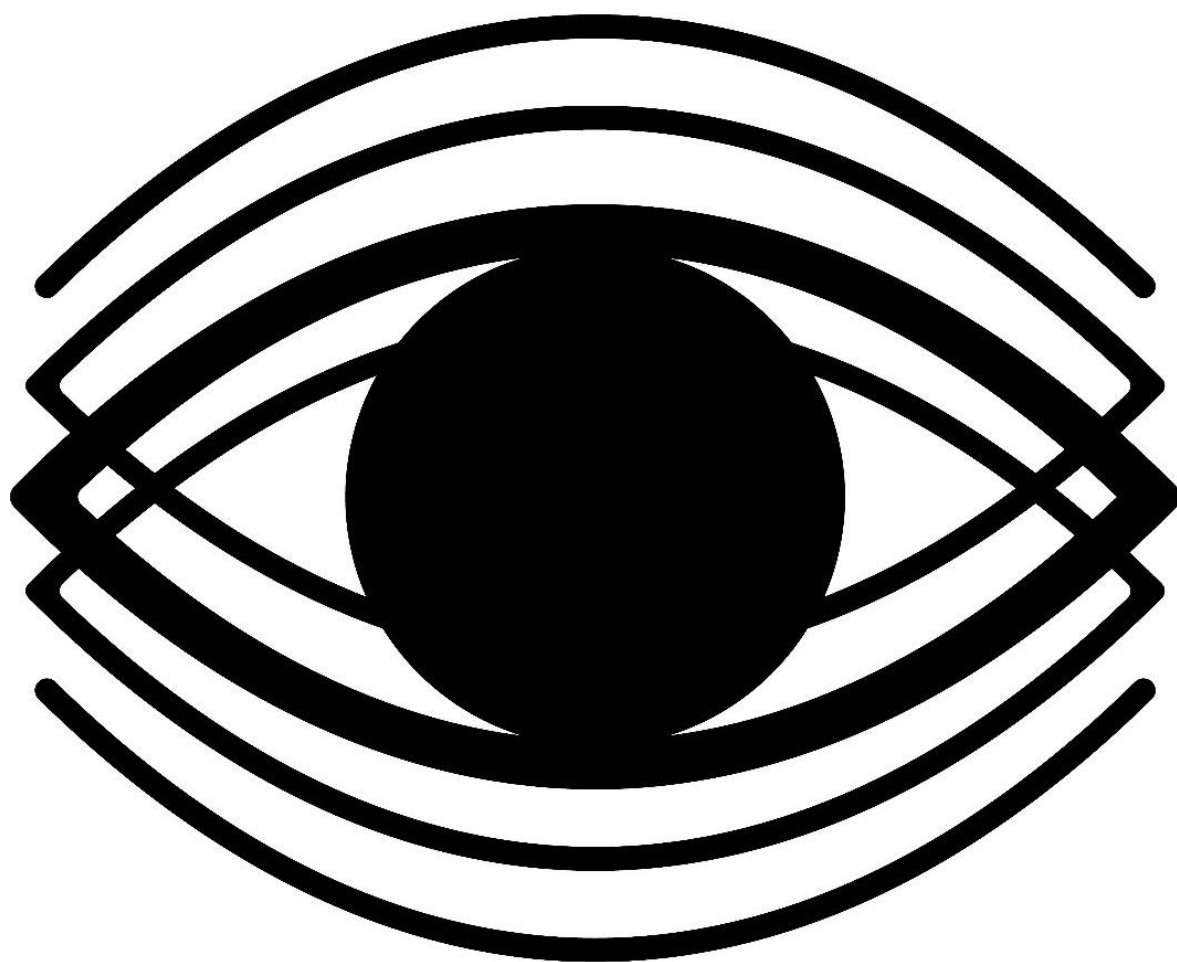


# Quebrando o silêncio visual:

desenvolvimento e adoção de tecnologias para a inclusão



## Organizadores

Eduardo Ariel de Souza Teixeira

Janete Rocha Cícero

Júlio Cezar Augusto da Silva

Roberto Cardoso Freire da Silva

Saul Eliahú Mizrahi



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Quebrando o silêncio visual [livro eletrônico] :  
desenvolvimento e adoção de tecnologias para  
inclusão / organização Eduardo Ariel de Souza  
Teixeira...[et al.]. -- Rio de Janeiro :  
Ed. dos Autores, 2026.  
PDF

Vários autores.

Outros organizadores: Janete Rocha Cícero, Júlio  
Cezar Augusto da Silva, Roberto Cardoso Freire da  
Silva, Saul Eliahú Mizrahi.

Bibliografia.

ISBN 978-65-01-88518-6

1. Educação 2. Educação inclusiva 3. Inclusão  
4. Pessoas com deficiência - Educação 5. Tecnologia  
Assistiva (TA) 6. Tecnologia educacional I. Teixeira,  
Eduardo Ariel de Souza. II. Cícero, Janete Rocha.  
III. Silva, Júlio Cezar Augusto da. IV. Silva,  
Roberto Cardoso Freire da. V. Mizrahi, Saul Eliahú.

26-328984.0

CDD-371.911

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Pessoas com deficiência visual : Educação 371.911

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

## **Organização**

Eduardo Ariel de Souza Teixeira  
Janete Rocha Cícero  
Júlio Cezar Augusto da Silva  
Roberto Cardoso Freire da Silva  
Saul Eliahú Mizrahi

## **Comitê Técnico-Científico**

Eduardo Ariel de Souza Teixeira  
Janete Rocha Cícero  
Júlio Cezar Augusto da Silva  
Marina Araujo Scalabrin  
Roberto Cardoso Freire da Silva  
Saul Eliahú Mizrahi

## **Projeto gráfico**

Marina Araujo Scalabrin

## **Editoração**

Eduardo Ariel de Souza Teixeira  
Marina Araujo Scalabrin  
Roberto Cardoso Freire da Silva

## **Autoria**

Os capítulos são de autoria  
de seus respectivos autores.

# Sumário

<b>Apresentação</b> .....	4
<b>Capítulo 1:</b> Formação docente na área da deficiência visual: uma articulação entre pedagogia crítico-libertadora, educação em direitos humanos e tecnologias <i>Thiago Sardenberg; Helenice Maia; Maria da Glória de Souza Almeida</i> .....	7
<b>Capítulo 2:</b> Audiodescrição na escola: transformando o invisível em saberes visíveis <i>Ana Cristina Teixeira Prado; Dagmar de Mello e Silva; Alessandro Câmara de Souza</i> .....	30
<b>Capítulo 3:</b> Tecnologias educacionais acessíveis para o ensino de ciências da natureza a estudantes com deficiência visual <i>Naiara Miranda Rust; Fábio Garcia Bernardo</i> .....	49
<b>Capítulo 4:</b> Tecnologias digitais e analógicas no ensino de matemática a pessoas com deficiência visual <i>Fábio Garcia Bernardo</i> .....	77
<b>Capítulo 5:</b> Desenhando a inclusão: diretrizes de usabilidade e acessibilidade por pessoas com deficiência visual <i>Alice Tavares Figueiredo; Roberto Cardoso Freire da Silva</i> .....	102
<b>Capítulo 6:</b> Acessibilidade em ambientes virtuais de aprendizagem: recomendações, práticas inclusivas e desafios no contexto brasileiro <i>Eduardo Ariel de Souza Teixeira; Gil Brito; Marcos Garamvolgyi e Silva; Marina Araujo Scalabrin; Virgínia Chalegre</i> .....	124
<b>Capítulo 7:</b> Interdisciplinaridade e representatividade na tecnologia assistiva: a experiência com o UseBemTec® <i>Janete Rocha Cícero; Roberto Cardoso Freire da Silva; Júlio Cezar Augusto da Silva; Saul Eliahú Mizrahi</i> .....	153
<b>Apresentação relato</b> .....	174
<b>Relato:</b> A implementação de Recursos Pedagógicos no Princípio do Desenho Universal <i>Rubens Ferronato</i> .....	175
<b>Agradecimentos</b> .....	197

## Apresentação

# **Tecnologia Assistiva e Inclusão: entre a pesquisa, o design e a prática educativa**

O avanço das políticas públicas de inclusão e o fortalecimento da pesquisa científica no campo da Tecnologia Assistiva (TA) têm contribuído para ampliar o debate sobre o acesso equitativo à educação, ao trabalho e à vida social de pessoas com deficiência. No entanto, o desafio de transformar esses princípios em práticas efetivas permanece imenso — especialmente quando se trata das pessoas com deficiência visual, cujas experiências, modos de percepção e interação com o mundo demandam abordagens específicas, sensíveis e interdisciplinares.

Este livro nasce desse compromisso. Reúne diferentes olhares — de professores, pesquisadores e profissionais de tecnologia — em torno de um mesmo propósito: refletir sobre os caminhos e desafios da inclusão a partir de uma perspectiva crítica e propositiva, que valoriza tanto o rigor científico quanto a dimensão humana das transformações que se busca promover.

Com apoio financeiro da Finep e do CNPq, e respaldo científico do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), a obra articula resultados de pesquisas, relatos de experiências e discussões teóricas sobre práticas pedagógicas inclusivas, formação docente e desenvolvimento de tecnologias voltadas a pessoas com deficiência visual. Seu público-alvo abrange professores, estudantes, pesquisadores e desenvolvedores de tecnologia, interessados em compreender e aprimorar o diálogo entre educação, ciência e acessibilidade.

O primeiro capítulo introduz uma reflexão sobre a formação de professores para o atendimento educacional de pessoas com deficiência visual, a partir da experiência histórica do Instituto Benjamin Constant. Os autores evidenciam lacunas na formação docente e propõem a criação de uma Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual, inspirada na pedagogia crítico-libertadora de Paulo Freire e fundamentada na Educação em Direitos Humanos. Trata-se de uma contribuição

pioneira, que reivindica a especificidade e a complexidade do processo de ensino e aprendizagem desses estudantes, reafirmando a centralidade da formação humana e emancipatória.

O segundo capítulo aborda a audiodescrição como tecnologia assistiva fundamental para uma educação mais sensível e plural, sobretudo na infância. Com base em uma pesquisa de inspiração cartográfica, o texto convida à reflexão sobre o papel criativo da audiodescrição — não apenas como recurso descritivo, mas como linguagem capaz de reinventar o mundo e tornar visível o que antes era invisível.

No terceiro capítulo, o foco recai sobre o ensino de Ciências da Natureza para estudantes com deficiência visual. Por meio de uma revisão integrativa das pesquisas desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Ensino na Deficiência Visual do Instituto Benjamin Constant (PPGEDV-IBC), o texto evidencia o potencial das tecnologias educacionais acessíveis e da formação continuada como ferramentas para fortalecer a equidade educacional. A análise mostra como a pesquisa aplicada tem se revelado essencial para consolidar práticas inclusivas nesse campo do conhecimento.

O quarto capítulo amplia esse debate para o ensino de Matemática, reconhecendo as barreiras históricas enfrentadas por estudantes com deficiência visual e propondo o uso combinado de recursos grafotáteis, digitais e tridimensionais. Baseado no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), o estudo defende a urgência de um currículo escolar mais inclusivo, capaz de acolher diferentes linguagens e de romper com paradigmas excludentes. A reflexão central enfatiza que inclusão é também transformação de crenças — e que inclusão é um direito humano e social.

Nos capítulos seguintes a discussão avança para o diálogo entre usabilidade, design e acessibilidade digital para a educação. O quinto capítulo analisa o desenvolvimento de tecnologias assistivas sob a ótica do Design Centrado no Humano, propondo a adequação de diretrizes e testes de usabilidade a partir da escuta ativa das pessoas com deficiência visual. O estudo mostra que a eficácia e a aceitação de produtos e sistemas dependem da incorporação de perspectivas que superem os referenciais “enxergantes” tradicionalmente adotados.

Em sequência, o sexto capítulo examina a acessibilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), combinando análise normativa, revisão da literatura e avaliações heurísticas. Os resultados apontam avanços, mas também persistentes lacunas no cumprimento de normas e diretrizes, reforçando a necessidade de

desenvolver plataformas verdadeiramente inclusivas e adaptáveis a diferentes perfis de usuários.

No sétimo capítulo, os autores propõem uma reflexão mais ampla sobre os desafios técnicos, sociais e interdisciplinares da criação de tecnologias assistivas, destacando a importância da pesquisa colaborativa e da participação ativa da pessoa com deficiência em todas as etapas do processo. O texto apresenta o desenvolvimento de um aplicativo de apoio à avaliação da usabilidade de recursos assistivos. A iniciativa ilustra como a integração entre ciência, design e experiência do usuário pode gerar soluções mais efetivas e humanas.

Por fim, o oitavo capítulo assume um tom mais pessoal e inspirador, apresentando o percurso de um professor referência nacional e internacional em educação inclusiva e ensino de Matemática. Ao entrelaçar memória e reflexão, o texto revela como uma trajetória marcada por sensibilidade, criatividade e compromisso social pode transformar vivências em conhecimento compartilhado. Suas experiências dialogam com princípios do Design Universal e reforçam que a educação inclusiva é, antes de tudo, um projeto ético e afetivo de humanidade.

Mais do que reunir pesquisas, este livro busca construir pontes — entre ciência e prática, entre tecnologia e sensibilidade, entre ensino e experiência vivida. Em tempos de profundas transformações tecnológicas e sociais, reafirma-se aqui a convicção de que a verdadeira inovação nasce do encontro entre o conhecimento técnico e o olhar humano. Que cada capítulo, com sua singularidade, contribua para fortalecer uma cultura de acessibilidade, inclusão e respeito à diversidade — pilares de uma sociedade realmente justa e democrática.

# Capítulo 1

## Formação docente na área da deficiência visual: uma articulação entre pedagogia crítico-libertadora, educação em direitos humanos e tecnologias

### AUTORIA

Thiago Sardenberg<sup>1</sup>

Helenice Maia<sup>2</sup>

Maria da Glória de Souza

Almeida<sup>3</sup>

### PALAVRAS-CHAVE

Formação Docente;

Licenciatura em Educação de

Pessoas com Deficiência Visual;

Pedagogia Crítico-Libertadora;

Educação em Direitos Humanos;

Tecnologia Assistiva.

### RESUMO

Diversas pesquisas têm registrado os inúmeros desafios que os professores da Educação Básica e Superior enfrentam para ensinar o público-alvo da Educação Especial. Dentre elas, a que realizamos ao investigar como o conceito de Tecnologia Assistiva estava presente nos Projetos Pedagógicos dos Cursos Técnicos de Nível Médio ofertados pelo Instituto Benjamin Constant, instituição educacional fundada em 1854 no Rio de Janeiro que, desde então, demarcou o uso de tecnologia específica para alunos com deficiência visual. Tanto a análise de conteúdo das falas dos docentes, quanto a análise documental dos projetos, apontaram que a formação oferecida naqueles cursos era generalista e insuficiente para o atendimento das particularidades do público-alvo atendido, gerando prejuízos no processo de aprendizagem dos alunos. Este achado indicou a pertinência de propormos uma Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual, que tomasse a Pedagogia Crítico-Libertadora de Paulo Freire como norteadora e a Educação em Direitos Humanos como eixo articulador. Neste artigo, apresentamos este curso que, estruturado em seis eixos, intenta a formação de professores comprometidos com uma formação humana, transformadora, emancipatória e integral dos alunos com deficiência visual, respeitando suas necessidades específicas e incentivando suas potencialidades. O curso justifica-se pela complexidade que se revela na aprendizagem dessas pessoas e pelos impactos e implicações funcionais ocasionados por essa deficiência. Sua relevância pauta-se numa proposição precursora no cenário educacional brasileiro e no preenchimento de importante lacuna da formação de professores, uma vez que não há curso em nível superior direcionado exclusivamente à formação docente que focalize o atendimento às necessidades educativas específicas do aluno com deficiência visual.

---

<sup>1</sup>Instituto Benjamin Constant, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [tsardenberg@gmail.com](mailto:tsardenberg@gmail.com) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4341-4177>

<sup>2</sup>Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [helemaia@uol.com.br](mailto:helemaia@uol.com.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1169-9051>

<sup>3</sup>Instituto Benjamin Constant, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [gloriaalmeida@gmail.com](mailto:gloriaalmeida@gmail.com) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2542-0963>

## Introdução

Diversos estudos têm registrado os inúmeros desafios e dificuldades que os professores tanto da Educação Básica quanto da Educação Superior enfrentam para ensinar o público-alvo da Educação Especial sobretudo, aqueles que se referem à formação docente apropriada à Educação Inclusiva e às necessidades de adaptação de metodologias, técnicas, materiais didáticos e tecnologias para o escopo das diferenças (Lopes et al, 2023; Miskalo; Cirino; França, 2023; Aranha; Mendonça, 2024; Souza; Manga; Marques, 2024).

No que se refere à deficiência visual, os desfechos não diferem (Cruz et al 2023; Custódio, 2023; Barbosa; Vicente; Tomaz, 2024; Santos; Silva, 2024) e os resultados apresentados são muito semelhantes aos que identificamos ao realizar pesquisa qualitativa, orientada pelo construcionismo social (Gergen; Gergen, 2010). Estudo em que objetivamos analisar como o conceito de Tecnologia Assistiva (TA) estava presente nos Projetos Pedagógicos dos Cursos Técnicos de Nível Médio ofertados pelo Instituto Benjamin Constant (Sardenberg; Maia, 2018, 2019(a), 2023). Instituição que desde a sua inauguração no século XIX estavam previstos em seus regulamentos e regimentos, a educação e a capacitação profissional da Pessoa com Deficiência, o que possibilitou o acesso à escolarização de alunos com deficiência visual.

O Instituto Benjamin Constant (IBC) foi a primeira instituição para Pessoas com Deficiência Visual na América Latina, reconhecida por seu histórico de utilização de tecnologias específicas, consideradas atualmente como TA, para promover a aprendizagem, assegurar a inclusão e propiciar a essas pessoas, a conquista e o exercício da cidadania, e por sua permanente preocupação com a formação e o trabalho de professores que atuam na área da Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva.

Destacamos o trabalho que o IBC vem desenvolvendo na área da formação docente desde a década de 1940, por meio do curso Didática de Cegos, posteriormente denominado Curso de Qualificação de Professores na Área da Deficiência da Visão. Formação de caráter teórico-prático, ministrado com frequência regular nas dependências deste instituto para professores de todo o Brasil. Além deste, o IBC promoveu cursos de pós-graduação lato sensu em parcerias com outras instituições, iniciativa que se manteve até 2018, colaborando com a formação de profissionais qualificados.

Atualmente, a instituição oferta três cursos de pós-graduação lato sensu, além do Mestrado Profissional em Ensino na Temática da Deficiência Visual, primeiro programa nesta área na América Latina. Também são oferecidos cursos de formação continuada (extensão e aperfeiçoamento), tanto no IBC quanto em parcerias com outras instituições, nas diversas temáticas que se relacionam à Deficiência Visual.

Embora o IBC fomente a formação de professores há muitas décadas, parece ainda não atender plenamente às especificidades do trabalho docente a ser desenvolvido com as Pessoas com Deficiência Visual, fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem, e essenciais para a sua participação cultural, social e econômica (Frederico; Laplane, 2020; Borges; Steil, 2023). O que ficou evidenciado tanto pela análise de conteúdo (Bardin, 2016; Valle; Ferreira, 2024) das falas dos docentes quanto pela análise documental (Pereira; Oliveira, 2024) dos projetos dos cursos técnicos em: Artesanato, Instrumento Musical, Massoterapia e Revisão de Textos no Sistema Braille, exclusivos para alunos com deficiência visual, sendo este último pioneiro e único no Brasil.

A análise apontou que a formação oferecida não condizia com as premissas da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, proposta pelo Ministério da Educação (MEC) em 2008, e que fomentou o acesso, a permanência e a participação dos alunos com deficiência, altas habilidades/superdotação e Transtornos do Espectro Autista (Brasil, 2008). Quanto à presença do conceito de TA, identificamos que este se referia particularmente ao uso de recursos associado diretamente a “tecnologias”, propiciando a exclusão dos demais termos que compõem o conceito, a saber: produtos, equipamentos, dispositivos, metodologias, estratégias, práticas e serviços (Brasil, 2009). Aspectos fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem da pessoa com deficiência visual e essenciais para a promoção de sua funcionalidade (Sardenberg; Maia, 2019b).

Os achados dessa pesquisa incentivaram a elaboração de uma proposta de Curso de Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual, apresentada recentemente à direção e ao corpo docente do IBC. O curso, estruturado em seis eixos, intenta a formação de professores comprometidos com uma formação humana, respeitando suas necessidades específicas e incentivando suas potencialidades. Norteados pela Pedagogia Crítico Libertadora de Paulo Freire e tomando Educação em Direitos Humanos como eixo articulador, o curso visa consolidar a interrelação teoria e prática no processo de formação docente, com o combate a todas

as formas de violação dos Direitos Humanos e o enfrentamento dos desafios impostos pelas tecnologias à atividade e à participação cultural, social, econômica da Pessoa com Deficiência Visual

A seguir, apresentamos o Curso de Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual, cuja relevância pauta-se numa proposição precursora no cenário educacional brasileiro e no preenchimento de importante lacuna da formação de professores. Uma vez que não há curso em nível superior direcionado exclusivamente à formação docente que focalize o atendimento às necessidades educativas específicas do aluno com deficiência visual. Esclarecemos que usamos a expressão deficiência visual para designar cegueira, baixa visão, deficiência múltipla sensorial visual (condição caracterizada pela deficiência visual - cegueira, baixa visão ou visão monocular - associada a outra(s) deficiência(s) de ordem física, intelectual ou do Transtorno do Espectro Autista - TEA) e surdocegueira (condição caracterizada pela perda visual e auditiva concomitante, independentemente do grau de perda, considerada uma deficiência única, com prejuízos na comunicação, no acesso à informação, na orientação e mobilidade e no aprendizado).

### **A Proposta do Curso de Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual**

A proposta do Curso de Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual do Instituto Benjamin Constant está em consonância com a Resolução CNE/CP n. 1 (Brasil, 2006), a Resolução CNE/CP n. 2 (Brasil, 2015) e a Resolução CNE/CP n. 2 (Brasil, 2019). Tais normativas definem como finalidade da formação de professores em nível superior o exercício da “docência na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental, no Ensino Médio, na modalidade Normal, e em cursos de Educação Profissional na área de serviços e apoio escolar, bem como em outras áreas nas quais sejam previstos conhecimentos pedagógicos” (BRASIL, 2006, art. 2º), “com integração entre elas, podendo abranger um campo específico e/ou interdisciplinar” (Brasil, 2015, art. 2º), pressupondo

o desenvolvimento, pelo licenciando, das competências gerais previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - Educação Básica, bem como das aprendizagens essenciais a serem garantidas aos estudantes, quanto aos aspectos intelectual, físico, cultural, social e emocional de sua formação, tendo como perspectiva o desenvolvimento pleno das pessoas, visando à Educação Integral (Brasil, 2019, art. 2º).

Cabe registrar que estas resoluções definem que o profissional da Educação Básica é aquele que exerce “atividades de docência e demais atividades pedagógicas, incluindo a gestão educacional dos sistemas de ensino e das unidades escolares de educação básica, nas diversas etapas e modalidades de educação e possuem a formação mínima exigida pela legislação federal das Diretrizes e Bases da Educação Nacional” (Brasil, 2015, art. 3º, §4º). A docência é estabelecida como uma ação educativa e como processo pedagógico intencional que envolve

conhecimentos específicos, interdisciplinares e pedagógicos, conceitos, princípios e objetivos da formação que se desenvolvem na construção e apropriação dos valores éticos, linguísticos, estéticos e políticos do conhecimento inerentes à sólida formação científica e cultural do ensinar/aprender, à socialização e construção de conhecimentos e sua inovação, em diálogo constante entre diferentes visões de mundo (Brasil, 2015, art. 2º, §1º).

Compromissados em promover a “articulação entre a teoria e a prática, fundada nos conhecimentos científicos e didáticos, contemplando a indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa e a extensão, visando à garantia do desenvolvimento dos estudantes” (Brasil, 2019, art. 6º, V), ao licenciado em Educação de Pessoas com Deficiência Visual caberá desenvolver competências gerais e competências específicas, sendo estas concernentes às dimensões conhecimento profissional, prática profissional e engajamento profissional e às habilidades a elas correspondentes (Brasil, 2019, art. 4º).

Ao atendermos às normas legais que orientam a formação de professores, assumimos a Educação em Direitos Humanos, entendendo que esta

deve abarcar questões concernentes aos campos da educação formal, à escola, aos procedimentos pedagógicos, às agendas e instrumentos que possibilitem uma ação pedagógica conscientizadora e libertadora, voltada para o respeito e valorização da diversidade, aos conceitos de sustentabilidade e de formação da cidadania ativa” (Brasil, 2018, p. 18).

Acentuamos que “os Direitos Humanos são todos interdependentes e é fundamental que os conteúdos, os materiais e as metodologias utilizadas levem em conta esses direitos, e os programas propiciem um ambiente capaz de vivenciá-los” (Gadotti, 2009a, p. 26). Portanto, “a efetivação da Educação em Direitos Humanos no ambiente educacional requer parceria, mobilização e, sobretudo, formação de professores e gestores para que assim possa ser uma ação interdisciplinar no contexto educativo”, sendo essencial, portanto, que os professores “vislumbrem práticas educativas inclusivas

que permeiem a dignidade humana de todos os sujeitos em suas diferenças” (Melo; Albuquerque, 2023, p. 115).

Abraçando o paradigma educacional inclusivo e firmados na concepção de que “enquanto vivente no mundo, a pessoa também não é: está sendo. E, como tal, cria e recria permanentemente a sua própria existência, tomando consciência dos seus direitos, de suas obrigações, a partir das relações que estabelece com o mundo” (Padilha, 2008, p. 26), elencamos quatro áreas de competências que compõem, fundamentalmente, a educação do aluno com deficiência visual: conhecimentos e habilidades cognitivas, motoras, sensoriais e socioafetivas. Tais áreas sustentam os eixos estruturantes do curso, consolidam a estreita relação entre os componentes curriculares e a articulação entre a teoria e a prática no processo de formação docente.

Entendemos que o desempenho corporal, a cognição, a sensorialidade e o aspecto socioafetivo mesclam-se, promovendo a inteireza de um projeto educacional que conduz o homem à inserção na sociedade, fazendo dele um membro efetivo e responsável pelo papel social que lhe cabe dentro do grupo ao qual pertence. É, portanto, fundamental que os futuros professores “possam contribuir para a formação de sujeitos que exerçam plenamente a sua cidadania e saibam lutar e defender os seus direitos civis, sociais e políticos” (Padilha, 2008, p. 28). Para isso, sua formação deve ser diversificada e ter “sólida base teórica e interdisciplinar que reflita a especificidade da formação docente” (Brasil, 2015, art. 3º, §5º, VII) e que fortaleça sua “responsabilidade, protagonismo e autonomia com o seu próprio desenvolvimento profissional” (Brasil, 2019, art. 9º, VI), para que possam compreender como ocorre a funcionalidade do aluno com deficiência visual e apreender os mecanismos intrínsecos e extrínsecos que possibilitam este aluno a desenvolver-se de acordo com suas condições físicas, cognitivas, sensoriais e psicossociais em cada etapa do seu processo evolutivo.

Portanto, compreender as condições de aprendizagem do aluno é o primeiro passo para que a ação pedagógica se faça em uma visão crítica, emancipatória e consequente. Defendemos uma “formação integral que evidencie valores respeitosos à diversidade e aos direitos de todas as pessoas do mundo, com ênfase à tolerância, à solidariedade, à valorização da diversidade, ao respeito aos direitos humanos, aos cuidados com o meio ambiente e a ênfase à participação cidadã e democrática” (Gadotti, 2009b, p. 09). Isto posto, promover o desenvolvimento integral do educando é lutar pela consecução de um objetivo humanístico, a realização de um projeto de cidadania que visa a construção de um sujeito capaz de suplantar limites e de enfrentar impossibilidades.

O êxito educacional do aluno com deficiência visual depende fundamentalmente dos métodos, das técnicas, das metodologias e material didático especializado que vão colaborar no desenvolvimento de estruturas cognitivas, acionar esquemas interpretativos, ativar percepções e aprimorar sensações, impulsionar o conhecimento, incentivar a criatividade e a imaginação. Cabe, portanto, ao professor identificar potencialidades em seus alunos, perceber suas dificuldades, respeitar sua cultura de origem e compartilhar com ele o acervo que lhe pertence e que foi por ele acumulado desde o nascimento. Este procedimento integra, efetivamente, o aluno ao processo educativo e é uma tarefa de fôlego da qual o professor não pode esquivar-se. Entendemos que os professores

são responsáveis por identificar as necessidades únicas de cada aluno e ajustar sua abordagem de ensino de acordo. Dado que cada aluno tem seu próprio ritmo de aprendizagem, estilo cognitivo e interesses, o professor deve estabelecer um ambiente inclusivo que permita a todos os alunos atingirem seu pleno potencial. Além disso, o professor tem a tarefa de promover um ambiente de sala de aula respeitoso e cooperativo que valorize a diversidade, a tolerância e o diálogo aberto. A escola é um espaço crítico para fomentar a educação cidadã dos alunos e o professor desempenha um papel fundamental nesse processo, ajudando os alunos a valorizar a diversidade cultural, os Direitos Humanos e a sustentabilidade. (Galvão; Casemiro, 2023, p. 135).

Consideramos que o processo de aprendizagem significativa crítica, perspectiva antropológica em relação às atividades de um grupo social que permite ao sujeito “participar das atividades de seu grupo social, mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo” (Moreira, 2010), coloca educadores e educandos diante de um amplo campo de aquisições. É uma construção multifacetada, uma etapa onde os desafios andam lado a lado com as descobertas e com a busca da autoconfiança. Aquele que aprende desvela segredos, soluciona enigmas, desvenda mistérios, conquista espaços. Aquele que ensina rasga horizontes, oferece oportunidades, desata nós, solta amarras. É um percurso de profundas mudanças, de incontáveis ganhos, mas que impõe constante reflexão e refinamento. A educação de um aluno com deficiência visual deverá, pois, revestir-se de propostas concretas que o levem a sair do enclausuramento que pode ocorrer motivado por esta deficiência.

Como dissemos anteriormente, as áreas de competências que compõem a educação do aluno com deficiência visual (conhecimentos e habilidades cognitivas, motoras, sensoriais e socioafetivas) instalam-se e integram-se, propiciando a construção de um corpo harmonioso onde habilidades, capacidades e competências vão desenvolver

conceitos. Este corpo é a base da estruturação de vias nas quais o aluno pode encontrar o caminho seguro para seu desenvolvimento intelectual e humano.

Portanto, nessa proposta, pretendemos expor um curso cuja abordagem multifacetada espelhe as diversas implicações educativas que provêm da deficiência visual com o intuito de conciliar as quatro áreas de competências que harmonizam a aprendizagem do aluno com deficiência visual frente às suas necessidades e especificidades educativas.

Assim, definimos como objetivo geral do curso a formação de professores comprometidos com a formação para a cidadania, com o combate a todas as formas de violação dos Direitos Humanos e empenhados em lutar por uma formação humana, transformadora, emancipatória e integral, atendendo as necessidades específicas, prioritariamente, do aluno com deficiência visual.

Estabelecemos como objetivos específicos: (1) perceber o aluno com deficiência visual como um ser cognoscente, independentemente da condição que o afeta, respeitando sua funcionalidade, possíveis carências e déficits, origem social, cultural e econômica; (2) conhecer suas necessidades educativas específicas; (3) entender seu processo de aprendizagem incentivando suas potencialidades; (4) desenvolver competências relativas às áreas de conhecimentos e habilidades cognitiva, motora, sensorial e socioafetiva que compõem a educação do aluno com deficiência visual; (5) aplicar procedimentos didático-metodológicos concernentes ao processo de ensino que facilitem sua aprendizagem; e (6) utilizar Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), Tecnologias Educacionais (TE) e Tecnologia Assistiva (TA) no processo de ensino e aprendizagem do aluno com deficiência visual, visando sua inclusão escolar e social, independência, autonomia e qualidade de vida.

No âmbito da Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva, vê-se uma carência bastante grande de profissionais qualificados para atender a alunos com necessidades educativas específicas e os cursos de formação de professores não têm, até o momento, suprido a diversificação desse tipo de atendimento. Os docentes sentem-se desconfortáveis diante de uma situação nova para eles, de questões relativas à função do professor dessa modalidade de educação e de uma realidade pedagógica ainda precarizada. Estas, dentre outras questões, nos incentivaram a pensar em um modelo de curso voltado a “novas maneiras de construção dos conhecimentos e de novas práticas pedagógicas face aos dilemas, desafios e a complexidade das realidades sociais, e consequentemente, das educacionais” (Gatti, 2023, p. 12).

A implementação de um curso de formação de professores voltado à Educação de Pessoas com Deficiência Visual justifica-se, a nosso ver, pela complexidade que se revela na aprendizagem dessas pessoas e pelos impactos e as implicações funcionais ocasionados por essa deficiência no âmbito educacional e na vida.

Uma ação docente em consonância com o estágio de desenvolvimento em que se encontra o aluno e com suas condições de aprendizagem é fundamental e não é diferente para alunos com deficiência visual, cuja diversidade de características exige que se atente para questões pedagógicas que envolvem suas peculiaridades educativas, que são muitas. Dentre elas citamos o sistema de leitura e de escrita dos cegos: o Braille. Este sistema guarda em si singularidades que precisam ser compreendidas e apreendidas pelo professor e pelo aluno que aprende o Sistema Braille (Souza et al, 2022), requer um profundo e criterioso período de desenvolvimento global, a fim de que, habilidades e competências psicomotoras, cognitivas, sensoriais e socioafetivas sejam adquiridas.

Outra peculiaridade a considerar é a baixa visão. Este é um assunto que ainda suscita grandes discussões e busca renovada por outros rumos que atendam à multiplicidade de manifestações trazidas por diferentes patologias oculares que implicam diferenças sensíveis na qualidade da visão. Há diversas tipificações que caracterizam a baixa visão e de acordo com a gravidade e a associação com outras condições de saúde e/ou de deficiência, impactará a funcionalidade da pessoa nos âmbitos educacional, social e laboral. Na deficiência múltipla sensorial visual, o professor deverá atentar-se, principalmente, às áreas da Comunicação, Orientação e Mobilidade (OM) e o acesso à informação, assim como na surdocegueira.

Lembre-mo-nos de que, no decurso do processo de aprendizagem, desenvolve-se um sujeito singular, ativo, social e historicamente constituído (Vigostky, 2007), portanto, é indispensável que os professores se preparem para cumprir a tarefa educacional necessária ao desenvolvimento do aluno com deficiência visual. É imprescindível que haja a adoção de uma Educação em Direitos Humanos aberta a novos princípios vigentes, a diversos procedimentos didáticos e a fundamentos essenciais que possibilitam ao aluno perceber a construção do próprio conhecimento em suas várias vertentes.

Educar é abrir caminhos, apontar probabilidades, estabelecer metas, trabalhar ideias, respeitar o homem em seu meio e as condições que o rodeiam. A ação docente deve estar em consonância com a responsabilidade que lhe é conferida, pois a educação,

como via de desenvolvimento, determina ações conscientes e planejadas, fomentando o processo educativo, fazendo-o ganhar corpo e exercendo funções bem definidas. Quando se educa, firmam-se compromissos, responsabilidades são assumidas. Entende-se, assim, que da atuação do professor exige-se desenvoltura, posicionamento centrado em valores humanos e, de sua prática pedagógica que envolve metodologias, estratégias, técnicas, recursos e diferentes tecnologias, demandando uma compreensão acentuada do ofício que exerce e do alunado a que atende, pois acreditamos, como Gatti (2023, p. 08), que precisamos

formar superando hábitos educacionais tradicionais, prover equidade nas formações, trabalhar com perspectivas multiculturais e não visar unicidade, homogeneidades, considerar os fundamentos das novas tecnologias, as quais permeiam o mundo social e do trabalho, formar consciências planetárias, propiciar a emancipação humana, a capacidade de escolha e decisão fundadas em conhecimentos envolvidos com valores: o valor da vida, o cuidado de si e do outro, o cuidado do mundo.

Portanto, é importante qualificar o professor para o exercício docente comprometido com a formação humana numa perspectiva crítico-reflexiva e num contexto de contínuas e rápidas mudanças que exige romper paradigmas existentes na atividade docente. É hora de mudar atitudes, rever postulados, estabelecer novas metas. É hora de enriquecer “os espíritos, as consciências, as concepções e perspectivas sobre a vida humana na sua intersecção e dependência das condições ambientais – valor da vida e do bem comum” (Gatti, 2023, p. 09). É hora de eliminar qualquer traço de exclusão, de fortalecer a inclusão, diretamente relacionada à aceitação do Outro, pois a inclusão só chegará à sala de aula quando entendermos que inclusão não é concessão ou dádiva: é direito.

Concordamos com Gatti (2023, p. 11) que

a formação das novas gerações evoca um compromisso ético-social com relação às suas necessidades de aprendizagens, que devem possibilitar a construção de uma vida digna para todos, e, em última instância, possibilitar a própria preservação da vida e da sociedade humanas. Somos uma sociedade complexa, com diversidades a serem consideradas e respeitadas, e de outro lado temos desigualdades, desigualdades que precisam ser superadas, e, uma delas é a desigualdade educacional que fundamenta outras desigualdades (na preservação da saúde, no acesso aos bens públicos, no respeito aos coletivos, na preservação do ambiente, no cuidado de si e do outro).

Diante do exposto, a relevância do Curso de Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual nasce de demandas relacionadas às

especificidades da educação do aluno com deficiência visual, pauta-se numa proposição pioneira no cenário educacional brasileiro e no preenchimento de importante lacuna da formação de professores, uma vez que não há outro curso em nível superior direcionado exclusivamente para a formação do professor voltado ao atendimento às necessidades educativas específicas do aluno com deficiência visual.

Questões atinentes à Deficiência Visual servem, portanto, como pano de fundo para o desenvolvimento de ações pedagógicas que visam a atender as múltiplas especificidades que urgem ser compreendidas pelas escolas, professores e demais profissionais do campo educacional, a fim de que o aluno com deficiência visual receba uma educação que promova sua ascensão intelectual, social e humana, efetivando uma proposta ampla e genuína de inclusão.

Com relação ao perfil do profissional a ser formado pelo Curso de Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual, este se encontra em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de graduação em licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada (Brasil, 2015), com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) (Brasil, 2019) e transversalmente com a compreensão de que na “inclusão e emancipação política e social da pessoa com deficiência há uma dimensão fundamental que é sua participação e organização política, protagonizando a defesa pelos seus direitos” (Santos; Legore, 2016, p. 55).

Portanto, ao profissional a ser formado pelo curso proposto será facultado: (1) pesquisar, analisar e aplicar os resultados decorrentes de investigações realizadas no âmbito da Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva e, sobretudo, da Deficiência Visual; e (2) atuar no ensino, na gestão de processos educativos e na organização e gestão de instituições da educação básica, ancorando-se na ética, acessibilidade, transparência, efetividade, inovação, cooperação e compromisso social como ser humano, cidadão e profissional, visando minimizar suas próprias barreiras atitudinais que dificultam ou impedem a participação do aluno com deficiência visual tanto no processo educativo quanto na vida.

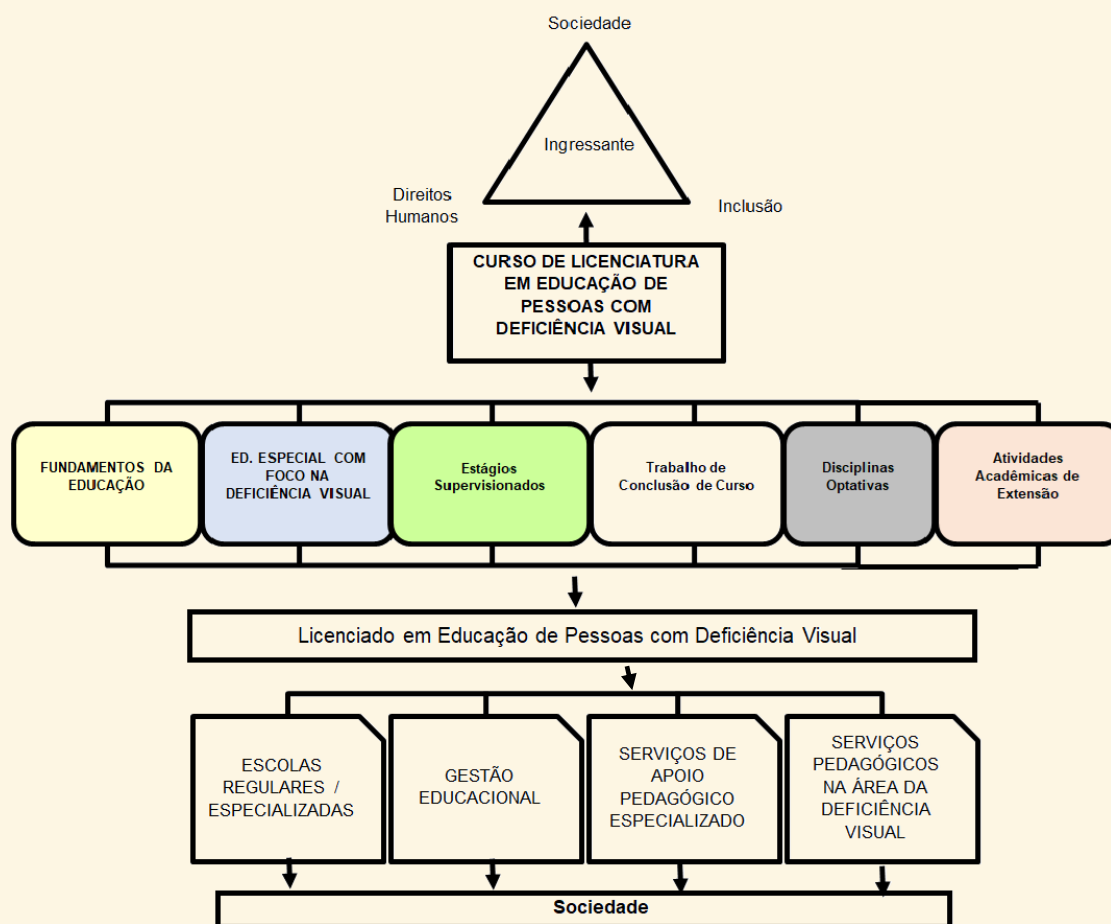
Ele atuará minimamente em quatro grandes áreas: (1) nas escolas de ensino regular, nas instituições de ensino especial, na docência dos serviços de apoio pedagógico especializado oferecidos na sala de recursos multifuncionais ou classes especiais, aos alunos com Deficiência Visual, atuando na Educação Infantil, no Ensino

Fundamental, no Ensino Médio, Ensino Superior e na Educação de Jovens e Adultos, enfatizando o trabalho colaborativo nas ações pedagógicas, com as famílias e com os profissionais da educação e saúde envolvidos; (2) junto às equipes de secretarias e diretorias tanto de ensino comum quanto de ensino especializado; e (3) em serviços de apoio pedagógico especializado, ofertados em classes hospitalares, nos serviços de ensino itinerante, nos serviços de ensino domiciliar; em serviços especializados que englobam a adaptação, criação e confecção de materiais didáticos.

Ao longo do curso espera-se que o egresso desenvolva as seguintes competências: (1) compreender que a área da Educação em suas abordagens antropológica, histórica, filosófica, sociológica, psicológica e política está em constante processo de mudança; (2) entender as necessidades educativas específicas do aluno com deficiência visual para que este possa atuar com dignidade tanto na escola quanto na vida; (3) acompanhar continuamente o processo educativo para o atendimento às necessidades educativas específicas dos alunos com deficiência visual; (4) identificar suas possibilidades, individualizando e flexibilizando a ação pedagógica a fim de maximizar suas potencialidades; (5) conhecer, explorar e utilizar recursos, metodologias, estratégias, práticas, técnicas e materiais específicos para o ensino do aluno com deficiência visual firmados por padrões de prática ética e profissional; e (6) ensinar em diferentes ambientes de aprendizagem e escolarização, envolvendo-se em diferentes atividades profissionais.

A figura 1 representa o perfil formativo:

**Figura 1:** Perfil formativo do curso



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

### **Eixos estruturantes e componentes curriculares**

O conhecimento humano forja-se na fusão de muitos elementos, saberes múltiplos que determinam a natureza do patrimônio adquirido. Aspectos de diferentes campos e ordens agregam-se, fatores de diferentes esferas crescem em grau de importância, cruzam-se áreas e entrelaçam-se ciências. O pensamento torna-se instrumento de transformação, ponto de apoio em cujo cerne repousa a formulação de conceitos, a fonte geradora do raciocínio lógico, o poder criador, o senso estético, como também o extravasamento das mais diversas emoções. A educação enfeixa em si a multiplicidade de um conjunto de enriquecimento de largo espectro, que trabalha sobre objetos materiais e imateriais. Os princípios que regem essa educação ditam preceitos enraizados em teorias baseadas em diferentes ciências e práticas aliadas ao desenvolvimento de vários aspectos: o corpo, a mente, o psiquismo, as emoções, a socialização e a afetividade. Firmam “valores, atitudes e práticas sociais que expressem

a cultura dos Direitos Humanos em todos os espaços da sociedade” e “formam uma consciência cidadã capaz de se fazer presente em níveis cognitivo, social, ético e político” (Brasil, 2018, p. 11).

Concordando com Lopes e Miranda (2021, p. 02) que educar em e com Direitos Humanos é partir da “validade universal de teoria e práxis de Paulo Freire e seus desdobramentos” e “entender a práxis pela concepção freiriana de que se trata de um processo segundo o qual os sujeitos agem sobre a realidade, movidos pela ação-reflexão, com o escopo de transformá-la”, estabelecemos seis eixos que estruturam a matriz curricular do Curso de Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual: (1) Fundamentos da Educação; (2) Educação Especial com foco na Deficiência Visual; (3) Estágio Supervisionado; (4) Trabalho de Conclusão de Curso; (5) Disciplinas Optativas e (6) Atividades Acadêmicas de Extensão. Em constante interrelação, tais eixos visam a consolidação do perfil do profissional formado pelo curso para que atue ética, crítica e reflexivamente diante das inúmeras e diversas situações educacionais surgidas no desempenho de suas funções, contribuindo para o desenvolvimento do aluno com deficiência visual.

Em consonância com a Resolução CNE/CP n. 02 (Brasil, 2019), o curso de Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual possui um total de 3.200 horas (três mil e duzentas horas) assim distribuídas nos seis eixos: (1) Fundamentos da Educação, com 840 (oitocentas e quarenta) horas; (2) Educação Especial com foco na Deficiência Visual, com 1.560 (um mil quinhentas e sessenta) horas; (3) Estágio Supervisionado, com 400 (quatrocentas) horas; (4) Trabalho de Conclusão de Curso, com 150 (cento e cinquenta) horas; (5) Disciplinas Optativas, com 150 (cento e cinquenta) horas; (6) Atividades Acadêmicas de Extensão, com 100 (cem) horas.

A seguir são apresentados os eixos que estruturam a matriz curricular do curso.

### *1. Fundamentos da Educação*

O objetivo deste grupo é compreender a Educação em sua complexidade a partir das abordagens antropológica, filosófica, histórica, política, psicológica e sociológica, assim como o papel do professor do aluno com deficiência visual e seu compromisso com a inclusão desses alunos na escola e na vida. A carga horária deste eixo é de 840 (oitocentas e quarenta) horas, distribuídas ao longo de oito semestres. O quadro

apresentado a seguir indica as disciplinas deste componente curricular e a distribuição da carga horária por disciplina<sup>4</sup>.

**Quadro 1** – Disciplinas que compõem o componente curricular

<b>Disciplinas</b>	<b>Carga Horária (h)</b>
Educação em Direitos Humanos	45
História da Educação Brasileira	45
Sociologia da Educação	45
Filosofia da Educação	45
Introdução a Psicologia	45
Psicologia da Educação	45
Educação Infantil: conceituação, história e políticas públicas	45
Educação e Subjetividade	45
Políticas Educacionais	45
Organização e Gestão da Escola	45
Aspectos Econômicos da Educação	45
Estatística aplicada à Educação	45
Currículos e Programas	45
Educação em espaços não-escolares	45
Avaliação Institucional	40
Trabalho Colaborativo na Escola e Intersetorialidade	50
Educação de Jovens e Adultos e Deficiência Visual	40
Pesquisa em Educação	40
Metodologia da Pesquisa em Educação	40
<b>Total</b>	<b>840</b>

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

## *2. Educação Especial com foco na Deficiência Visual*

O objetivo deste grupo é contemplar a funcionalidade do aluno com Deficiência Visual, propiciando que os futuros professores possam apreender os mecanismos intrínsecos e extrínsecos que possibilitam o aluno com deficiência visual desenvolver-se de acordo com suas condições físicas, cognitivas, sensoriais e psicossociais em cada etapa do seu processo evolutivo. A carga horária deste eixo é de 1.560 (um mil e quinhentas e sessenta) horas, distribuídas ao longo de oito semestres. O quadro apresentado a seguir indica as disciplinas deste componente curricular e a distribuição da carga horária por disciplina.

<sup>4</sup> Todas as disciplinas que compõem cada eixo da matriz curricular tiveram suas ementas elaboradas por professores especialistas em suas áreas de conhecimento e abalizadas por nós.

**Quadro 2** – Disciplinas com ênfase em deficiência visual que compõem o componente curricular na Educação Especial

<b>Disciplinas com foco na Deficiência Visual e carga horária</b>	<b>Carga Horária (h)</b>
Educação Especial: conceituação, história e políticas públicas	40
Língua Brasileira de Sinais (Libras)	60
Aspectos biopsicossociais da Deficiência Visual	60
Deficiência Visual e desenvolvimento da linguagem	60
Surdocegueira	60
Deficiência múltipla sensorial visual e Comunicação Alternativa Tátil	60
Sistema Braille I	60
Sistema Braille II	50
Adaptação, Transcrição e Impressão de Textos no Sistema Braille	60
Técnicas de Cálculo e Metodologias do Ensino do Soroban	60
Atividades de Vida Independente e Autônoma na Deficiência Visual	50
Orientação e Mobilidade	80
Escrita Cursiva	40
Tecnologias na/para a Deficiência Visual	50
Produção de materiais didáticos especializados	60
Deficiência Visual e Corporeidade	60
Audiodescrição: metodologia e prática	50
Alfabetização de crianças com Deficiência Visual (cegueira e baixa visão)	80
Estimulação Precoce	60
Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem do aluno com DV	60
Didática para o ensino do aluno com Deficiência Visual	60
Metodologia e Prática de Ensino da Língua Portuguesa para o aluno com DV	60
Metodologia e Prática de Ensino da Matemática para o aluno com DV	60
Metodologia e Prática de Ensino das Ciências Naturais para o aluno com DV	60
Metodologia e Prática de Ensino das Ciências Sociais para o aluno com DV	60
Avaliação da aprendizagem do aluno com Deficiência Visual	40
Relação Escola, Família e Comunidade na Educação Especial	60
<b>Total</b>	<b>1560</b>

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

### 3. Estágio Supervisionado

O Estágio Supervisionado com 400 (quatrocentas) horas distribuídas ao longo de oito semestres visa a promover uma construção dialética e reflexiva entre os conteúdos focalizados no curso e as experiências vivenciadas pelo futuro docente nas diferentes instituições de ensino, rompendo com a cisão entre teoria e prática, conteúdos e métodos, pesquisa e ensino, instrumentalizando-os para o enfrentamento dos inúmeros desafios concernentes ao processo de ensino e de aprendizagem que envolvem o aluno com deficiência visual. O quadro apresentado a seguir indica as disciplinas deste componente curricular e a distribuição da carga horária por disciplina.

**Quadro 3** – Disciplinas de estágio supervisionado e carga horária

<b>Disciplinas</b>	<b>Carga horária (h)</b>
Instituto Benjamin Constant como espaço de formação	50
Docência em Educação Infantil	50
Alfabetização	50
Docência nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental	50
Docência na Formação de Professores	50
Docência na Educação de Jovens e Adultos	50
Docência em Espaços não-escolares	50
Organização e Gestão da Escola	50
<b>Total</b>	<b>400</b>

**Fonte:** elaborado pelos autores.

#### *4. Trabalho de Conclusão de Curso*

O Trabalho de Conclusão de Curso é realizado ao longo da formação, podendo ser monografia, artigo, elaboração-produção-adaptação de material especializado, programa de curso, roteiro de audiodescrição, dentre outros. A carga horária deste eixo é de 150 (cento e cinquenta) horas, distribuídas ao longo dos três últimos semestres. O trabalho final deverá ser apresentado em banca constituída pelo orientador, como presidente, e dois professores do Curso.

#### *5. Disciplinas Optativas*

As Disciplinas Optativas oferecem ao futuro docente disciplinas que contribuem para sua formação acadêmico-profissional. São disciplinas de livre escolha do aluno para a composição de seu currículo cuja carga horária é de 150 (cento e cinquenta) horas, que serão integralizadas ao longo dos oito semestres. O quadro apresentado a seguir indica as disciplinas deste componente curricular e a distribuição da carga horária por disciplina.

**Quadro 4** – Disciplinas optativas e carga horária

<b>Disciplinas</b>	<b>Carga horária (h)</b>
Análise e discussão de texto acadêmico	45
Cartografia Tátil	45
Cultura Africana e Afro-Brasileira	45
Culturas e Histórias dos Povos Originários	45
Elaboração de texto acadêmico	45
Espanhol Instrumental	45
História do livro em Braille	30
Inglês Instrumental	45
Leitura e Interpretação de Texto	45
Língua Portuguesa: Gramática e Ortografia	45
Núcleos de Atendimento a Alunos com Necessidades Educacionais Específicas	30
Pobreza e Deficiência Visual no Brasil	45
Tecnologia Assistiva Aplicada à Orientação e Mobilidade	30
Introdução à Guia-Interpretação	30
Sexualidade e Deficiência Visual	45

**Fonte:** elaborado pelos autores.

## 6. Atividades Acadêmicas de Extensão

Em consonância com a Portaria IBC n. 6, de 28 de abril de 2021, as atividades Acadêmicas de Extensão objetivam incentivar a participação do futuro docente em diferentes eventos e/ou projetos de extensão que abordem cegueira, baixa visão, deficiência múltipla sensorial visual e surdocegueira em interface com a Saúde, Tecnologia e demais áreas de interesse da Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva. Conforme define o IBC,

as ações de extensão podem ser caracterizadas como programa, projeto, curso, evento, prestação de serviços, estágio e emprego, visitas técnicas e acompanhamento de egressos. Além dessas ações, a extensão no IBC também é responsável pela prestação de serviço voluntário<sup>5</sup>.

A carga horária prevista para essas atividades é de 100 (cem) horas, integralizadas ao longo dos oito semestres. Para totalização da carga horária, o aluno deverá apresentar o certificado de participação e/ou de apresentação de trabalho, e relatório de pesquisa assinado pelo professor orientador, no caso de participação em projeto de extensão.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.gov.br/ibc/pt-br/extensao>. Acesso em 20 mar. 2024.

## Considerações finais

Este trabalho apresentou uma proposta de Curso de Graduação em Licenciatura em Educação de Pessoas com Deficiência Visual que aspira a ser pioneiro no campo da Educação Superior no Brasil, compromissado em promover a articulação entre a teoria e a prática, fundada em conhecimentos científicos e didáticos, contemplando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, atendendo as necessidades específicas do aluno com deficiência visual.

O curso composto por seis eixos que estruturam a matriz curricular - Fundamentos da Educação, Educação Especial com foco na Deficiência Visual, Estágio Supervisionado, Trabalho de Conclusão de Curso, Disciplinas Optativas e Atividades Acadêmicas de Extensão - tem como eixo articulador a Educação em Direitos Humanos e propõe uma abordagem multifacetada que espelhe as diversas implicações educativas que provêm da Deficiência Visual com o intuito de conciliar as quatro áreas de competências (conhecimentos e habilidades cognitiva, motora, sensorial e socioafetiva) que harmonizam a aprendizagem do aluno com deficiência visual frente às suas necessidades e especificidades educativas.

Dentre estas especificidades, destacamos a utilização de Tecnologia Assistiva (TA), compreendida no curso em seu sentido lato, abarcando produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços com o intuito de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem desses alunos objetivando sua inclusão escolar e social, independência, autonomia e qualidade de vida, empoderando-os<sup>6</sup> à conquista e ao exercício da cidadania.

---

<sup>6</sup> Empoderar é um processo social pelo qual as pessoas adquirem ou aumentam seu poder em nível pessoal, interpessoal, político e econômico, podendo fazer escolhas racionais (isto é, orientadas para uma finalidade), para conquistar maior controle sobre suas vidas e sobre seu modo de estar no mundo (SIQUEIRA, FABRIS, 2023, p. 69).

## Referências

- ARANHA, A. R.; MENDONÇA, M. C. Educação inclusiva no ensino profissional e tecnológico: desafios e possibilidades para o trabalho docente. **Trilhas**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 80-92, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ifbaiano.edu.br>. Acesso em: 16 mar. 2025.
- BARBOSA, M. I.; VICENTE, M. F.; TOMAZ, V. R. Saberes e prática na educação de pessoas com deficiências visuais. **Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 390–406, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11049168>. Acesso em: 24 mar. 2025.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BORGES, J. A. S.; STEIL, C. A. Participação social e direitos da pessoa com deficiência: construindo políticas transversais. **Revista Foco**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 01-26, 2023. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1175/873>. Acesso em: 14 jan. 2025.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 1, de 15 de maio de 2006**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Pedagogia, licenciatura. Brasília, DF, 2006. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01\\_06.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_06.pdf). Acesso em: 29 nov. 2024.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 2, de 1º de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior e para a formação continuada. Brasília, DF, 2015. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=136731-rcp002-15-1&category\\_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=136731-rcp002-15-1&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 29 nov. 2024.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica (BNC-Formação). Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/educacao-em-direitos-humanos/DIAGRMAOPNEDH.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, DF: MEC/SEESP, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/politica.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2024.
- BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. **Tecnologia assistiva**. Brasília, DF: CORDE, 2009.

CRUZ, A. B. *et al.* Desafios na inclusão de deficientes visuais no âmbito escolar. **Humanidades**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 198–204, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.53303/hmc.v12i2.1189>. Acesso em: 13 set. 2024.

CUSTÓDIO, E. S. Avaliação educacional: um olhar sobre as pessoas com deficiência visual no âmbito escolar. **Revista Cocar**, [s. l.], n. 19, p. 01-22, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/5706>. Acesso em: 09 nov. 2024.

FREDERICO, J. C. C.; LAPLANE, A. L. F. Sobre a participação social da pessoa com deficiência intelectual. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 26, n. 3, p. 465-480, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/r4nbdV8mLHZ7Jw5pFp79R7n/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 jan. 2025.

GADOTTI, M. **Educação de adultos como direito humano**. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2009a.

GADOTTI, M. **Educação integral no Brasil**: inovações em processo. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2009b.

GATTI, B. A. Contemporaneidade: educação, modernidade e pós-modernidade. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 19, n. 50, p. 01-16, 2023. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/11995/7341>. Acesso em: 10 nov. 2024.

GALVÃO, M. R.; CASIMIRO, S. A. A. O. O papel do professor na escola: educação e transformação. **Revista Owl**, [s. l.], v. 01, n. 02, p. 134-148, 2023. Disponível em: <https://revistaowl.com.br/index.php/owl/article/view/47/52>. Acesso em: 09 dez. 2024.

GERGEN, K. J.; GERGEN, M. **Construcionismo social**: um convite ao diálogo. Rio de Janeiro: Instituto Noos, 2010.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. **Portal IBC**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ibc/pt-br>. Acesso em: 10 fev. 2025.

LOPES, C. V. A.; MIRANDA, K. A. S. N. Paulo Freire e os direitos humanos: por um diálogo efetivo. **Cenas Educacionais**, Caetité, v. 04, p. 01-15, 2021. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/index.php/cenaseducacionais/article/view/9348>. Acesso em: 06 nov. 2024.

LOPES, R. D. C. *et al.* Formação docente sobre inclusão escolar de alunos público da educação especial no Brasil: uma revisão integrativa. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 36, p. 01-15, 2023. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/educespufsm/v36/1984-686X-educespufsm-36-e69480.pdf>. Acesso em: 27 out. 2024.

MELO, M. A. V.; ALBUQUERQUE, S. B. Os direitos humanos sob a ótica de Paulo Freire. **Humanidades e Inovação**, Palmas, v. 10, n. 03, p. 113-127, 2023. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/8258>. Acesso em: 07 maio 2024.

MISKALO, A. L.; CIRINO, R. M. B.; FRANÇA, D. M. V. R. Formação docente e inclusão escolar: uma análise a partir das perspectivas dos professores. **Boletim de Conjuntura**, Boa Vista, v. 14, n. 41, p. 516–536, 2023. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/1385>. Acesso em: 12 nov. 2024.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre, 2024. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2024.

PADILHA, P. R. Educação em direitos humanos sob a ótica dos ensinamentos de Paulo Freire. **Múltiplas Leituras**, [s. l.], v. 01, n. 02, p. 23-35, 2008. Disponível em: [https://www.dhnet.org.br/educar/textos/padilha\\_edh\\_otica\\_paulo\\_freire.pdf](https://www.dhnet.org.br/educar/textos/padilha_edh_otica_paulo_freire.pdf). Acesso em: 28 nov. 2024.

PEREIRA, N. X.; OLIVEIRA, G. S. Observação e análise documental: suas contribuições na pesquisa científica. **Humanidades e Tecnologia**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 01-12, 2024. Disponível em: [https://revistas.icesp.br/index.php/FINOM\\_Humanidade\\_Tecnologia/article/view/4877/2587](https://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/4877/2587). Acesso em: 14 fev. 2025.

SANTOS, L. S.; LEGORE, A. P. A. Inclusão e emancipação subjetiva, social e cultural de pessoas com deficiência: reflexões à luz das contribuições de Paulo Freire. **Cadernos CIMEAC**, Uberaba, v. 06, n. 01, p. 50-64, 2016. Disponível em: <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/cimeac/article/view/1687/0>. Acesso em: 19 out. 2024.

SANTOS, R. G.; SILVA, D. Educação especial, psicologia e tecnologia: observações em uma escola especializada para pessoas com deficiência visual. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s. l.], v. 10, n. 12, p. 2569–2580, 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/17574/9973>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SARDENBERG, T.; MAIA, H. Representações sociais de tecnologia assistiva por professores de alunos com deficiência visual matriculados em uma escola regular. **Revista Educação Especial em Debate**, Vitória, v. 1, p. 35-50, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/reed/article/view/23624/16353>. Acesso em: 23 fev. 2025.

SARDENBERG, T.; MAIA, H. **Uma porta aberta**: representações sociais de tecnologia assistiva. 1. ed. Curitiba: Appris, 2019a.

SARDENBERG, T.; MAIA, H. Assistive Technology: social representations of teachers of visually impaired students. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, p. 2891-2902, 2019b. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/1396>. Acesso em: 23 fev. 2025.

SARDENBERG, T.; MAIA, H. Tecnologia assistiva no curso técnico de revisão de textos no sistema Braille. **Educação em Foco**, Juiz de Fora, v. 26, p. 01-19, 2023. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/6656>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SIQUEIRA, J. H.; FABRIS, D. C. A inclusão social e o trabalho da pessoa com deficiência. **Revista Eletrônica do TRT-PR**, Curitiba, v. 12, n. 124, p. 58-75, 2023. Disponível em: <http://191.252.194.60:8080/handle/fdv/1667>. Acesso em: 09 mar. 2025.

SOUZA, L. B. P.; MANGA, E. E.; MARQUES, M. M. P. Desafios da educação inclusiva: capacitação de professores para lidar com a diversidade de alunos com deficiência. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s. l.], v. 10, n. 9, p. 2545–2559, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i9.14894>. Acesso em: 17 abr. 2025.

SOUZA, M. M. *et al.* **Noções em Braille, guia vidente e orientação e mobilidade**. Santo André: UFABC, 2022. E-book.

VALLE, P. R. D.; FERREIRA, J. L. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 41, p. 01-21, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/hhywJFvh7ysP5rGPn3QRFWf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 mar. 2025.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

## Capítulo 2

# Audiodescrição na escola: transformando o invisível em saberes visíveis

### AUTORIA

Ana Cristina Teixeira Prado<sup>7</sup>

Dagmar de Mello e Silva<sup>8</sup>

Alessandro Câmara de Souza<sup>9</sup>

### PALAVRAS-CHAVE

Audiodescrição;

Tecnologia assistiva;

Deficiência visual;

Formação de professores;

Inclusão escolar.

### RESUMO

No contexto de uma sociedade visocêntrica a audiodescrição destaca-se como tecnologia assistiva essencial na escola. Nessa direção este estudo buscou problematizar os usos da audiodescrição na experiência educativa com crianças na educação infantil e nos anos iniciais. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa de inspiração cartográfica, acompanhando fluxos, afetos e processos vivenciados por uma professora pesquisadora no Atendimento Educacional Especializado e orientação pedagógica voltada para crianças com deficiência visual, aliados a problematizações e estudos no LABIMAGO – Laboratório de Acessibilidade de Imagens da Universidade Federal Fluminense. Os achados revelam que a audiodescrição objetiva desconsidera aspectos semióticos, polissêmicos, saberes prévios e modos próprios de percepção. Concluímos que é urgente formar professores, para que a audiodescrição não apenas descreva o mundo, mas o reinvente, transformando o invisível em saberes visíveis.

---

<sup>7</sup> Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [anact@id.uff.br](mailto:anact@id.uff.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6263-2199>

<sup>8</sup> Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [dmesilva@id.uff.br](mailto:dmesilva@id.uff.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5863-3607>

<sup>9</sup> Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [alessandrocamara@id.uff.br](mailto:alessandrocamara@id.uff.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4770-9474>

## Introdução

*O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.*  
João Guimarães Rosa. Grande Sertão: Veredas, 2019.

Existem frases que não apenas dizem; elas nos atravessam. Não como conteúdos prontos a serem compreendidos, mas como acontecimentos que nos tomam intensamente, desfazendo certezas, abrindo rasgos, tornando insólito aquilo que, até então, parecia sólido. Tal como Deleuze (1992) propõe, o acontecimento é aquilo que “nos toca, nos transforma”; ele não se esgota no que ocorre, mas pulsa, com tamanha força, que nos desloca dos lugares naturalizados.

A epígrafe deste capítulo aponta justamente para essa coragem de acolher o imprevisível, o que não se deixa dominar nem enquadrar em molduras rígidas. Sua escolha foi uma forma de afirmar que a escola, para ser espaço-tempo de invenção e encontro, precisa ter coragem para acolher o movimento, o inacabado, o que pulsa à revelia dos olhos.

Nesse fluxo, a audiodescrição em contexto escolar não aparece como simples técnica, mas como gesto ético e estético que exige escuta, abertura e disponibilidade para o que escapa ao olhar. A audiodescrição na escola não é apenas recurso técnico; é ato de linguagem, pensamento e afetos que desafiam o visível; é, portanto, da ordem do acontecimento, pois convoca a imaginação, a escuta e a reinvenção diante da presença de uma imagem, para além da lógica visocêntrica.

Quando a palavra se faz corpo da imagem, a tarefa da audiodescrição – ou seja, de dar a ver uma imagem a um outro que recebe o mundo por formas perceptivas que não se ancoram na visão – pode produzir uma experiência de encontro que transforma o cotidiano escolar. Ver deixa de ser um ato exclusivamente óptico para tornar-se uma experiência compartilhada. Ato de criação conjunta, troca de sentidos entre quem vê e quem percebe as coisas do mundo de outros modos. É nesse gesto que se reinscreve o que Jacques Rancière (2005) chama de partilha do sensível – a distribuição igualitária do visível, do audível, do dizível e do existir em comum.

A audiodescrição, nesse contexto, não é apenas a informação daquilo que um olho vê objetivamente diante da imagem (se é que isso é possível?), mas uma empreitada de tradutibilidade estética, transformada em palavras. Uma operação político-estética que reorganiza o campo do sensível, incluindo todos os corpos, outras formas de presença e de percepção. Política porque reconfigura os lugares de quem pode falar, de quem pode

ser visto e de quem pode sentir, pois “a política existe porque aqueles que ‘não têm’ tempo o tomam para si, porque aqueles que ‘não sabem’ afirmam sua igualdade e se mostram capazes de falar por si” (Rancière, 2005, p. 17).

Nesse sentido, a audiodescrição, enquanto partilha, torna-se um modo político de fazer escola – uma prática que abala a ordem do que é instituído como experiência legítima. É um gesto que derruba hierarquias e amplia o comum, tornando a escola um espaço onde o sensível se transforma em campo de luta e resistência às formas opressivas que invisibilizam uns em favor de outros, se afirmando como território de invenção e de convivência com a diferença. Essas reflexões nos permitem olhar para a audiodescrição não apenas como uma ferramenta técnica, mas como uma prática do sensível que reconfigura as relações pedagógicas, tornando visíveis novas formas de participação e aprendizagem.

Ao integrar a audiodescrição no currículo escolar, não estamos apenas ampliando os recursos de acesso para crianças com deficiência visual, mas também promovendo um exercício coletivo de conscientização e responsabilidade com um outro que historicamente foi invisibilizado.

Deste modo, desde os primeiros anos de escolarização, as crianças podem ser convidadas a refletir sobre a importância de tornar o mundo acessível e inclusivo para todos, entendendo a diferença não como um obstáculo, mas como um enriquecimento do processo de aprendizagem. Por essas vias do pensar, este capítulo apresenta a audiodescrição não apenas como uma tecnologia assistiva, mas como uma abordagem estética-epistemológica que se concretiza no ato da linguagem, situada no contexto da educação infantil e dos anos iniciais.

O texto resulta de uma pesquisa qualitativa de inspiração (auto)biográfica e cartográfica conduzida por uma das autoras, professora pesquisadora com vasta experiência no acompanhamento educacional especializado de crianças com deficiência visual. Sua atuação, tanto na sala de recursos quanto na orientação do trabalho pedagógico desenvolvido nas salas de aula regulares, foi registrada ao longo dos anos em um diário de bordo, que se tornou matéria viva para muitas escritas. Dentre tantas, uma delas é apresentada aqui. Compõem ainda o coletivo de produção deste trabalho um professor e consultor em audiodescrição que atua na mesma rede de ensino que a referida pesquisadora, também no atendimento a crianças com deficiência visual em sala de recurso, e a orientadora de doutorado de ambos, vinculada à Universidade Federal Fluminense.

O encontro entre os 3 autores desta escrita nasce nos espaços acadêmicos e é impulsionado por desejos comuns de problematizar os limites de uma concepção estritamente técnica da audiodescrição, ao afirmá-la como prática sensível, política e educativa. Mais do que um recurso funcional, a audiodescrição é entendida aqui como operação semiótica que faz a passagem de signos imagéticos para linguísticos, mobilizando palavras que não apenas descrevem, mas produzem sentidos múltiplos, contemplando as polissemias que emergem das múltiplas narrativas que uma imagem produz. Nessa perspectiva, a audiodescrição desloca o olhar para além da visualidade, instaurando uma lógica sensível, em que o comum se amplia e a linguagem precisa se reinventar como espaço-tempo de encontro e de invenção coletiva.

É por esses territórios moventes, onde a palavra tateia imagens e o sensível ganha corpo, que esta pesquisa transita. Como quem caminha com olhos atentos às entrelinhas do mundo, numa cartografia – tal como nos propõe Kastrup (2007) –, ao nos convidar a seguir rastros, escutar afetos e acompanhar os desvios que escapam às trilhas de um mapa já traçado. Pois não se trata de representar o que já está posto, mas de escrever com o que pulsa nas pistas, nos rastros, por afetos e deslizamentos que conduzem a escrita.

A pesquisa cartográfica não descreve caminhos prontos; aposta em percursos abertos, em escutas sensíveis e em modos singulares de produzir conhecimento, partindo das margens que escapam ao visível.

Foi na convivência com crianças com deficiência visual que o texto foi se tecendo, entrelaçando experiência e linguagem para escutar os modos como as crianças narram o mundo. Essa atitude epistemológica tornou-se não apenas um gesto metodológico, mas também um compromisso ético. Aqui, a (auto)biografia da professora pesquisadora se entrelaça aos saberes dos demais autores, reconhecendo a implicação como via de mão dupla – um campo de afetações e transformações nas relações que se constroem ao longo da pesquisa.

Como audiodescrever o que nunca foi visto? Como não reduzir a imagem – essa pluralidade de sentidos (Barthes, 1981a) – a uma única tradução em palavras? Como fazer da audiodescrição uma prática inventiva, capaz de abrir caminhos sensoriais e afetivos? Como produzir contravisualidades<sup>10</sup> (Mirzoeff, 2016) que interpelem o regime do visível e acolham outras formas de ver?

---

<sup>10</sup> Contravisualidade refere-se a práticas e abordagens visuais que desafiam os padrões estabelecidos do olhar dominante. Ao questionar o que é considerado visível e legítimo, a contravisualidade propõe novas formas de

As perguntas postas no parágrafo anterior não exigem resposta, mas convocam deslocamentos. Elas tensionam os limites da linguagem e desafiam a ideia de que a imagem possa ser completamente traduzida em palavras. Audiodescrever a um outro aquilo que ele nunca viu é, antes de tudo, um exercício de escuta e de invenção que requer de nós abrir-se ao que se apresenta fora do regime do visível, reconhecendo na imagem uma pluralidade de sentidos, tal como aponta Barthes (1981a). Fenômeno que jamais se encerra numa única versão. É nessa brecha que a audiodescrição se torna uma prática inventiva, sensorial e afetiva, capaz de produzir contravisualidades (Mirzoeff, 2016) e de afirmar outras formas de ver, de sentir e de existir no mundo. Essas são questões que atravessam este capítulo.

Nesse percurso, esta escrita parte de reflexões sobre linguagem e experiência, percorrendo situações do cotidiano escolar para convidar o leitor à escuta das imagens construídas pelas próprias crianças – imagens que são apropriadas por outros modos de perceber e conhecer.

### **Imagem, linguagem e polissemia**

Audiodescrever não é apenas dizer o que se vê, mas construir imagens que façam sentido para quem escuta. A imagem é polissêmica (Barthes, 1981); nunca diz uma única coisa – ela pode ser interpretada de diferentes maneiras dependendo do contexto, da cultura, da experiência de quem a vê e dos elementos que a acompanham. Deste modo, se “a imagem é, por natureza, polissêmica; implica, subentende, significa sempre uma ‘sobrecarga’ de significados” (Barthes, 1981a, p. 32), descrever uma imagem é um gesto interpretativo que ultrapassa a simples reprodução do que se observa e, justamente por essa complexidade, exige responsabilidade.

Na escola, essa polissemia precisa ser acolhida. Quando compreendida como linguagem, a audiodescrição torna-se um meio de criação partilhada de sentidos. Trata-se de oferecer pistas, não respostas fechadas; de criar possibilidades para que a criança com deficiência visual produza sua própria imagem daquilo que está sendo descrito.

A audiodescrição, portanto, não é uma tarefa mecânica ou unívoca, mas um convite a um processo contínuo de imaginação, afinal, como propõe Bavcar (1994), imaginar é ter suas próprias imagens.

---

perceber e representar o mundo que vão além das visualidades hegemônicas. Esse conceito busca desestabilizar a ordem do visível, criando espaços de resistência e reconhecimento de outras formas de percepção e de existência.

Essa perspectiva sensível e aberta ao imaginário encontra eco na teoria semiótica de Peirce (2020), que compreende o signo não como algo fixo, mas como uma entidade aberta, cuja apreensão se dá por meio de um processo dinâmico e contínuo. Segundo o autor, todo signo envolve uma tríade: representamen (aquilo que representa, ou seja, a forma sensível ou material do signo), objeto (aquilo que é representado) e interpretante (o efeito ou significado produzido na mente de quem interpreta). Como afirma Peirce (2020, p. 63): “Um signo [...] é algo que está em lugar de algo para alguém, sob algum aspecto ou capacidade. Ele cria no espírito desse alguém um signo equivalente ou mais desenvolvido. Esse signo que ele cria chamo de interpretante do primeiro signo”.

Esse processo nunca se encerra, pois cada interpretante pode tornar-se um novo signo, em uma cadeia infinita de significações – é o que Peirce denomina semiose ilimitada. Assim como a imagem se forma na mente a partir de pistas sensoriais, o sentido emerge das relações, e não de essências fixas. Nessa perspectiva, a audiodescrição se configura como um ato semiótico por excelência: nela, o significado é continuamente negociado e ressignificado, de acordo com as experiências, os repertórios e os afetos de quem a escuta.

Atravessados por essas perspectivas, que compreendem a linguagem como experiência, o signo como processo e a imagem como construção subjetiva, defendemos que a audiodescrição no contexto escolar deve deixar espaço para a imaginação, para a dúvida e para o questionamento. Esses espaços-tempos não são apenas desejáveis, mas fundamentais para que se estabeleçam relações inventivas com as imagens e com o conhecimento. Ao invés de oferecer uma tradução fechada do mundo visual, a audiodescrição pode operar como uma mediação poética, um gesto de escuta e de abertura ao outro. Assim, a criança com deficiência visual deixa de ocupar um lugar passivo na recepção da informação e passa a ser sujeito ativo na construção do saber, abrindo novas formas de percepção, interpretação e entendimento do mundo ao seu redor.

Quando praticada com sensibilidade e escuta, a audiodescrição se converte em muito mais do que uma ferramenta de acessibilidade. Ela potencializa vínculos, ativa o imaginário e promove o empoderamento cognitivo e afetivo de todos os envolvidos.

É nesse horizonte que, na sequência, exploraremos experiências concretas em que a audiodescrição contribuiu para processos de ensino e aprendizagens, possibilitando que crianças construam e experimentem imagens que, embora invisíveis aos seus olhos, tornam-se intensamente visíveis quando traduzidas em palavras e

experimentadas por outros sentidos que não a visão. Nessas práticas, a percepção sensorial e o conhecimento se entrelaçam, transformando a escuta em um ato de aprendizagem partilhada.

### **Percepção háptica: o corpo que aprende o mundo**

Essas ideias ganham corpo na prática escolar quando acompanhamos o modo como as crianças, por meio da escuta e da percepção háptica<sup>11</sup>, constroem imagens e conceitos a partir da audiodescrição. Durante um encontro com a turma do 2º ano do ensino fundamental, realizado pela professora da sala de recursos – que acompanhava especificamente o desenvolvimento e as aprendizagens das crianças com deficiência visual –, foi possível observar uma experiência emblemática com uma criança cega no momento em que a professora regente descrevia a famosa tela "Os girassóis", de Van Gogh. A professora da turma realizava a audiodescrição, enquanto a professora da sala de recursos, ao perceber o encantamento da criança e sua dificuldade em formar uma imagem mental da flor, combinou com a colega que levaria, no dia seguinte, um girassol real. Assim foi feito.

A criança pôde tocar o caule, as pétalas, o centro rugoso da flor. A partir daí, iniciou-se uma conversa: "Parece o sol?", perguntou a professora. "Parece sim, mas o sol não se pode tocar. Ele está longe." Podemos perceber, neste diálogo, qual conceito começou a emergir. Esse movimento exige um olhar sensível do professor, capaz de reconhecer os sinais do "não saber" como potência, e não como falha. Como nos lembra Kastrup (2007), a mediação conceitual não é uma transferência de conteúdos, mas a criação de um meio onde o conceito possa nascer. Cabe ao professor favorecer essa emergência, tornando-se um experimentador do sensível.

Outro episódio ocorreu na turma do 5º ano da educação infantil, com uma criança com visão reduzida. Após a contação da história "Cachinhos Dourados e os 3 ursos", a professora regente ofereceu um urso de pelúcia para que as crianças explorassem.

A criança com baixa visão, ao tocar o brinquedo, não o reconheceu. Não foi preciso que dissesse nada: o modo de pegar, o tempo demorado para associar o objeto a algo conhecido e o silêncio do gesto sinalizaram que o conceito de "urso" ainda não estava

---

<sup>11</sup> A percepção háptica é a forma de percepção tátil que se dá, sobretudo, pelas mãos e, de modo especial, pela ponta dos dedos, envolvendo a exploração ativa sobre superfícies, formas e texturas. Vai além do simples toque, pois articula sensação, movimento e cognição, sendo essencial para pessoas com deficiência visual na construção de imagens mentais do mundo.

formado. Essa pista conduziu o passo seguinte do estudo: seria preciso criar uma situação que favorecesse a construção do conceito.

A professora da sala de recursos aproximou o brinquedo do rosto da criança. Convidou-a a tocar as orelhas, o focinho, as patas, a barriga. Apertou o brinquedo e, ao ouvir o som grave emitido, a criança associou: "Isso é um urso!". Ela riu. A professora disse que aquele urso pesava como uma mochila cheia de livros. A criança apoiou o brinquedo sobre as pernas, experimentando seu volume e seu calor. A formação do conceito, então, se iniciou. O gesto do tocar tornou-se gesto de imaginar.

A percepção, para uma criança cega ou com importante redução visual, é fragmentária e se constrói da parte para o todo. Trata-se de uma percepção háptica, como a define Merleau-Ponty (1999) e como reforça Cardeal (2009), ao afirmar que o corpo é o centro da experiência. Diferente da percepção óptica, que parte de uma visão panorâmica e imediata, a percepção háptica exige tempo, aproximação, escuta do tato, do som, do cheiro. Trata-se de uma experiência perceptiva que se dá principalmente pelo tato e pelo movimento do corpo no espaço. Outro aspecto diferente da percepção óptica é que a percepção háptica é progressiva, processual e encarnada; nela, o sujeito se aproxima do objeto, o toca, o sente em suas texturas, formas e temperaturas, construindo sentido através da experiência direta e situada no corpo.

Esses exemplos revelam que a audiodescrição, sobretudo em contextos escolares, precisa estar ancorada em experiências corporais, sensoriais e conceituais que façam sentido para a criança. O conhecimento nasce do encontro entre linguagem e corpo, entre imagem e mundo. As imagens que emergem da experiência háptica não são únicas nem fixas; carregam múltiplos sentidos e são atravessadas pela polissemia que essas sensações evocam (Barthes, 1981a), abrindo margem para que diferentes mundos se formem a partir de um mesmo objeto.

Para Merleau-Ponty (1999, p. 203): "É pelo meu corpo que compreendo os outros, assim como é pelo meu corpo que compreendo o 'mundo'; este corpo não é um objeto, mas um meio de comunicação com ele". Portanto, o corpo é a condição primeira da experiência perceptiva, e não um simples instrumento de captação de dados sensoriais.

A percepção não é a recepção passiva de estímulos, mas uma forma de comunhão com o mundo, em que o sujeito está sempre implicado. Assim, a criança cega não "vê menos" o mundo, mas o experiencia de outro modo, valendo-se de outros sentidos e desenvolvendo formas próprias de construir totalidades a partir dos fragmentos que o corpo lhe permite alcançar. Essa concepção rompe com modelos capacitistas que

colocam a visão como sentido hegemônico do conhecimento e nos convida a repensar práticas educativas mais abertas à pluralidade dos modos de perceber. Nesse contexto, a audiodescrição funciona como uma ponte sensível entre fragmentação e totalidade, oferecendo à criança cega elementos para compor mentalmente o mundo a partir de uma mediação verbal inventiva, sensível e – por que não dizer? – poética. No entanto, a escola nem sempre ensina a perceber com o corpo inteiro. A percepção háptica precisa ser incentivada, cultivada e reconhecida como forma legítima de conhecimento. Quando uma criança não sabe o que é um girassol ou um urso, ela nos oferece uma pista: esse desconhecimento não se apresenta como falta, mas como convite. É nesse instante que a pesquisa se movimenta – respondendo aos rastros deixados no corpo a corpo com o mundo. Mas o que acontece quando a escola insiste em imagens únicas, fixas, exclusivamente visuais?

### **Visocentrismo, contravisualidade e resistência**

A escola, sobretudo e ainda, é dominada por uma perspectiva visocêntrica – como define Jay (1994) –, privilegiando a visão como forma superior de conhecimento. Quadros, cartazes, vídeos, livros ilustrados: tudo supõe o olhar como via de acesso principal ao saber.

Nesse cenário educativo, a criança com deficiência visual é, muitas vezes, apartada dos processos simbólicos mais elementares. A exclusão não é apenas física ou arquitetônica, mas também discursiva, como aponta Skliar (1997). A linguagem, os materiais e as práticas pedagógicas reiteram, com frequência, uma concepção corponormativa que associa o conhecimento à visão e o corpo válido àquele que enxerga (Davis, 2013). Trata-se, em muitos casos, da manifestação do capacitismo estrutural, operando de forma silenciosa e persistente nas rotinas escolares. Essa dinâmica de exclusão e normatividade, como nos alerta Foucault (1999), reflete os regimes de verdade que produzem visibilidades e invisibilidades, regulando o que pode ser visto, aprendido e validado. Nesse sentido, a escola, enquanto dispositivo de poder e saber, está intimamente implicada na construção dessas normativas e no estabelecimento de quem é considerado sujeito de conhecimento.

O termo capacitismo, portanto, não apenas descreve atitudes individualizadas de discriminação, mas se refere a um sistema de normas e valores que inferioriza e marginaliza pessoas com deficiência, ao considerar seus corpos como desvios de uma suposta normalidade. Como destaca Mello (2020), o capacitismo organiza a escola por

meio de uma pedagogia da exclusão travestida de inclusão, atuando como um dispositivo de controle dos corpos e regulando quem pode aprender, como deve aprender e quais formas de percepção são legitimadas.

Nesse contexto, a audiodescrição pode ser um dispositivo de resistência ao visocentrismo, desde que não se limite a uma descrição objetiva, mas que valorize um modo próprio de ver com o corpo. Trata-se, sobretudo, de reconhecê-la como linguagem específica e multimodal, que vai além da simples transcrição ou descrição de imagens, pois a audiodescrição envolve um processo de mediação entre o que é visual, o que é sonoro e o tátil. Ao transformar o conteúdo visual em um formato verbal, ela se constitui em um sistema simbólico (linguagem), que interage com outros modos sensoriais, para criar um novo tipo de experiência comunicativa – uma forma expressiva e comunicativa que produz sentidos, desloca certezas e abre espaços para a invenção. Nessa conjuntura, tornar visível o que antes era ignorado é também um gesto político e ético.

Como contravisualidade, a audiodescrição nos instiga a ver por outros meios que não os olhos, ou imaginar com outros sentidos, desafiando as formas normativas de visualidade que moldam o que é considerado visível. No caso da audiodescrição na escola, trata-se de favorecer um acesso às imagens, para que não se limite ao que o olhar capta, mas que acolha a diversidade de percepções, abrindo fissuras para outras presenças e outros mundos possíveis.

Essa resistência também é poética. Quando uma criança cega escuta a descrição de um pôr do sol e o imagina como uma “laranja derretida no céu”, isso não é erro – é criação. É imaginação radical (Hooks, 2013), um saber do visível, ainda que invisível aos olhos. Essa experiência foi vivida por uma das autoras deste capítulo, professora pesquisadora já mencionada, e registrada em seu diário de bordo como parte das observações e reflexões que fundamentam esta escrita.

As narrativas que atravessam o texto revelam não apenas formas de mediação pedagógica, mas também modos de sentir, fabular e resistir. Larrosa (2002) declara que narrar uma experiência é também abrir o pensamento ao sensível – ao que ainda não tem forma nem nome. Seguimos, então, em direção à espessura estética e epistêmica que a audiodescrição pode alcançar na escola.

### **Audiodescrição na escola: experiência estética e epistemológica**

Como já apontamos ao longo desta escrita, audiodescrever é também um gesto poético. A linguagem precisa tocar, sugerir, provocar imagens interiores. A criança com

deficiência visual constrói imagens que não são menos verdadeiras por não passarem pelos olhos. São imagens impregnadas de memória, de sons, de calor – uma produção sensível que se aproxima da noção de experiência em Larrosa (2002): aquilo que nos toca, nos atravessa e nos transforma.

Compreender a audiodescrição como experiência estética é reconhecer sua potência criadora, capaz de mobilizar afetos e imaginar o mundo com outros sentidos. E compreendê-la também como experiência epistemológica é afirmar que ela produz um conhecimento sensível, situado e encarnado, forjado na relação entre corpo, linguagem e diferença.

Nesse entrelaçamento, a audiodescrição, quando reconhecida como linguagem, revela-se também como tecnologia assistiva na escola. Como afirma Bersch (2017), tecnologia assistiva não apenas amplia a participação de pessoas com deficiência, mas transforma as relações com o saber, com o mundo e com os outros. Nesse sentido, audiodescrever na escola é uma tarefa de tradução, mas é também possibilidade de se criar condições para que outras imagens se formem, para que outras linguagens se legitimem, para que outros modos de conhecer se tornem visíveis.

Essa abertura à pluralidade das imagens encontra eco na proposta de Evgen Bavcar (1994), fotógrafo e filósofo cego, que propõe um “contra-olhar” – um olhar que não se reduz à visão ocular, mas que se constrói a partir de outros sentidos, memórias e linguagens. O contra-olhar de Bavcar desafia a hegemonia do olhar normativo, aquele que define o que deve ser visto e o que permanece invisível, o que pode ser lido e o que é silenciado. Audiodescrever, nesse contexto, é também um gesto de insurgência contravisual. É permitir que o mundo seja percebido por outros sentidos, escutado em seus silêncios e compreendido por meio de sensações que não se restringem às funções sensoriais rigidamente atribuídas a determinados órgãos do corpo. É, como sugere Bavcar, imaginar com as próprias imagens — não aquelas impostas, mas aquelas criadas, sentidas e partilhadas em sua pluralidade sensível.

### **O que a criança vê quando não vê?**

O olhar de uma criança cega ou com importante redução da visão, embora não se realize visualmente, é profundamente sensível, tátil, sonoro e afetivo. Sua forma de ver não se dá pelos olhos, mas pela experiência sensorial do corpo em sua totalidade. Nesse

sentido, podemos evocá-la como um “corpo sem órgãos<sup>12</sup>” – não no sentido da ausência, mas da recusa à organização hierárquica dos sentidos. Trata-se de um corpo que sente por outros caminhos, que percebe com a pele, com a escuta, com a memória. Um corpo que vê com aquilo que vibra, que toca e é tocado. A experiência estética, aqui, não é defasada por uma suposta falta de visão, mas ampliada pela potência de criar imagens que não se submetem ao modelo ocularcentrado de conhecimento.

Batista (2005), em estudo sensível e minucioso sobre os modos de ver da criança com deficiência visual, aponta que a imagem se constrói pela escuta, pelo tato e pelas experiências corporais situadas no tempo e no espaço. As imagens que ela forma não são cópias do mundo visível, mas criações subjetivas, baseadas em vestígios sensoriais, referências simbólicas e afetos. Para Bruno (1997), essas imagens ganham contorno por meio da corporeidade, da linguagem e da memória – num movimento em que o corpo se torna também uma forma de ver.

A criança que não vê com os olhos constrói imagens não por ausência, mas por presença sensível: do som que se repete, da textura que se reconhece e da palavra que nomeia o mundo. Como explica Cavalcante (2005), o acesso ao mundo para crianças com deficiência visual depende da qualidade das mediações – sejam elas humanas, espaciais, materiais ou simbólicas. Não se trata de substituir a visão, mas de ampliar as possibilidades de percepção, significação e invenção.

A construção da imagem se evidenciou pelas narrativas e observações colhidas e registradas no diário de bordo da professora pesquisadora. Ela acompanhou os processos, observando gestos, emoções e deslocamentos. Essas anotações revelam como as imagens se constroem nos encontros entre corpo, linguagem e mundo, de modo a não reproduzir o visível, mas acolher outras formas de ver, pensar e existir.

---

<sup>12</sup> O conceito de Corpo sem Órgãos (CsO) é uma ideia de Antonin Artaud. Posteriormente, o conceito foi desenvolvido por Gilles Deleuze e Félix Guattari, especialmente nas obras *O Anti-Édipo* e *Mil Platôs*, da série *Capitalismo e Esquizofrenia*. Artaud propôs “libertar o corpo da tirania dos órgãos e suas funções”. Ele dizia: “Não é verdade que o homem pense com o cérebro, que ele ame com o coração, e que ele veja com os olhos”. O CsO, para Artaud, é um grito contra a normalização do corpo, contra o corpo que serve ao capital, à moral, à medicina e à razão. É um corpo de intensidades, afetos, desejos brutos, que quer se tornar outro, escapar das formas fixas. Deleuze e Guattari expandem o conceito e argumentam que o CsO não é um corpo “sem nada”, mas um corpo cheio de potencial, sem organização hierárquica, onde os fluxos desejantes correm livremente. Segundo eles: “O corpo sem órgãos é contra a organização, mas não sem organização: é um plano de consistência onde tudo pode se conectar a tudo”. Ou seja, para eles, não é ausência de órgãos, mas ausência de hierarquia funcional, de centralização, de transcendência.

## **Quando a escola também aprende a ver**

Diante do exposto, entendemos que a própria escola precisa reaprender a ver. Não com os olhos que registram formas, cores e distâncias, mas por modos de reparar o que as crianças escutam, tateiam, como se demoram nos relevos do mundo e das palavras. Quando a audiodescrição atravessa o cotidiano escolar, não é apenas a criança com deficiência visual que amplia seus modos de conhecer – a escola inteira se vê desafiada a reinventar seus próprios modos de ensinar. Essa reinvenção exige a desconstrução do capacitismo que ainda atravessa, muitas vezes de forma silenciosa, as práticas pedagógicas e os modos de conceber as aprendizagens. Trata-se de romper com as normas que priorizam uma visão hegemônica do saber, centrada na ocularidade, na homogeneização dos corpos e nas formas de percepção. Esse deslocamento não se limita à adoção de novos recursos; implica uma abertura radical ao encontro com a diferença e uma escuta sensível às multiplicidades de existências que habitam a escola.

A alteridade, aqui, é mais do que uma ideia: é uma prática; é a disposição ética e política de reconhecer-se na diferença. Nesse contexto, a audiodescrição se configura como prática que convoca a escola a viver a experiência do novo – não como exceção, mas como possibilidade permanente de reinvenção do comum.

Audiodescrever, no espaço-tempo da escola, é construir territórios onde a imagem não é imposta, mas cultivada; onde a linguagem não traduz o mundo, mas o reinventa com as crianças. É um gesto que desloca o professor do lugar de quem oferece respostas para o de quem provoca perguntas, amplia escutas e compartilha sentidos. Essa escuta, sensível às nuances do cotidiano, aproxima-se de uma cartografia pedagógica – um modo de acompanhar os movimentos das crianças e da própria escola, sem predefinições, mas com abertura ao que emerge, ao que se torna presente no processo.

Nessa perspectiva, a experiência do girassol mostrou-se mais do que uma atividade de formação de conceitos; tornou-se um modo de fazer florescer, junto à criança, imagens sensoriais do mundo, abertas e inventivas, e o encontro com o ursinho não foi apenas a descrição de um brinquedo de pelúcia, mas uma mediação afetiva e háptica, carregada de sentidos – aquilo que muitas vezes escapa à visão, mas se faz presente.

São nesses gestos mínimos, quase imperceptíveis, que a escola aprende a desaprender: a ver com a criança, e não sobre ela. Ver com o corpo, com a linguagem que tropeça e se refaz, com a escuta que não quer capturar, mas acompanhar. Quando a audiodescrição escapa da armadura técnica e se faz experiência — estética, ética,

relacional, cartográfica –, o que antes era apagado ganha contorno, textura, respira. Para que esse movimento não se quebre no caminho, é preciso que a formação dos professores seja mais que atualização: seja território fértil de dúvida, de afeto e de invenção. Audiodescrever, na escola, é menos aplicar um método e mais afinar o corpo para escutar mundos que ainda não têm nome — e isso exige presença, poros abertos, e vontade de se mover com as crianças, não à frente delas.

### **Formação de professores e audiodescrição: ética, estética e direito à diferença**

Audiodescrever na escola é mais do que nomear o que se vê — é compor outras formas de presença, criar passagens entre o mundo e a imaginação. Não se trata de traduzir – ipse literae – as imagens, mas de inventar caminhos para que elas possam ser sentidas, intuídas, recriadas. Uma educação verdadeiramente inclusiva não coloca a diversidade como desafio, mas como potência viva que convoca práticas pedagógicas éticas, poéticas e em constante reinvenção.

Para isso, é urgente que a formação dos professores vá além da técnica e do prescrito. Que ela se abra como espaço de escuta, experimentação e afetação. O professor, enquanto mediador, não é apenas quem descreve, mas quem se deixa atravessar pelo encontro, pelas múltiplas linguagens e modos de perceber. Sua escuta precisa ser corpo, pele, gesto atento — capaz de acolher o que escapa aos olhos, mas pulsa nas palavras, nas vozes, nos silêncios.

Audiodescrição, nesse contexto, não é um recurso a ser aplicado, mas linguagem a ser cultivada. Uma linguagem que nasce do toque, da memória, do som e da partilha. A criança com deficiência visual não espera apenas por uma descrição fiel que muitas vezes lhe é intangível à decifração – ela precisa de mediações que mobilizem sentidos, que convoquem o pensamento, que deem forma ao invisível com matéria sensível. Por isso, mais do que informar, a audiodescrição precisa provocar: abrir brechas para que novos mundos se formem entre o real e o imaginado, entre o corpo e a linguagem.

Essa formação, portanto, não se restringe à apropriação de técnicas, mas requer um deslocamento do olhar docente; uma disposição ética e estética para perceber o mundo por outras vias, para construir sentidos com a criança, e não apenas para ela. Trata-se de um processo que se aproxima de uma cartografia pedagógica: uma escuta sensível aos movimentos das crianças e da prática docente, capaz de acolher o que emerge, mesmo quando escapa às previsões.

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) (Brasil, 2015) reforça o compromisso com uma educação que garanta igualdade de oportunidades, acessibilidade e participação plena. Dessa maneira, a formação de professores é também responsabilidade institucional e política. Segundo Libâneo (2001), formar professores é formar sujeitos que pensem criticamente sua prática e que estejam preparados para lidar com a heterogeneidade da sala de aula, reconhecendo a diversidade como constitutiva do processo educativo.

Formar-se, nesse percurso, é permitir que a própria experiência de ensinar seja atravessada por fissuras, dobras e aberturas – por aquilo que desloca, desestabiliza e convida o professor a reconfigurar seus modos de ver, de escutar, de criar linguagem.

A audiodescrição, assim, é mais do que um recurso: é uma experiência partilhada de conhecimento, um exercício de alteridade, uma prática de invenção. Talvez seja justamente aí que reside sua maior força pedagógica.

### **Considerações finais**

As palavras de Guimarães Rosa abrem e acompanham este capítulo como um sopro, como fôlego necessário para sustentar a travessia que é ensinar e aprender com a diferença. Ao pensar a audiodescrição na escola, especialmente na educação infantil e nos anos iniciais, fomos convocados a escutar os gestos mais sutis, a tatear sentidos, a abrir espaço para imagens que nascem não do que se vê, mas do que se vive.

Refletir sobre a audiodescrição, nesse contexto, é lançar um olhar comprometido com a transformação do que muitas vezes permanece invisível em saberes que fazem sentido, que se tornam corpo e linguagem no cotidiano escolar. Para tanto, este texto se construiu a partir de uma pesquisa qualitativa de inspiração (auto)biográfica e cartográfica, orientada por registros reflexivos da experiência docente. A escrita tornou-se um território de escuta e invenção – uma forma de mapear afetos, dobras e deslocamentos no fazer pedagógico. A cartografia, mais do que método de pesquisa, foi aqui uma forma de acompanhar os movimentos das práticas docente e das crianças, permitindo que emergissem sentidos em ato, em fluxo, em relação.

A dimensão (auto)biográfica da pesquisa não se limita à narração de experiências, mas se inscreve como produção de conhecimento situada, encarnada e sensível. O diário de bordo da professora pesquisadora foi o dispositivo que permitiu o encontro entre a experiência e a reflexão, entre o vivido e o pensado. Essa escrita não é neutra nem

distanciada; ela se compromete com a vida na escola, com os corpos que ali habitam e com os saberes que ali se inventam.

Discutimos que audiodescrição não é apenas nomear o que se vê, mas criar condições para que a criança possa formar imagens próprias; imagens construídas por meio do tato, da escuta, da memória e da imaginação. A audiodescrição, longe de ser um recurso técnico fechado em si mesmo, é linguagem viva, atravessada por polissemias (Barthes, 1981a), por múltiplas formas de relação com o mundo, e exige, como nos lembra a semiótica (Peirce, 2020), uma atenção ao modo como os signos ganham sentido em contextos sensíveis e intersubjetivos.

Evidenciamos o quanto a escola ainda opera sob a perspectiva do visocentrismo (Jay, 1994), priorizando uma percepção panorâmica, dominante e normativa, em detrimento de outras formas de conhecer. Ao trazer o conceito de contravisualidade (Mirzoeff, 2016), mostramos que existem outros modos de ver que resistem e reexistem, especialmente nas crianças com deficiência visual, cuja percepção se dá aos poucos, da parte para o todo, em contraste com a suposta totalidade do olhar enxergante.

A LBI (Brasil, 2015) assegura o direito à educação em igualdade de condições, o que inclui o acesso à tecnologia assistiva e às práticas educativas inclusivas. Mas esse direito precisa tornar-se vivo na escola, encarnado na formação de professores que não apenas conheçam técnicas, mas estejam disponíveis para se afetar, se desinquietar e inventar caminhos com as crianças. Como anuncia Libâneo (2001), a formação docente precisa reconhecer a complexidade dos sujeitos e da prática pedagógica.

Dessa maneira, a audiodescrição na escola não é apenas mediação; é deslocamento. Ela obriga o professor a rever suas próprias imagens, a refazer percursos de linguagem, a abrir espaço para o que ainda não tem nome. É, como a vida, um movimento entre apertos e afrouxos, entre sossegos e inquietações.

Talvez seja justamente nesse entre que habita a coragem que Guimarães Rosa nos pede: coragem para ver com outros olhos, para escutar com outros sentidos, para ensinar com o corpo todo.

Se transformar o invisível em saberes visíveis é tarefa da escola, então que ela o faça não por imposição, mas por gestos partilhados, por linguagens que tocam, por experiências que criam. A potência da infância, com sua abertura radical ao novo, sua disponibilidade para o jogo e para a invenção, é uma força criadora que interpela o professor a reinventar suas ações. Na infância, imagens não se fixam; elas vibram, escorrem, escapam. Talvez seja esta a lição mais profunda: educar é, também, aprender

a habitar essa instabilidade como solo fértil de criação, porque o que a vida quer da gente – e o que a escola precisa querer – é coragem para reimaginar os modos de ensinar e aprender no plural.

Ao falar sobre sua relação com a fotografia, Evgen Bavcar (2015) nos lembra que a imagem é sempre criação, não reprodução. Na escola, essa criação encontra na infância uma de suas maiores potências: crianças inventam mundos, reinventam gestos, ressignificam espaços. Que a audiodescrição possa ser esse convite à invenção – como prática de liberdade e de escuta do que pulsa no corpo inventivo infantil!

## Referências

BARTHES, R. **A câmara clara**: nota sobre a fotografia. Tradução: Júlio Castañon Guimarães. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981a.

BARTHES, R. A retórica da imagem. In: BARTHES, R. **O óbvio e o obtuso**: ensaios críticos III. Tradução: Léon Déprest. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981b. p. 25-40.

BATISTA, C. G. Formação de conceitos em crianças cegas: questões teóricas e implicações educacionais. **Psicologia: teoria e pesquisa**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 7-15, jan./abr. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/G5wCqjwHtvYt8ts6jpR9cjB/>. Acesso em: 1 jan. 2025.

BAVCAR, E. **Memórias do Brasil**. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2015.

BAVCAR, E. A luz e o cego. In: NOVAES, A. (org.). **Artepensamento**. São Paulo: Companhia das Letras, 1994. p. 451-466.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Assistiva/Tecnologia da Educação, 2017.

BRASIL. [Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015]. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2015. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2015/lei-13146-6-julho-2015-781174-norma-pl.html>. Acesso em: 3 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2025.

BRUNO, M. M. G. **Deficiência visual**: reflexão sobre a prática pedagógica. São Paulo: Laramara, 1997.

CARDEAL, M. **Ver com as mãos**: a ilustração tátil em livros para crianças cegas. 2009. 140 f. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) – Centro de Artes, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://tede.udesc.br/bitstream/tede/834/1/marcia.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2025.

CAVALCANTE, A. M. M. **Educação infantil**. Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 2005.

DAVIS, L. J. **The Disability Studies Reader**. London: Routledge, 2013.

DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **O que é a filosofia?** Tradução: Bento Prado Jr. e Alberto Alonso Muñoz. Rio de Janeiro: Editora 34, 1992.

FOUCAULT, M. **Vigiar e punir**: nascimento da prisão. Tradução: Raquel Ramallete. 20. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

HOOKS, b. **Ensinando a transgredir**: a educação como prática da liberdade. Tradução: Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2013.

JAY, M. **Downcast Eyes**: the denigration of vision in twentieth-century French thought. Berkeley: University of California Press, 1994.

KASTRUP, V. O funcionamento da atenção no trabalho do cartógrafo. **Psicologia & Sociedade**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 15-22, jan./abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/psoc/a/8rWQrJSBTg7w8zTV47svGTq/>. Acesso em: 13 abr. 2025.

LARROSA, J. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 19, p. 20-28, jan./abr. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n19/n19a02.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2025.

MELLO, A. G. Anticapacitismo feminista desde el Sur global. **Nômadias**, Bogotá, n. 52, p. 215-226, jan./jun. 2020.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. Tradução: Carlos Alberto Ribeiro de Moura. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MIRZOEFF, N. O direito a olhar. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 745-768, 2016. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8646472/14496>. Acesso em: 20 abr. 2025.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. Tradução: José Teixeira Coelho Neto. São Paulo: Perspectiva, 2020.

RANCIÈRE, J. **A partilha do sensível**: estética e política. Tradução: Mônica Costa Netto. São Paulo: Editora 34, 2005.

ROSA, J. G. **Grande Sertão**: Veredas. 22. ed. Rio de Janeiro: Companhia das Letras, 2019.

SKLIAR, C. **Educação & exclusão**: a mediação pedagógica. Tradução: Sandra Corazza. Porto Alegre: Mediação, 1997.

## Capítulo 3

# Tecnologias educacionais acessíveis para o ensino de ciências da natureza a estudantes com deficiência visual

### AUTORIA

Naiara Miranda Rust<sup>13</sup>  
Fábio Garcia Bernardo<sup>14</sup>

### PALAVRAS-CHAVE

Educação Inclusiva;  
Tecnologias Educacionais;  
Tecnologia Assistiva;  
Formação de Professores;  
Produtos Educacionais.

### RESUMO

O processo de inclusão escolar tem intensificado a necessidade de práticas pedagógicas acessíveis, especialmente no ensino de Ciências da Natureza para estudantes com Deficiência Visual (DV). Contudo, pesquisas na interface entre essa área do conhecimento e a Educação Especial ainda são incipientes, reflexo de lacunas na formação inicial docente. Diante disso, este estudo realiza uma revisão integrativa da literatura sobre os Produtos Educacionais (PEs) desenvolvidos no Programa de Pós-Graduação em Ensino na Deficiência Visual do Instituto Benjamin Constant (PPGEDV-IBC) que abordaram o ensino de Ciências da Natureza. Os dados foram analisados à luz da Análise Temática, evidenciando categorias que mostram o potencial das tecnologias educacionais acessíveis e da formação continuada na promoção de práticas inclusivas. Os resultados apontam para a relevância da pesquisa aplicada no fortalecimento de práticas docentes voltadas à equidade educacional para estudantes com DV.

---

<sup>13</sup>Instituto Benjamin Constant, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [naiaramrust@ibc.gov.br](mailto:naiaramrust@ibc.gov.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5107-5745>

<sup>14</sup>Instituto Benjamin Constant, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [fabiobernardo@ibc.gov.br](mailto:fabiobernardo@ibc.gov.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3785-4184>

## Introdução

O crescente aumento de matrículas de estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento, altas habilidades e superdotação, público da Educação Especial (EE) (Brasil, 2008), nas escolas regulares comuns tem provocado desafios aos docentes no que se refere a acessibilizar sua prática de ensino de forma a proporcionar equidade de acesso aos conteúdos trabalhados a todos os estudantes. A diversidade sempre esteve presente nas salas de aula, cada indivíduo é único e possui suas particularidades de aprendizado, entretanto, a educação pautada na homogeneização dos sujeitos desconsidera as diferenças e padroniza o ensino, provocando exclusões. Esse processo é intensificado quando as diferenças vão além de dificuldades de aprendizado, mas se materializam em barreiras que impedem o acesso e, principalmente, a permanência de estudantes com deficiência nas turmas regulares.

O avanço dos estudos e das pesquisas em Educação Especial e a emergência de documentos legais que visam assegurar o acesso educacional por meio do rompimento de barreiras às pessoas, público da EE, implica, dentre outros aspectos, em discussões sobre como tornar as práticas pedagógicas acessíveis. Esse diálogo perpassa sobre a formação inicial e continuada de professores, uma vez que o desenvolvimento de práticas que buscam a inclusão exige do docente o conhecimento das particularidades de aprendizado dos estudantes e dos recursos que são essenciais nesse processo. Assim, a formação inicial docente deve ser pautada na articulação entre os conteúdos essenciais das disciplinas e nas questões inerentes à Educação Especial, de forma a atravessar toda a formação de professores (Borges; Cyrino, 2021) e proporcionar embasamento para a atuação em contextos inclusivos.

Ao direcionarmos a atenção sobre as pesquisas que versam sobre o ensino de Ciências da Natureza em articulação com a área da EE, verificamos que estas ainda são incipientes (Stella; Massabni, 2019, Santos-Souza; Galieta, 2019, 2022, Martiol, 2025). Stella e Massabni (2019) realizaram uma revisão bibliográfica em busca de trabalhos científicos no período de 2007 a 2016, que versavam sobre o uso de materiais didáticos no ensino de Ciências Biológicas (ou Biologia) para estudantes que são público da EE e o papel desses recursos na inclusão escolar. Das 16 bases consultadas retornaram apenas 17 trabalhos que se entrelaçavam com a Deficiência Visual (DV). Em relação aos recursos desenvolvidos nas pesquisas, as autoras destacam que três trabalhos promoviam interação entre o recurso e os estudantes, os demais previam apenas o toque. O estudo ressalta, ainda, a pouca variabilidade de temáticas, a falta de contextualização

dos recursos e predominância de recursos táteis como pontos preocupantes, que vão de encontro à necessidade de métodos mais adequados e um papel mais ativo dos estudantes em seu processo de ensino e aprendizagem.

O estudo realizado por Santos-Souza e Galieta (2022), a partir de entrevistas com docentes licenciadas em Ciências Biológicas, assinala que a EE, especialmente, na graduação se restringe a disciplina de Libras, como um mero cumprimento da legislação que instituiu a obrigatoriedade desta em cursos de licenciatura e de formação de professores (Brasil, 2004a). As autoras apontam que as docentes entrevistadas não se sentiam preparadas para lidar com o público diverso devido à falta de formação inicial e continuada, mas destacam em seu estudo o engajamento das professoras em proporcionar práticas inclusivas baseadas em suas vivências pessoais e profissionais (Santos-Souza; Galieta, 2022). Embora a vontade em desenvolver práticas acessíveis seja um ponto de destaque, o despreparo formal pode acarretar perda no processo de aprendizagem dos estudantes.

A recente pesquisa realizada por Martiol (2025) corrobora com os resultados acima apresentados e evidencia um cenário ainda desafiador em relação ao ensino de Ciências da Natureza para estudantes com DV na educação básica. A autora analisou as produções voltadas à inclusão desse público nos Anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO), evento de referência na área, no período de 2014 a 2024, e identificou que, em quatro edições do evento, apenas 13 trabalhos trataram dessa temática. Esses estudos concentram-se principalmente no uso de recursos didáticos nas práticas pedagógicas, com destaque para a predominância de materiais táteis, como modelos bi e tridimensionais, compostos por diferentes texturas e relevos. A incorporação de tecnologias educacionais no ensino de Ciências da Natureza para o público em geral, tem se mostrado uma estratégia eficaz para enriquecer as práticas pedagógicas, para tornar o ensino mais dinâmico, atrativo, alinhado às demandas contemporâneas e, dessa forma, promover uma aprendizagem mais significativa (Theodoro; Costa; Almeida, 2015). Entretanto, como apontado por Martiol (2025), ainda são poucos os estudos que buscam adequar as tecnologias educacionais a um contexto de estudantes com DV.

O cenário ainda incipiente de pesquisas sobre o ensino de Ciências da Natureza para o público da Educação Especial está diretamente relacionado à formação inicial de professores, que pouco aborda essa temática de forma transversal. A pesquisa de Silva, Bento e Seixas (2024), ao analisar as matrizes curriculares de 50 cursos de licenciatura em instituições públicas do Rio de Janeiro, revela que apenas 50,3% incluem

componentes voltados à Educação Especial, enquanto 49,7% não oferecem nenhuma disciplina. No caso específico das licenciaturas em Ciências Biológicas, três das nove instituições analisadas não apresentam qualquer articulação com a EE em suas ementas, evidenciando a formação insuficiente de futuros docentes para atender estudantes com deficiência (Silva, Bento e Seixas, 2024). As autoras defendem a revisão urgente dos currículos das licenciaturas, de modo a garantir a preparação adequada dos professores para uma educação verdadeiramente inclusiva, conforme preconiza a legislação.

Diante desse cenário, a formação continuada e a Pós-Graduação tornam-se fundamentais para formar professores mais preparados para a diversidade, especialmente para atender estudantes com DV. Entre outros aspectos, a formação continuada possibilita que o professor esteja atualizado em conhecimentos científicos, estratégias pedagógicas inclusivas e o (re)conhecimento dos recursos educacionais importantes para o público em questão, tais como as diferentes tecnologias educacionais existentes e os recursos de Tecnologias Assistiva (TA), indispensáveis na vida das pessoas com deficiência.

Assim, a Pós-Graduação, materializada nos programas de Mestrado Profissional (MP) como uma modalidade da formação continuada pode oferecer subsídios teóricos, científicos e práticos para que o professor aprenda a acessibilizar conteúdos, planejar aulas acessíveis e elaborar recursos didáticos adequados. Ela favorece momentos de reflexão sobre direitos e responsabilidades e os desafios enfrentados em sala de aula, incentivando o professor a repensar suas metodologias à luz da diversidade de seus alunos. Além disso, pode contribuir para que os profissionais da educação se sintam mais seguros para criarem ambientes inclusivos, estabelecendo uma comunicação adequada com os estudantes com DV, de modo a promover a participação ativa nas atividades de ensino.

Os cursos de MP no âmbito da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) surgem a partir da demanda social de oferecimento de pós-graduação *stricto sensu* para a formação de profissionais de alto nível visando um mercado menos acadêmico (Barros; Valentim e Melo, 2005). As primeiras orientações para o desenvolvimento desta modalidade de curso foram publicadas na Portaria nº 45/1995 que instituiu, no âmbito da Capes, a adoção de procedimentos específicos voltados à recomendação, ao acompanhamento e à avaliação de cursos de mestrado destinados à formação profissional, posteriormente, reorganizados pela Portaria nº 80 de 1988. Os cursos de MPs foram avaliados pelo CAPES na trienal 2001-2003, embora

ainda existissem problemas relacionados aos critérios da modalidade (Barros; Valentim e Melo, 2005).

Enquanto os mestrados acadêmicos primam pela formação de pesquisadores, os mestrados profissionais objetivam proporcionar uma articulação que contemple as necessidades apresentadas por diversos setores da sociedade, com vistas a transferir conhecimentos em prol do desenvolvimento local, regional ou nacional (Brasil, 2017). No que se refere ao MP da área de ensino da CAPES, a pesquisa concentra-se no desenvolvimento de produtos e processos educacionais para serem implementados em condições reais de ensino. Entende-se por produto educacional (PE) “o resultado de um processo criativo gerado a partir de uma atividade de pesquisa, com vistas a responder a uma pergunta ou a um problema ou, ainda, a uma necessidade concreta associados ao campo de prática profissional, podendo ser um artefato real ou virtual, ou ainda, um processo” (Brasil, 2019, p. 16). Os cursos de MP têm impulsionado avanços na promoção de pesquisas voltadas para o desenvolvimento de PE, o que reflete na melhoria da educação. Essa perspectiva favorece que os profissionais reflitam sobre sua prática profissional, de forma crítica e fundamentada, fortalecendo a relação entre teoria e prática (Anjos, Pereira, Rôças, 2018; Moreira et al, 2018; Rôças, Bonfim, 2018).

Considerando as potencialidades desses programas, este trabalho traz um levantamento bibliográfico acerca dos PEs desenvolvidos no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino na temática da Deficiência Visual do Instituto Benjamin Constant (PPGEDV-IBC), que abordaram o ensino de Ciências da Natureza em articulação com a DV, desde sua criação, em 2021. O PPGEDV-IBC, único da América Latina voltado para a temática, tem como missão proporcionar um ensino de qualidade a estudantes com DV, assim como, oferecer formação continuada a profissionais que atuam na educação do público em questão. Em abril de 2025, o PPGEDV-IBC estava em sua quinta turma e contava com 42 pesquisas concluídas com seus respectivos PE, se consolidando assim como uma importante referência para o ensino de pessoas com DV. De modo geral, desenvolvem-se investigações relacionadas aos desafios do ensino, observando os aspectos pedagógicos, psicossociais, culturais, esportivos e anátomo-fisiológicos. Propõe-se, ainda, a desenvolver uma visão crítica dos fundamentos conceituais, históricos, epistemológicos e de suas tecnologias (especialmente a assistiva), bem como instrumentos metodológicos que permitam aplicar esses saberes à produção técnico-científica de qualidade na área.

Este trabalho, de natureza qualitativa, baseado na revisão integrativa da literatura (Souza, Silva, Carvalho, 2010), apresenta e discute os PE desenvolvidos no âmbito do PPGEDV-IBC, com foco no ensino de Ciências da Natureza para estudantes com DV. A partir desse levantamento, realizado no repositório institucional do programa, serão discutidos aspectos que podem subsidiar uma mudança de perspectiva na atuação profissional, de modo a possibilitar que os professores possam desenvolver os seus próprios materiais, novas pesquisas, recursos e metodologias adequadas ao ensino de ciências, considerando a presença de estudantes com DV nas aulas.

Nas seções que seguem, apresentamos conceitos fundantes sobre a Deficiência Visual para fins educacionais, tecnologias educacionais e a Tecnologia Assistiva, como aquela que possibilita a educação de estudantes com deficiência. Na sequência, delineamos o percurso metodológico e, em seguida, apresentamos os PEs encontrados e a discussão desses trabalhos, a partir das duas temáticas que emergiram. Finalizamos o texto com as Considerações Finais, onde retomamos os principais resultados, as potencialidades e limitações dos trabalhos, de modo a contribuir para uma educação mais inclusiva.

Se pensarmos no avanço do processo da inclusão escolar, que tem proporcionado acesso aos estudantes público da Educação Especial ao ensino regular, podemos inferir que os cursos de mestrado profissional na área de ensino podem ocasionar grande impacto na prática pedagógica do professor, uma vez que o perfil discente destes cursos é proveniente de profissionais que atuam no “chão da escola” e desenvolvem seus produtos oriundos de situações educacionais reais. Assim, esperamos que as reflexões sobre produtos educacionais, que utilizaram no seu processo de desenvolvimento tecnologias educacionais acessíveis para o ensino de Ciências da Natureza a estudantes com DV, possam contribuir para que docentes promovam práticas pedagógicas mais inclusivas e acessíveis a todos.

### **A Deficiência Visual, Recursos Educacionais e de Tecnologia Assistiva**

A DV é caracterizada por uma alteração severa e irreversível no sistema visual, que impacta significativamente a maneira como o indivíduo interage com o ambiente ao seu redor. Conforme o Decreto nº 5.296 (Brasil, 2004b), a DV é classificada em dois grupos: pessoas cegas e pessoas com baixa visão, sendo que, recentemente, indivíduos com visão monocular também passaram a integrar essa categorização (Brasil, 2021). No contexto educacional, a adoção de estratégias pedagógicas diversificadas, que respeitem

as especificidades do estudante com DV, tornam-se fundamentais para proporcionar maiores oportunidades de aprendizagem. Assim, as Metodologias Ativas, o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), recursos educacionais digitais e analógicos, materiais grafotáteis e estratégias metodológicas adequadas são fundamentais para promover a participação desses estudantes nas atividades de ensino e conseqüentemente, possibilitar acesso aos conteúdos com equidade.

O ensino de estudantes com DV, deve se dar por meio da remoção de barreiras, a partir da promoção da acessibilidade em suas múltiplas dimensões. Nesse cenário, a TA tem um papel essencial para a promoção da autonomia dos estudantes promovendo a superação das barreiras sociais e garantindo o acesso à informação e aos serviços educacionais. Dentre os principais recursos de TA utilizados na educação de estudantes com DV, destacam-se o Sistema Braille, a escrita ampliada, os leitores de tela, os materiais táteis e de alto contraste, a audiodescrição, o soroban, os recursos ópticos, entre outros (Bernardo; Rust, 2018; Bernardo; Garcez; Santos, 2019).

Mas a TA não se resume a recursos e pode contemplar serviços essenciais às pessoas com deficiência, tais como o treinamento para a utilização de Leitores de Tela (NVDA, JAWS, VoiceOver), a Orientação e Mobilidade (OM), que se propõe a ensinar técnicas de deslocamento seguro, uso de bengala, reconhecimento de espaços etc. Segundo Sartoretto e Bersch (2025), a TA pode ser compreendida tanto como um campo de conhecimento aplicado quanto como um serviço, com atuação interdisciplinar. Abrange produtos, recursos, metodologias, estratégias e práticas voltados para o uso por pessoas com deficiência, mobilidade reduzida ou com limitações funcionais temporárias. Além disso, tem como propósito:

Apoiar esses indivíduos na realização de atividades cotidianas, como mobilidade, autocuidado, alimentação, vestuário, higiene pessoal, comunicação, acesso à informação, práticas esportivas e de lazer, controle de ambiente, expressão artística, produção escrita, leitura de textos, acesso e uso de computadores e dispositivos móveis, além da utilização de ferramentas de trabalho, entre outras atividades desejadas (Sartoretto; Bersch, 2025, p. 288)

No ambiente escolar, o uso de recursos de TA pode potencializar as diferentes tecnologias educacionais existentes, de modo a possibilitar o acesso mais equânime aos conteúdos abordados nas aulas. Tecnologias Educacionais no ensino de estudantes com DV abrangem uma grande quantidade de recursos, tais como os materiais grafotáteis, artefatos bi e tridimensionais, a descrição de imagens, o uso de fontes ampliadas para

estudantes com baixa visão, textos em formato digital acessível, materiais desenvolvidos em softwares de transcrição para serem impressos em braille, dentre outros.

Candau (1978) considera que a tecnologia na educação não deve focar apenas no uso de ferramentas e recursos, mas em uma transformação na forma de ensinar e aprender, para promover a autonomia do estudante e a construção do conhecimento. Assim, a tecnologia educacional deve ser vista como uma oportunidade de inovação e transformação, mas que é fundamental refletir criticamente sobre seu uso, garantindo que ela contribua realmente para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, sempre considerando o contexto social e cultural. A utilização de tecnologias educacionais, apoiadas pelos recursos de TA dialoga com o conceito de inovação (Oliveira; Courela, 2014) no que se refere a necessidade de uma mudança de paradigma na educação de pessoas com deficiência. Segundo as autoras, o conceito de inovação educacional se situa em contextos institucionais, que envolvem decisão, processos e intervenção. A inovação nas escolas, nas salas de aula e nas práticas dos professores, devem se articular em três componentes principais: i. A utilização de novos materiais ou tecnologias; ii. O uso de novas estratégias ou atividades; iii. A alteração de crenças por parte dos intervenientes.

Essa abordagem enfatiza que a inovação não é um fim em si mesma, mas um processo contínuo que promove a reflexão-ação docente. Oliveira e Courela (2014) argumentam sobre a pertinência de uma abordagem à inovação como promotora da reflexão-ação docente, apelando ao questionamento de um coletivo docente que se propõe mudar as práticas de forma intencional. Portanto, práticas inovadoras estão intrinsecamente ligadas ao compromisso dos professores em repensar e transformar suas práticas pedagógicas, visando uma melhoria contínua no processo de ensino-aprendizagem.

É nesse contexto de inovação que a utilização de recursos educacionais, apoiados pela TA, devem ser planejados na Educação de pessoas com DV. As tecnologias educacionais podem ser qualquer tipo de recurso ou ferramenta que possibilitem a aprendizagem, como o livro didático, materiais concretos, softwares, computadores, vídeos etc. No entanto, precisam ser pensados e planejados com acessibilidade, possibilitando que os estudantes participem ativamente das aulas, o que o envolve uma mudança de paradigma na concepção de que estudantes com DV não seriam capazes de aprender conteúdos com apelo visual, principalmente nas aulas de Ciências da Natureza.

## Percurso metodológico

O trabalho se caracteriza como uma pesquisa de natureza qualitativa, que é, fundamentalmente interpretativa, baseado na revisão integrativa da literatura (Souza, Silva, Carvalho, 2010). Essa metodologia analisa diferentes produções acadêmicas, promovendo um diálogo entre as perspectivas teóricas e as experiências práticas apontadas nos trabalhos escolhidos. Segundo os autores, trata-se de uma metodologia que tem como objetivo sistematizar resultados de estudos anteriores sobre um determinado tema, nesse caso o desenvolvimento de Produtos Educacionais voltados para estudantes com DV no ensino de Ciências da Natureza. Ao mesmo tempo que pode ser abrangente, tem a possibilidade de direcionar o foco para um determinado repositório, possibilitando um entendimento mais profundo e ampliado sobre o fenômeno investigado em um determinado contexto. Assim, inspirado nesse percurso, o trabalho se caracteriza por reunir e sintetizar os conhecimentos disponíveis nos PEs escolhidos; analisar criticamente os estudos que se enquadraram nos critérios de inclusão; identificar lacunas de conhecimento e apontar direções para novas pesquisas. Para isso definiu-se as seguintes etapas e parâmetros elaborados a partir de Souza, Silva, Carvalho (2010):

**Quadro 1** – Etapas e parâmetros da Revisão Integrativa

<b>Etapas</b>	<b>Parâmetros</b>
Questão norteadora	Análise do caráter inovador, as perspectivas teóricas e experiências práticas, a partir dos Produtos Educacionais desenvolvidos no PPGEDV-IBC.
Busca na Literatura	Repositório institucional do PPGEDV-IBC: <a href="http://repositorio.ibc.gov.br/TerminalWebRI/">http://repositorio.ibc.gov.br/TerminalWebRI/</a>
Critérios de inclusão e exclusão	Produtos Educacionais destinados ao ensino de Ciências da Natureza para estudantes com DV. Leitura dos títulos, resumo e palavras-chave. Foram encontrados seis trabalhos que atenderam aos objetivos. Os demais foram desconsiderados
Categorização	Inspirado na Análise Temática de Braun e Clarke (2006), que consiste na sistematização dos dados, identificação das unidades de registro e definição dos temas de análise, para posterior diálogo com a literatura.
Análise e interpretação dos dados	Emergiram dos trabalhos duas temáticas a serem discutidas na sequência do texto: 1. Tecnologias educacionais para a promoção da acessibilidade; 2. Impactos e inovação no Ensino de Ciências para estudantes com DV.
Apresentação da revisão	Resultados e Discussão

**Fonte:** Os autores.

O estudo encontrou um total de 42 Produtos Educacionais, de modo que todos os trabalhos foram considerados para a verificação. Deste total, foram excluídos 4 trabalhos desenvolvidos a nível de especialização e dos 38 PEs restantes, foram aplicados os critérios de inclusão, que buscaram nos títulos, resumos e palavras-chaves, termos e indícios que se remetessem ao ensino de Ciências da Natureza e a DV. Os seis trabalhos selecionados nessa etapa passaram por leitura crítica, sistematização dos dados, identificação de unidades de registro e definição dos temas de análise, para posterior diálogo com a literatura. Essa etapa se deu com base nos preceitos da Análise Temática proposta por Braun; Clarke (2006) e Souza (2019), que segundo os autores, esse método permite identificar, analisar, interpretar e relatar padrões (temas) de significado dentro de dados qualitativos. Ela permite uma compreensão rica e detalhada dos dados, indo além da mera descrição, ao explorar as interpretações e significados atribuídos, de forma flexível e particularmente útil para pesquisadores que buscam compreender as percepções, experiências e significados em contextos específicos (Souza, 2019). A Figura 1, a seguir, apresenta o repositório institucional utilizado na pesquisa e os trabalhos encontrados.

**Figura 1** – Trabalhos encontrados no repositório institucional

Tese / Dissertação		Material	
Programa / Área de concentração	Qtde	Material	Qtde
▶ Lato Sensu - Especialização em Metodologias do Ensino do Geografia na Temática da Deficiência Visual	1	Produto Educacional	42
▶ Lato Sensu - Especialização em Teorias e Métodos sobre Alfabetização	1	Dissertação	41
▶ Pós-graduação em Psicologia	1	TCC - Lato Sensu / IBC	6
▶ Programa de Pós-Graduação em Design, Tecnologia e Inovação	1	Tese	2
▶ Programa de Pós-Graduação em Ensino na temática da Deficiência Visual - PPGEDV	40	Artigo	1
		TCC / Graduação	1

Fonte: <http://repositorio.ibc.gov.br/TerminalWebRI/>.

### **Apresentação dos Produtos Educacionais escolhidos**

A partir da leitura dos seis trabalhos encontrados, apenas cinco foram incluídos no estudo, uma vez que um deles tinha como foco o ensino de química para o Ensino Médio. Os cinco PEs selecionados encontram-se distribuídos nas três unidades temáticas (UT) propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino de ciências, tendo

uma predominância de trabalhos na UT “Vida e Evolução”. Os produtos educacionais analisados, encontram-se listados no quadro 2, a seguir.

**Quadro 2** – Produtos educacionais analisados

<b>Título do PE</b>	<b>Unidade Temática (UT) - BNCC</b>	<b>Autores</b>
Sistema circulatório tátil: manual de utilização.	Vida e evolução	Trindade, M.E.C.; Rust, N.M., 2023.
Kit de mediação e transferência de líquidos direcionados para alunos com deficiência visual: manual de construção e utilização.	Matéria e Energia	Sampaio, L.S.; Cruz, V. S., 2023.
Pirâmide multissensorial para ensino de cadeia alimentar, fluxo de energia e ciclo da matéria às pessoas cegas.	Vida e evolução	Santos, W.D.; Rust, N.M., 2023.
Sequência didática: o ensino das fases da lua para alunos com deficiência visual dos anos iniciais.	Terra e Universo	Coutinho, J.F.B.; Rust, N.M., 2024.
Sequência didática sobre o Sistema Circulatório para alunos com deficiência visual usando o vídeo audiodescrito Plaquetas em Ação.	Vida e evolução	Machado, N. S.; Silva, A. C., 2024.

**Fonte:** Os autores.

O primeiro Produto Educacional intitulado Sistema circulatório tátil: manual de utilização situa-se na UT “Vida e Evolução” e emerge da dissertação denominada Coleção de Imagens Táteis para o Ensino do Sistema Circulatório a Alunos Cegos. Consiste em um conjunto de 10 imagens do sistema circulatório humano que foram acessibilizadas com o uso do software livre Monet por uma técnica denominada braillização, especificamente para impressão em impressora braille. De acordo com as autoras, a técnica consiste em transformar imagens visuais em tinta para representações táteis, por meio de pontos em relevo no padrão braille, possibilitando sua exploração por estudantes cegos (Trindade; Rust, 2023). O manual traz orientações específicas destinadas a professores de ciências natureza e biologia, bem como a outros profissionais da área da educação especial, abordando tanto o processo de impressão, utilizando os softwares Monet ou Braille Fácil, quanto sugestões metodológicas para a utilização pedagógica das pranchas em sala de aula. Para contextos nos quais o docente não disponha de uma impressora braille, a coleção também apresenta uma proposta alternativa de produção artesanal das imagens táteis, mantendo a acessibilidade do conteúdo.

Já o segundo PE, Kit de mediação e transferência de líquidos direcionados para alunos com deficiência visual: manual de construção e utilização, integrado à UT “Matéria e Energia”, organiza-se em um conjunto de materiais que foram acessibilizados com o objetivo de viabilizar a participação autônoma e segura de estudantes cegos em atividades experimentais no ensino de ciências da natureza. O kit é composto por três componentes principais: (1) uma bandeja que possibilita o encaixe e organização de vidrarias, como tubos de ensaio, béqueres e pipetas graduadas; (2) um sistema eletrônico, com sensor de nível de líquido sem contato, destinado a evitar transbordamentos e auxiliar na precisão das medições; e (3) marcações táteis que permitem a identificação e o manuseio dos materiais por meio da percepção sensorial tátil. A proposta visa ampliar as condições de acessibilidade nas aulas práticas de Ciências, promovendo a inclusão efetiva dos estudantes com deficiência visual em atividades que tradicionalmente apresentam barreiras físicas e pedagógicas.

O terceiro Produto Educacional, também vinculado à UT “Vida e Evolução” consiste em um recurso didático acessível concreto intitulado Pirâmide Multissensorial para o Ensino de Cadeia Alimentar, Fluxo de Energia e Ciclo da Matéria às Pessoas Cegas. Tem como enfoque a promoção da aprendizagem significativa de estudantes cegos, por meio da criação de uma pirâmide multissensorial baseada em componentes tecnológicos como Arduino, sensores de proximidade e programação em linguagem C. Como subproduto, foi elaborado um manual com a finalidade de detalhar a produção, a montagem e a utilização da pirâmide, direcionado a profissionais da educação interessados em reproduzir o material em seus contextos de ensino. Os objetos que compõe a pirâmide foram modelados no software Fusion 360° e impressos em impressora 3D. Com o objetivo de agregar tecnologia e promover maior interatividade ao produto, foram integrados componentes eletrônicos que possibilitam respostas sonoras mediante a manipulação do recurso. A construção da pirâmide multissensorial envolve estratégias pedagógicas que integram estímulos táteis, auditivos e de interação ativa, visando facilitar o acesso dos estudantes cegos a conteúdos tradicionalmente representados de forma imagética.

Os dois últimos PEs a serem apresentados utilizam como estratégia de aprendizagem Sequências Didáticas. O PE “Sequência Didática: o ensino das fases da lua por meio da literatura para alunos com deficiência visual dos anos iniciais”, vinculado temática “Terra e universo” traz sugestões de atividades sequenciais acessíveis que utiliza como base a literatura infantil. A proposta pedagógica alia os conteúdos de ciências

da natureza ao uso da literatura infantil, integrando diferentes gêneros textuais e recursos táteis com o objetivo de tornar o ensino das fases da Lua acessível a alunos com DV. Os estudantes são convidados a explorar objetos bi e tridimensionais que representam os personagens da história, como a lua, a indígena Naiá e a Vitória-Régia e a desenvolver os seus próprios materiais em massa de modelar. Como culminância, a pesquisadora propõe a elaboração coletiva de uma poesia, como forma de demonstrar a compreensão dos conhecimentos abordados. O material desenvolvido é destinado a professores dos anos iniciais do ensino fundamental e profissionais da área da educação especial.

Já o PE Sequência didática sobre o Sistema Circulatório para alunos com deficiência visual usando o vídeo audiodescrito *Plaquetas em Ação* se insere na temática “Vida e Evolução”. Assim como o primeiro PE apresentado, tem como temática o sistema circulatório humano, entretanto, a abordagem é direcionada a estudantes dos anos iniciais do EF e tem como foco os componentes sanguíneos e a ação das plaquetas no processo de cicatrização. O PE faz uso do recurso de audiodescrição para a acessibilizar o vídeo sobre plaquetas e de materiais tridimensionais que representam o vaso sanguíneo, as hemácias, as plaquetas e as células do sistema imunológico, favorecendo o processo de aprendizagem dos estudantes cegos e com baixa visão. Os autores utilizaram um QUIZ com perguntas sobre o sistema circulatório para realizar a avaliação da aprendizagem dos alunos.

### **Análise e discussão dos Produtos Educacionais**

Para a análise dos PEs apresentados foram criadas duas categorias temáticas inspiradas na proposta das autoras Braun e Clark (2006). No primeiro momento foram identificados termos e elementos comuns nos produtos analisados, assim definidos: acessibilidade; tecnologia educacional; recursos sensoriais; inclusão e participação autônoma; atividades sequenciais e materiais didáticos específicos. Os termos foram agrupados nos temas de acordo com suas similaridades: 1. Tecnologias educacionais para a promoção da acessibilidade; 2. Impactos e inovação no Ensino de Ciências para estudantes com DV.

#### *1. Tecnologias educacionais para a promoção da acessibilidade*

O ensino de Ciências da Natureza para estudantes com DV exige práticas pedagógicas fundamentadas na acessibilidade. Nesse aspecto, a utilização do livro

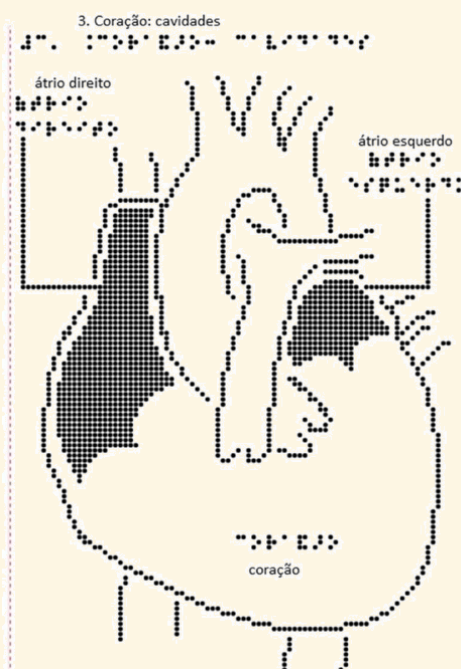
didático por docentes como principal recurso pedagógico nas aulas de ciências demonstra a imposição de barreiras no processo de aprendizagem dos estudantes com DV (Theodoro; Costa; Almeida, 2015), uma vez que este recurso se pauta em informações majoritariamente visuais. São consideradas barreiras qualquer ação ou obstáculo que impeça a pessoa de usufruir de seus direitos, como por exemplo a falta de acesso à informação estritamente visual. Em detrimento a isso, a acessibilidade nasce da necessidade de se remover barreiras e prevê o acesso dos indivíduos nos diferentes contextos sociais e educacionais de forma autônoma e segura (Brasil, 2004b, 2015). Assim, destaca-se que os cinco PEs aqui apresentados tiveram como objetivo proporcionar acesso a diferentes conteúdos de ciências por meio da utilização de tecnologias educacionais acessíveis, apoiadas em recursos de TA, que exploram os diferentes canais sensoriais dos estudantes. Cada produto propõe estratégias específicas que ultrapassam a mera transposição de conteúdos tradicionais para suportes táteis ou sonoros, promovendo uma transformação qualitativa no acesso ao conhecimento.

A ausência da visão exige o desenvolvimento alternativo de experiências como forma de obtenção do conhecimento a fim de estimular a inteligência e promover capacidades sócio adaptativas (Griffin; Berger, 1996). Destaca-se a importância da linguagem como um sistema de signos utilizado para expressar pensamentos, emoções, ideias e informações, possibilitando a comunicação entre os indivíduos. Ela pode se manifestar de diversas maneiras, como nas formas oral, escrita, corporal, visual ou tátil, e envolve tanto a habilidade de codificar (produzir) quanto de decodificar (compreender) mensagens.

A “Coleção de Imagens Táteis para o Ensino do Sistema Circulatório a Alunos Cegos” (Trindade; Rust, 2023) e a “Sequência didática sobre o Sistema Circulatório para alunos com deficiência visual usando o vídeo audiodescrito Plaquetas em Ação” (Machado; Silva, 2024), buscaram acessibilizar os conteúdos do Sistema Circulatório Humano visando a construção de conceitos científicos complexos de maneira distinta, porém respeitando as necessidades sensoriais dos estudantes cegos. O primeiro deles tem como principal fonte de exploração o tato, uma vez que este canal sensorial é altamente confiável para as pessoas cegas, não sendo destinado apenas ao simples ato de sentir, mas envolver também a percepção e interpretação do objeto por meio da exploração ativa (Griffin; Berger, 1996). A proposta inova ao transformar as imagens do coração (Figura 2) e os esquemas relacionados à circulação do sangue em recursos

táteis bidimensionais, por meio da braillização das imagens utilizando o software Monet. As diferentes estruturas são destacadas utilizando mais ou menos pontos em braille, como se fossem diferentes texturas, possibilitando o reconhecimento pelo estudante. A acessibilização da imagens utilizando softwares de transcrição e a impressão no Sistema Braille caracterizam a utilização de recursos Tecnologia Assistiva e conjuga a promoção da acessibilidade, ambos fundamentais para o estudante cego (Bernardo; Garcez; Santos, 2019, Sartoretto; Bersch, 2025).

**Figura 2** – Imagem do coração braillizada para impressão



**Fonte:** Trindade; Rust, 2023.

Já o segundo PE primou pela exploração do canal auditivo, por meio da exibição de um vídeo sobre a ação das plaquetas com o recurso da audiodescrição. A audiodescrição é um importante recurso de TA que proporciona aos estudantes não apenas o acesso ao conteúdo exibido no vídeo, mas a acessibilidade social por possibilitar a participação das pessoas com DV em espaços primordialmente, visual, como cinemas, teatros. Compreende-se a audiodescrição

[...] como um modo de tradução audiovisual intersemiótico, onde o signo visual é transposto para o signo verbal. Essa transposição caracteriza-se pela descrição objetiva de imagens que, paralelamente e em conjunto com as falas originais, permite a compreensão integral da narrativa audiovisual. Como o próprio nome diz, um conteúdo audiovisual é formado pelo som e pela imagem, que se completam. A audiodescrição vem então preencher uma lacuna para o público deficiente visual (Franco, 2021, s/p).

Além da audiodescrição como recurso de acessibilidade, Machado e Silva (2024) complementam a abordagem com modelos tridimensionais (Figura 3), que podem ser adquiridos ou desenvolvidos artesanalmente pelo professor, configurando assim uma abordagem que também faz uso de diferentes estratégias de acessibilidade: recursos táteis, a audiodescrição e materiais impressos em braille e em tinta em formato ampliado. Embora a audiodescrição se configure como um serviço de TA (Sartoretto; Bersch, 2025), ela foi utilizada como recurso de acessibilidade pedagógica que se mostra fundamental na educação de estudantes com DV. Cabe ao professor que desconhece as suas técnicas a sensibilidade de oferecer ao estudante a possibilidade de descrever imagens, esquemas e conteúdo inacessível, de acordo com as características do conteúdo e de seus estudantes. Assim, deve fazer uso de diferentes exemplos, analogias e, sempre que possível, recorrer aos materiais concretos.

**Figura 3** – Materiais tridimensionais



**Fonte:** Adaptada de Machado; Silva, 2024.

Os produtos educacionais “Kit de mediação e transferência de líquidos direcionados para alunos com deficiência visual: manual de construção e utilização” (Sampaio; Cruz, 2023) e “Pirâmide Multissensorial para o Ensino de Cadeia Alimentar, Fluxo de Energia e Ciclo da Matéria às Pessoas Cegas” (Santos; Rust, 2023), buscaram acessibilizar o conteúdo proposto em cada um deles por meio de tecnologias mais inovadoras, que exigem processos de elaboração mais ousados e tecnológicos. Enquanto Sampaio e Cruz (2023) recorreram ao sensor de nível de líquido para possibilitar as pessoas cegas manipularem pipetas de vidro utilizadas em aulas experimentais, Santos e Rust (2023), utilizaram os sensores de proximidade para tornar o recurso interativo e lúdico para os estudantes.

O PE de Sampaio e Cruz (2023) possui uma bandeja que foi produzida com materiais de baixa complexidade, com espaços direcionados ao encaixe de vidrarias, facilitando o uso por estudantes cegos sem o risco de queda. Após os recortes realizados na placa de isopor, uma folha de E.V.A. foi aquecida com soprador de ar quente para possibilitar a moldagem. Para tornar a prática de transferência de líquidos acessíveis aos estudantes, foi adicionada linhas na graduação da pipeta, dessa forma, é possível a identificação pelo aluno cego. O sensor de detecção de líquidos deve ser posicionado na pipeta com auxílio de velcro, há indicações no sensor com miçangas para orientar o seu correto posicionamento (Figura 4). Todas as informações de montagem e utilização do PE estão descritas no manual.

**Figura 4** – Materiais acessibilizados para a transferência de líquido.- Bandeja



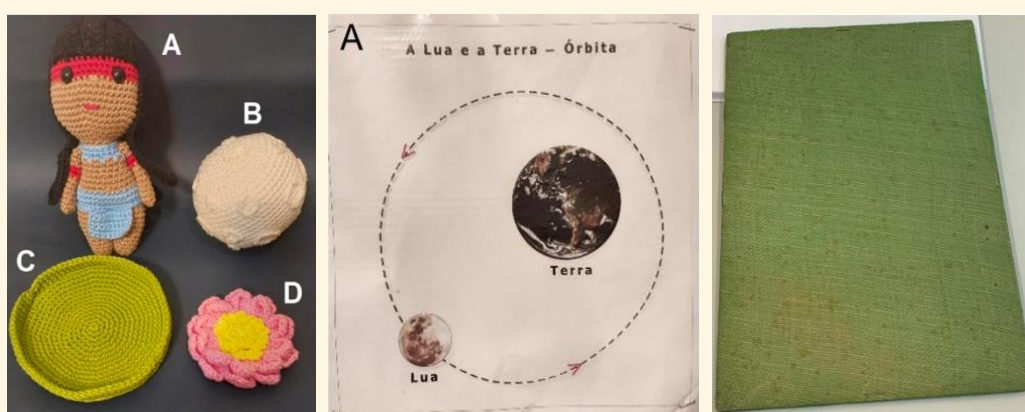
**Fonte:** Adaptada de Sampaio; Cruz, 2023.

A pirâmide multissensorial desenvolvida por Santos e Rust (2023) oferece uma experiência que combina estímulos táteis e auditivos, explorando assim os demais sentidos dos estudantes cegos, estratégia fundamental para o acesso a conteúdo abstrato e imagético. Trata-se de um recurso assistivo inovador que amplia a interação, a compreensão e o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem científica. A pirâmide permite o encaixe de peças contendo diferentes seres vivos que correspondem aos níveis tróficos da cadeia alimentar (Figura 5). Assim, ao encaixar os elementos em uma face da pirâmide, o aluno recebe a informação sonora indicando se a escolha está correta e apresenta a conceituação inerente ao conteúdo. De forma similar, na outra face da pirâmide, o estudante encaixa os seres vivos de acordo com o fluxo de energia que é transferido em uma cadeia alimentar. A pirâmide emite sinal sonoro indicando maior ou menor fluxo energético entre os seres vivos. As orientações de uso estão presentes em braille na terceira face da pirâmide.



conteúdo abstrato e visual. As autoras pontuam que os objetos produzidos em crochê podem ser substituídos por elementos facilmente adquiridos em lojas de brinquedos e que o material tátil especializado é distribuído gratuitamente pelo IBC, possibilitando a replicação do PE em sua íntegra. O estudo demonstra a importância da utilização de múltiplas linguagens (visual, auditiva e tátil) no ensino de Ciências, destacando a necessidade de acessibilizar conteúdos midiáticos para garantir a equidade no acesso à informação.

**Figura 6:** Recursos utilizados na sequência didática. Objetos tridimensionais representando os personagens; prancha bidimensional; tela de desenho.



**Fonte:** Adaptada de Coutinho; Rust, 2023.

Os cinco PEs avaliados se destacam pela utilização de diferentes e diversificados recursos de acessibilidade, dentre os quais evidenciam-se: a presença do Sistema Braille, a exploração do tato e da audição, materiais concretos, softwares de transcrição e materiais impressos em tinta e em impressoras braille. Além disso, salienta-se a presença da literatura como aporte didático e a audiodescrição, enquanto serviço de TA que ganha contornos pedagógicos essenciais para as aulas de ciências da natureza. Tais estratégias são apontadas na literatura como fundamentais na educação de estudantes com DV, mas ganham contornos de inovação quando promovem uma mudança de paradigma no chão da escola.

## *2. Impactos no Ensino de Ciências para estudantes com DV*

As pesquisas realizadas por Santos-Souza e Galieta (2019) e Martiol (2025) apontam para a escassez de trabalhos científicos voltados para o ensino de Ciências da Natureza a estudantes com DV. O estudo produzido por Theodoro, Costa, Almeida

(2015), que realizou o levantamento dos princípios recursos didáticos utilizados por docentes de ciências e biologia em 55 escolas municipais brasileiras, explicita que a grande maioria dos professores utilizam o livro didático, quadro e giz como principal tecnologia educacional como auxílio no processo de ensino. Assim, os produtos elencados neste estudo demonstram um impacto significativo no ensino de Ciências da Natureza para estudantes com DV ao promoverem a acessibilidade didática de conceitos tradicionalmente transmitidos de forma visual.

Ao explorar o sistema circulatório por meio de modelos táteis, objetos tridimensionais ou audiovisual acompanhados de audiodescrição, os alunos podem entender melhor a circulação do sangue e sua função. Da mesma forma, atividades que envolvem exploração sensorial da cadeia alimentar ou das fases da lua promovem uma aprendizagem mais significativa, pois estimulam diferentes sentidos e facilitam a compreensão de conceitos abstratos. Os produtos aqui apresentados corroboram com os preceitos de Candau (1978) que se pautam na inserção de tecnologias educacionais como ferramenta de transformação e inovação da prática pedagógica. Esses materiais contribuem para a efetiva participação dos estudantes cegos e com baixa visão em atividades teóricas e práticas, mediadas pelo professor, possibilitando um aprendizado mais autônomo, inclusivo e significativo. Embora todos os produtos analisados tenham sido desenvolvidos e aplicados com estudantes com DV em um contexto de escola especializada na temática, todos evidenciam estratégias que podem ser utilizadas em contextos inclusivos. Assim, a partir da perspectiva da educação inclusiva, cada PE articula práticas inovadoras que combinam tecnologias educacionais, TA e metodologias que visam a participação efetiva de todos os estudantes.

Para promover uma aprendizagem significativa entre estudantes com deficiência visual, é fundamental desenvolver estratégias e recursos didáticos acessíveis que considerem e respeitem as especificidades de cada indivíduo. A aquisição desses conhecimentos por parte do professor deve ser feita ainda na licenciatura, entretanto, como demonstrado no estudo de Silva, Bento e Seixas (2024) há uma carência de disciplinas sobre a EE nos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas. Nesse contexto, ganham relevância os produtos educacionais desenvolvidos por Trindade e Rust (2023), Machado e Silva (2024) e Coutinho e Rust (2023), por oferecerem aos professores estratégias acessíveis já prontas para aplicação. O primeiro deles, disponibiliza imagens táteis já brailizadas e prontas para impressão, acompanhadas de orientações de uso voltadas aos professores, o que permite a implementação de recursos acessíveis mesmo

por docentes que não possuem formação específica em sua elaboração. As imagens encontram-se disponíveis em repositório aberto e podem ser utilizadas em diferentes realidades educacionais, ultrapassando assim os muros da escola especializada onde foi desenvolvido e testado. O material é direcionado a estudantes dos anos finais do ensino fundamental, ensino médio e graduação. Cabe destacar que, do ponto de vista pedagógico, para uma compreensão mais aprofundada da anatomia do coração por parte do estudante cego, recomenda-se a utilização de modelos tridimensionais táteis associados aos materiais bidimensionais.

Os outros dois produtos educacionais destacados consistem em sequências pedagógicas que incorporam distintas tecnologias educacionais, permitindo que estudantes com DV compreendam conteúdos tradicionalmente abstratos e fortemente baseados na visualidade. O PE elaborado por Machado e Silva (2024) também tem como foco o Sistema Circulatório, entretanto, foi elaborado para estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental. A abordagem utilizada é mais lúdica envolvendo o uso de vídeo, com recurso de audiodescrição; materiais táteis tridimensionais com alto contraste; textos em braille e tinta ampliada; e um Quiz, ampliando as possibilidades de compreensão dos estudantes por meio da exploração sensorial e da escuta qualificada. O impacto dessa proposta no ensino de Ciências se evidencia na ampliação do acesso ao conhecimento científico por meio da eliminação de barreiras sensoriais, bem como na valorização da diversidade no planejamento pedagógico.

A sequência didática desenvolvida por Coutinho e Rust (2023) articula o uso da literatura infantil ao ensino das fases da Lua, integrando diferentes gêneros textuais à construção do conhecimento científico. A proposta tem início com uma abordagem poética sobre a Lua, que visa mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes. A partir dessa escuta sensível, a sequência avança para a introdução dos primeiros conceitos científicos, os quais são aprofundados por meio da exibição de um vídeo com recurso de audiodescrição e da leitura de um livro de literatura infantil. Como estratégia para avaliar a compreensão e a significação dos conceitos pelos estudantes, as autoras propõem a produção de desenhos, a construção de objetos e a criação coletiva de uma poesia relacionada à temática abordada. Essa combinação de estratégias acessíveis permite o desenvolvimento de atividades significativas para estudantes com deficiência visual, favorecendo tanto a compreensão conceitual quanto o desenvolvimento da linguagem e do pensamento abstrato. A proposta também se destaca por sua versatilidade, podendo ser adaptada para o ensino de outros conteúdos de Ciências que possuem forte apelo

visual. Ao aliar recursos literários, tecnológicos e acessíveis, a sequência contribui para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, conforme proposto por Vygotsky (2009), e amplia as possibilidades de aprendizagem de conceitos científicos em contextos inclusivos.

Os produtos elaborados por Sampaio e Cruz (2023) e Santos e Rust (2023) incorporam tecnologias educacionais de média a alta complexidade, exigindo do professor um maior envolvimento técnico para sua replicação. A inovação reside na integração de sensores eletrônicos que emitem sinais sonoros associados a elementos táteis, ampliando as possibilidades de acesso ao conteúdo por estudantes com DV. Essa combinação tecnológica favorece a construção de práticas pedagógicas inclusivas e transformadoras, em consonância com as reflexões de Oliveira e Courela (2013) sobre a urgência de inovações nos processos de inclusão escolar. Apesar de ambos os produtos utilizarem sensores como recurso de acessibilidade, suas abordagens didáticas e os impactos gerados na aprendizagem dos estudantes diferem, evidenciando a diversidade de caminhos possíveis para o ensino de Ciências acessível.

O recurso elaborado por Sampaio e Cruz (2023) tem como foco promover o acesso em aulas experimentais de ciências. A utilização de práticas laboratoriais é recorrente no ensino de ciências, mas o simples ato de transferir uma solução entre recipientes, por seu aspecto estritamente visual, torna-se um impeditivo para a participação significativa de estudantes com DV nas aulas. Assim, a proposta elaborada pelos autores transcende o uso exclusivo por professores de Ciências, podendo também ser produzido e utilizado por profissionais de salas de recursos multifuncionais, técnicos de laboratórios escolares e demais educadores comprometidos com a promoção da educação inclusiva. Com base em sua concepção e funcionalidade, o kit contribui significativamente para a autonomia dos estudantes cegos em contextos experimentais, ao mesmo tempo em que fomenta práticas pedagógicas inclusivas, colaborativas e sensíveis às necessidades específicas dos alunos com deficiência visual. Possibilitar que estudantes cegos participem de aulas experimentais em laboratórios de ciência é uma forma clara de inseri-los ativamente no processo educacional, o que consideramos essencial para a inclusão escolar.

No produto desenvolvido por Santos e Rust (2023), a utilização de sensores e outros componentes eletrônicos têm como objetivo central promover experiências lúdicas e interativas. A proposta permite que os estudantes com deficiência visual construam cadeias alimentares e compreendam o fluxo de energia por meio da manipulação concreta de objetos, favorecendo a aprendizagem significativa. A partir desta interação

do estudante com a pirâmide, e por meio da mediação do professor, possibilita a transformação de conhecimentos espontâneos, oriundos de vivências de aprendizado não formais, em conceitos científicos. Esse processo contribui para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores (Vigotski, 2009). O recurso envolve a utilização de estratégias, materiais e tecnologias diferenciadas, que visam alterar a crença de que estudantes cegos não são capazes de aprender conteúdo abstrato e com apelo visual. Essa é a perspectiva defendida por Oliveira e Courela (2013), quando apontam a necessidade de transformação do ambiente escolar por meio de práticas inovadoras e acessíveis, como condição para o processo de inclusão.

De modo geral, o impacto dos cinco Produtos Educacionais no ensino de Ciências está na ampliação das possibilidades de aprendizagem significativa para estudantes com deficiência visual, superando práticas excludentes que historicamente se apoiam exclusivamente na visualidade como meio de acesso ao conhecimento científico. Ao integrar recursos táteis e estratégias acessíveis no ensino de conteúdos como sistema circulatório, fases da Lua, cadeia alimentar, fluxo de energia e práticas experimentais, os materiais promovem acessibilidade epistemológica e favorecem a participação ativa desses estudantes no processo educacional.

### **Considerações finais**

As condições de trabalho nas escolas brasileiras frequentemente não oferecem o suporte necessário para uma educação verdadeiramente inclusiva, marcadas pela escassez de recursos materiais e humanos. Apesar desse cenário desafiador, o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias educacionais acessíveis, assim como o uso de recursos de Tecnologia Assistiva, revelam-se fundamentais para a promoção do direito à educação de estudantes com deficiência. A promoção de uma educação científica inclusiva requer o investimento em recursos e estratégias pedagógicas que respeitem e dialoguem com as diversas formas de percepção e cognição. A tecnologia, quando integrada a práticas reflexivas e sensíveis, torna-se uma ferramenta de empoderamento para os estudantes com DV. O papel do professor, como mediador entre os recursos e o conhecimento, permanece central nesse processo, reafirmando a necessidade de sua formação continuada e da construção coletiva de práticas pedagógicas acessíveis, equitativas e socialmente justas.

Assim, reafirmamos a potência dos programas de Mestrado Profissional, em especial aqueles na área de ensino, que tem contribuído fortemente para instrumentalizar

as escolas e seus profissionais com recursos que favorecem o processo de inclusão. No estudo em tela, a diversidade e a relevância das estratégias pedagógicas empregadas nos PEs envolvem sequências didáticas estruturadas, exploração sensorial (tátil, auditiva e multissensorial), produção de materiais pelos próprios alunos, uso da literatura infantil, atividades criativas como modelagem e composição de poesias, além de propostas de avaliação flexíveis. Os objetivos de inclusão vão além da simples transmissão de conteúdos, buscando desenvolver a autonomia, o protagonismo e habilidades de investigação científica.

Diante do cenário de escassez de iniciativas voltadas ao ensino de Ciências para estudantes com deficiência visual, os produtos educacionais analisados neste estudo revelam-se como importantes contribuições para a promoção da inclusão e da acessibilidade epistemológica nesse campo do conhecimento. Cada proposta, a seu modo, rompe com práticas tradicionais centradas na visualidade e amplia as possibilidades de participação ativa dos estudantes cegos e com baixa visão em contextos escolares diversos. Ao incorporar tecnologias educacionais acessíveis, que vão desde recursos táteis e audiovisuais com audiodescrição até dispositivos com sensores eletrônicos, os produtos não apenas facilitam o acesso ao conteúdo científico, mas também transformam as práticas pedagógicas, tornando-as mais equitativas, sensíveis à diversidade e alinhadas com os princípios da educação inclusiva. Os impactos identificados transcendem a simples adaptação de materiais, configurando-se como estratégias potentes de ressignificação do ensino de Ciências, capazes de fomentar aprendizagens significativas, autonomia e desenvolvimento cognitivo para todos os estudantes.

## Referências

ANJOS, M. B.; PEREIRA, M. V.; RÔÇAS, G. Nós que aqui estamos por vós esperamos: a desejada aproximação entre educação básica e pesquisadores em ensino de ciências. **Espaço Pedagógico**, Passo Fundo, v. 25, n. 2, p. 528-545, maio/ago. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5335/rep.v25i2.8177>. Acesso em: 2 abr. 2025.

BARROS, E. C.; VALENTIM, M. C.; MELO, M. A. A. O debate sobre o mestrado profissional na Capes: trajetória e definições. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, DF, v. 2, n. 4, 2011. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/84>. Acesso em: 4 abr. 2025.

BERNARDO, F. G.; GARCEZ, W. R.; SANTOS, R. C. Recursos e metodologias indispensáveis ao ensino de Matemática para alunos com deficiência visual. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Duque de Caxias, v. 9, n. 1, 2019. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/4970>. Acesso em: 17 dez. 2025.

BERNARDO, F. G. B.; RUST, N. M. A utilização de materiais grafo-táteis para o ensino de ciências e matemática para alunos com deficiência visual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, 8., 2018, São Carlos. **Anais [...]**. Campinas: Galoá, 2018. v. 3. p. 1-19.

BORGES, F.; CYRINO, M. C. C. T. Análise de investigações brasileiras que discutem a formação inicial de professores em uma perspectiva inclusiva. **Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 15, n. 29, p. 1-21, mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.59666/areete.v15.2081>. Acesso em: 17 dez. 2025.

BRASIL. [Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004]. **Regulamenta as Leis nº 10.048 e 10.098 e estabelece normas gerais para a promoção da acessibilidade**. Brasília, DF, 2004b. Disponível em: <http://www3.dataprev.gov.br/SISLEX/paginas/23/2004/5296.htm>. Acesso em: 15 abr. 2023.

BRASIL. [Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005]. **Regulamenta a Lei nº 10.436 e dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras**. Brasília, DF, 2004a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, DF: MEC, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2025.

BRASIL. [Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015]. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). Acesso em: 2 abr. 2025.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portaria nº 389, de 23 de março de 2017**. Dispõe sobre o mestrado e doutorado profissional no âmbito da pós-graduação stricto sensu. Brasília, DF: CAPES, 2017. Disponível em:

<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/24032017-PORTARIA-No-389-DE-23-DE-MARCO-DE-2017.pdf>. Acesso em: abr. 2025.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento de Área – Ensino**. Brasília, DF: CAPES, 2019.

BRASIL. [Lei nº 14.126, de 22 de março de 2021]. **Classifica a visão monocular como deficiência sensorial, do tipo visual**. Brasília, DF, 2021.

BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

CANDAU, V. M. F. Tecnologia educacional: concepções e desafios. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 28, p. 61-66, 1979. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/1696>. Acesso em: 17 dez. 2025.

COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS. **Ata da VII Reunião do Comitê de Ajudas Técnicas – CAT**. Brasília, DF: CORDE, 2007. Disponível em: [http://www.galvaofilho.net/CAT\\_Reuniao\\_VII.pdf](http://www.galvaofilho.net/CAT_Reuniao_VII.pdf). Acesso em: 2 ago. 2024.

COUTINHO, J. F. B.; RUST, N. M. **Sequência didática: o ensino das fases da lua para alunos com deficiência visual dos anos iniciais**. Rio de Janeiro: IBC, 2023. (Produto Educacional). Disponível em: <http://repositorio.ibc.gov.br/TerminalWebRI/acervo/detalhe/17193>. Acesso em: mar. 2025.

FRANCO, E. **Definição de Audiodescrição**. [S. l.]: Ver com Palavras, 2023. Disponível em: <http://www.vercompalavras.com.br/definicoes>. Acesso em: set. 2023.

GRIFFIN, H. C.; GERBER, P. J. Desenvolvimento tátil e suas implicações na educação de crianças cegas. **Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n. 5, 1996. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/658>. Acesso em: 14 fev. 2025.

MACHADO, N. S.; SILVA, A. C. **Sequência didática sobre o Sistema Circulatório para alunos com deficiência visual usando o vídeo audiodescrito Plaquetas em Ação**. Rio de Janeiro: IBC, 2023. (Produto Educacional). Disponível em: <http://repositorio.ibc.gov.br/TerminalWebRI/Resultado/Listar?guid=1745851460722>. Acesso em: mar. 2025.

MARTIOL, R. **Inclusão de estudantes com deficiência visual no ensino de ciências/biologia**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/264334>. Acesso em: 17 dez. 2025.

MOREIRA, M. C. A. *et al.* Produtos educacionais de um curso de mestrado profissional em ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/5697>. Acesso em: 4 abr. 2025.

OLIVEIRA, I.; COURELA, C. Mudança e inovação em educação: o compromisso dos professores. **Interacções**, [s. l.], v. 9, n. 27, 2014. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/3404>. Acesso em: 28 abr. 2025.

RÔÇAS, G.; BOMFIM, A. M. Do embate à construção do conhecimento: a importância do debate científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 3-7, 2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132018000100003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132018000100003). Acesso em: 4 abr. 2025.

SAMPAIO, L. S.; CRUZ, V. S. **Kit de mediação e transferência de líquidos direcionados para alunos com deficiência visual**: manual de construção e utilização. Rio de Janeiro: IBC, 2023. (Produto Educacional). Disponível em: <http://repositorio.ibc.gov.br/TerminalWebRI/Resultado/Listar?guid=1745851053300>. Acesso em: mar. 2025.

SANTOS, W. D.; RUST, N. M. **Pirâmide multissensorial para ensino de cadeia alimentar, fluxo de energia e ciclo da matéria às pessoas cegas**. Rio de Janeiro: IBC, 2023. (Produto Educacional). Disponível em: <http://repositorio.ibc.gov.br/TerminalWebRI/Resultado/Listar?guid=1745851267239>. Acesso em: mar. 2025.

SANTOS-SOUZA, K.; GALIETA, T. Ensino de Ciências e Educação Inclusiva: uma análise dos trabalhos apresentados no ENPEC. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., 2019, Natal. **Atas [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1657-1.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2025.

SANTOS-SOUZA, K.; GALIETA, T. Educação inclusiva e ensino de ciências: formação e práticas de professoras em atuação na educação básica. **RIEcim: Revista Interdisciplinar de Ensino de Ciências e Matemática**, Araguaína, v. 2, n. 1, p. 26-43, 2022.

SARTORETTO, M.; BERSCH, R. Tecnologia assistiva no contexto educacional inclusivo. In: DUTRA, C. P. (org.). **Educação em pauta 2024**: desafios da educação especial na perspectiva inclusiva no Brasil. Brasília, DF: OEI, 2024. p. 110-125.

SILVA, S. N. L.; BENTO, V. F.; SEIXAS, C. P. Formação de professores e educação especial: análise das matrizes curriculares das licenciaturas públicas do estado do Rio de Janeiro. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 1-27, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1984686X88207>. Acesso em: 17 dez. 2025.

SOUZA, L. K. Pesquisa com análise qualitativa de dados: conhecendo a análise temática. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 2, p. 51-67, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.36482/1809-5267.ARBP2019v71i2p.51-67>. Acesso em: 17 dez. 2025.

STELLA, L. F.; MASSABNI, V. G. Ensino de ciências biológicas: materiais didáticos para alunos com necessidades educativas especiais. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 353-374, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190020006>. Acesso em: 17 dez. 2025.

THEODORO, F. C. M.; COSTA, J. B. S.; ALMEIDA, L. M. Modalidades e recursos didáticos mais utilizados no ensino de Ciências e Biologia. **Estação Científica**, Macapá, v. 5, n. 1, p. 127-139, jan./jun. 2015.

TRINDADE, M. E. C.; RUST, N. M. **Sistema circulatório tátil**: manual de utilização. Rio de Janeiro: IBC, 2023. (Produto Educacional). Disponível em: <http://repositorio.ibc.gov.br/TerminalWebRI/Resultado/Listar?guid=1745850882951>. Acesso em: mar. 2025.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

## Capítulo 4

# Tecnologias digitais e analógicas no ensino de matemática a pessoas com deficiência visual

### AUTORIA

Fábio Garcia Bernardo<sup>15</sup>

### PALAVRAS-CHAVE

Educação Especial;  
Educação Inclusiva;  
Tecnologia Assistiva;  
Acessibilidade.

### RESUMO

A inclusão educacional de estudantes com Deficiência Visual (DV) no ensino de Matemática exige práticas pedagógicas acessíveis, que combinem Tecnologia Assistiva, recursos analógicos e digitais. Este artigo discute a necessidade de transformar o currículo escolar para torná-lo mais inclusivo, considerando as múltiplas linguagens da Matemática e superando barreiras que impedem o aprendizado mais equânime. Fundamentado no Desenho Universal para a Aprendizagem, em diferentes diretrizes educacionais e em pesquisas na área, o estudo propõe o uso de recursos grafotáteis, leitores de tela, softwares de transcrição e modelos bi e tridimensionais para promover o protagonismo estudantil. Analisando o impacto de práticas inovadoras, ressalta-se a importância de alterar crenças e metodologias conservadoras, rompendo com a crença de que estudantes com DV não são capazes de aprender matemática. A pesquisa, de natureza qualitativa, utiliza a revisão integrativa como percurso metodológico para apontar caminhos que efetivem a inclusão escolar como um direito humano e social.

---

<sup>15</sup>Instituto Benjamin Constant, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [fabiobernardo@ibc.gov.br](mailto:fabiobernardo@ibc.gov.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3785-4184>

## Introdução

A inclusão educacional de estudantes com Deficiência Visual (DV) no ensino de Matemática requer a adoção de práticas pedagógicas acessíveis, que considerem tanto o uso de tecnologias digitais quanto de recursos analógicos e de Tecnologia Assistiva (TA). Garantir o direito à aprendizagem desses estudantes implica a necessidade de reestruturação das escolas para que possam oferecer um currículo com menos barreiras, assegurando que todos avancem em seus percursos escolares com equidade e autonomia.

Nesse contexto, a acessibilidade deve ser entendida como um princípio fundamental para o ensino, em especial da Matemática, em função das diferentes linguagens existentes nesse componente curricular, tal como a linguagem gráfica, algébrica, bi e tridimensional, textual e imagética, sempre presente no desenvolvimento do conteúdo. O currículo escolar tradicional, pronto, pensado para a média, sugerindo que o alunado se adapte a este, apresenta obstáculos invisíveis que dificultam a sua compreensão (CAST, 2013; Bersch, 2024; Sebastián-Heredero, 2020), principalmente no aprendizado de conceitos matemáticos por estudantes cegos ou com baixa visão. Dessa forma, a utilização de materiais pedagógicos acessíveis, como recursos grafotáteis, softwares de leitura de tela, audiodescrição, modelos tridimensionais e ferramentas digitais, tornam-se essenciais para promover o aprendizado significativo e a participação ativa desses estudantes nas aulas.

As diretrizes educacionais brasileiras, fundamentadas na Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (PNEEPEI) (Brasil, 2008) e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), reforçam a necessidade de a escola desenvolver práticas pedagógicas que garantam a equidade no ensino. Nesse sentido, a utilização de recursos de TA e a incorporação de estratégias baseadas no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) podem ampliar significativamente as oportunidades.

Diante desse cenário, este artigo discute a importância da utilização de recursos pedagógicos acessíveis no ensino de Matemática para estudantes com DV, destacando a necessidade de uma transformação curricular que contemple múltiplas formas de ensino. Além disso, serão apresentados recursos e estratégias que favoreçam e potencializem a inclusão e potencializam o desenvolvimento das habilidades matemáticas desses estudantes, contribuindo para um ambiente educacional mais equitativo e acessível.

A Tecnologia Assistiva, uma área do conhecimento em franca expansão, se assenta no princípio de que as pessoas com deficiência são cidadãos de direitos e, portanto, precisam ter condições para estudar, trabalhar e acessar os artefatos culturais e científicos da sociedade (Galvão Filho, 2013; Bersch, 2017; Sartoretto; Bersch, 2024). Além de abranger produtos, a TA também é reconhecida por oferecer recursos e serviços destinados às pessoas com deficiência, mobilidade reduzida e pessoas idosas, tendo como objetivo proporcionar mais autonomia, independência e qualidade de vida para essas pessoas (Sonza; Salton; Poletto, 2020).

Consideramos a TA um meio que possibilita acessibilidade em suas diferentes dimensões, de modo a oferecer condições para que todos possam aprender com mais autonomia, tendo suas necessidades individuais e coletivas respeitadas. Nesse contexto, trazemos para essa discussão a importância de a escola e os profissionais da educação se aterem a estratégias cada mais universalistas, considerando a escassez e a falta de recursos materiais e humanos para atender à crescente demanda da diversidade.

Modelos tradicionais e conservadores de ensino, centrados na figura do professor, têm provocado exclusão de muitos estudantes, em especial aqueles com deficiência. É necessária a ruptura dessas práticas, pois a diversidade exige ações para atender as demandas dos estudantes com DV e de outras minorias. O desafio é transformar a sala de aula em uma com perspectiva antirracista, que valorize o protagonismo feminino, que respeite os povos originários, que se atente a questões de gênero e sexualidade, que discuta a preservação do meio ambiente, que se apoie na ciência e seja pautada nos princípios dos direitos humanos.

Quando falamos em ruptura, pensamos em práticas mais inovadoras, que se traduzam em processos e não em ações pontuais. Não se trata de, somente, adquirir recursos tecnológicos ou adotar ações como um fim em si mesmo. Utilizamos o termo inovação como sendo o que envolve uma mudança de paradigma na atuação da escola e do professor frente aos desafios de se promover práticas de ensino que possam alcançar a todos. O conceito de inovação que norteia este trabalho se assenta em três dimensões assim definidas: a utilização de materiais ou tecnologias, o uso de novas estratégias ou atividades e a alteração de crenças por parte dos intervenientes (Fullan, 2007; Oliveira; Courella, 2013).

Mas como adotar práticas inovadoras, utilizar materiais e recursos que promovam a participação de todos e agenciar a alteração de crenças nas escolas e nos professores,

considerando o cenário de degradação e falta de investimentos na educação em passado recente de nossa história?

Para esse desafio, trazemos como contribuição os princípios do DUA (CAST, 2013; Sebastián-Heredero, 2020; Bernardo, 2024), entendendo este como a sistematização de práticas educativas já utilizadas por professores e pesquisadores mais experientes. Tradicionalmente, as atividades de ensino se concentram em ajudar os estudantes a se adaptarem ou se ajustarem ao currículo e aos métodos das escolas e dos professores. Em geral, buscam ajudar os estudantes a “superarem” suas dificuldades, com o objetivo de aprender seguindo um currículo preestabelecido, baseado no desenvolvimento de competências e habilidades. A “ajuda” se estabelece por meio de mediadores escolares, na maioria das vezes sem qualquer formação acadêmica para atuar junto aos estudantes. Também é apresentada em forma de salas de recursos multifuncionais, denominadas “Atendimento Educacional Especializado” presentes em poucas escolas e com profissionais/professores muitas vezes desviados de funções.

Essas abordagens, que se baseiam pelo assistencialismo, reconhecem o estudante com deficiência pautado em suas limitações, naquilo que ele não é capaz de fazer dentro de um currículo já prescrito na escola. Assim, não se observam os contextos, as limitações e as barreiras que impactam diretamente no aprendizado de todos. O DUA, por sua vez, direciona o olhar para o currículo, para as práticas e para as avaliações e suas barreiras. Sebastián-Heredero (2020) salienta que a maioria dos currículos tem dificuldades em adaptar-se às diferenças individuais, e é necessário reconhecer que são estes, os currículos, e não os estudantes, que precisam ser transformados. Segundo o autor, a flexibilização proposta pelo DUA é uma referência que corrige o principal obstáculo para promover aprendizado, os currículos inflexíveis e de “tamanho único” que geram barreiras não intencionais ao aprendizado.

Este texto, de natureza qualitativa, se inspira na revisão integrativa (Souza; Silva; Carvalho, 2010), que é um método que permite a síntese de estudos teóricos e empíricos sobre um tema específico, proporcionando uma compreensão abrangente do assunto. A abordagem combina dados de diferentes tipos de pesquisa para integrar os resultados e gerar reflexões mais amplas, vai além do levantamento bibliográfico, propondo reflexões e interpretações sobre os dados coletados, em busca da identificação de lacunas e perspectivas, apontando novos caminhos para pesquisas futuras.

Na sequência, discutimos os princípios do DUA (CAST, 2013; Sebastián-Heredero, 2020; Nunes; Madureira, 2015; Bernardo, 2024), que podem ser usados como

referenciais teóricos e como estratégias metodológicas quando se considera a Educação como uma questão de Direitos Humanos. Em seguida, apresentamos orientações e roteiros estruturados para o desenvolvimento e a utilização de recursos digitais e analógicos (Sartoretto; Bersch, 2024; Sonza; Salton; Poletto, 2020), com destaque para aqueles destinados ao ensino de Matemática, destacando suas potencialidades e possíveis aplicações para estudantes com DV (Segadas et al., 2018, 2023; Bernardo et al., 2020; Bernardo; Santos, 2024). Na utilização desses recursos, evidencia-se o essencial papel de mediador que deve ser desempenhado pelo professor e o processo colaborativo que deve ser exercido pelo Atendimento Educacional Especializado. Além disso, articulamos as discussões com algumas apreensões sobre a utilização desses recursos na perspectiva do conceito de mudança e inovação pedagógica (Fullan, 2007; Oliveira; Courel, 2017), com ações processuais e contínuas.

Nas Considerações Finais retomamos algumas ideias apresentadas no texto e reafirmamos a necessidade de investimentos massivos, não só na aquisição de recursos e materiais, mas principalmente na formação inicial e continuada dos profissionais da educação como caminho para a aquisição de conhecimentos acerca dos processos de ensino em tempos de diversidade. Esperamos assim trazer implicações para a prática pedagógica, sensibilizando profissionais, professores e pesquisadores a desenvolverem recursos cada vez mais acessíveis para a Educação Inclusiva.

## **O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)**

Nos ambientes de aprendizagem, como em escolas e universidades, a diversidade entre os estudantes é a regra, não a exceção. Quando os currículos são estruturados com base em uma média idealizada, acabam desconsiderando a ampla variabilidade existente entre os alunos. Esse modelo tradicional falha ao tentar garantir oportunidades justas e equitativas de aprendizagem, pois exclui aqueles cujas habilidades, conhecimentos prévios e motivações não se enquadram nesse padrão fictício (Sebastián-Herero, 2020).

Na diversidade estão os estudantes com deficiência, com transtornos do neurodesenvolvimento, com altas habilidades/superdotação, imigrantes, em situação de vulnerabilidade social, aqueles com diferentes estilos de aprendizagem e, quase todos, que se encontram na era digital, muitas vezes diferente dos professores, formados em outras realidades. O DUA reconhece essa diversidade ao propor flexibilidade nos objetivos, métodos, materiais e formas de avaliação, permitindo que os educadores

atendam às necessidades desse público. Assim, um currículo desenvolvido com base no DUA é planejado desde o início para ser acessível e inclusivo, garantindo maior equidade no processo educacional.

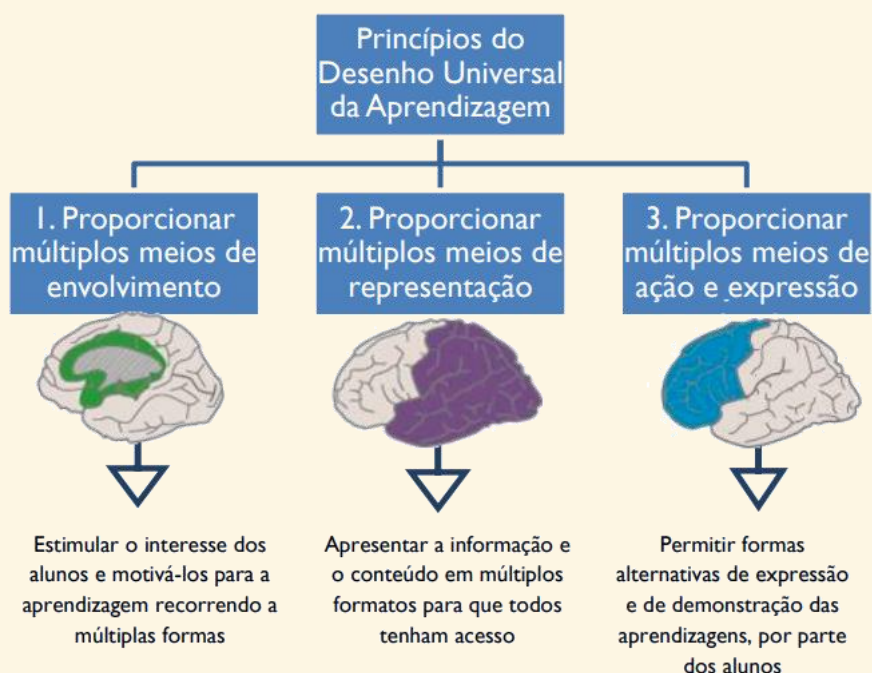
Bernardo (2024) argumenta que o DUA leva em conta o processo de ensino e aprendizagem, buscando compreender o modo como se aprende, as diferenças individuais e as estratégias necessárias para lidar com a diversidade. O DUA pressupõe a necessidade de o planejamento considerar a relação entre os objetivos, o currículo escolar, as características dos alunos, as estratégias facilitadoras da aprendizagem e as tecnologias educativas que podem favorecer e proporcionar acessibilidade aos conteúdos e atividades propostas em sala de aula.

O DUA se estrutura em três princípios e o primeiro, Engajamento, leva em conta que a motivação desempenha um papel crucial na aprendizagem e reconhece que os alunos diferem nos seus interesses e nas formas como podem ser envolvidos e motivados para aprender. O segundo princípio, das Múltiplas Representações, se traduz no próprio ato de ensinar. Quanto maior as possibilidades de apresentar um novo conhecimento, maiores serão as possibilidades de aprendê-lo (CAST, 2013; Bernardo, 2024). Para os estudantes com DV, é importante a utilização de tecnologias digitais e analógicas, além dos recursos de Tecnologia Assistiva para mediar a ação do professor e o conteúdo a ser trabalhado. Por fim, o terceiro e não menos importante, o princípio da Ação e Expressão, refere-se ao planejamento, à execução das tarefas e aos processos avaliativos: como organizar, expressar ideias e utilizar estratégias, por meio de modelos flexíveis em todas as etapas, principalmente nas avaliações (Bernardo, 2024). Em outras palavras, sugere que o professor forneça feedback relevante, contínuo e oportunidades flexíveis para avaliação, para que o estudante possa demonstrar o que aprendeu e novos caminhos possam ser tomados. A Figura 1<sup>16</sup> a seguir, sintetiza os três princípios do DUA.

---

<sup>16</sup> Esta e as demais imagens presentes no texto possuem texto alternativo

**Figura 1** – Princípios do Desenho Universal da Aprendizagem



**Fonte:** Princípios básicos do DUA (baseado em National Center On Universal Design for Learning, 2014, *apud* Nunes; Madureira, 2015).

Pesquisadores (CAST, 2013; Sebastián-Heredero, 2020; Nunes; Madureira, 2015; Bernardo, 2024) destacam que na educação para a diversidade é essencial se levar em conta que a motivação desempenha um papel crucial na aprendizagem e que esse é um passo importante no planejamento das aulas. O professor deve procurar conhecer seus alunos, seus contextos de vida, experiências, lacunas e fragilidades de seus processos educacionais. Além disso, é importante compreender quais são suas demandas, interesses e o que os motiva, para que o profissional possa planejar suas aulas de modo mais próximo ao perfil de sua turma. O DUA é ao mesmo tempo um olhar para todos, mas também para cada um, dentro da realidade de cada escola.

O Quadro 1, a seguir, apresenta algumas ações para cada um dos três princípios do DUA, quando se considera a presença de estudantes com DV nas aulas de Matemática:

**Quadro 1** – Ações para o trabalho com os três princípios do DUA

<b>Engajamento</b>	<b>Múltiplas representações</b>	<b>Ação e Expressão</b>
<p>Utilize a Literatura, a arte e a música para introduzir os conteúdos.</p> <p>Aborde problemas de urgência social, tais como os cuidados com o meio ambiente, gênero e diversidade e o protagonismo feminino.</p> <p>Exiba vídeos e filmes que abordam as ciências exatas.</p> <p>Apresente dados dos censos da educação e da saúde, saneamento básico e desigualdades sociais.</p> <p>Trate de fatos científicos relevantes nas diferentes áreas do conhecimento.</p> <p>Proponha experimentos simples, utilize instrumentos de medidas em situações e contextos inerentes à realidade da turma.</p>	<p>Apresente o conteúdo em texto (tinta ampliado e em braille, sempre que possível).</p> <p>Disponibilize o conteúdo em formato digital, em formato de áudio, por exemplo com episódios curtos de podcasts.</p> <p>Faça uso de materiais táteis e grafotáteis, em relevo, com texturas.</p> <p>Faça uso de materiais e modelos bi e tridimensionais, sempre que possível.</p> <p>Utilize o Código Matemático Unificado para apresentar e discutir a simbologia matemática.</p> <p>Faça uso das redes sociais de mensagem para se comunicar, enviar materiais textuais e complementares.</p> <p>Apresente instrumentos (régua, compasso, balanças, calculadoras etc.) adaptados e acessíveis.</p>	<p>Proponha atividades de leitura e debates em duplas, trios e coletivas.</p> <p>Avalie os conhecimentos prévios dos estudantes, reconheça-os frente a suas diferenças e potencialidades.</p> <p>Forneça feedback contínuo, incentive-os a participar das discussões.</p> <p>Proponha atividades em graus crescentes de dificuldades.</p> <p>Desafie os estudantes.</p> <p>Proponha avaliações flexíveis, ajustadas a necessidades individuais e coletivas (testes e provas discursivas e objetivas), avaliações por meio do Google Formulário, trabalhos em duplas e coletivos, seminários, envio de áudios com resumos/resenhas.</p>

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Em todas essas ações, sugere-se que o professor deva atuar enquanto mediador e incentivador dos processos, valorizando a produção individual/coletiva, de forma a motivar a participação dos alunos com metas e desafios adequados. Outro ponto importante é a necessidade se utilizar diferentes exemplos sobre o mesmo conteúdo, recorrer a analogias, mídias e outros formatos que ampliem as informações. Muitos estudantes com DV apresentam dificuldades com determinados exemplos e situações, pois não receberam estímulos sensoriais e experimentais nos primeiros anos de vida, ou seja, não receberam estimulação precoce, o que pode levar a não entenderem determinadas explicações do professor. Assim, tudo na sala de aula pode ser uma oportunidade de aprendizado e cabe ao professor (re)conhecer bem seus alunos.

## **Tecnologias Digitais e Analógicas no Ensino de Matemática para estudantes com DV**

Segundo a BNCC (Brasil, 2018, p. 8), o desenvolvimento de competências é definido como “a mobilização de conhecimentos, conceitos, procedimentos, habilidades

práticas, cognitivas e socioemocionais, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho”. Sobre a utilização crítica e reflexiva de tecnologias digitais, o documento sugere que este se dê no desenvolvimento de diferentes habilidades, ao longo de toda a Educação Básica. O tema norteia a educação de forma transversal e se faz presente na Competência Geral cinco, das dez previstas no documento, com o seguinte texto:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

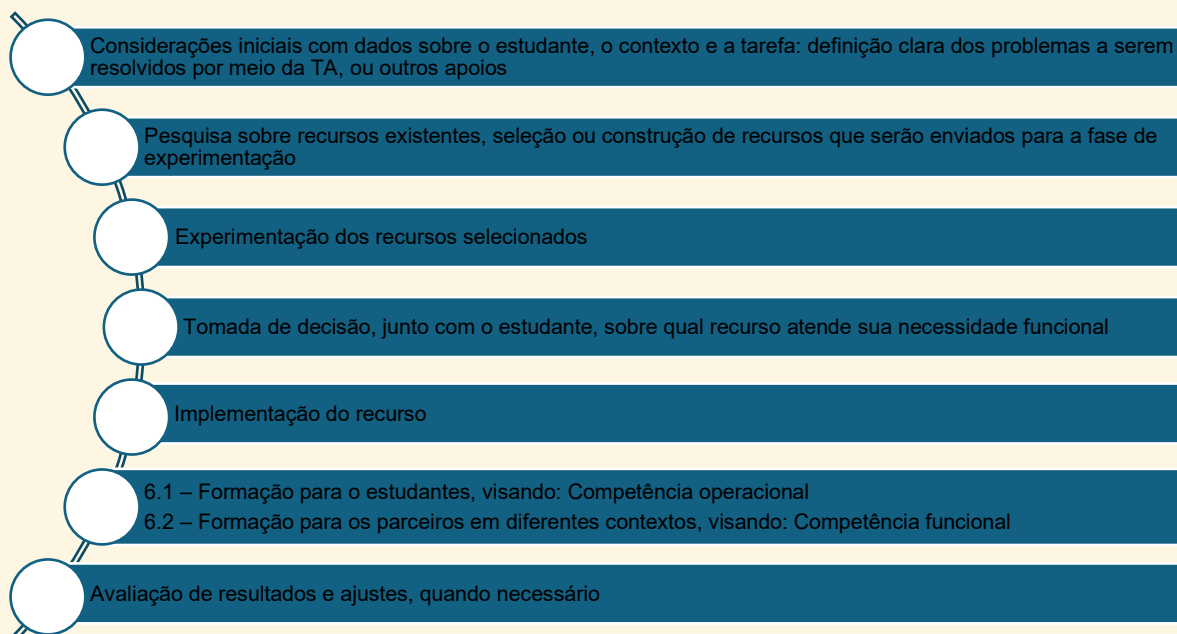
Portanto, não se trata apenas de utilizar recursos digitais, mas estes devem ser incentivados e propostos aos estudantes com reflexão, compreensão, ética e criticidade, tanto para obterem informação como também para produzirem e serem protagonistas do mundo. Embora a Educação Especial, a Educação Inclusiva e as recomendações explícitas para essas áreas do conhecimento tenham ficado de fora da BNCC (Brasil, 2018), para os estudantes com Deficiência Visual os recursos digitais e de Tecnologia Assistiva são essenciais e imprescindíveis. Pessoas com DV fazem uso recorrente de leitores de tela em celulares e computadores, utilizam aplicativos de reconhecimento e descrição de imagens, se comunicam por meio de mensagens de áudio, realizam compras e fazem pagamentos na internet. Essas e outras tarefas não seriam possíveis sem a tecnologia digital.

É de consenso na literatura a necessidade de (re)conhecer o discente em sua complexidade, seus contextos, demandas e habilidades, como ações inerentes ao planejamento das atividades de ensino e para a utilização adequada dos recursos. Isso se torna preponderante, pois os estudantes, com ou sem deficiência, precisam (re)conhecer a tecnologia como uma aliada de seu processo de ensino, como um meio e não como aquela que fará as tarefas em seu lugar. Para esse público, a TA ocupa um lugar de destaque, pois sem ela não há participação e as barreiras se sobrepõem aos professores, à escola e aos estudantes. De acordo com a LBI (Brasil, 2015), a TA é 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 e inclusão social.

Sartoretto e Bersch (2024, p. 288) argumentam que a TA é um conhecimento aplicado e é também um serviço que tem por objetivo promover ou qualificar o desempenho de pessoas com deficiência em funções variadas e, assim, romper impedimentos ou limitações de acesso e participação. Nessa lógica, Galvão Filho (2013) sustenta que esta pode ser vista como um tipo de mediação instrumental, relacionada com os processos que favorecem, compensam, potencializam ou auxiliam, também na escola, as habilidades ou funções pessoais comprometidas pela deficiência. Mas antes de decidir pelo uso de recursos de TA, o autor propõe uma reflexão que deve buscar responder a três perguntas “O quê? Para quem? e, também, Para quê?” (p.37). Esses são questionamentos que podem auxiliar os professores em sua tomada de decisão e no planejamento de suas aulas.

Além disso, Sartoretto e Bersch (2024) salientam que, na escola, o Atendimento Educacional Especializado (AEE) é caracterizado como um serviço de TA, que possui a atribuição de coordenar ações para identificar, elaborar e organizar os recursos de acessibilidade aos estudantes com deficiência, promovendo acessibilidade. Assim, é no AEE que se potencializa e se capacita o aluno a fazer uso de recursos de TA, sempre direcionando o olhar para o meio e para as barreiras que o impede de participar das atividades escolares. Os recursos educacionais, sejam eles digitais ou analógicos, são importantes instrumentos de acesso, participação e autonomia e devem ter a TA como um meio para tal. A Figura 2, a seguir, apresenta as etapas de avaliação e utilização da Tecnologia Assistiva e outros recursos de acessibilidade, propostos por Sartoretto e Bersch (2024):

**Figura 2** – Etapas de avaliação e utilização de recursos de acessíveis

**Fonte:** Adaptado de Sartoretto e Bersch (2024).

## Recursos digitais e de Tecnologia Assistiva na educação de estudantes com DV

Bernardo, Garcez e Santos (2019) apontam os principais recursos educacionais (incluindo os de TA), comumente utilizados por e com estudantes com DV na escola, dentre eles destacamos: lupas para aumento, bengalas para a locomoção, leitores de tela em celulares e computadores, Geoplano, Multiplano, Soroban, o Sistema Braille, o Código Matemático Unificado para Língua Portuguesa (Brasil, 2006), softwares de transcrição para o braille, impressoras braille e materiais grafotáteis. Acrescenta-se a esses os recursos a audiodescrição, audiolivros e conteúdo em áudio, popularizados pelos podcasts. Não vamos entrar no mérito sobre quais desses são recursos de TA ou apenas artefatos pedagógicos, mas vamos nos deter naqueles que podem fazer a diferença na educação de estudantes com DV, sobretudo para as aulas de Matemática.

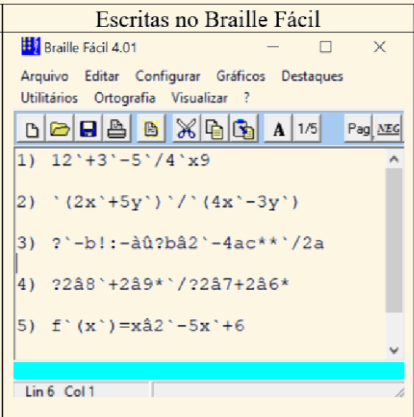
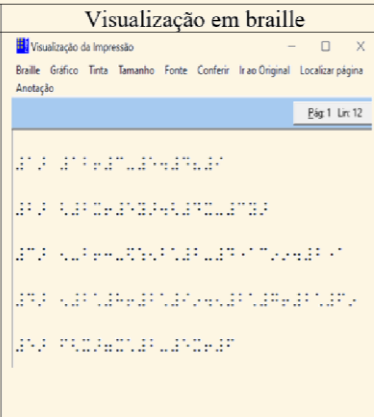
A competência 5 da BNCC reconhece o papel fundamental da tecnologia, além de seus impactos na vida pessoal e na sociedade, e estabelece que o estudante deve dominar o universo digital, sendo capaz, portanto, de fazer um uso qualificado e ético das diversas ferramentas existentes. Mas isso também precisa ser uma atribuição do professor, pois ele necessita dominar o uso desses recursos para auxiliar o estudante a utilizá-los, tanto para acesso, quanto para potencializar seu

aprendizado. Isso deve se dar, ainda, em colaboração com os profissionais do AEE. Segundo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (Brasil, 2008), o AEE deve identificar, elaborar e organizar recursos pedagógicos e de acessibilidade que eliminem barreiras à participação e ao aprendizado dos estudantes na escola regular. Tem papel de complementação e suplementação, e não substitui o ensino regular, mas o auxilia ou o suplementa. Além disso, o serviço deve ser realizado por um professor com formação em Educação Especial para atuar no atendimento às especificidades dos estudantes e auxiliar os professores nesse processo. A seguir, apresentamos alguns recursos que podem auxiliar o professor e o AEE a desenvolverem materiais acessíveis.

### Desenvolvimento e utilização de materiais com recursos digitais

Existem diferentes softwares e aplicativos que auxiliam na transcrição de textos e conteúdo para o Sistema Braille para posterior impressão em braille. Neste trabalho, vamos nos deter ao software Braille Fácil (BF), que foi desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ, mas não vamos nos ater às especificidades de sua utilização, e sim aos recursos pedagógicos que podem ser desenvolvidos por ele. Para conhecer um pouco mais sobre o software e suas potencialidades, recomendamos o artigo “O uso potencial do Software Braille Fácil (BF) para o ensino de matemática para alunos com deficiência visual” (Bernardo et al., 2020). Sobre os recursos pedagógicos que podem ser desenvolvidos no software, destacamos os textos com conteúdo matemático, quadros, tabelas, como se observa nas figuras, a seguir:

**Figura 3** – Adaptação de expressões matemáticas no Braille Fácil

Expressões em tinta	Escritas no Braille Fácil	Visualização em braille
1) $12 + 3 - \frac{5}{4} \times 9$ 2) $\frac{(2x + 5y)}{(4x - 3y)}$ 3) $\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ 4) $\frac{2^8 + 2^9}{2^7 + 2^6}$ $f(x) = x^2 - 5x + 6$		

Fonte: Bernardo et al. (2020).

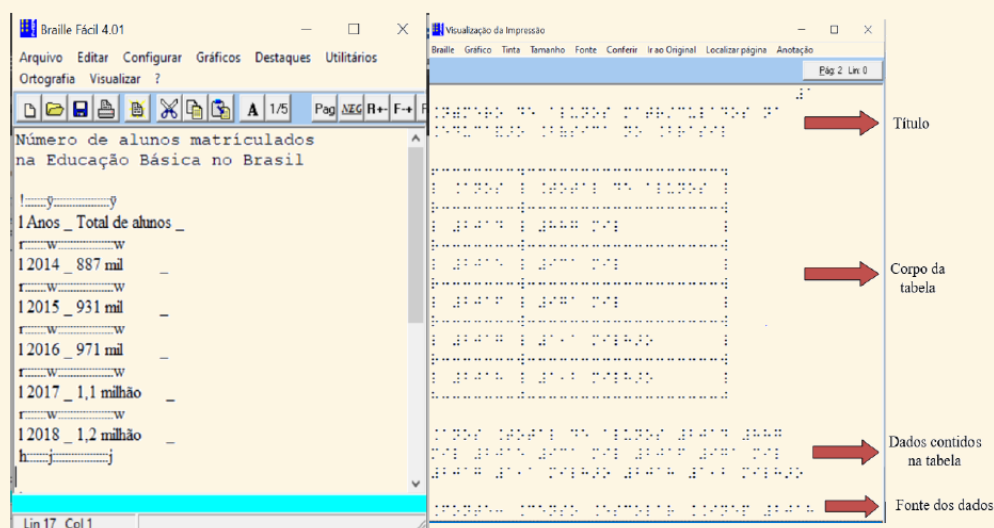
Na figura 3, os autores apresentam expressões matemáticas em tinta, a sua digitação no Software Braille Fácil (que deve ser feita pelos profissionais do AEE) e a respectiva transcrição para o braille, que se deu com auxílio do Código Matemático Unificado – CMU (Brasil, 2006). O CMU apresenta toda a simbologia matemática em braille, desde a mais elementar até aquela utilizada nos cursos de graduação, como as derivadas, integrais, vetores etc. O software possibilita, ainda, adaptar gráficos, quadros e tabelas para que possam ser impressos em braille. A Figura 4, a seguir, apresenta um quadro, com informações textuais e numéricas e a Figura 5, a sua adaptação e transcrição para o braille realizada no BF.

**Figura 4** – Exemplo de informações numéricas apresentadas por um quadro

Número de alunos matriculados na Educação Básica no Brasil	
Anos	Total de alunos
2014	887 mil
2015	931 mil
2016	971 mil
2017	1,1 milhão
2018	1,2 milhão

Fonte: Bernardo *et al.* (2020).

**Figura 5:** Adaptação e transcrição do quadro no Software Braille Fácil

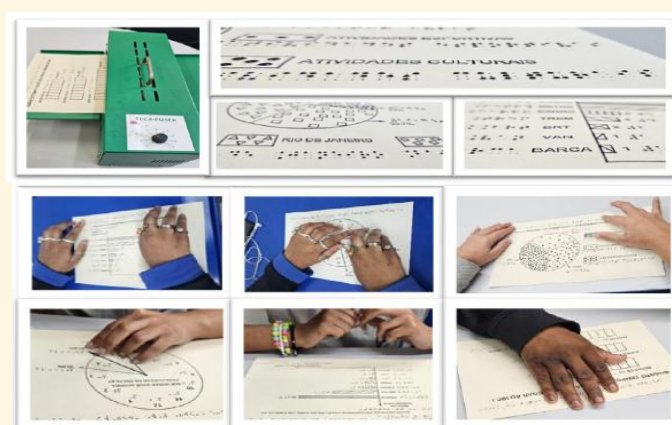


Fonte: Bernardo *et al.* (2020).

Observa-se que a digitação do texto no software não é trivial e necessita de apoio e colaboração de um profissional especializado. Isso é o que sugere a PNEEPEI (Brasil, 2008), na concepção do AEE, e Fullan (2007), quando discute as mudanças educacionais ao longo dos anos e reafirma que, para que sejam efetivas nos processos educacionais, devem se dar em diferentes aspectos e de forma colaborativa. Segundo o autor, as mudanças devem considerar a participação de professores, diretores, estudantes, consultores, pais e a comunidade, e, em maior amplitude, as ações devem incluir o papel preponderante das políticas públicas de incentivo ao desenvolvimento de novos recursos e os investimentos na formação profissional. Para Fullan (2007), sem esses aspectos em comum, as mudanças podem não se traduzir em inovação e acabam por fracassar. Portanto, a escola necessita de profissionais especializados.

Outro potencial recurso de tecnologia digital que pode ser utilizado no desenvolvimento de materiais acessíveis é a máquina Fusora, capaz de imprimir com relevo diferentes materiais. Segundo Bernardo e Santos (2024), a máquina Fusora é um tipo de impressora térmica que utiliza um papel especial, denominado microcapsulado, para produzir o relevo durante a impressão. As imagens devem ser impressas primeiro com cartucho à base de carbono, comumente encontrado nas impressoras a laser, para que, em seguida, possam passar pela Fusora e serem impressas com relevo. Os materiais devem ser produzidos pelo professor, fazendo uso de textos em tinta (ampliado) e em braille para ser impresso na Fusora. A Figura 6, a seguir, apresenta alguns materiais para uso nas aulas de Matemática impressos na Fusora e uma estudante cega utilizando-os em uma atividade de ensino.

**Figura 6** – Materiais impressos na Máquina Fusora e testagem realizada por estudante com DV



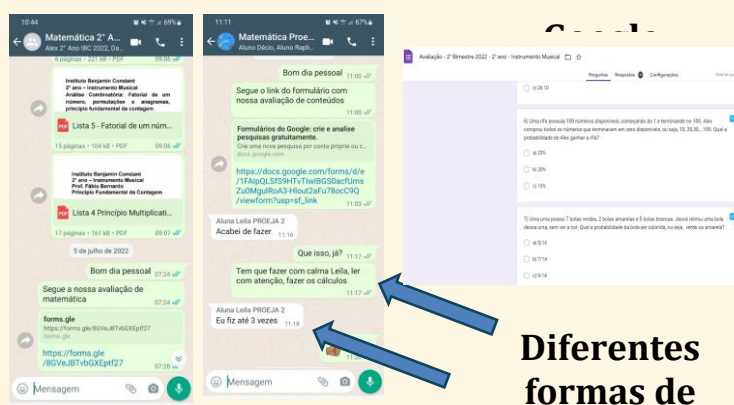
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2024).

A utilização de novos materiais ou tecnologias e a incorporação de recursos que potencializem o processo de ensino-aprendizagem é um dos preceitos defendidos por Oliveira e Courella (2013) quando discutem projetos inovadores para a sala de aula. As autoras destacam a necessidade de se implementar estratégias que estimulem a participação ativa dos alunos e a de os professores reavaliarem práticas tradicionais para levar em conta as demandas de acessibilidade da sala de aula.

Em relação aos recursos que podem ser utilizados pelos estudantes, sugere-se o envio de textos e atividades em arquivos digitais, com a descrição de imagens, sempre que possível. Esses materiais podem ser disponibilizados por meio dos aplicativos de mensagens, em especial o WhatsApp, que possibilita uma comunicação mais estreita entre o professor e os estudantes, ou por e-mail. Os aplicativos de mensagens são utilizados por escolas e professores para manter comunicação com as famílias/alunos e se tornaram populares nos últimos anos. Ressalta-se que a Lei nº 15.100/2025, restringe o uso desses aparelhos, mas a vedação não se aplica ao uso pedagógico e assegura a sua utilização para fins de acessibilidade e inclusão (Brasil, 2025).

Além do conteúdo em formato digital acessível, atividades de fixação e avaliativas podem ser trabalhadas por meio do “Formulário Google”, que é acessível aos estudantes por meio dos leitores de tela presentes nos celulares e nos computadores. Essa é uma ferramenta potente, pois possibilita autonomia ao estudante e flexibiliza as ferramentas avaliativas, como sugerem os princípios do DUA. A Figura 7, a seguir, apresenta um diálogo entre professor e estudantes com DV no WhatsApp, com disponibilização de conteúdo digital e tarefas avaliativas.

**Figura 7 – Utilização do WhatsApp para envio de materiais avaliação em formato digital**



**Fonte:** Bernardo e Santos (2024).

Quando citamos a flexibilização curricular proposta pelo DUA, isso se refere, por exemplo, ao tempo destinado ao trabalho com cada conteúdo, à revisão dos objetivos, que devem estar articulados aos interesses dos estudantes, bem como à ampliação dos métodos e instrumentos de acompanhamento e avaliação. Isso se traduz em atividades/testes/provas que possam ser disponibilizadas (em tinta, em braille ou digital), e realizadas em duplas, trios ou individuais. Atividades orais em que o estudante demonstra seu aprendizado, apresentação de seminários ou produção textual e resolução de problemas com a comunicação em diferentes formatos (em áudio, por exemplo) nos aplicativos de mensagem também expressam essa flexibilização.

Além de permitir diferentes meios de representação (CAST, 2013; Bernardo, 2024) essa variedade de oportunidades possibilita acessibilidade e respeito às necessidades dos estudantes, que podem demonstrar seu aprendizado da forma que melhor se encaixe em seu perfil. Nesse sentido, Sasaki (2009) argumenta que a acessibilidade é importante e beneficia a todos, mas é fundamental para a pessoa com deficiência. As estratégias, sejam lá quais forem, precisam ser discutidas com a turma, testadas antes de serem implementadas e adaptadas à realidade dos estudantes e em consonância com o currículo escolar (Sartoretto; Bersch, 2024).

Encerramos esta seção trazendo como contribuição a utilização de episódios curtos de podcasts, que podem ser definidos como uma forma de transmissão de conteúdo digital em áudio e podem ser acessados a qualquer momento, permitindo que os ouvintes escolham o que, quando e onde escutar. Os episódios podem ser organizados em séries temáticas e abordar uma ampla variedade de assuntos, como educação, tecnologia, entretenimento e ciência. Em nosso caso, eles foram utilizados como forma de engajamento e de diferente apresentação do conteúdo, ampliando assim as representações, ambos, princípios do DUA.

Essa estratégia pode ser utilizada para incentivar o estudante a utilizar essa ferramenta de produção de conteúdo digital, o que vai em direção ao desenvolvimento da Competência 5 da BNCC (Brasil, 2018) quando propõe a utilização de ferramentas digitais para a promoção da autonomia e, “para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria” (p. 9). Diferentemente de áudios enviados pelos aplicativos de mensagens, os arquivos de podcast não ocupam espaço na memória do telefone, podem ser localizados nos mecanismos de busca por meio do título ou acessados de modo organizado na

plataforma utilizada pelo professor. Além de gratuitos, ficam disponíveis sempre que o estudante desejar revistar o conteúdo.

É importante ter alguns cuidados, tais como a objetividade na apresentação do conteúdo, linguagem clara e acessível, utilização de diferentes exemplos e analogias e atenção com o tempo de cada um dos episódios, para que não se torne excessivo ao estudante. A Figura 8, a seguir, apresenta a imagem de um episódio de podcast gravado para introduzir o conteúdo de Matemática Financeira, que aborda as Criptomoedas, uma temática atual e presente na mídia nos últimos anos.

**Figura 8** – Print da página de um player de podcast



**Fonte:** acervo do autor.

Os recursos de áudio e a própria audiodescrição, já citados anteriormente, são recursos de acessibilidade (Sasaki, 2009) e considerados recursos de Tecnologia Assistiva (Galvão Filho, 2013; Bersch, 2017), mas são também ferramentas digitais que podem ser utilizadas pelos professores e pelos estudantes. No entanto, há um limitado tempo de planejamento para o professor, bem como pouco incentivo e apoio institucional, tal como na disponibilização de WhatsApp corporativo para a utilização com as turmas. Regras claras sobre a utilização dessas tecnologias e o acompanhamento contínuo das ferramentas e suas potencialidades pedagógicas também devem ser curriculares, para que não se tornem ações pontuais e individualizadas.

## **Recursos pedagógicos analógicos na educação de estudantes com Deficiência Visual**

Denominamos tecnologias analógicas os recursos de baixa complexidade como um conjunto de materiais e métodos que não dependem diretamente de processos

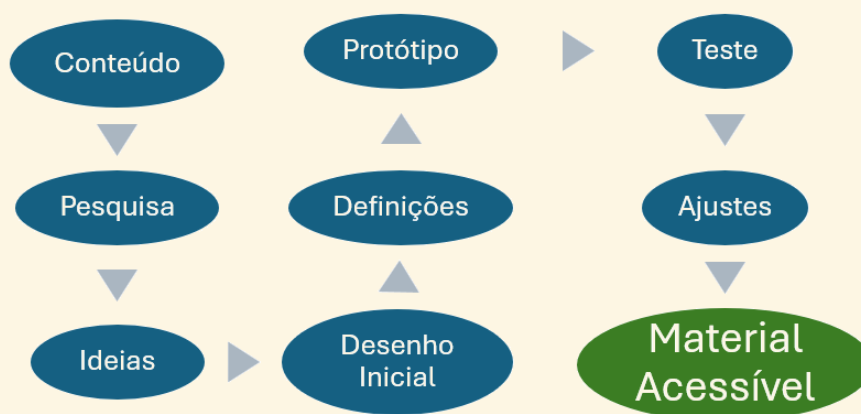
digitais ou eletrônicos para seu funcionamento, mas que ainda assim desempenham um papel essencial no ensino e na aprendizagem. No contexto da educação de estudantes com DV, as tecnologias analógicas incluem materiais manufaturados, objetos do cotidiano, adaptações em recursos e instrumentos já existentes (réguas, compassos etc.), materiais grafotáteis, Soroban, Reglete e Punção, para escrita em braille, entre outros que possibilitam a mediação entre o conteúdo, o estudante e o professor. São recursos que se sustentam nas necessidades do currículo e se alicerçam na criatividade de quem os desenvolve. Em geral, visam a eliminação de barreiras que impedem os estudantes de terem acesso ao conteúdo a ser trabalhado.

Dentre os materiais citados, destacamos os recursos grafotáteis, como aqueles que possibilitam acesso às figuras, imagens, esquemas, gráficos e infográficos inacessíveis para as pessoas com deficiência visual nas aulas de Matemática. Uma versão mais atualizada desses materiais pode conter QRCodes com informações em áudio, contemplando assim um dos princípios do DUA, que destaca a importância das múltiplas representações como uma forma de alcançar a maior quantidade possível de estudantes.

Diferentes autores trazem recomendações importantes para a confecção e desenvolvimento desses recursos grafotáteis, dentre as quais se destacam: o tamanho equilibrado, adequado às necessidades da aula, do estudante e do professor; e a significação tátil, com relevo perceptível e, sempre que possível, diferentes texturas, informações textuais em braille e em tinta, e legendas, para melhor destacar as partes componentes (Cerqueira; Ferreira, 2000; Bernardo; Rust, 2018; Sonza; Salton; Poletto, 2020; Bernardo; Santos, 2024). Além disso, recomenda-se o uso de cores contrastantes para melhor estimular a visão funcional do aluno com baixa visão e materiais dos tipos liso/áspero e fino/espesso, de modo a permitir distinções táteis. Por serem materiais de toque direto é imprescindível que sejam evitadas lixas e outras texturas que podem agredir o tato do estudante com DV. Sonza, Salton e Poletto (2020) e Bernardo; Santos (2024) sugerem ainda a “necessária testagem dos materiais, em busca de aceitação por parte dos estudantes”, assim como a intencionalidade pedagógica para que os produtos não se tornem meros recursos acessórios. Cerqueira e Ferreira (2000) destacam, ainda, a importância da facilidade de manuseio e da resistência, é preciso que os materiais sejam confeccionados de modo que não se estraguem com facilidade, considerando o frequente uso por parte do professor.

Nessa lógica, Sonza, Salton e Poletto (2020), pesquisadoras do CTA-IFRS, apresentam um roteiro para a criação e desenvolvimento de materiais grafotáteis, não como um modelo fixo ou padronizado, mas como um processo reflexivo de elaboração. De acordo com as autoras, esse processo deve se iniciar com uma pesquisa aprofundada sobre o conteúdo a ser representado, garantindo um embasamento teórico que auxilie na tomada de decisões sobre a melhor forma de apresentar as informações. O esquema apresentado na Figura 9, a seguir, apresenta o passo a passo sugerido pelas autoras:

**Figura 9** – Roteiro para desenvolvimento de materiais grafotáteis



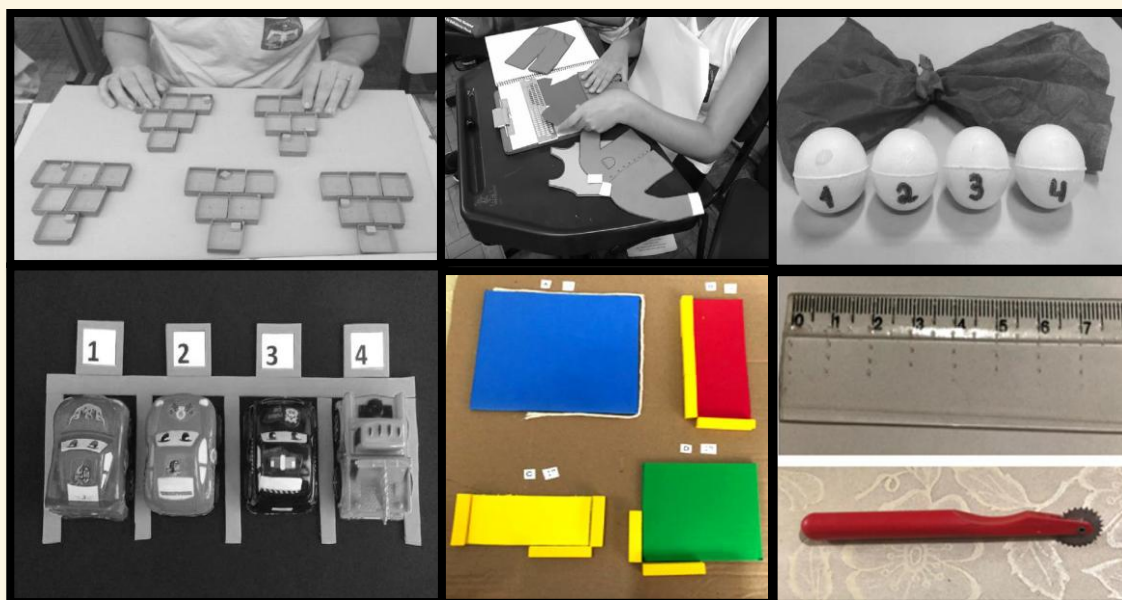
**Fonte:** Adaptado de Sonza, Salton e Poletto (2020).

Bernardo e Rust (2018) destacam que, na confecção de materiais acessíveis, é comum a utilização de diversos elementos táteis, como EVA em cores contrastantes e com diferentes texturas, linhas enceradas de variadas espessuras, papel texturizado, papel panamá, pérolas, espuma, cola e tesoura, além de materiais reciclados e de uso cotidiano. Além disso, enfatizam a importância de garantir a maior autonomia possível no manuseio desses recursos, assegurando a inclusão de título, legendas, fontes ampliadas e informações em tinta e em braille, sempre que viável.

Para as aulas de Matemática, consideramos ser importante que o recurso seja capaz de promover acessibilidade aos problemas e às informações visuais inacessíveis aos estudantes cegos ou com baixa visão. Não se faz necessário uma reprodução idêntica aos modelos originais, pois o excesso de informações pode mais dificultar do que ajudar o estudante. Segadas et al. (2018, 2023), em pesquisas com estudantes com DV, desenvolveram uma série de materiais e recursos analógicos, confeccionados/adaptados de modo artesanal, visando ao ensino de Matemática. Os autores partem de problemas reais, contextualizados, que fazem uso ou não de imagens, quadros e figuras e produzem

ou adaptam materiais acessíveis e enunciados que auxiliam na resolução dos problemas propostos. Eles disponibilizam os problemas em diferentes formatos, que podem ser lidos e discutidos em duplas e/ou coletivamente com a mediação do professor, e, em seguida, disponibilizam os recursos aos estudantes.

Após um tempo, essas atividades são discutidas e comentadas coletivamente, de modo que as soluções são apresentadas pelos alunos. Uns aprendem com os outros, e o professor, enquanto mediador, atesta as soluções corretas, valoriza as respostas e os processos incorretos e aproveita para consolidar conceitos, definições e buscar generalizações importantes para o aprendizado. Embora os autores (Segadas et al., 2013, 2018) não tenham tido a intencionalidade de utilizar o DUA na pesquisa, consideramos que os três princípios foram bem utilizados. Houve engajamento, com a utilização de problemas em contextos reais, leitura coletiva das atividades propostas com mediação do professor; também múltiplas representações, com problemas disponibilizados em texto ampliado, em braille e com materiais táteis e grafotáteis para acesso e apoio na resolução. E, por fim, as atividades também seguiram o princípio da ação e expressão: as soluções são discutidas pelos estudantes em duplas, trios, individualmente (a escolha é do aluno) e depois compartilhadas coletivamente. Os estudantes se expressam oralmente, mas também apresentam os registros escritos em tinta (para aqueles com Baixa Visão) ou em braille (para os cegos), o que possibilita que o professor os avalie em diferentes dimensões. A Figura 10, a seguir, apresenta um carrossel de imagens com alguns desses recursos desenvolvidos pelos autores.

**Figura 10** – Materiais táteis, grafotáteis e adaptados

Fonte: Segadas *et al.* (2018, 2023).

Cada uma das imagens acima representa o que chamamos de tecnologias educacionais analógicas, desenvolvidas com o intuito de promover acessibilidade no ensino de Matemática e a participação ativa dos estudantes como condição importante para o aprendizado. Os materiais foram utilizados para o trabalho com o conteúdo de Análise Combinatória, em que a experimentação é importante para todos e para o trabalho com o cálculo de perímetros e áreas de figuras retangulares, com instrumentos convencionais e não convencionais. Destaca-se que os recursos apresentados podem ser importantes na sala de aula, independentemente de haver ou não estudantes com deficiência nela. Os resultados das pesquisas de Segadas *et al.* (2018, 2023) corroboram as contribuições do CAST (2013) quando apontam que o DUA não se apresenta como uma abordagem nova, mas sim como estratégias já utilizadas por professores mais experientes. É também o que consideramos uma inovação, pois provoca uma mudança de atitude, tanto do professor, enquanto mediador, quanto dos estudantes, que passam a ter papel ativo nas atividades de ensino. Essa é a mudança de paradigma que define práticas inovadoras na escola (Fullan, 2007; Oliveira; Courella, 2013).

### Considerações finais

Neste trabalho, defendemos a utilização de recursos educacionais, digitais e analógicos, mediados por recurso de TA, com estratégias pautadas no DUA, como sendo

o caminho mais curto entre o estudante com deficiência e o conhecimento. A necessidade de (re)conhecer o estudante em sua complexidade, seus contextos, demandas e habilidades, como ações preliminares para o planejamento das aulas, é uma perspectiva que envolve transformação do espaço escolar. Essa mudança envolve a participação colaborativa do AEE, o envolvimento das famílias, uma profunda adaptação curricular, além de políticas públicas que reconheçam a importância da formação continuada e a necessidade de investimentos em recursos materiais nas escolas.

O processo de inclusão deve se dar de forma colaborativa, mas os professores precisam estar engajados nesse processo e necessitam de condições de trabalho e formação para atuação frente à diversidade. O avanço das políticas públicas de inclusão tem contribuído fortemente para o aumento do número de estudantes com deficiência nas escolas regulares comuns, o que demonstra a necessidade de se superarem muitos desafios, dentre eles o desenvolvimento e a utilização de recursos de Tecnologia Assistiva, tecnologias educacionais e a adoção de métodos e princípios mais inovadores, que possam contribuir para aprendizado de todos. Avançamos no direito ao acesso, mas carecemos de métodos, estratégias, recursos materiais e humanos que possam agregar atividades que permitam que os estudantes com deficiência possam aprender e se tornarem cada vez mais autônomos na vida escolar, pessoal e profissional. É nesse aspecto que defendemos a formação continuada de professores em serviço como uma ação premente para a melhoria do processo de inclusão.

Sobre o ensino de Matemática numa perspectiva inclusiva, consideramos que práticas tradicionais e conservadoras, tal como a exclusiva utilização do quadro e do livro didático como estratégias de ensino, acabam por alijar os estudantes do direito de aprender, pois são pautadas na transmissão do conhecimento. Esse cenário, presente em muitas escolas públicas brasileiras, perpetua uma prática de ensino voltada para aqueles que se adaptam à escola, às regras e às normas.

Nesse contexto, o DUA reconhece que não podemos atuar frente a uma média imaginária, sem considerar a variabilidade/diversidade real entre os estudantes. Os currículos têm fracassado quando tentam proporcionar a todos os alunos oportunidades iguais para aprender. Por isso trazemos como contribuição algumas ações e estratégias, baseadas nos três princípios do DUA: ensinar vocabulário matemático e explorar a simbologia por meio de diferentes estratégias, exemplos e analogias (em braille para os cegos, por exemplo); utilizar materiais e objetos concretos, bi e tridimensionais, analógicos e digitais; discutir problemas atuais e de temas contemporâneos relacionados

às situações dos contextos dos alunos; formar grupos heterogêneos durante as atividades de aprendizagem coletiva; utilizar recursos de ensino diversificados: textos em tinta (ampliado), em braille, em arquivos digitais, “Formulários Google”, audiodescrição e podcasts; avaliar por meio do processo, e não por instrumentos pontuais.

A flexibilidade curricular também esteve em pauta no texto, pois todas essas mudanças impactam na dinâmica escolar. Estudantes aprendem com diferentes estratégias e isso impacta no tempo destinado ao trabalho com o conteúdo. Estudantes com deficiência aprendem, mas muitos necessitam de mais tempo, recursos e materiais adequados para isso. Assim, um currículo conteudista provoca exclusão e transmite ao professor a sensação de não conseguir cumprir seu planejamento. É nesse ponto que a flexibilização e a participação colaborativa do AEE e de profissionais com formação em Educação Especial são essenciais para o processo de inclusão. Esperamos, assim, que o DUA, os recursos e materiais aqui apresentados sirvam de inspiração, para professores e para profissionais que atuam na educação, e para outros estudos e pesquisas que possam desenvolver e promover mudanças e práticas mais inovadoras na sala de aula.

## Referências

BERNARDO, F. G.; GARCEZ, W. R.; SANTOS, R. C. Recursos e metodologias indispensáveis ao ensino de matemática para alunos com deficiência visual. **Revista de Educação Ciências e Matemática**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 23-42, jan./abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i9.14894>.

BERNARDO, F. G. *et al.* O uso potencial do Software Braille Fácil para o ensino de matemática para alunos com deficiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA, 2., 2020. **Anais [...]**. [Bahia]: SBEM: UESB: UESC, 2020.

BERNARDO, F. G. **O Desenho Universal na Aprendizagem no Ensino de Matemática**: aspectos teóricos e práticos na educação de estudantes com deficiência visual. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, Brasília, v. 14, n. 5, p. 1-18, dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.37001/ripem.v14i5.3680>.

BERNARDO, F. G.; RUST, N. M. A utilização de materiais grafo-táteis para o ensino de ciências e matemática para alunos com deficiência visual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, 8., 2018, São Carlos. **Anais [...]**. Campinas: Galoá, 2018. v. 3. p. 1-19. DOI: <https://doi.org/10.17648/cbee-2018-91953>.

BERNARDO, F. G.; SANTOS, R. D. Reflexões pedagógicas sobre a utilização de recursos grafo-táteis na educação de estudantes com deficiência visual. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2024, Natal. **Anais [...]**. Natal: SBEM, 2024.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Assistiva, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa**. Brasília, DF: MEC: SEE, 2006.

BRASIL. [Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015]. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. [Lei nº 15.100, de 2025]. **Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica**. Brasília, DF, 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, DF: MEC, 2008.

CAST. **UDL Book Builder**. Massachusetts: CAST, 2013.

FULLAN, M. **The new meaning of educational change**. 4. ed. London: Routledge, 2007.

GALVÃO FILHO, T. A. A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. **Revista Entreideias**: educação, cultura e sociedade, Salvador, v. 2, n. 1, p. 25-42, jan./jun. 2013.

NUNES, C.; MADUREIRA, I. Desenho universal para a aprendizagem: construindo práticas pedagógicas inclusivas. **Da Investigação às Práticas**, [Lisboa], v. 5, n. 2, p. 126-143, 2015.

SARTORETTO, M.; BERSCH, R. Tecnologia assistiva no contexto educacional inclusivo. In: DUTRA, C. P. (org.). **Educação em pauta 2024**: desafios da educação especial na perspectiva inclusiva no Brasil. Brasília: OEI, 2024.

SASSAKI, R. K. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, São Paulo, ano 12, p. 10-16, mar./abr. 2009.

SEBASTIÁN-HEREDERO, E. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 26, n. 4, p. 733–768, out./dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-54702020v26e0155>.

SEGADAS, C. *et al.* **Atividades de contagem com adaptações para alunos surdos e alunos com deficiência visual**. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, 2018.

SEGADAS, C. *et al.* **Área e Perímetro**: práticas acessíveis a alunos surdos e alunos com deficiência visual. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, 2023.

SONZA, A. P.; SALTON, B. P.; POLETTO, C. Confecção de material pedagógico acessível com foco na deficiência visual. In: VIANNA, M. (org.). **Novos diálogos em ciência e tecnologia**: perspectivas de pesquisas. Porto Alegre: Editora Fi, 2020.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, jan. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>.

## Capítulo 5

# Desenhando a inclusão: diretrizes de usabilidade e acessibilidade por pessoas com deficiência visual

### AUTORIA

Alice Tavares Figueiredo<sup>17</sup>

Roberto Cardoso Freire da Silva<sup>18</sup>

### PALAVRAS-CHAVE

Tecnologia Assistiva;

Deficiência Visual;

Usabilidade;

Acessibilidade;

Design Centrado no Humano.

### RESUMO

Este capítulo busca discutir e evidenciar a necessidade de adequação das diretrizes e dos testes de usabilidade, particularmente no desenvolvimento de recursos de Tecnologia Assistiva (TA) voltados a pessoas com deficiência visual. Fundamentado no Design Centrado no Humano (DCH) e em diretrizes clássicas de usabilidade e acessibilidade propostas por autores como Nielsen e Molich, Muller e McClard, Shneiderman e Plaisant, e Maeda, o estudo enfatiza a centralidade das pessoas usuárias no processo de criação, de modo a assegurar que projetos de TA estejam alinhados às demandas sensoriais, cognitivas e emocionais do público a que se destinam. Os dados que serviram de análise foram produzidos a partir de doze entrevistas com pessoas com deficiência visual e examinados à luz da Análise de Conteúdo de Bardin, que orientou a leitura crítica das narrativas. Os resultados evidenciam que a pressuposta eficácia, adaptabilidade e aceitação dos produtos e sistemas dependem de personalizações e de significados ancorados sob visões que extrapolam as perspectivas enxergantes sob as quais tendem a ser concebidas.

---

<sup>17</sup> UERJ, Rio de Janeiro, Brasil. | Email: [alicetavaresf@gmail.com](mailto:alicetavaresf@gmail.com) | Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-5996-7120>

<sup>18</sup> Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [rcardosofreire@gmail.com](mailto:rcardosofreire@gmail.com) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7481-1568>

## Introdução

O desenvolvimento de recursos de Tecnologia Assistiva (TA) destinados a pessoas com deficiência é fundamental para promover a autonomia, inclusão social e ampliar oportunidades educacionais e profissionais para diferentes potencialidades. No entanto, a aplicação limitada de parâmetros de usabilidade e acessibilidade sob perspectivas enxergantes em projetos de TA, tem contribuído significativamente para o abandono dessas tecnologias (Ellis et al., 2020). Nesse contexto, a ausência de metodologias participativas ao longo do processo de desenvolvimento, somada à insuficiente consideração das múltiplas especificidades sensoriais e cognitivas das pessoas com deficiência, tem resultado em ofertas de soluções frequentemente inadequadas aos contextos e realidades em que são propostos os seus usos.

Dessa forma, torna-se urgente discutir e promover abordagens centradas nas pessoas usuárias, que permitam conhecer os diferentes aspectos que atravessam suas necessidades. Tais fatores vão além de aspectos técnicos e de soluções, abrangendo dimensões sensoriais, culturais e subjetivas que permeiam sua experiência. São questões que, ao escapar das generalizações técnicas, não podem ser observadas sob outras lentes e visões de mundo que não sejam as de suas próprias pessoas usuárias finais, que tem a legitimidade, vivência e experiência para avaliar e relatar com propriedade aquilo que se pretende transformar em sua janela de interação com o mundo.

O papel da TA na promoção da independência é especialmente relevante quando considerado sob o prisma das construções sociais e históricas da deficiência. Segundo Davis (1995), a ideia de “normalidade”, amplamente consolidada a partir do século XVIII com a emergência da estatística como ferramenta de análise populacional, passou a estabelecer um padrão médio que define por contraste o que seria a “anormalidade”. Assim, a deficiência é menos uma característica intrínseca do corpo e mais uma expressão da forma como a sociedade concebe o que é o ser “comum”.

Essa compreensão crítica é reforçada por Charlton (2004), que evidencia como a construção social da deficiência é moldada por fatores culturais diversos, como costumes, religiões, narrativas midiáticas, linguagem e símbolos compartilhados. Diniz (2007) aprofunda essa virada de perspectiva ao afirmar que no momento em que reconhecemos a cegueira ou a surdez como diferentes modos de vida, constituímos uma mudança radical no campo dos estudos da deficiência. Assim, compreender a deficiência a partir dessa perspectiva amplia as possibilidades de pensar as tecnologias assistivas não como

mecanismos de correção, mas como suportes que reconhecem e fortalecem as diferentes formas de viver e interagir com o mundo.

Neste contexto, o uso de diretrizes de usabilidade, como as de Jakob Nielsen e Rolf Molich (1990), os princípios do design participativo de Muller e McClard (1995), as recomendações de Shneiderman e Plaisant (2010) e os princípios de simplicidade propostos por Maeda (2006), nos oferecem um ponto de partida para pensarmos as diferenças, mas cuja interpretação e caminhos se constroem na relação com as pessoas usuárias. Essas diretrizes, ao serem aplicadas sem uma escuta ativa das pessoas com deficiência podem reproduzir padrões excludentes, ignorando as formas específicas de interação mediada por outros sentidos que marcam a experiência das pessoas com deficiência em suas formas de se relacionar com o mundo.

Considerando potenciais diferenças, aspectos e possibilidades, o Design Centrado no Humano (DCH) é uma perspectiva que coloca a pessoa usuária no centro do processo de desenvolvimento, considerando seus contextos, valores e formas de participação desde as etapas iniciais de planejamento de um determinado produto. Quando aplicado à TA, esse princípio ganha ainda mais relevância: por não se tratar apenas de um projeto de desenvolvimento com empatia, mas de um processo que deve assegurar o envolvimento e a participação direta das pessoas com deficiência como coautoras das soluções propostas.

### **Fundamentos: usabilidade e acessibilidade, Design Centrado no Humano (DCH) e testes de usabilidade**

A seguir, discutiremos as diretrizes centrais de usabilidade e acessibilidade no desenvolvimento de tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual. Para isso, discutimos contribuições de autores-chave do campo do Design. Em seguida, passaremos à análise das entrevistas com pessoas com deficiência visual. Nessas narrativas, os participantes relatam suas experiências no uso de recursos de TA e sua participação em testes de usabilidade. Neste ponto, sustentamos que “quebrar o silêncio visual” não significa apenas possibilitar a comunicação por meios não visuais, mas também redirecionar a atenção do Design para experiências historicamente invisibilizadas, favorecendo a construção de soluções mais diversas e inclusivas para todos.

## *Usabilidade e acessibilidade*

A usabilidade se refere à medida em que um sistema, produto ou serviço pode ser utilizado por um grupo de pessoas pré-determinadas para alcançar objetivos específicos de forma eficaz, eficiente e satisfatória (ISO, 2019). Para Jakob Nielsen (1993), a usabilidade não é uma propriedade única e unidimensional de uma interface<sup>19</sup> de pessoa usuária e está associada a cinco atributos: (1) aprendizagem - para que o indivíduo consiga rapidamente realizar alguma tarefa no sistema; (2) eficiência - uma vez que a pessoa usuária tenha aprendido o sistema, é possível que tenha um alto nível de produtividade; (3) memorabilidade - o sistema deve ser fácil de lembrar; (4) erros - o sistema deve apresentar uma taxa reduzida de erros, permitindo que as pessoas cometam poucas falhas durante seu uso e, quando ocorrerem erros, possam ser facilmente corrigidos; e (5) satisfação - agradabilidade durante o uso do sistema.

De acordo com a ABNT (2020), a acessibilidade refere-se ao acesso universal, permitindo que todas as pessoas, sem distinção de suas habilidades físico-motoras, perceptivas, culturais ou sociais, possam aproveitar os benefícios de participar da vida em sociedade. Isso implica na adaptabilidade para acomodar as diversas necessidades das pessoas usuárias e sua rede de apoio, levando em consideração suas particularidades. Em outras palavras, o objetivo é garantir que todos, independente de seus aspectos sensoriais, possam utilizar determinado produto/serviço.

Enquanto a usabilidade preocupa-se com a experiência de interação em termos de eficiência e satisfação, a acessibilidade diz respeito à remoção de barreiras que possam impedir ou limitar o acesso a essas interações. Portanto, embora distintos, os conceitos são interdependentes: não é possível falar em verdadeira usabilidade para uma pessoa com deficiência visual sem a garantia de acessibilidade integral às funcionalidades e aos conteúdos.

Quando nos referimos à TA, a acessibilidade envolve não apenas o cumprimento de normas técnicas, mas sobretudo, o reconhecimento de modos diversos de interação, valorizando múltiplas maneiras de perceber, compreender e agir no ambiente digital (Charlton, 2004; Diniz, 2007).

---

<sup>19</sup> Interface é a configuração de elementos em uma superfície interativa que intermediam a ação da pessoa usuária sobre o sistema viabilizando a navegação pela estrutura de conteúdo e a execução de tarefas (Garret, 2010).

### *Design Centrado no Humano (DCH)*

A transformação no olhar acerca da deficiência, deslocando o foco do corpo individual para os contextos sociais e culturais, reforça a importância de conceber recursos assistivos adequados às necessidades reais das pessoas (Martillano et al., 2018; Murad; Tripto; Ali, 2019; Ellis et al., 2020).

O Design Centrado no Humano (DCH) é uma abordagem que se apresenta como resposta a essa mudança de paradigma. Segundo Lanter e Essinger (2017, p. 1, tradução nossa), o DCH é "uma metodologia e filosofia de projeto em que as necessidades, metas e êxito do usuário final são considerados". No desenvolvimento de TA, entendemos aqui que essa abordagem propõe que a pessoa com deficiência participe ativamente de todas as etapas de criação, desenvolvimento, avaliação e aprimoramento dos sistemas/produtos.

Charlton (2004), em seu lema "Nothing About Us, Without Us", sintetiza a essência dessa perspectiva, ao reconhecer a deficiência como uma questão social e política, que implica respeitar essencialmente as experiências e as vozes das próprias pessoas envolvidas. Dessa forma, o DCH valoriza o conhecimento situado e promove o fortalecimento da autonomia por meio da tecnologia.

### *Testes de usabilidade*

O teste de usabilidade é um método central no DCH e da Experiência do Usuário (User Experience — UX). Consiste em observar uma pessoa enquanto a mesma interage com um sistema, tecnologia ou serviço, com o objetivo de identificar dificuldades práticas, compreender as estratégias de interação utilizadas e coletar percepções sobre a experiência de uso. Para Nielsen (1993), o teste de usabilidade constitui como uma avaliação fundamental e insubstituível na interação humano-computador. Isso porque permite obter informações diretas sobre como as pessoas interagem com os sistemas, revelando com precisão os obstáculos enfrentados na interface em avaliação.

Para Pernice e Nielsen (2012), os testes de usabilidade para tecnologias que incorporam acessibilidade devem ser realizados de forma iterativa ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento. A participação da pessoa usuária final é indispensável, pois ela vivencia diretamente as condições para as quais a tecnologia foi concebida. Idealmente, os testes devem ocorrer tanto com protótipos iniciais quanto com versões funcionais dos sistemas. Dessa forma, é possível identificar barreiras de interação antes

da finalização dos projetos, quando as mudanças se tornam mais custosas e menos prováveis de serem implementadas.

No contexto da TA com foco nas pessoas com deficiência visual, os testes de usabilidade assumem um papel ainda mais crítico. A interação mediada por recursos como leitores de tela, lupas digitais ou dispositivos braille, alteram significativamente a forma como as interfaces são percebidas, compreendidas e manipuladas. Por isso, é fundamental que esses testes considerem cuidadosamente os modos específicos de navegação e *feedback*. Mesmo pequenas inadequações no desenvolvimento do sistema, como uma organização não lógica da informação, a ausência de *feedback* auditivo ou a falta de coerência nos comandos, podem transformar tarefas simples em barreiras complexas.

Além de observar o desempenho objetivo (tempo de execução das tarefas, taxa de sucesso ou número de erros), os testes de usabilidade devem capturar aspectos subjetivos, como a confiança, a satisfação e o grau de frustração das pessoas participantes (Pernice; Nielsen, 2012). Esses aspectos são fundamentais para avaliar não apenas se a tecnologia é funcional, mas se ela é apropriada para promover autonomia e conforto no uso cotidiano, assim como sua maior probabilidade de adoção e incorporação no cotidiano pelas pessoas usuárias. Por isso, o ambiente de testagem também precisa ser acolhedor, respeitoso e adaptado às necessidades de cada pessoa, visando garantir condições de conforto durante todo o processo.

Existem diversos métodos que podem ser aplicados de maneira combinada, dependendo dos objetivos da avaliação.

Testes individuais com observação direta:

- Entrevistas pós-tarefa;
- Grupos focais;
- Avaliações heurísticas baseadas em princípios de usabilidade (Nielsen; Molich, 1990);
- Coleta de dados quantitativos e qualitativos.

Como destaca Nielsen (1993), não é recomendado confiar apenas em um único método de avaliação. A combinação de abordagens fortalece a validade dos resultados e amplia a compreensão dos problemas enfrentados pelas pessoas usuárias. Outro aspecto sobre a realização de testes únicos, é que estes muitas vezes podem ser

insuficientes para assegurar o alinhamento das tecnologias assistivas às necessidades das pessoas usuárias. Assim, a prática recomendada é o teste interativo (Pernice; Nielsen, 2012), que consiste em testar repetidamente o sistema à medida que ele é desenvolvido, ajustando-o continuamente com base nas evidências observadas.

Durante os testes, especialmente com pessoas com deficiência visual, Pernice e Nielsen (2012) também destacam a necessidade de adotar procedimentos específicos, como: (1) permitir que utilizem seus próprios dispositivos de apoio (leitores de tela configurados, dispositivos braille, ampliadores); (2) realizar testes no ambiente natural de uso (casa ou trabalho) sempre que possível; e (3) garantir que as tarefas sejam lidas em voz alta para todos os participantes, respeitando seu ritmo de escuta e interação.

Os autores também alertam sobre os cuidados específicos em uma condução ética dos testes de usabilidade para pessoas com deficiência visual, tais como:

1. Consentimento informado, incluindo a leitura em voz alta do termo de consentimento;
2. Flexibilidade para pausas e respeito ao tempo de realização das tarefas;
3. Preocupação com o conforto físico e emocional das pessoas participantes;
4. Pilotagem prévia dos roteiros de teste para minimizar ambiguidades ou desconfortos desnecessários.

A participação contínua das pessoas usuárias finais ao longo da criação e concepção, contribui para o aprimoramento técnico das interfaces, a redução de falhas e evita o desperdício de recursos desnecessários com itens não essenciais ao longo do projeto. Ao reconhecer o saber experiencial das pessoas com deficiência como legítimo e indispensável, o desenvolvimento torna-se mais sensível à diversidade e mais alinhado à construção de sistemas verdadeiramente justos e inclusivos.

### **Diretrizes de usabilidade**

As diretrizes de usabilidade são conjuntos de princípios organizadores que orientam a criação e a avaliação de sistemas interativos, buscando promover interações mais compreensíveis, intuitivas e acessíveis. Ao longo das últimas décadas, diferentes autores formularam proposições que se tornaram amplamente reconhecidas no campo do design de interação, como as heurísticas de Nielsen e Molich (1990), os princípios de design participativo de Muller e McClard (1995), as regras de interface de Shneiderman

e Plaisant (2010) e as leis da simplicidade de Maeda (2006). No entanto, embora essas diretrizes sejam valiosas como ponto de partida, sua formulação geral tende a desconsiderar as especificidades sensoriais e cognitivas de grupos como as pessoas com deficiência visual. Nesta seção, propõe-se uma análise comparativa dessas contribuições, examinando suas convergências, diferenças metodológicas e lacunas conceituais, com foco na aplicabilidade prática no desenvolvimento de TA que respeitem a diversidade das experiências humanas.

*Heurísticas de Nielsen - Nielsen, Jakob; Molich, Ralf (1990)*: desenvolvidas em 1990, têm como foco a identificação de falhas de interação por meio da observação de interfaces. São compostas por dez heurísticas que não focalizam um contexto de uso específico, não exigem um planejamento de alta complexidade e podem ser utilizadas em qualquer etapa do desenvolvimento. Embora seu uso e avaliação ideal requeira pessoas com experiência para uma aplicação eficaz, Nielsen (1993) reconhece que profissionais não especializados também podem identificar uma série de problemas de usabilidade ao adotá-las. Embora sejam eficazes na identificação de problemas comuns, sua aplicação não pressupõe a participação direta das pessoas usuárias finais, o que pode limitar sua sensibilidade a contextos e usos específicos, como os que envolvem pessoas com deficiência visual.

*Heurísticas de Muller/McClard - Muller, M. J.; McClard, A. (1995)*: em 1995, Muller e McClard propuseram uma ampliação das heurísticas de Nielsen & Molich, ao enfatizarem uma abordagem orientada ao processo. Influenciados pelo paradigma de mudança (Floyd, 1987), os autores argumentam que, diante da crescente complexidade dos sistemas, é necessário reposicionar as pessoas usuárias como participantes centrais no desenvolvimento das tecnologias. As heurísticas propostas incluem princípios como o respeito às habilidades das pessoas usuárias, a valorização de suas experiências e o apoio à produção de resultados com qualidade. Essa perspectiva dialoga com o design participativo, reforçando a importância do envolvimento contínuo das pessoas com deficiência ao longo do processo de criação de TA.

*Oito Regras de Ouro do Design de Interfaces - Shneiderman, Ben; Plaisant, Catherine (1987)*: formuladas inicialmente em 1987 e atualizadas ao longo de suas diversas edições, entre elas, destacam-se os princípios de consistência, reversibilidade de ações,

suporte ao controle da pessoa usuária e redução da carga de memória de curto prazo. A segunda regra, "atender à usabilidade universal", explicita a importância de sistemas flexíveis, capazes de se adaptar a diferentes perfis de pessoas usuárias. Apesar disso, a formulação ainda se baseia em uma ideia genérica de diversidade, sem considerar aspectos cognitivos ou nuances sensoriais diferenciados, que poderiam envolver técnicas e adaptações na interação com recursos de TA.

*Leis da Simplicidade - Maeda, John (2006)*: Maeda propõe dez leis e três 'chaves' para orientar o design de sistemas complexos com base na simplificação. Entre os princípios apresentados estão a redução, a organização, a valorização do tempo e a incorporação do aprendizado. Embora voltadas inicialmente ao design de produtos e experiências em um sentido amplo, suas ideias sobre equilíbrio entre funcionalidade e clareza podem ser mobilizadas no contexto das TA, desde que articuladas a uma escuta atenta das experiências e necessidades de pessoas com deficiência visual.

O Quadro 1 apresenta uma organização sistemática das diretrizes propostas pelos autores mencionados anteriormente. Cada diretriz é acompanhada por uma descrição, com o intuito de facilitar a compreensão e aplicação dos conceitos. Em geral, as diretrizes são identificadas por códigos formados a partir das iniciais de suas traduções para o português. Há, contudo, duas exceções: as heurísticas de Nielsen e Molich e as de Muller e McClard, para as quais foram adotadas as iniciais dos sobrenomes dos autores (HNM e HMM, respectivamente).

**Quadro 1 – Heurísticas e diretrizes de usabilidade**

<b>Heurísticas de Nielsen/Molich (1990)</b>		
<b>Cod.</b>	<b>Heurística</b>	<b>Descrição</b>
<b>HNM1</b>	Visibilidade do Status do Sistema	O design precisa garantir que as pessoas usuárias saibam constantemente o que está ocorrendo, oferecendo retornos claros e adequados dentro de um intervalo de tempo aceitável.
<b>HNM2</b>	Equivalência entre o sistema e o mundo real;	O design deve adotar a linguagem das pessoas usuárias, utilizando termos e conceitos comuns em vez de jargões técnicos. As informações precisam seguir convenções do cotidiano e ser apresentadas de forma lógica e natural.
<b>HNM3</b>	Controle do usuário e liberdade	Como erros acontecem com frequência, o design deve oferecer uma "saída de emergência" visível e simples, permitindo que a pessoa usuária desfaça ações indesejadas sem passar por procedimentos longos.
<b>HNM4</b>	Consistência e padrões	O sistema deve usar sempre os mesmos termos e formas de ação, seguindo padrões já conhecidos, para não confundir a pessoa usuária.

<b>HNM5</b>	Prevenção de erros	Mais importante que corrigir é evitar que erros aconteçam. O design deve reduzir situações de risco e, quando necessário, pedir confirmação antes que a pessoa usuária finalize uma ação.
<b>HNM6</b>	Reconhecer ao invés de lembrar	O design deve facilitar o acesso a elementos e opções, evitando que a pessoa usuária tenha que memorizar informações de uma parte da interface para outra. Tudo o que for necessário deve estar visível ou de fácil recuperação de modo que ela possa se lembrar.
<b>HNM7</b>	Flexibilidade e eficiência de uso	O sistema deve atender tanto iniciantes quanto experientes, oferecendo atalhos para quem já domina a interface e permitindo personalizar ações usadas com frequência.
<b>HNM8</b>	Estética e design minimalista	A interface deve mostrar apenas o que é realmente necessário. Informações extras atrapalham e reduzem a clareza do que importa.
<b>HNM9</b>	Auxiliar usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar ações erradas	As mensagens de erro devem usar linguagem simples, explicar claramente o problema e orientar a pessoa usuária sobre como corrigi-lo.
<b>HNM10</b>	Ajuda e documentação	O ideal é que o sistema seja fácil de usar sem explicações, mas, quando necessário, deve oferecer instruções claras para apoiar a pessoa usuária na realização de suas tarefas.

#### **Heurísticas de Muller/McClard (1995)**

<b>Cod.</b>	<b>Heurística</b>	<b>Descrição</b>
<b>HMM11</b>	Respeite o usuário e suas habilidades	O sistema deve apoiar e ampliar as capacidades da pessoa usuária, sem tentar substituí-la.
<b>HMM12</b>	Experiência agradável com o sistema	A interação deve ser respeitosa e prazerosa, valorizando a identidade da pessoa usuária e equilibrando estética com funcionalidade.
<b>HMM13</b>	Apoie o trabalho de qualidade	O sistema deve ajudar a pessoa usuária a alcançar bons resultados, garantindo pontualidade, precisão e apresentação adequada.

#### **Oito Regras de Ouro - Shneiderman/Plaisant (1987)**

<b>Cod.</b>	<b>Regras</b>	<b>Descrição</b>
<b>ORO1</b>	Buscar consistência	O design deve manter padrões em ações, termos, cores e formatos, para que a experiência seja previsível e coerente em toda a interface.
<b>ORO2</b>	Atender à usabilidade universal	O design deve reconhecer a diversidade de necessidades e projetar com flexibilidade, permitindo que o conteúdo seja acessível a iniciantes e especialistas, diferentes idades, pessoas com deficiências, contextos culturais e variados recursos tecnológicos.
<b>ORO3</b>	Oferecer feedback informativo	A interface deve responder a cada ação da pessoa usuária, com retornos simples para tarefas rotineiras e mais detalhados para ações importantes.
<b>ORO4</b>	Projetar diálogos para proporcionar o fim de uma ação	As ações devem ser organizadas em etapas claras, com início, meio e fim, e o sistema deve dar retorno ao final, gerando satisfação e preparando a pessoa usuária para a próxima tarefa.
<b>ORO5</b>	Evite erros	A interface deve ser projetada para reduzir falhas graves e, quando houver risco de erro, apresentar orientações claras e úteis para a recuperação.

<b>ORO6</b>	Permitir a fácil reversão de ações	O sistema deve possibilitar desfazer operações, reduzindo a ansiedade da pessoa usuária e encorajando a exploração de opções.
<b>ORO7</b>	Suportar o usuário como controlador	A interface deve dar à pessoa usuária a sensação de controle, evitando surpresas, tarefas repetitivas e dificuldades para alcançar os resultados desejados.
<b>ORO8</b>	Reduza a carga de memória de curto prazo	O sistema deve evitar que a pessoa usuária memorize informações desnecessárias, mantendo dados visíveis e organizando formulários de modo claro e compacto.
<b>Leis da Simplicidade - Maeda (2006)</b>		
<b>Cod.</b>	<b>Lei</b>	<b>Descrição</b>
<b>LS1</b>	Reduzir	A simplicidade é alcançada ao eliminar excessos, ocultar complexidades e manter a qualidade, tornando produtos e serviços mais funcionais e agradáveis.
<b>LS2</b>	Organizar	A boa organização reduz a complexidade, exigindo escolhas estratégicas para agrupar elementos e integrar diferentes partes de forma eficiente.
<b>LS3</b>	Tempo	A simplicidade envolve economizar tempo, eliminando ações desnecessárias e priorizando o que realmente importa.
<b>LS4</b>	Aprender	O aprendizado facilita a simplicidade ao reforçar princípios básicos, repetir conceitos e aplicar exemplos práticos, evitando desânimo e economizando tempo no futuro.
<b>LS5</b>	Diferenças	Simplicidade e complexidade se complementam. Projetos simples exigem o equilíbrio consciente entre esses dois elementos.
<b>LS6</b>	Contexto	O que está ao redor também é relevante. O contraste entre foco e visão ampla enriquece o projeto, enquanto a atenção excessiva a um único ponto pode limitar.
<b>LS7</b>	Emoção	Projetos simples também precisam de emoção. Equilibrar funcionalidade com significados e detalhes estéticos torna a experiência mais rica.
<b>LS8</b>	Confiança	É preciso equilibrar confiança e aprendizado no uso de sistemas, avaliando riscos como a perda de privacidade ou a dependência excessiva da tecnologia.
<b>LS9</b>	Falha	Nem tudo pode ser simplificado. Reconhecer limites evita esforços inúteis e permite usar melhor o tempo e os recursos.
<b>LS10</b>	ÚNICO	Simplicidade é remover o óbvio e adicionar o que traz real significado.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir das diretrizes.

A análise das diretrizes propostas pelos autores no Quadro 1 revela tanto contribuições quanto limitações para a sua aplicação direta no campo das TA voltadas para pessoas com deficiência visual. Suas contribuições oferecem princípios fundamentais para o desenvolvimento de interfaces mais compreensíveis e consistentes para os públicos a quem se destinam. No entanto, essas diretrizes foram concebidas sob perspectivas normativas e generalistas, frequentemente alheias às especificidades sensoriais e cognitivas do público das TA. Sob esse prisma, é destacada a necessidade ampliar tais diretrizes, incorporando abordagens que valorizem a participação ativa das

peças com deficiência em todas as etapas do desenvolvimento, que reconheçam suas experiências como saberes legítimos e insubstituíveis.

Ao articular diretrizes técnicas com escuta sensível, abre-se espaço para a construção de tecnologias mais justas, acolhedoras e sintonizadas com a pluralidade dos modos de existir e interagir com o mundo orientadas sob processos heurísticos mais sensíveis e adaptativos às singularidades das pessoas usuárias. A seção seguinte apresenta as contribuições a partir das entrevistas com pessoas com deficiência visual, que aprofundam essa discussão ao evidenciar como essas diretrizes se concretizam (ou falham) na prática. O objetivo é compreender de modo mais direto como essas pessoas vivenciam, avaliam e se posicionam frente aos testes de usabilidade em TA.

### **As entrevistas**

As entrevistas realizadas para esta pesquisa buscaram compreender, a partir de uma escuta atenta e sensível, as experiências de pessoas com deficiência visual no uso de recursos de TA e em testes de usabilidade. Foram conduzidas doze entrevistas (sendo cinco mulheres e sete homens), com idades entre 30 e 65 anos (Quadro 2), com diferentes perfis, formações e atuações profissionais, como professores, servidores públicos, massoterapeutas, pedagogos, analistas de sistemas, entre outros. As conversas ocorreram por meio das plataformas Google Meet e Zoom, com duração média de 1 hora e 20 minutos. Todos os encontros foram gravados, mediante consentimento das pessoas participantes, e posteriormente transcritos para análise.

No início de cada sessão, os pesquisadores realizaram sua autodescrição, visando promover uma abordagem mais acolhedora e acessível aos participantes. O roteiro das entrevistas incluía perguntas de caráter demográfico e outras duas seções: uma voltada à relação geral com a TA e outra dedicada às experiências com testes de usabilidade. Embora o foco deste capítulo esteja concentrado na segunda seção, será também apresentada uma leitura das respostas obtidas na seção geral, dada sua relevância para a compreensão ampliada das práticas, barreiras e expectativas que permeiam o uso dessas tecnologias no cotidiano.

**Quadro 2** – Perfil dos participantes

Ref	Idade	Sexo	Braille
E01	54	F	Sim
E02	30	F	Sim
E03	57	M	Sim
E04	56	F	Sim
E05	54	M	Sim
E06	45	M	Sim
E07	65	F	Sim
E08	39	M	Sim
E09	51	M	Sim
E10	50	M	Sim
E11	54	F	Sim
E12	58	M	Sim

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados dos participantes.

As primeiras transcrições foram produzidas a partir da plataforma FireFlies, que realiza o processo com o uso de recursos de Inteligência Artificial (IA) a partir dos áudios fornecidos. Posteriormente, cada uma das transcrições foi manualmente conferida e ajustada pelos pesquisadores a partir dos áudios correspondentes e excluídos juntos com os registros da plataforma utilizada.

A análise a seguir foi baseada em entrevistas semiestruturadas, transcritas e organizadas em: (1) principais achados; (2) relação das diretrizes previamente apresentadas com os achados das entrevistas; e (3) recomendações para futuras testagens. As respostas foram examinadas à luz da usabilidade considerando:

1. Frustrações durante o uso de dispositivos;
2. Barreiras materiais, sensoriais e cognitivas;
3. Estratégias de adaptação e superação;
4. Expectativas quanto ao design e aos testes realizados;

### ***Principais Achados***

As falas dos participantes revelaram um conjunto expressivo de reflexões e experiências relacionadas à participação em testes de usabilidade e críticas sobre o desenvolvimento de recursos de TA. Nesta seção, os principais achados foram

organizados em três eixos: (1) a ausência ou escassez de testes com as pessoas usuárias finais durante o desenvolvimento das tecnologias; (2) aspectos que devem ser considerados nos testes de usabilidade com pessoas com deficiência visual; e (3) a relevância do retorno (feedback) dos resultados das pesquisas às pessoas participantes. Esses pontos fornecem subsídios para repensar práticas e protocolos, tornando-os mais alinhados à perspectiva inclusiva e centrada na experiência vivida.

### *Testes com as pessoas usuárias finais*

Os participantes destacaram que os dispositivos tecnológicos muitas vezes não são suficientemente testados com a pessoa usuária final. Há uma tendência nas pesquisas em negligenciar a inclusão dessas pessoas no processo de desenvolvimento, o que impacta negativamente no resultado das tecnologias desenvolvidas. Os participantes relataram que, muitas vezes, não são incluídos nos processos de desenvolvimento e validação, o que traz resultados distantes de suas necessidades reais:

[...] e a gente que é usuário, cadê? [...] **Eu servi, então, para que aquela pessoa pudesse conseguir o título de mestre e doutor. E aí? E o retorno? Cadê o retorno? [...].** (E01, grifo nosso).

[...] Então, o primeiro ponto é realmente fazer parte do processo... tem que ter a pessoa com deficiência realmente para ir sinalizando e... fazendo o corpo do projeto propriamente. **Eu acho que a gente tem que fazer parte desde o início mesmo. Se a gente faz parte, eu entendo que os riscos são menores de realmente eles não obterem êxito, sabe?** Ou ter que o projeto ser interrompido ou pivotar, porque a gente está lá validando o processo. Isso fica muito claro quando eu assisto colegas que estão inseridos dentro de empresas que olham para a questão da acessibilidade. (E11, grifo nosso).

Esse processo de exclusão, que afasta a pessoa com deficiência das tecnologias que medeiam sua experiência com o mundo, contradiz os princípios do DCH, que pressupõe a escuta ativa e a participação contínua das pessoas ao longo de todas as etapas do projeto. A diversidade das pessoas usuárias finais, também aparece como um ponto essencial na realização dos testes:

Primeiro, esse grupo amostral tem que ser diverso. São pessoas com deficiência visual. Ok, pessoas com deficiência visual, mas aí você tem que ter pessoas com deficiência visual que são cegas de nascença, pessoas com deficiência visual adquirida, pessoas jovens que mexem com facilidade em tecnologias, pessoas mais idosas que até são tecnofóbicas, sabe assim? Senão... Porque, assim, é isso que é a sociedade no geral, né [sic]? Então, pessoas com deficiência visual, o que tem em comum é a deficiência visual. Tem umas que se dão muito bem com tecnologia, tem outras que não, tem umas que tem super facilidade de entender, tem outras que nem tanto...Então, faz parte da diversidade humana. Então, não

adianta só, vamos pegar aqui pessoas com deficiência visual e já basta. Não, tem que ser pessoas com deficiência visual diversas, assim como é a sociedade diversa [...] (E12).

Essa perspectiva, compartilhada pela pessoa entrevistada, reforça que a inclusão efetiva não se dá apenas pela presença de pessoas com deficiência visual nos testes, mas pela consideração de suas singularidades e trajetórias sensíveis. Em outras palavras, a diversidade interna ao grupo é condição fundamental para que o DCH cumpra sua promessa ética de produzir tecnologias que dialoguem com a complexidade da experiência humana, em vez de reproduzir visões homogêneas e excludentes.

### *O bem-estar durante os testes de usabilidade com pessoas com deficiência visual*

As contribuições apontam ser essencial considerar alguns aspectos que impactam o bem-estar dos participantes e a qualidade dos resultados. Para realizar testes de usabilidade com pessoas com deficiência visual em um ambiente diferente do habitual, é importante garantir que o local seja acessível e adaptado, proporcionando um ambiente confortável e seguro. Algumas pessoas entrevistadas compartilharam formas de contribuir na promoção desse bem-estar, como oferecer suporte técnico (mapa tátil do espaço), comunicação efetiva de todas as pessoas que estão presentes no espaço (autodescrição dos participantes e descrição do espaço):

[...] fazer uma descrição do ambiente é importante, até para a gente ter uma noção de como é o ambiente que a gente está ali visitando... você mostrar o local onde a pessoa vai sentar para poder fazer o teste do equipamento, mostrar a posição onde está o equipamento [...]. (E02).

[...] Isso é importante. Primeiro é uma demonstração de consideração para com a pessoa, né [sic]? Depois, eu sempre falo assim, toda vez que você descreve ambiente para a pessoa cega, ambiente onde ela está, que foi convidada aí, assim, acolhimento dá senso de pertencimento, tal, né [sic]? Acho que isso é importante, faz parte aí das boas práticas de atendimento, faria parte das boas práticas também de processo desses de teste. [...]. (E12).

Outro ponto destacado é sobre a proximidade com as tecnologias que serão utilizadas durante o teste. Questionar, por exemplo, se os documentos referentes à pesquisa devem ser compartilhados impressos em braille ou digital.

[...] Eu acho que, principalmente, é você... saber qual é o nível de conhecimento que cada pessoa tem com algumas tecnologias. Porque, às vezes... você aborda o usuário, que muitas vezes ele não tem nenhum contato, nenhuma intimidade com tecnologia, né? [sic] Então, eu acho que é muito importante você fazer essa sondagem, né? [sic] Que conhecimento aquela pessoa tem? Conhecimento básico

ou mais avançado, né? [sic] E aí você... tendo essas informações impostas, você saberia como explorar melhor [...] (E06).

Em síntese, o bem-estar durante os testes de usabilidade com pessoas com deficiência visual depende de um conjunto articulado de práticas que envolvem acessibilidade física, acolhimento e adequação tecnológica. Descrever o ambiente, garantir recursos de apoio e reconhecer a diversidade de familiaridade com as tecnologias não são apenas medidas operacionais, mas expressam respeito e valorização da experiência dos participantes. Assim, cria-se um contexto de confiança e pertencimento, essencial para que os testes sejam efetivos e para que os resultados reflitam de forma mais fidedigna as necessidades e perspectivas desse público fortalecendo um ambiente de respeito.

### *Retorno das conclusões e achados das pesquisas*

As entrevistas destacaram a importância do compartilhamento dos resultados das pesquisas com os participantes, assegurando que eles se mantenham informados sobre como suas contribuições influenciaram o desenvolvimento dos projetos. Esse retorno não apenas reconhece o papel dos participantes, mas também cria um ciclo de colaboração contínua, onde as pessoas usuárias podem observar melhorias diretas nos produtos ou dispositivos testados, fortalecendo o engajamento e ressaltando a importância de sua participação no processo. A maioria dos entrevistados relatou que participar de testes de usabilidade muitas vezes não gera retorno real. Quando o teste é pontual e não há devolutiva, o sentimento predominante é o de uso instrumental da pessoa com deficiência:

Nenhum retorno. Não sei se foi, se não foi. Nem o nome da empresa, eles não podiam falar porque era confidencial. (E02).

Eu acho que o problema está na devolutiva. A gente não sabe que fim levou. (E08)

Então tinha essas questões que a gente colocou e tal e é projeto experimental também, piloto, mas que não foi para frente e eles não deram feedback em que pé está hoje, se eles abandonaram ou não, só chamaram a gente realmente para fazer o teste em uma estação ali, teste controlado, né? (E12).

De modo geral, o retorno das conclusões e achados das pesquisas constitui um elemento ético e metodológico fundamental nos testes de usabilidade com pessoas com deficiência visual. A ausência de devolutivas reforça a percepção de instrumentalização dos participantes, reduzindo seu engajamento e confiança nos processos. Garantir que

as pessoas envolvidas recebam informações claras sobre os resultados e desdobramentos dos projetos não apenas reconhece seu papel ativo, mas também fortalece a lógica colaborativa do DCH, em que cada contribuição se traduz em avanços perceptíveis e legitimados na prática.

### *Outros aspectos observados*

Em relação às tecnologias produzidas, as entrevistas ainda revelaram uma série de exemplos de barreiras criadas, sob aspectos que teriam sido desconsiderados pelos projetistas durante o processo de desenvolvimento e testagem de TA. Um dos principais problemas relatados foi a ausência de diferenciação nos feedbacks sonoros, impossibilitando a compreensão das ações realizadas. Como exemplo, micro-ondas que emitem o mesmo som ao pressionar qualquer botão (seja um número ou a função “descongelar”), gerando insegurança quanto ao uso do dispositivo. Também foram mencionados feedbacks auditivos mal projetados, como vozes robotizadas ou leitores de tela com timbres metálicos e velocidades inadequadas, que provocam desconforto ou ansiedade em quem depende exclusivamente da voz para navegar.

Outro ponto abordado foi a frustração com a exigência de apoio visual em etapas cruciais ao utilizar aplicativos e/ou websites. Por exemplo, *CAPTCHAs*<sup>20</sup> em formulários, tornando o processo inacessível sem ajuda de pessoas enxergantes. Telas sensíveis ao toque (touchscreen) também foram relatadas como um impeditivo, especialmente em equipamentos como máquinas de pagamento débito/crédito, onde a falta de botões com relevo compromete a interação. Soma-se isso a dificuldade de acesso a manuais em formatos acessíveis ou com linguagem compreensível, especialmente para quem busca autonomia na apropriação da tecnologia.

As entrevistas também destacaram a confusão entre autonomia e dependência da rede de apoio: com testes que não distinguem se o uso foi bem-sucedido pela habilidade da pessoa usuária ou pela ajuda de terceiros.

Por fim, observado a negligência com o uso do braille, frequentemente substituído por voz, sem considerar o direito ao uso combinado dos sentidos. Esses achados reforçam que somente a escuta direta das pessoas com deficiência pode evidenciar barreiras cotidianas que permanecem invisíveis aos olhos dos enxergantes.

---

<sup>20</sup> Um CAPTCHA é um programa que gera e corrige testes que a maioria dos humanos consegue passar, mas os programas de computador não.

### *As Diretrizes e a análise das entrevistas*

A partir da análise das entrevistas, foi possível estabelecer um diálogo entre os achados empíricos e as diretrizes clássicas de usabilidade propostas por autores como Nielsen, Molich, Muller, McClard, Shneiderman e Maeda.

A ausência de testes com pessoas usuárias finais (E01, E11), por exemplo, revela um distanciamento das heurísticas de Muller e McClard (HMM11 e HMM13), que destacam a importância de respeitar as habilidades e valorizar a participação ativa das pessoas usuárias no processo de desenvolvimento. Ao mesmo tempo, evidencia uma limitação da abordagem tradicional de Nielsen e Molich (HNM5 e HNM9), que se concentra na prevenção e recuperação de erros, mas não prevê mecanismos que garantam a participação contínua e a devolutiva dos processos.

A reivindicação por ambientes de teste acessível, com autodescrição, audiodescrição e suporte adequado (E02, E12), entra em convergência com princípios de Shneiderman e Plaisant (ORO2 e ORO3) sobre usabilidade universal e feedback informativo, ainda que tais diretrizes, em sua formulação original, não detalhem os requisitos sensoriais e afetivos implicados nessas interações. Além disso, demandas por acolhimento, confiança e consideração apontam para a atualidade das leis de simplicidade de Maeda (LS7 e LS8), sugerindo que a experiência emocional e a credibilidade dos sistemas são dimensões inseparáveis da usabilidade em TA.

Por fim, os depoimentos revelam que a diversidade entre as pessoas com deficiência visual, em termos de histórico, proficiência tecnológica e estratégias de adaptação, desafia diretrizes padronizadas. Dessa forma, é reforçada a necessidade de abordagens que considerem a pluralidade dos modos de uso e a escuta como princípio metodológico. Esses cruzamentos mostram que a eficácia das diretrizes depende de sua articulação com contextos reais de vida (HNM2), sob risco de tornarem-se abstratas e ineficazes quando dissociadas das experiências concretas das pessoas usuárias.

### *Recomendações para futuros testes*

Aqui sintetizamos as diretrizes fundamentais extraídas diretamente das falas dos entrevistados, visando tornar os testes de usabilidade mais inclusivos e representativos das pessoas com deficiência visual. Essas recomendações estão organizadas em três momentos-chave: antes, durante e após o teste.

Antes dos testes, é essencial garantir que todas as informações sejam compartilhadas em formatos acessíveis, incluindo materiais introdutórios em áudio e texto compatíveis com leitores de tela. A audiodescrição do ambiente e da equipe ajuda a criar uma ambientação mais acolhedora, promovendo segurança e pertencimento. Além disso, é necessário assegurar condições adequadas de deslocamento até o local ou, em caso de testagens remotas, fornecer orientações detalhadas para acesso às plataformas e tecnologias envolvidas.

Durante os testes, recomenda-se oferecer tempo suficiente para exploração autônoma, sem pressionar a pessoa participante a concluir tarefas rapidamente. É importante que os pesquisadores estejam atentos não apenas aos resultados obtidos, mas também às estratégias de navegação, aos recursos utilizados (como leitores de tela, linhas braille ou softwares específicos) e às formas de adaptação e superação de barreiras. A postura dos condutores deve ser guiada por escuta ativa, respeitando pausas, expressões espontâneas e eventuais desconfortos, reconhecendo a dimensão subjetiva da experiência de uso.

Após os testes, deve-se valorizar a participação das pessoas envolvidas por meio do envio de um resumo acessível das análises, além de compartilhar os desdobramentos do projeto e, sempre que possível, convidar as pessoas para etapas futuras de avaliação ou desenvolvimento. Essas práticas promovem não apenas transparência e reconhecimento, mas também fortalecem a construção de TA mais centradas na vivência real das pessoas com deficiência visual.

### **Considerações finais**

Ao longo das entrevistas, um dos temas que mais despertou críticas e reflexões foi a forma como testes de usabilidade são normalmente conduzidos. Em muitos casos, os participantes relataram uma experiência recorrente de serem convocados para testagens pontuais, sem continuidade ou retorno, sendo tratados mais como objetos de estudo do que como colaboradores ativos. Termos como 'cobaia' surgiram para expressar a percepção de que, muitas vezes, a presença dessas pessoas é instrumentalizada em validações rápidas e superficiais. Esse tipo de relação, centrada na coleta de dados e desprovida de escuta genuína, gera desconfiança e desestímulo. Quando os participantes não recebem devolutiva sobre os resultados de suas contribuições, ou não percebem impactos concretos de sua participação, o engajamento em iniciativas de pesquisa e desenvolvimento tende a diminuir. Esse cenário se agrava

quando as tecnologias testadas não chegam ao uso prático ou quando a participação é restrita à fase final de validação, sem possibilidade real de influenciar o design do produto.

Em contrapartida, as entrevistas revelam que, quando há abertura para o diálogo, devolutiva qualificada e possibilidade de acompanhar os desdobramentos do projeto, as pessoas usuárias se engajam com entusiasmo e senso de propósito. A participação torna-se mais significativa quando reconhecida como coautoria, e não como mera consulta protocolar. Valorizar o tempo e o conhecimento dos participantes implica adotar práticas simples, mas essenciais: descrição clara do ambiente de teste, garantia de acessibilidade comunicacional desde o convite, escuta ativa durante a interação e compartilhamento dos resultados ou aprendizados após a conclusão do estudo.

Assim, os achados deste estudo evidenciam que a efetividade dos testes de usabilidade com pessoas com deficiência visual não reside apenas em protocolos técnicos, mas sobretudo na construção de relações éticas, colaborativas e representativas desse público. Para que isso se concretize, é indispensável reconhecer sua diversidade interna, assegurar devolutivas consistentes e promover a participação como coautoria, de modo que o Design Centrado no Humano cumpra seu propósito de gerar tecnologias inclusivas, socialmente legitimadas e alinhadas às necessidades reais das pessoas usuárias.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050**. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

CHARLTON, J. I. **Nothing about us without us: disability oppression and empowerment**. 3. ed. Berkeley: University of California Press, 2004.

DAVIS, L. J. **Enforcing normalcy: disability, deafness and the body**. London; New York: Verso, 1995.

DINIZ, D. **O que é deficiência?** São Paulo: Brasiliense, 2006.

ELLIS, K. et al. Bespoke reflections: creating a one-handed braille keyboard. **Proceedings of the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**, ACM, 2020.

FLOYD, C. A paradigm change in software engineering. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**, 1988.

GARRETT, J. J. **The elements of user experience: user-centered design for the web and beyond**. 2. ed. Berkeley: New Riders, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9241-210. **Ergonomics of human-system interaction** — human-centred design for interactive systems. Genève: ISO, 2019.

LANTER, D.; ESSINGER, R. User-centered design. In: RICHARDSON, D. et al. (ed.). **International encyclopedia of geography**. Wiley, 2017.

MAEDA, J. **The laws of simplicity**. Cambridge, MA: MIT Press, 2006.

MARTILLANO, D. A. et al. PINDOTS: an assistive six-dot braille cell keying device on basic notation writing for visually impaired students with IoT technology. **Proceedings of the 2nd International Conference on Education and E-Learning**, 2018.

MULLER, M. J.; MCCLARD, A. L. **Validating an extension to participatory heuristic evaluation: quality of work and quality of work life**. CHI '95 Conference Companion. ACM, 1995.

MURAD, H.; TRIPTO, N. I.; ALI, M. E. Developing a Bangla currency recognizer for visually impaired people. **Proceedings of the Tenth International Conference on Information and Communication Technologies and Development**, 2019.

NIELSEN, J. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. **Proceedings of CHI '94**. ACM, 1994.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. Boston: Academic Press, 1993.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. **Proceedings of CHI '90**. ACM, 1990.

PERNICE, K.; NIELSEN, J. How to conduct usability studies for accessibility. 2012. Disponível em: <https://www.nngroup.com/reports/how-to-conduct-usability-studies-accessibility/>. Acesso em: 22 set. 2025.

SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. **Designing the user interface**: strategies for effective human-computer interaction. 5. ed. Boston: Addison-Wesley, 2010.

THE OFFICIAL CAPTCHA SITE. Disponível em: <http://www.captcha.net>. Acesso em: 22 set. 2025.

## Capítulo 6

# Acessibilidade em ambientes virtuais de aprendizagem: recomendações, práticas inclusivas e desafios no contexto brasileiro

### AUTORIA

Eduardo Ariel de Souza  
Teixeira<sup>21</sup>  
Gil Brito<sup>22</sup>  
Marcos Garamvolgyi e Silva<sup>23</sup>  
Marina Araujo Scalabrin<sup>24</sup>  
Virgínia Chalegre<sup>25</sup>

### RESUMO

O capítulo examina a acessibilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) a partir da perspectiva da usabilidade e das heurísticas de avaliação, com o objetivo de identificar barreiras, destacar boas práticas e propor recomendações que contribuam para a construção de AVAs mais inclusivos, especialmente para pessoas com deficiência visual. A pesquisa envolve uma revisão da literatura, a análise normativa — com ênfase na ABNT NBR 17225 e em diretrizes internacionais —, a aplicação de avaliações baseadas em heurísticas em AVAs reais e a discussão crítica das implicações observadas. Os resultados indicam que, apesar dos avanços em normas e ferramentas, ainda persistem lacunas significativas relacionadas à conformidade com critérios de acessibilidade, à adaptabilidade a diferentes perfis de usuários e à usabilidade heurística.

### PALAVRAS-CHAVE

Ambientes Virtuais de  
Aprendizagem;  
Design inclusivo;  
Acessibilidade;  
Usabilidade.

---

<sup>21</sup>Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3778-9768>

<sup>22</sup>Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil | E-mail: [gil.brito@int.gov.br](mailto:gil.brito@int.gov.br) | Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-7628-005X>

<sup>23</sup>Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil | E-mail: [marco.garam@int.gov.br](mailto:marco.garam@int.gov.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5387-7047>

<sup>24</sup>Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [scalabrin@int.gov.br](mailto:scalabrin@int.gov.br) | Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-5036-5048>

<sup>25</sup>CESAR School, Pernambuco, Brasil | E-mail: [vcc2@cesar.org.br](mailto:vcc2@cesar.org.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2303-9592>

## Introdução

A educação mediada por ambientes virtuais tem se expandido globalmente, sendo especialmente relevante em contextos de Educação a Distância (EaD). No Brasil, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) como Moodle, Canvas e Blackboard são amplamente utilizados. Contudo, a ampla adoção dessas plataformas não garante acessibilidade plena para todos os usuários. Pessoas com deficiência visual, auditiva, motora ou cognitiva podem enfrentar barreiras que limitam sua participação e aprendizagem. Assim, a acessibilidade digital torna-se não apenas uma questão técnica ou de usabilidade, mas uma questão de justiça social e de direito à educação.

A World Wide Web, ou simplesmente Web, é um serviço da Internet concebido para disponibilizar informações a todos os usuários. Desde sua criação por Tim Berners-Lee, a Web vem sendo utilizada em diversas áreas, ganhando relevância no cotidiano das pessoas ao redor do mundo (W3C, 2023a). Sua evolução e popularização contribuíram para o aprimoramento de ferramentas de comunicação e informação, facilitando a propagação de pautas inclusivas. Com isso, surgiu a demanda por acessibilidade digital, termo que se refere à necessidade de permitir que todos os usuários, independentemente de suas capacidades, tenham acesso aos conteúdos digitais.

Em 2004, o Decreto Federal nº 5.296 tornou obrigatório que portais e sites da administração pública atendam a padrões de acessibilidade digital (BRASIL, 2004). Posteriormente, outros decretos, portarias e leis ampliaram a exigência para todos os sites, não apenas os governamentais (BRASIL, 2011). Em 6 de julho de 2015, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146) tornou obrigatória a acessibilidade em sítios da Internet mantidos por empresas com sede ou representação comercial no país, bem como por órgãos governamentais (BRASIL, 2015). Apesar disso, a acessibilidade ainda não é prioridade para mais de 99% dos websites brasileiros, onde os AVAs estão inclusos. Uma pesquisa da BigDataCorp, em parceria com o Movimento Web para Todos, avaliou 16,89 milhões de sites ativos no Brasil e constatou que apenas 0,89% passaram em todos os testes de acessibilidade aplicados (Movimento Web Para Todos, 2021a).

Com a popularização da Web, tornou-se necessário garantir acesso à plataforma independentemente da capacidade, idade ou deficiência do usuário. Tim Berners-Lee afirmou em 1997: “O poder da Web está na sua universalidade. O acesso por todos, independentemente de deficiência, é um aspecto essencial” (Souza, 2016). Hoje, a

acessibilidade também pode beneficiar pessoas de diversas idades, analfabetos digitais e novos usuários da Internet. Em suma, diretrizes como WCAG, leis federais e critérios do Movimento Web para Todos buscam assegurar a acessibilidade digital, mesmo que muito ainda precise ser feito.

Dentro deste contexto digital, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem têm se consolidado como instrumentos essenciais na educação contemporânea, sobretudo em contextos de EaD e ensino híbrido. Essa adoção crescente oferece benefícios de flexibilidade espacial e temporal, mas também evidencia desigualdades para pessoas com deficiência ou necessidades específicas de acessibilidade. Tecnologias assistivas, como leitores de tela, softwares de ampliação e reconhecimento de voz, dependem de boas práticas de desenvolvimento digital para que o AVA seja efetivamente utilizável.

A inclusão digital é um direito consagrado em lei no Brasil, especialmente pela Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), que determina que pessoas com deficiência tenham acesso a conteúdos digitais sem barreiras (Serviços e Informações do Brasil). Portanto, com a expansão da EaD e o aumento do uso de AVAs, é essencial que esses sistemas adotem padrões mais rigorosos de acessibilidade, garantindo a participação plena e equitativa de todos os usuários.

A norma ABNT NBR 17225:2025 representa um avanço regulatório importante para o Brasil, alinhando-se às Diretrizes Internacionais WCAG 2.2. Ela estabelece requisitos e recomendações para tornar conteúdos e aplicações web acessíveis (CGI.br; TecAcessibilidade IFRS). A norma reúne 146 orientações, sendo 96 requisitos obrigatórios (níveis A e AA da WCAG) e 50 recomendações adicionais (nível AAA), abrangendo temas como interação por teclado, uso de imagens, cabeçalhos, cores, formulários, codificação semântica, áudio e vídeo. No entanto, a existência da norma não garante sua implementação completa e eficaz nos AVAs. Questões práticas de usabilidade, prioridades institucionais e limitações técnicas podem impedir ou comprometer a conformidade.

Este capítulo propõe-se, portanto, a analisar a aplicação de heurísticas na avaliação de acessibilidade em AVAs, verificar o grau de conformidade em relação à norma vigente e refletir criticamente sobre práticas necessárias para assegurar uma educação digital inclusiva.

## **Conceito de Acessibilidade Digital e Design Universal**

A acessibilidade digital refere-se ao design de produtos, dispositivos, serviços ou ambientes digitais de forma que pessoas com diferentes tipos de deficiência possam utilizá-los. Isso inclui deficiências visuais, auditivas, motoras, cognitivas, entre outras. Segundo a ISO 9241-210, acessibilidade é a “usabilidade de um produto, serviço, ambiente ou instalação por pessoas com a mais ampla gama de capacidades” (ISO, 2019). Ademais, refere-se à possibilidade e à condição de alcance, percepção e entendimento para utilização segura e autônoma de edificações, espaços, mobiliários, vias públicas, equipamentos urbanos e transporte coletivo (NBR, 2020). Já na norma da ABNT, essas pessoas englobam indivíduos com deficiências permanentes, temporárias ou situacionais (WPT).

Além de beneficiar pessoas com deficiência, a acessibilidade melhora a experiência de todos os usuários, ao aprimorar a usabilidade, a clareza, o desempenho e a compatibilidade com múltiplos dispositivos, ambientes móveis e tecnologias assistivas. Trata-se também de uma exigência legal, prevista tanto na Lei Brasileira de Inclusão quanto em regulamentos que regem compras e serviços públicos (Serviços e Informações do Brasil).

### *Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e Inclusão*

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) são plataformas digitais que viabilizam o ensino-aprendizagem mediado pela tecnologia. Eles oferecem flexibilização espacial e temporal, permitem a personalização do ritmo de aprendizagem e possibilitam a expansão do alcance educacional. No entanto, os AVAs também podem reproduzir ou ampliar desigualdades quando não atendem às necessidades de acessibilidade.

Estudos, como o de Campos et al. (2013), evidenciam que parte das pessoas idosas pode encontrar barreiras em plataformas digitais, especialmente quando estas não contemplam diferentes ritmos, experiências e condições sensoriais ou cognitivas. De modo complementar, Macedo e Pereira (2009) apresentam recomendações de acessibilidade e usabilidade para AVAs, a partir de uma análise contextual do Moodle, considerando as variadas necessidades desse público heterogêneo.

Para que sejam verdadeiramente inclusivos, os AVAs devem contemplar princípios de usabilidade, acessibilidade e adaptação ao usuário. Avaliações ergonômicas e heurísticas frequentemente identificam problemas como contraste inadequado,

dificuldade de navegação por teclado e ausência de descrições semânticas. Essas barreiras comprometem a autonomia e a participação de estudantes com deficiência ou limitações, dificultando seu pleno aproveitamento educacional.

### *Normas e Diretrizes: ABNT, WCAG e eMAG*

A ABNT NBR 17225:2025 é o principal marco regulatório recente em termos de acessibilidade digital no Brasil para conteúdos e aplicações web. A norma está alinhada à WCAG 2.2 do W3C (WPT; CGI.br) e apresenta 146 itens divididos entre requisitos (níveis A e AA, obrigatórios) e recomendações (nível AAA). A WCAG 2.2 organiza suas orientações com base em princípios conhecidos pelo acrônimo POUR: Perceptível, Operável, Compreensível e Robusto (WPT).

As WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), ou Diretrizes de Acessibilidade de Conteúdo da Web, constituem um guia para tornar o conteúdo web mais acessível a pessoas com deficiência (W3C, 2023b). Desenvolvidas pelo W3C (World Wide Web Consortium), essas diretrizes exemplificam deficiências que podem acompanhar o indivíduo desde o nascimento ou surgir ao longo da vida. A Tabela 1 apresenta algumas dessas deficiências e suas características (SILVA; COELHO; SILVA, 2017).

No modelo da W3C, os princípios são definidos da seguinte forma (W3C, 2023b):

1. Perceptível: As informações e os componentes da interface devem ser apresentados de forma que os usuários possam percebê-los.
2. Operável: Os componentes da interface e a navegação devem ser operacionais.
3. Compreensível: As informações e a operação da interface devem ser compreensíveis para os usuários.
4. Robusto: O conteúdo deve ser suficientemente robusto para ser interpretado por uma ampla variedade de agentes de usuário, incluindo tecnologias assistivas.
5. Conformidade: Seção normativa que lista os requisitos necessários para que o conteúdo esteja em conformidade com as WCAG 2.1.

Cada princípio envolve um conjunto de requisitos que devem ser atendidos para que um site ou aplicação seja considerado acessível.

## *Leis Federais*

A Lei nº 10.098, sancionada em 2000, representou o primeiro avanço efetivo na legislação brasileira sobre acessibilidade. Ela estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade de pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, além de dispor sobre outras providências (BRASIL, 2000).

Em 2004, o Decreto nº 5.296/2004 regulamentou a Lei nº 10.098, ampliando o conceito de acessibilidade para incluir sistemas e meios de comunicação e informação. No artigo 8º, inciso I, define acessibilidade como a condição que permite a utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, serviços de transporte e dispositivos de comunicação e informação por pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (BRASIL, 2011).

Posteriormente, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) tornou obrigatória a acessibilidade em sítios da Internet mantidos por empresas com sede ou representação comercial no país, bem como por órgãos governamentais. No Capítulo VI – Acesso à Informação e à Comunicação, o artigo 47 estabelece:

No prazo de até doze meses a contar da data de publicação deste Decreto, será obrigatória a acessibilidade nos portais e sítios eletrônicos da administração pública na internet, garantindo às pessoas com deficiência visual o pleno acesso às informações disponíveis (BRASIL, 2015).

O §1º permite a extensão do prazo em casos de inviabilidade técnica em portais de grande porte; o §2º exige que os sites acessíveis exibam um símbolo de acessibilidade; e o §3º determina que telecentros comunitários financiados pelos governos devem ser plenamente acessíveis, incluindo pelo menos um computador com sistema de som para uso preferencial por pessoas com deficiência visual.

A NBR 17225:2025, alinhada à WCAG 2.2, é complementada por outras normas, como a ABNT NBR 17060/2022, que trata de acessibilidade em aplicativos móveis, e pela Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015). A aplicação conjunta dessas diretrizes garante conformidade regulatória nacional e observância de padrões internacionais.

### *Movimento Web para Todos (MWPT)*

Em parceria com a BigDataCorp, o Movimento Web para Todos (MWPT) analisou em abril de 2021 a experiência de navegação de pessoas com deficiência no Brasil. Foram avaliados 16.893.257 sites brasileiros, com base nos seguintes parâmetros:

- Verificação de acessibilidade em formulários;
- Verificação de acessibilidade em imagens;
- Verificação de acessibilidade em links;
- Verificação de conformidade com padrão HTML do W3C (MOVIMENTO WEB PARA TODOS, 2021b).

#### *Verificação de acessibilidade em formulários:*

Os formulários foram analisados quanto à codificação e adoção de boas práticas de programação que garantam sua acessibilidade. Entre os requisitos avaliados estão:

1. Existência de atributo id associado a um elemento label por meio de for;
2. Existência de atributo title preenchido;
3. Existência de atributo aria-labelledby, associado a um elemento via id e suportado por tecnologia assistiva;
4. Existência de atributo aria-label, suportado por tecnologia assistiva.

#### *Verificação de acessibilidade em imagens:*

Todas as imagens devem possuir texto alternativo claro, que descreva seu conteúdo. A ausência de texto alternativo impede que tecnologias assistivas transmitam a função da imagem ao usuário. O atributo alt é considerado obrigatório, embora existam outras técnicas complementares. Outros atributos avaliados incluem title, aria-labelledby e aria-label(MOVIMENTO WEB PARA TODOS, 2021b).

#### *Verificação de acessibilidade em links:*

A navegação por links é a principal forma de acessar novas páginas. O estudo verificou se links que abrem em nova janela avisam o usuário e se links em JavaScript funcionam via teclado. Abrir links em nova janela deve ser uma escolha do usuário, ou, caso contrário, deve haver aviso prévio.

### *Verificação de conformidade com padrão HTML do W3C:*

Todas as páginas foram testadas no validador automático do W3C (<http://validator.w3.org/>). Se todos os testes forem negativos, o site não atende às diretrizes de acessibilidade.

### *Cenário da Web Acessível no Brasil*

A web ainda não é convidativa para pessoas com deficiência (MOVIMENTO WEB PARA TODOS, 2020).

A frase, do técnico em tecnologia assistiva da Laramara (Associação Brasileira de Assistência à Pessoa com Deficiência Visual), retrata as barreiras físicas e digitais enfrentadas por pessoas com deficiência.

Entre 2020 e 2021, a BigDataCorp e o MWPT avaliaram 16,89 milhões de sites ativos, número 15,29% maior que o levantamento anterior. Apenas 0,89% dos sites passaram em todos os testes de acessibilidade, contra 0,74% em 2020 (MOVIMENTO WEB PARA TODOS, 2021a). Apesar de uma leve melhora, 96,79% dos sites apresentaram falhas, enquanto 89,46% dos sites governamentais apresentaram alguma deficiência. Em anos anteriores, os índices eram ainda mais críticos: 96,71% em 2020 e 99,66% em 2019.

### *eMAG - Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico*

De acordo com o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG), usuários com deficiência podem vivenciar diferentes situações de acesso ao computador. Entre elas estão: o uso sem mouse, no caso de pessoas com deficiência visual, dificuldade de controle motor, paralisia ou amputação de membros superiores; o uso sem teclado, em situações de amputações ou grandes limitações motoras; o acesso sem monitor, característico de pessoas cegas; e o uso sem áudio, para pessoas com deficiência auditiva (BRASIL, 2014). Esses cenários ilustram a diversidade de barreiras que precisam ser consideradas no desenvolvimento de interfaces digitais.

O primeiro fundamento para a acessibilidade digital é a adoção de padrões web. Conteúdos estruturados em HTML, CSS, JavaScript ou XML, com código semanticamente correto, organizado em camadas (estrutura, apresentação e comportamento) e hierarquizado, facilitam a interpretação por navegadores, leitores de tela e demais tecnologias assistivas. Complementarmente, o eMAG recomenda a

aplicação das diretrizes internacionais WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), adaptadas ao contexto brasileiro, o que contribui para a criação de interfaces mais universais e inclusivas.

No processo de avaliação, destacam-se duas dimensões complementares: a avaliação automatizada, realizada por ferramentas como o ASES, que identificam erros de marcação e estrutura com base no eMAG; e a avaliação manual, indispensável para verificar aspectos qualitativos que algoritmos não captam, como a clareza das descrições de imagens. Esta última exige tanto conhecimento técnico quanto empatia com as barreiras vivenciadas por pessoas com deficiência.

Diferentemente das WCAG, que seguem níveis de prioridade, o eMAG organiza suas recomendações por áreas de aplicação, todas igualmente relevantes. No campo da marcação (estrutura), orienta-se o uso semântico de HTML — cabeçalhos, listas, links, tabelas corretamente estruturadas. Em relação ao comportamento (DOM), é essencial garantir funcionalidades acessíveis via teclado, evitar redirecionamentos automáticos e eliminar elementos piscantes que possam desorientar ou causar crises em pessoas com epilepsia fotossensível. Quanto ao conteúdo e à informação, recomenda-se identificar o idioma principal com o atributo lang, usar títulos e links descritivos, estruturar a navegação por caminhos claros (como breadcrumbs), inserir textos alternativos adequados em imagens e disponibilizar documentos em formatos acessíveis. No âmbito da apresentação e do design, devem ser priorizados o uso de contraste adequado (mínimo de 7:1 entre texto e fundo), a organização visual clara e consistente e o cuidado em evitar sobreposições ou layouts confusos. Em recursos multimídia, torna-se necessário fornecer legendas para vídeos com áudio, descrições para vídeos sem áudio e controles acessíveis via teclado. Já em formulários, recomenda-se a adoção de grupos lógicos de campos, o uso de fieldset e legend e a correta associação entre labels e elementos de entrada, práticas fundamentais em páginas de autenticação ou contato.

Além dessas diretrizes, o eMAG estabelece elementos padronizados de acessibilidade digital a serem incorporados em sites governamentais. Entre eles, a obrigatoriedade de uma barra de acessibilidade no topo das páginas, contendo modo de alto contraste, atalhos de teclado — como Alt+1 (conteúdo), Alt+2 (menu), Alt+3 (busca) e, em alguns casos, Alt+4(rodapé) —, além de um link para uma página explicativa sobre os recursos disponíveis. Também é exigido um mapa do site em formato de lista hierárquica, que torne clara a estrutura e a navegação do portal.

De forma sintética, as principais etapas indicadas pelo eMAG podem ser descritas da seguinte maneira: (i) construção, com o uso de padrões web e código semanticamente organizado; (ii) aplicação de diretrizes, que abrangem marcação, comportamento, conteúdo, design, multimídia e formulários; (iii) avaliação, combinando testes automatizados e manuais, preferencialmente com a participação de usuários reais; e (iv) interface acessível, que inclui recursos como barra de acessibilidade, contraste adequado, atalhos de navegação, mapa do site e informações claras sobre os mecanismos de acessibilidade disponíveis.

Assim, o eMAG representa um guia abrangente que, ao adaptar recomendações internacionais ao contexto nacional, busca tornar os serviços digitais governamentais mais inclusivos, garantindo não apenas conformidade técnica, mas também a efetiva experiência de uso para todos os cidadãos.

## **Plataformas de AVA**

### *Moodle (amplamente difundido em IES brasileiras)*

O Moodle disponibiliza materiais e declarações sobre acessibilidade, nos quais afirma compatibilidade com os padrões Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), historicamente na versão 2.1, nível AA. No Brasil, inúmeras instituições de ensino superior utilizam o Moodle como ambiente virtual de aprendizagem (MOODLE, 2024).

No que se refere à ABNT NBR 17225, não foram localizados comunicados oficiais do Moodle que atestem a conformidade direta. Entretanto, a declaração de aderência às WCAG — base normativa sobre a qual a NBR foi estruturada — sugere que a plataforma possui fundamentos técnicos para buscar conformidade. Ressalta-se, contudo, que esse processo depende da versão do sistema, de customizações locais e, principalmente, da qualidade do conteúdo produzido por docentes, que frequentemente apresenta falhas em acessibilidade (MOODLE, 2024).

### *Canvas (Instructure)*

A Instructure, mantenedora do Canvas, publica políticas de acessibilidade e Accessibility Conformance Reports (VPATs), declarando esforços para atender às diretrizes WCAG (versões 2.1 e posteriores), além de realizar testes de conformidade.

Quanto à NBR 17225, não foram identificadas declarações públicas explícitas de conformidade. De modo análogo ao Moodle, a adesão às WCAG favorece o alinhamento com a norma brasileira, embora ainda seja necessário realizar verificações caso a caso.

### *Blackboard Learn*

O Blackboard mantém uma página oficial sobre acessibilidade, onde disponibiliza relatórios, práticas recomendadas e um roadmap de acessibilidade. A empresa declara compromisso com usabilidade e conformidade a guidelines internacionais.

No entanto, não foram identificadas menções diretas à ABNT NBR 17225 em seus materiais públicos. Assim como em outras plataformas, a aderência a padrões internacionais sugere compatibilidade técnica, mas não assegura conformidade formal com a norma brasileira.

### *Google Classroom / Google for Education*

O Google disponibiliza Accessibility Conformance Reports (VPATs) para o Classroom e outros produtos da suíte Google for Education, apresentando documentação técnica que evidencia compatibilidade com as WCAG.

No caso da NBR 17225, não há declarações públicas específicas. Entretanto, os relatórios de conformidade com WCAG/VPAT configuram instrumentos úteis para o mapeamento de conformidade com a norma nacional.

### *TelEduc, plataformas customizadas e outras (Brightspace/D2L, soluções nacionais)*

O TelEduc e outras plataformas acadêmicas nacionais aparecem frequentemente na literatura técnica brasileira, sendo algumas delas customizadas por instituições de ensino superior. A acessibilidade, contudo, apresenta grande variabilidade: enquanto versões “padrão” podem estar mais alinhadas às diretrizes, customizações frequentes e conteúdos produzidos por docentes acabam gerando barreiras recorrentes (SCISPACE, 2024).

No que tange à NBR 17225, não há um inventário público nacional que liste instâncias de ambientes virtuais de aprendizagem formalmente certificados. Assim, a conformidade depende de fatores como versão do software, adaptações locais e qualidade do conteúdo disponibilizado.

Nenhum dos principais provedores públicos de AVA — Moodle, Canvas, Blackboard ou Google — declara explicitamente, em suas páginas públicas, conformidade formal certificada com a ABNT NBR 17225. Esses fornecedores normalmente reportam conformidade com padrões internacionais, como WCAG, VPAT ou Section 508, que servem como base técnica da NBR (evidências: páginas públicas e VPATs; Moodle, 2024; Instructure, 2024).

### **Diretrizes: Heurística e Regras de Ouro**

A avaliação heurística é um método de inspeção em que avaliadores especializados utilizam princípios de usabilidade para identificar problemas em interfaces digitais. As heurísticas mais conhecidas são as de Nielsen (SCHNEIDERMAN, 1998), entretanto, no contexto da acessibilidade, essas heurísticas devem ser adaptadas ou complementadas para incluir critérios adicionais que permitam detectar barreiras específicas, como compatibilidade com leitores de tela, navegação por teclado, clareza cognitiva e legibilidade de conteúdos multimídia.

Além de servir como instrumento de avaliação, as heurísticas e diretrizes desempenham papel essencial no processo de design de novas interfaces. Designers utilizam esses princípios como referência conceitual para orientar decisões de projeto, garantindo que elementos de navegação, layout, feedback e interação sigam padrões de usabilidade e acessibilidade. Nesse sentido, as heurísticas funcionam como checklists preventivas, permitindo que problemas sejam antecipados durante a fase de concepção, e não apenas detectados posteriormente em auditorias ou testes.

Ao integrar heurísticas ao fluxo de design, os profissionais conseguem alinhar experiência do usuário e acessibilidade desde as primeiras etapas do desenvolvimento, promovendo interfaces mais inclusivas, consistentes e eficientes. Essa prática também facilita a validação contínua da qualidade, ao fornecer critérios objetivos para revisões internas, prototipagem e testes com usuários, incluindo aqueles com diferentes tipos de deficiência.

Em síntese, heurísticas e diretrizes podem ser ferramentas de dupla função: avaliativas e propositivas, ao orientar o design de novas interfaces.

### *Heurísticas de Usabilidade de Nielsen (1994)*

1. Visibilidade do status do sistema : O sistema deve sempre manter o usuário informado sobre o que está acontecendo, em tempo razoável.
2. Correspondência entre sistema e mundo real Falar a linguagem do usuário, com termos, metáforas e convenções conhecidas.
3. Controle e liberdade do usuário : Permitir desfazer/refazer ações, saídas de emergência e caminhos claros.
4. Consistência e padrões : Seguir convenções conhecidas; não reinventar interações sem necessidade.
5. Prevenção de erros: Melhor do que mensagens de erro é evitar que eles aconteçam.
6. Reconhecimento em vez de memorização: Minimizar a carga de memória, deixando opções e elementos visíveis.
7. Flexibilidade e eficiência de uso : Permitir atalhos para usuários experientes sem atrapalhar iniciantes.
8. Design estético e minimalista: Evitar informações irrelevantes ou excesso visual que compete com o essencial.
9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros : Mensagens de erro devem ser claras, indicar o problema e sugerir solução.
10. Ajuda e documentação: Quando necessário, fornecer ajuda simples, direta e de fácil busca.

### *Regras de Ouro de Shneiderman (1986)*

1. Consistência : Manter padrões em nomenclaturas, cores, comandos, atalhos.
2. Atalhos frequentes para usuários experientes : Oferecer caminhos rápidos (menus, teclas de atalho, macros).
3. Feedback informativo : Cada ação deve ter uma resposta do sistema, imediata e adequada.
4. Fechamento de diálogos : Estruturar ações em início, meio e fim, dando ao usuário sensação de conclusão.

5. Prevenção e tratamento de erros : Projetar para evitar erros; se ocorrerem, oferecer mensagens claras e recuperação simples.
6. Permitir reversão de ações: Desfazer e refazer como recurso de segurança e liberdade.
7. Controle do usuário: O usuário deve estar no comando, não ser surpreendido por ações automáticas.
8. Minimizar a carga de memória: Tornar objetos, opções e informações visíveis, sem exigir lembrança constante.

### **Revisão de literatura brasileira**

Estudos brasileiros têm se dedicado à proposição de heurísticas específicas para Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) ou à adaptação de heurísticas clássicas às exigências de acessibilidade, complementando normas técnicas e checklists, especialmente no que se refere às experiências reais de uso (REVISTAS IF SERTÃO PE, 2024; REPOSITÓRIO IFPB, 2024).

Há evidências de que pesquisadores nacionais tanto adaptam heurísticas clássicas, como as dez heurísticas de Nielsen, ao contexto educacional e de acessibilidade quanto desenvolvem conjuntos de heurísticas específicas para AVAs. Tais estudos estão disponíveis em repositórios institucionais (por exemplo, IFPB), em periódicos como a Revista do IF Sertão-PE e em dissertações que propõem artefatos validados por especialistas. No entanto, a literatura indica heterogeneidade metodológica e escassez de validações amplas em campo, reforçando a necessidade de auditorias empíricas e do mapeamento entre heurísticas, normas técnicas (p. ex., NBR 17225/WCAG) e práticas docentes (RESEARCHGATE, 2024).

A acessibilidade digital em educação envolve não apenas o cumprimento de normas — nacionais ou baseadas em critérios das WCAG —, mas também a qualidade da experiência de uso por diferentes públicos, incluindo alunos com deficiência sensorial, cognitiva ou motora, bem como pessoas idosas. Heurísticas de usabilidade, originadas em contextos gerais de interação, são frequentemente aplicadas em avaliações rápidas; contudo, seu uso direto em AVAs pode não capturar requisitos educativos e necessidades de acessibilidade específicas. Por isso, há interesse acadêmico em adaptar heurísticas clássicas ou criar conjuntos dedicados a AVAs (Researchgate, 2024).

No Repositório Digital do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) constam documentos que buscam desenvolver conjuntos de heurísticas específicos para AVAs, incluindo descrição de metodologia, exemplos de conformidade ou violação e propostas de listas de verificação orientadas para usabilidade e experiência do usuário em plataformas educacionais. Esses trabalhos apresentam heurísticas construídas a partir de métodos formais de validação, como entrevistas com especialistas, avaliações comparativas e aplicação de checklists, enfatizando a aplicabilidade prática em instâncias institucionais de Moodle e outros AVAs (REPOSITÓRIO IFPB, 2024).

Periódicos de Institutos Federais, como a Revista do IF Sertão-PE, publicaram artigos que adaptam as dez heurísticas de Nielsen ao contexto de AVAs, discutindo implicações para acessibilidade, incluindo mapeamento de visibilidade do sistema, consistência, prevenção de erros e legibilidade. Tais trabalhos combinam adaptações teóricas com exemplos de aplicação em protótipos ou modelos de páginas, evidenciando que a adaptação de heurísticas clássicas é uma prática recorrente no contexto institucional brasileiro (Semiário de Visu, 2024).

Repositórios como o do IFPE contêm monografias e relatórios que realizam análises práticas de acessibilidade em AVAs (Moodle, Webaula, Canvas), frequentemente aplicando diretrizes técnicas como WCAG e complementando com métodos heurísticos e verificações manuais focadas em usuários com deficiência visual. Esses estudos avaliam tanto a plataforma quanto os materiais didáticos (PDFs, vídeos) e identificam problemas recorrentes não totalmente capturados por checklists automatizados (Repositório IFPE, 2024).

Uma revisão sistemática realizada por autores brasileiros compila estudos sobre acessibilidade digital em AVAs, mostrando que há um conjunto crescente de pesquisas que combinam normas técnicas (WCAG/NBR) com instrumentos heurísticos e estudos de usabilidade. Contudo, muitas pesquisas são localizadas em uma única instituição de ensino superior, evidenciando lacunas quanto à padronização e validação ampla de heurísticas específicas (Researchgate, 2024).

Talvez possam existir formas de contribuição observadas nos estudos, tais como essas abaixo.

1. Adaptação de heurísticas clássicas: interpretação de critérios como “visibilidade do estado do sistema”, “consistência e padrões” e “prevenção de erros” para situações típicas de AVAs, incluindo navegação entre disciplinas, envio de

atividades e acesso a recursos multimídia. Essas adaptações aparecem em artigos de institutos federais e relatórios técnicos (Semiário de Visu, 2024).

2. Desenvolvimento de heurísticas específicas para AVAs: dissertações e teses, principalmente no IFPB, criaram conjuntos de heurísticas com descritores, exemplos de conformidade ou violação e checklists práticos, com ênfase em experiência do usuário educacional e acessibilidade. Muitos trabalhos seguem metodologias formais de construção de heurísticas, incluindo validação por especialistas (Repositório IFPB, 2024).
3. Combinação de heurísticas com normas técnicas: estudos empíricos aplicam heurísticas paralelamente a auditorias baseadas em WCAG e NBR, mostrando que heurísticas ajudam a identificar problemas de experiência e fluxos de uso que checklists técnicos podem não capturar, como dificuldades de alunos com baixa acuidade visual, mesmo quando o contraste do botão é adequado (Repositório IFPE, 2024).

Abaixo seguem algumas limitações metodológicas e lacunas:

- Validação limitada em escala: muitos conjuntos heurísticos são validados apenas por painel de especialistas ou em estudos de caso locais, havendo raramente validação multicêntrica ou com amostras amplas de usuários com deficiência (Repositório IFPB, 2024).
- Foco em plataformas específicas: estudos frequentemente analisam Moodle ou outras plataformas usadas localmente, não demonstrando necessariamente generalização para AVAs comerciais, como Canvas ou Blackboard (Repositório IFPB, 2024).
- Integração com prática docente: poucos trabalhos demonstram como reformular práticas docentes ou repositórios de conteúdo para reduzir violações identificadas pelas heurísticas, indicando lacuna entre diagnóstico heurístico e intervenções pedagógicas (Repositório IFPB, 2024).

Normas técnicas como WCAG e NBR são essenciais para garantir requisitos objetiváveis (contraste, alternativas textuais, semântica correta), mas abordam menos fluxos de interação pedagógica, como sequência de atividades, transferência de arquivos e interação em fóruns, bem como experiências de alunos com necessidades diversas.

Nesse sentido, heurísticas específicas para AVAs, quando bem formuladas e validadas, atuam como complemento prático às normas, apontando como exigências técnicas se manifestam no uso cotidiano e identificando barreiras contextuais geradas por conteúdos docentes, plugins ou práticas avaliativas. Estudos brasileiros mostram essa complementaridade, embora a consolidação e disseminação de heurísticas validadas ainda demandem esforços coordenados entre pesquisadores, instituições de ensino superior e fornecedores de AVAs (ResearchGate, 2024).

A produção brasileira demonstra que é possível propor heurísticas específicas para AVAs e adaptar heurísticas clássicas às exigências de acessibilidade, sendo tais trabalhos encontrados em repositórios institucionais, como o IFPB, e em periódicos regionais, como a Revista do IF Sertão-PE. Esses trabalhos evidenciam a utilidade prática das heurísticas ao complementar normas técnicas, sobretudo para captar problemas da experiência real de uso. Contudo, é necessário ampliar validações empíricas, criar mapeamentos formais entre heurísticas e normas (NBR/WCAG) e disponibilizar repositórios públicos de heurísticas validadas para AVAs (Repositório IFPB, 2024; Semiárido de Visu, 2024).

### **Lacunas e boas práticas**

A análise de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) revela uma lacuna significativa entre as normativas existentes e sua efetiva implementação. Embora a ABNT NBR 17225 seja robusta, sua aplicação demanda recursos, conhecimento técnico e planejamento institucional, elementos que muitas vezes estão ausentes (Revistas UFPR, 2024).

As heurísticas de Nielsen, originalmente desenvolvidas para interfaces genéricas, apresentam limitações quando aplicadas a usuários com deficiência, especialmente aqueles com deficiências cognitivas ou múltiplas (REVISTAS IF SERTÃO PE, 2024). Além disso, a avaliação heurística depende fortemente da expertise dos avaliadores, podendo negligenciar problemas de acessibilidade caso estes não possuam treinamento adequado.

A tecnologia moderna avança rapidamente, mas, se mal projetada, pode gerar confusão e frustração nos usuários. O design de interação deve priorizar o comportamento humano, e não apenas a aparência da interface, criando experiências que aprimorem a maneira como indivíduos trabalham, se comunicam e interagem (Saffer,

2007). A dificuldade de compreensão e a sensação de perda de controle constituem fatores críticos que impactam a usabilidade e a confiança do usuário (JORDAN, 2002).

A avaliação heurística, popularizada pelas dez heurísticas de Nielsen (Schneiderman, 1998), é amplamente reconhecida por sua utilidade na identificação de problemas de usabilidade em interfaces. Contudo, sua aplicação em ambientes complexos, como os AVAs, e sua capacidade de capturar questões de acessibilidade são frequentemente questionadas. Embora forneçam uma base sólida, as heurísticas originais foram concebidas para interfaces genéricas, não contemplando plenamente as necessidades específicas de usuários em contextos educacionais digitais.

Essa limitação torna-se evidente diante da diversidade de usuários em AVAs. As heurísticas tradicionais tendem a considerar um usuário genérico, negligenciando barreiras enfrentadas por pessoas com deficiências sensoriais, motoras ou cognitivas. Por exemplo, a heurística de “reconhecimento em vez de memorização” (Schneiderman, 1998), embora essencial, não contempla a complexidade da navegação por teclado para usuários com deficiência motora, nem a necessidade de legendas ou descrições de áudio para usuários com deficiência visual ou auditiva.

O estudo de Santos, Trindade, Medeiros e Maniçoba (2024) investiga como as dez heurísticas de Nielsen podem auxiliar no reconhecimento e enfrentamento de problemas de acessibilidade na Web brasileira, com especial ênfase na experiência do usuário. Parte-se da constatação de que, embora existam leis, diretrizes e normas que asseguram a acessibilidade digital — como o Decreto nº 5.296/2004 —, muitos sites ainda apresentam barreiras visuais, de navegação ou de linguagem que limitam ou inviabilizam o acesso por pessoas com deficiência.

O estudo tem como objetivos avaliar a relação entre as heurísticas clássicas de Nielsen e os requisitos de acessibilidade web; identificar aquelas especialmente relevantes para detectar problemas não previstos por ferramentas ou diretrizes técnicas; e propor recomendações que integrem usabilidade, experiência do usuário e acessibilidade na melhoria das interfaces digitais. Para tanto, os autores realizaram uma revisão teórica das heurísticas, discutindo de que maneira cada uma delas se vincula a aspectos de acessibilidade — como visibilidade, navegação, legibilidade, prevenção de erros e feedback — e apresentaram exemplos práticos que evidenciam violações recorrentes em sites brasileiros.

Os resultados indicam que todas as heurísticas possuem pertinência para acessibilidade, mas algumas se mostram mais frequentemente negligenciadas. Entre

elas, destacam-se: a visibilidade do estado do sistema, frequentemente comprometida pela ausência de feedback claro e de sinalização de progresso; a consistência e padrões, prejudicada por menus e botões dispostos de forma irregular; a prevenção e tratamento de erros, pouco amparada por mensagens instrutivas; e a legibilidade, comprometida por tipografia inadequada, baixo contraste e excesso de informações visuais. Esses achados evidenciam que, embora diretrizes formais como a WCAG e as normas brasileiras sejam fundamentais, elas não abrangem integralmente as nuances da experiência real de uso, especialmente no que se refere à interação mediada por tecnologias assistivas.

Na discussão, os autores argumentam que usabilidade e acessibilidade não devem ser compreendidas como campos dissociados, mas como dimensões complementares da experiência do usuário. Nesse sentido, as heurísticas oferecem uma linguagem prática que pode ser articulada às normas técnicas, sendo necessário ajustá-las ou complementá-las para lidar com demandas específicas, como o uso de leitores de tela, a navegação por teclado ou a adequação de conteúdos multimídia. Assim, recomenda-se que as heurísticas de Nielsen sejam incorporadas aos processos de avaliação e cocriação de interfaces, em paralelo ao uso de ferramentas formais de verificação e à aplicação de normas vigentes.

Os achados reforçam que a aplicação das heurísticas não substitui a conformidade legal, mas contribui para captar aspectos perceptivos e interativos que impactam a experiência dos usuários. Isso é particularmente relevante em AVAs, nos quais a conformidade com normas como a ABNT NBR 17225 não garante, por si só, uma experiência acessível. A adoção de heurísticas amplia a análise, considerando a diversidade de perfis e necessidades, superando uma abordagem restrita a checklists técnicos.

Essa perspectiva é corroborada por Macedo e Pereira (2009), que evidenciam como a análise contextual de plataformas como o Moodle permite desenvolver recomendações mais inclusivas, especialmente para usuários idosos, frequentemente impactados por declínios sensoriais e cognitivos. Ressalta-se, contudo, que a eficácia das avaliações heurísticas depende da capacitação dos avaliadores: sem conhecimento adequado em acessibilidade, problemas críticos podem ser negligenciados.

Em síntese, a aplicação de heurísticas em AVAs deve ser entendida como prática complementar às exigências normativas, mas essencial para uma abordagem de design centrada no ser humano. A pesquisa e adaptação de heurísticas específicas, sensíveis à diversidade de usuários e às particularidades do ambiente educacional, são fundamentais

para transformar a acessibilidade digital de mera obrigação técnica em prática efetiva de inclusão. Nesse contexto, a dissertação de Silva (2022) propõe um conjunto de heurísticas voltado à avaliação de AVAs, transcendendo os modelos tradicionais e integrando usabilidade, experiência do usuário e inclusão digital.

<b>Código / Nome</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>	<b>Checklist resumido</b>
<b>HTE01 – Design Centrado na Simplicidade e Autenticidade</b>	Priorizar simplicidade, minimizando elementos desnecessários e garantindo fácil compreensão das funções essenciais.	Reduz sobrecarga cognitiva, facilita foco no conteúdo principal e torna a interface mais acessível a usuários com diferentes níveis de habilidade. Mensagens objetivas evitam confusão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interface sem excessos visuais/textuais;</li> <li>- Funções essenciais apresentadas claramente;</li> <li>- Mensagens livres de informações supérfluas;</li> <li>- Elementos que guiam foco ao conteúdo;</li> <li>- Baixa carga cognitiva</li> </ul>
<b>HTE02 – Flexibilidade e Eficiência de Uso</b>	Atender desde usuários iniciantes até especialistas, permitindo atalhos e personalizações para agilizar tarefas.	Suporte a iniciantes com tutoriais e interface clara; ferramentas avançadas para especialistas aumentam eficiência, satisfação e inclusão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtros, busca e atalhos;</li> <li>- Tutoriais ou suporte;</li> <li>- Ferramentas avançadas acessíveis sem prejudicar iniciantes;</li> <li>- Interface adaptável às preferências do usuário</li> </ul>
<b>HTE03 – Feedback e Visibilidade do Progresso no Aprendizado</b>	Garantir feedback apropriado e oportuno, visual ou auditivo, sobre ações e desempenho do aprendiz.	Indicadores de progresso, notificações e retorno sobre atividades ajudam a compreender desempenho, ajustar estratégias e manter motivação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feedback imediato;</li> <li>- Indicadores visuais/auditivos/textuais claros;</li> <li>- Barras de progresso, pontuações ou similares;</li> <li>- Notificações sobre metas;</li> <li>- Feedback construtivo em caso de erro</li> </ul>
<b>HTE04 – Privacidade e Segurança</b>	Usuário deve controlar visibilidade de informações, com configurações acessíveis e proteção contra acessos não autorizados.	Garantir segurança e autonomia fortalece confiança e protege dados pessoais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Configurações de privacidade fáceis de localizar;</li> <li>- Notificações sobre uso de dados;</li> <li>- Controle sobre visibilidade de perfil/dados;</li> <li>- Avisos em caso de violações</li> </ul>

<b>HTE05 – Navegação Intuitiva e Experiência Compreensível</b>	Estrutura de navegação clara e consistente, permitindo localizar materiais e atividades rapidamente.	Menus, breadcrumbs e organização lógica reduzem memorização excessiva e melhoram experiência do usuário.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menus organizados logicamente;</li> <li>- Opções claramente nomeadas;</li> <li>- Facilidade para localizar e retornar;</li> <li>- Elementos visuais de orientação;</li> <li>- Evitar caminhos confusos ou redundantes</li> </ul>
<b>HTE06 – Consistência e Padronização</b>	Garantir interface consistente em menus, cores, tipografia e design de diálogo, mesmo com diversidade de conteúdos.	Consistência reduz curva de aprendizado, aumenta previsibilidade e facilita usabilidade e acessibilidade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estilo visual coerente;</li> <li>- Mensagens, botões e diálogos uniformes;</li> <li>- Cores e tipografia padronizadas;</li> <li>- Localização consistente de elementos</li> </ul>
<b>HTE07 – Informação Confiável e Útil ao Usuário</b>	Garantir informações transparentes, precisas e atualizadas ao usuário.	Conteúdos, instruções, avisos e metadados aumentam confiança e evitam mal-entendidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conteúdos com autoria e data;</li> <li>- Indicação de fontes confiáveis;</li> <li>- Atualizações visíveis;</li> <li>- Possibilidade de reportar erros;</li> <li>- Transparência nas instruções e políticas</li> </ul>
<b>HTE08 – Suporte aos Alunos</b>	Disponibilizar canais de comunicação claros e eficazes entre alunos e docentes.	Mensagens, fóruns e chats funcionam como ponte para esclarecer dúvidas, reduzir isolamento e melhorar experiência educacional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Canais de comunicação visíveis;</li> <li>- Resposta em prazos razoáveis;</li> <li>- Histórico de dúvidas/respostas ou FAQ;</li> <li>- Recursos adicionais para suporte;</li> <li>- Suporte acessível em qualquer tela/plataforma</li> </ul>
<b>HTE09 – Controle e Liberdade do Usuário</b>	Permitir que o aprendiz cancele, saia ou refaça ações a qualquer momento.	Facilita autonomia, evita erros graves e aumenta sensação de segurança.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Botões evidentes para cancelar/sair;</li> <li>- Funções de desfazer/refazer;</li> <li>- Controle sobre mensagens enviadas;</li> <li>- Não obrigar usuário a sair de erro;</li> <li>- Avisos antes de ações irreversíveis</li> </ul>

<b>HTE10 – Qualidade e Clareza do Conteúdo Educativo</b>	Avaliar qualidade, clareza e atualidade do conteúdo, incluindo materiais de referência.	Conteúdos claros, consistentes e multimídia de suporte facilitam compreensão e evitam confusão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conteúdo atualizado e preciso;</li> <li>- Exemplos e materiais de referência;</li> <li>- Multimídia com legendas/transcrições;</li> <li>- Linguagem adequada ao público-alvo;</li> <li>- Estrutura lógica do conteúdo</li> </ul>
<b>HTE11 – Prevenção e Correção de Erros</b>	Minimizar erros comuns e permitir correção eficiente quando ocorrerem.	Evita erros irreversíveis, fornece confirmações e mensagens de correção claras, aumentando confiança.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mensagens de erro claras e úteis;</li> <li>- Avisos antes de ações críticas;</li> <li>- Opções de desfazer/corriger;</li> <li>- Design que minimize erros acidentais;</li> <li>- Local visível para exibição de erros</li> </ul>
<b>HTE12 – Engajamento e Eficácia no Aprendizado</b>	Garantir alinhamento do conteúdo com objetivos de aprendizado, promovendo participação ativa.	Elementos interativos, colaboração e motivação intrínseca favorecem retenção e aprendizagem contínua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividades interativas;</li> <li>- Feedback motivador;</li> <li>- Variedade de formatos de aprendizagem;</li> <li>- Conteúdo alinhado aos objetivos do curso;</li> <li>- Recursos que permitam aprendizagem contínua</li> </ul>
<b>HTE13 – Acessibilidade</b>	Avaliar acesso por múltiplos dispositivos, compatibilidade com tecnologias assistivas e alternativas multimídia.	Inclusão de leitores de tela, navegação por teclado, legendas, contrastes adequados e interface responsiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alternativas textuais para imagens;</li> <li>- Legendagem/transcrição de vídeos;</li> <li>- Compatibilidade com leitores de tela;</li> <li>- Navegação por teclado;</li> <li>- Interface responsiva;</li> <li>- Boa visibilidade de contraste</li> </ul>
<b>HTE14 – Capacidade de Envolver e Promover Imersão</b>	Facilitar aprendizado contínuo por meio de conteúdo atrativo e interativo.	Multimídia, narrativas e interações colaborativas incentivam participação e motivação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementos interativos e visuais atraentes;</li> <li>- Narrativas ou metáforas compreensíveis;</li> <li>- Personalização da experiência;</li> <li>- Estímulo à participação;</li> <li>- Estética envolvente sem prejudicar usabilidade</li> </ul>

<b>HTE15 – Correspondência entre Sistema e Mundo Real</b>	Utilizar linguagem, símbolos e organização compreensíveis ao aprendiz.	Metáforas e símbolos reconhecíveis aumentam compreensão; evitar jargões e organizar informações logicamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linguagem clara;</li> <li>- Ícones/símbolos consistentes;</li> <li>- Organização lógica das informações;</li> <li>- Evitar jargões;</li> <li>- Representações visuais intuitivas</li> </ul>
<b>HTE16 – Recursos Instrucionais Alinhados aos Objetivos</b>	Garantir que os recursos apoiem efetivamente os objetivos declarados do curso.	Materiais coerentes e atualizados permitem diferentes caminhos de aprendizagem e práticas adequadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objetivos do curso claros;</li> <li>- Recursos coerentes com objetivos;</li> <li>- Atualização e precisão dos materiais;</li> <li>- Flexibilidade para diferentes estilos de aprendizagem;</li> <li>- Recursos suficientes para prática e feedback</li> </ul>

### Considerações finais

A ABNT NBR 17225 representa um avanço importante para a orientação técnica no Brasil sobre acessibilidade web, mas sua implementação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) ainda é parcial. Barreiras persistem em áreas críticas, como interações, feedback e suporte a tecnologias assistivas. As contribuições deste estudo demonstram que, embora existam normas e ferramentas recentes, a acessibilidade em AVAs permanece incompleta. As heurísticas especializadas trazem maior sensibilidade às necessidades de diferentes perfis de usuários, e a avaliação com usuários reais é indispensável para identificar problemas que a conformidade técnica, por si só, não resolve.

Para que os AVAs sejam efetivamente inclusivos, é necessária uma mudança de mentalidade e uma capacitação contínua. Professores, designers e desenvolvedores precisam ser treinados para incorporar heurísticas e normas em seu trabalho. As entrevistas com professores da rede pública de ensino, por exemplo, revelaram que, embora haja reconhecimento da importância da tecnologia, o conhecimento sobre ferramentas como o AVA é limitado, e a infraestrutura das escolas muitas vezes é insuficiente (Marinho; Cardoso, 2023).

A educação contemporânea deve preparar o indivíduo para a era digital, e a tecnologia, se usada de forma coerente e equilibrada, pode ser uma aliada (RAMAL,

1999). No entanto, o papel do professor é insubstituível, pois as tecnologias não transmitem afetividade, empatia ou companheirismo (Fonseca *et al.*, 2015). A mediação docente é fundamental para que a tecnologia seja eficaz no processo de aprendizagem (Demo, 2008).

É notório que os AVAs que apresentam boa organização didática, com conteúdos em sequência lógica, contribuem para o engajamento e a autonomia dos estudantes (Torrezzan; Behar, 2009). A ausência de poluição visual, a organização dos recursos e a utilização de um design instrucional cuidadoso são fatores-chave para a qualidade da experiência do usuário (Como deve ficar (ao final da frase):

(Ferretto, 2007; Filatro, 2007). Além disso, a conformidade com a NBR 17225 e as diretrizes WCAG constitui um ponto de partida crucial, que deve ser complementado com práticas como navegação por teclado, uso de estruturas semânticas em HTML, e oferta de interfaces adaptativas (ajustes de fonte, espaçamento, contraste).

A experiência de uso é central para o design de interação. Emoções, prazer e diversão são aspectos fundamentais para estimular a interação e a descoberta de novas formas de utilizar os produtos (Jordan, 2002). Nesse sentido, o design centrado no ser humano é um processo ideal para criar soluções inovadoras que considerem as necessidades e desejos dos usuários (Saffer, 2007).

Os números e dados levantados revelam um cenário que coloca em risco a autonomia e o acesso à informação de grupos com deficiência. Guias como a WCAG 2.2, as leis federais e o Movimento Web para Todos oferecem orientações gratuitas e acessíveis que podem direcionar o processo de tornar páginas e plataformas digitais mais inclusivas. A aplicação das 10 heurísticas de Nielsen, por exemplo, mostra-se eficaz ao facilitar a percepção e o entendimento do sistema. Quando adaptadas para o foco em acessibilidade, elas conseguem atender a muitos requisitos previstos nas diretrizes. Contudo, o desafio permanece: as barreiras de acessibilidade na web são altas e tendem a se intensificar com o surgimento de novas tecnologias. Por isso, é essencial haver mobilização pública, incentivo governamental e aplicação de medidas corretivas para empresas e órgãos que não cumprirem a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei 13.146).

Diante desse quadro, algumas recomendações práticas podem ser destacadas:

- Para desenvolvedores de AVA: Incorporar os requisitos da ABNT NBR 17225 desde a concepção (design, prototipagem); validar os ambientes

com usuários reais de diferentes perfis; e fornecer opções de personalização da interface.

- Para instituições de ensino: Adotar políticas institucionais que considerem a acessibilidade desde o planejamento dos AVAs, evitando correções tardias; e fomentar a formação contínua de docentes, designers e desenvolvedores nas diretrizes de acessibilidade e design de interação.
- Para políticas públicas: Avançar na regulação e fiscalização da conformidade; incentivar a adaptação de AVAs existentes; e tornar obrigatória a acessibilidade digital em editais de contratos públicos e privados de educação a distância.
- Para pesquisas futuras: Desenvolver heurísticas específicas para acessibilidade cognitiva em AVAs; realizar estudos longitudinais sobre o impacto da acessibilidade na aprendizagem; e comparar AVAs proprietários e de código aberto em relação à conformidade e eficácia de acessibilidade.

Assim, o caminho para a inclusão digital em ambientes educacionais exige um esforço coletivo entre pesquisadores, desenvolvedores, professores, gestores e políticas públicas. A convergência entre normas, heurísticas, práticas pedagógicas e design centrado no usuário é a chave para transformar os AVAs em espaços verdadeiramente acessíveis, inclusivos e inovadores.

## Referências

ALMEIDA, M. E. B. de. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 327-340, jul. 2003.

ALMEIDA, M. E. B. de. Tecnologia e educação à distância: abordagens e contribuições dos ambientes digitais e interativos de aprendizagem. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 26., 2004, Caxambu. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANPED, 2004. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/26/trabalhos/mariaelizabethalmeida.rtf>. Acesso em: 19 abr. 2017.

ARAÚJO, S. P. de *et al.* Tecnologia na educação: contexto histórico, papel e diversidade. **Jornada de Didática e Seminário de Pesquisa do CEMAD**, v. 40, p. 920-928, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17225**: Acessibilidade em conteúdo e aplicações web — requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

BEHAR, P. A. (org.). **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BELLONI, M. L. **Educação a distância**. Campinas: Autores Associados, 2015.

BLACKBOARD. **Accessibility and Usability**. Blackboard Learn. Disponível em: <https://www.blackboard.com/accessibility>. Acesso em: 14 set. 2025.

BRASIL. **eMAG – Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2014. Disponível em: <https://emag.governoeletronico.gov.br>. Acesso em: 14 set. 2025.

BRASIL. [Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996]. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 dez. 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 20 maio 2021.

BRASIL. [Lei nº 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**, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

CAMPOS, J. V. *et al.* A usabilidade e acessibilidade de um ambiente virtual de aprendizagem com foco no usuário idoso: uma verificação ergonômica do Moodle. **AtoZ: Novas Práticas em Informação e Conhecimento**, v. 4, n. 1, p. 46-56, 2015.

CGI.br; CEWEB.br. Desenvolvida com coordenação do Ceweb.br, nova norma da ABNT estabelece requisitos para melhorar a acessibilidade de sites. **Infochannel**, 2025.

CITELLI, A. O. **Palavras, meios de comunicação e educação**. São Paulo: Cortez, 2006.

COSTA, R. M. S. **Avaliação de interatividade em ambiente virtual de ensino e aprendizagem com base no design gráfico e na engenharia de software (educacional)**. 2014. 146 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

DARODA, R. F. **As novas tecnologias e o espaço público da cidade contemporânea**. 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

DEMO, P. **Os desafios da linguagem do século XXI para a aprendizagem da escola**. 2008. Disponível em: <http://www.notaro.com.br/noticia-detalle/Pedro-Demo-aborda-os-desafios-da-linguagem-no-seculo-XXI>. Acesso em: 30 out. 2023.

DOSE, E. M. A importância do feedback na educação a distância. **Revista Online de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 1565-1571, set./dez. 2017.

FERREIRO, E. **Com todas as letras**. 16. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

FERRETTO, L. H. **Poluição visual urbana**: breve análise sobre a interferência da publicidade e a qualidade visual da Avenida Venâncio Aires. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Publicidade e Propaganda) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

FILATRO, A. **Design instrucional contextualizado**: educação e tecnologia. São Paulo: Senac, 2007.

FONSECA, J.; ALVES, A.; MAGALHÃES, M. O papel do professor na era digital: desafios e perspectivas. **Revista de Educação**, v. 18, n. 3, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOOGLE. **Accessibility Conformance Reports (VPATs) – Google for Education**. Disponível em: <https://edu.google.com/accessibility/>. Acesso em: 14 set. 2025.

GOVERNO FEDERAL. Nova norma ABNT para sistemas web amplia inclusão digital de pessoas com deficiência. **Portal de Serviços e Informações do Brasil**, mar. 2025.

GUGLIANO, B. F. **Elementos de interface para facilitar a colaboração em ambientes virtuais de aprendizagem**. 2018. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**: Pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 14 set. 2025.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

INSTRUCTURE. **Accessibility at Instructure**. Canvas LMS. Disponível em: <https://www.instructure.com/canvas/accessibility>. Acesso em: 14 set. 2025.

JORDAN, P. W. **Designing pleasurable products**: an introduction to the new human factors. London: Taylor & Francis, 2002.

KERBAUY, M. T. M.; SANTOS, V. M. Redes sociais mediadas por computadores. In: BARROS, D. M. *et al.* **Educação e tecnologias**: reflexão, inovação e práticas. Lisboa: [s. n.], 2011. p. 266-298.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2013.

MACEDO, M. K. B. de; PEREIRA, A. T. C. Desenvolvimento de recomendações de acessibilidade e usabilidade para ambientes virtuais de aprendizagem voltados para o usuário idoso. **RENOTE**: Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2009.

MARINHO, E. F. da S.; CARDOSO, L. M. O. de B. A utilização do ambiente virtual de aprendizagem (AVA) como mecanismo inovador do processo de ensino-aprendizagem na educação básica pública. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 9, n. 12, 2023.

MOODLE. **Accessibility**. 2024. Disponível em: <https://moodle.org/accessibility>. Acesso em: 14 set. 2025.

MOODLE. **Accessibility**. Moodle Docs. Disponível em: <https://docs.moodle.org/412/en/Accessibility>. Acesso em: 14 set. 2025.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papyrus, 2000.

OLIVEIRA, C. *et al.* Ambientes virtuais de aprendizagem: revisão integrativa de teses de doutorado no contexto brasileiro entre 2003 e 2012. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 2014.

PERRENOUD, P.; RAMOS, T. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999.

RAMAL, A. C. Educação e novas tecnologias: a pedagogia inaciana num novo ambiente de aprendizagem. In: OSOWSKI, C. (org.). **Provocações da sala de aula**. São Paulo: Loyola, 1999.

SAFFER, D. **Designing for interaction**: creating smart and compelling applications. Berkeley: New Riders, 2007.

SANTOS, A. F. dos *et al.* Experiência do Usuário: Uma abordagem das 10 heurísticas de Nielsen no problema da acessibilidade Web no Brasil. **Revista Semiárido De Visu**, [S. l.], v. 12, n. 2, 2024.

SCISPACE. **Plataformas de ensino e acessibilidade digital**: revisão técnica. São Paulo: SciSpace, 2024.

SILVA, D. H. M. P. G. da. **Conjunto de heurísticas para avaliação de usabilidade/experiência do usuário em ambientes virtuais de aprendizagem**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) – Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

TORREZZAN, A. W. C.; BEHAR, P. A. Parâmetros para a construção de materiais educacionais digitais do ponto de vista do design pedagógico. In: BEHAR, P. A. (org.). **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 33-65.

UNESCO. **Tecnologia na educação**: uma ferramenta a serviço de quem?. Paris: UNESCO, 2023.

VALENTE, J. A. Informática na educação: instrucionismo x construcionismo. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, dez. 2005.

VALENTE, J. A. **Tecnologia e educação**: passado, presente e o que está por vir. Campinas, SP: NIED/UNICAMP, 2018.

## Capítulo 7

# Interdisciplinaridade e representatividade na tecnologia assistiva: a experiência com o UseBemTec®

### AUTORIA

Janete Rocha Cícero<sup>26</sup>

Roberto Cardoso Freire da Silva<sup>27</sup>

Júlio Cezar Augusto da Silva<sup>28</sup>

Saul Eliahú Mizrahi<sup>29</sup>

### PALAVRAS-CHAVE

Tecnologia Assistiva;

Desafios;

Deficiência Visual;

Interdisciplinaridade;

Abandono.

### RESUMO

Este capítulo apresenta uma discussão teórica sobre os desafios que permeiam o desenvolvimento de tecnologias assistivas, com ênfase nas soluções voltadas a pessoas com deficiência visual. Fundamentado em uma análise interpretativa da literatura acadêmica sobre o tema, o texto examina aspectos técnicos, sociais e interdisciplinares que influenciam a criação, o uso e a continuidade desses recursos, destacando a importância da pesquisa colaborativa e da participação ativa da pessoa com deficiência em todas as etapas do processo. A partir dessas reflexões, descreve-se a concepção do aplicativo UseBemTec®, desenvolvido no âmbito do Núcleo de Tecnologia Assistiva do Instituto Nacional de Tecnologia (INT/NuTA) como recurso de apoio à observação e avaliação da usabilidade de tecnologias assistivas, destinado a profissionais e pesquisadores da área. Busca-se, assim, contribuir para o fortalecimento de práticas críticas e integradas no campo da Tecnologia Assistiva (TA).

---

<sup>26</sup> Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil. Email: [janete.cicero@int.gov.br](mailto:janete.cicero@int.gov.br) | Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-5076-72252>

<sup>27</sup> Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [rcardosofreire@gmail.com](mailto:rcardosofreire@gmail.com) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7481-15683>

<sup>28</sup> Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [julio.silva@int.gov.br](mailto:julio.silva@int.gov.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5378-53804>

<sup>29</sup> Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Brasil | Email: [saul.mizrahi@int.gov.br](mailto:saul.mizrahi@int.gov.br) | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8922-9749>

## Introdução

A crescente oferta de tecnologias para auxiliar pessoas com deficiência visual nos remete a reflexões sobre o conceito de Tecnologia Assistiva - TA. A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência de 2015, em seu artigo 3º, considera o termo Tecnologia Assistiva conforme a seguinte definição:

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 (Brasil, 2015).

A compreensão sobre a TA e suas especificidades constitui o alicerce fundamental para orientar profissionais que atuam no desenvolvimento de produtos, serviços e metodologias para a promoção da inclusão social de pessoas com deficiência. Neste caminho, Bersch (2017) nos apresenta considerações sobre “o que é e o que não é TA”. Trata-se de uma sutileza na observação do significado do termo, que impacta fortemente no propósito de desenvolvimento desses recursos. A autora explica que TA é um recurso da pessoa usuária e não do profissional que assiste a pessoa usuária. Sendo assim uma TA deverá estar disponível a qualquer momento à pessoa usuária, em qualquer ambiente em que ela esteja inserida. Dessa forma, pensar em soluções de TA, depende de uma visão que transcende conceitos pontuais como: equipamento, software, objeto, serviço, metodologia etc.

No Brasil, em 2021, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), por meio do Departamento de Tecnologias Aplicadas, promoveu uma consulta pública com a finalidade de respaldar a elaboração do Plano Nacional de Tecnologia Assistiva (PNTA). A justificativa para a criação deste plano reside no reconhecimento da TA como um tema complexo e desafiador para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes, levando em consideração as etapas de desenvolvimento, oferta e acesso às tecnologias propostas. Observamos que o objetivo deste Plano, é oferecer elementos para orientar órgãos do governo responsáveis pelas políticas, programas e ações voltadas para o fomento e desenvolvimento de inovações na área de TA (Brasil, 2021).

Diante disso, compreende-se que os desafios são numerosos e transcendem os setores de criação e desenvolvimento. A efetivação das inovações no campo de TA requer a articulação e a cooperação sinérgica entre as distintas esferas do poder público, as universidades, institutos de pesquisa, indústrias, a fim de que tais avanços sejam

implementados de maneira eficaz e alcancem os segmentos da sociedade que demandam esses recursos.

Com o intuito de aprofundar a problematização desses desafios e contribuir para o desenvolvimento de recursos tecnológicos mais representativos dos sujeitos a quem se destinam, este capítulo adota a perspectiva dos desenvolvedores de tecnologias assistivas como eixo de análise. Nessa direção, busca-se identificar caminhos e possibilidades de atuação fundamentados na pesquisa colaborativa e na integração interdisciplinar, capazes de orientar práticas mais sensíveis às necessidades concretas das pessoas com deficiência visual. Tal abordagem dialoga diretamente com a proposta do aplicativo UseBemTec®, concebido para observar o uso da tecnologia assistiva pela pessoa usuária e avaliar exclusivamente a eficácia da tecnologia, e não do indivíduo.

## **Metodologia**

A presente análise dos desafios relacionados ao desenvolvimento de Tecnologias Assistivas (TA) constitui-se como um estudo qualitativo, de natureza exploratória e caráter teórico-reflexivo, fundamentado em uma revisão narrativa da literatura acadêmica. Essa abordagem metodológica permitiu reunir e discutir referenciais teóricos provenientes de livros, artigos científicos, dissertações, teses e documentos institucionais que tratam de temas pertinentes ao campo da TA.

Conforme destaca Gil (2002), o uso de fontes bibliográficas amplia o alcance da investigação, permitindo a superação de barreiras regionais e culturais e favorecendo uma compreensão mais abrangente do fenômeno estudado. Nessa perspectiva, os textos analisados foram selecionados por pertinência temática e relevância conceitual, abordando especialmente quatro eixos comumente observados no desenvolvimento desses recursos: (1) barreiras técnicas no desenvolvimento de tecnologias assistivas; (2) desafios de usabilidade e adaptação ao usuário final; (3) pesquisa colaborativa e interdisciplinaridade; e (4) abandono de tecnologias assistivas.

A análise teve como propósito identificar e compreender os entraves recorrentes no desenvolvimento de TA e discutir experiências e abordagens documentadas na literatura que contribuam para o aprimoramento desses processos.

Busca-se, assim, construir uma leitura crítica e contextualizada, voltada à proposição de diretrizes que favoreçam o fortalecimento da acessibilidade, da inclusão social e do protagonismo das pessoas com deficiência na concepção de tecnologias assistivas.

## **Deficiência visual e Tecnologia Assistiva: a mudança de paradigma**

A literatura aponta que o conceito TA vem passando por transformações ao longo do tempo. Galvão (2013), contribui com o tema ressaltando que no Brasil, havia inicialmente a concepção de TA fortemente atrelada a ideia de “modelo médico da deficiência” BRASIL (2008). Nesta concepção, as soluções de TA teriam como objetivo atender unicamente os aspectos clínicos e as funcionalidades remanescentes do indivíduo com deficiência, tais como: cadeiras de rodas, bengalas, e qualquer tipo de órtese e prótese. No entanto, essa concepção de TA seguia negligenciando as interfaces sociais, contextuais e interdisciplinares que foram observadas a partir de novas reflexões que passaram a constituir a base para o modelo atual de desenvolvimento e aplicação destes recursos. Mediante debates em vários segmentos da sociedade, o que observamos ao longo dos anos foi uma mudança na interpretação conceitual do termo “deficiência”, assim como do que seria considerado TA.

A atual abordagem das questões associadas ao tema, se materializa principalmente nas ações governamentais que delineiam estratégias específicas, repercutindo diretamente na formulação e implementação de políticas públicas direcionadas ao atendimento das pessoas com deficiência. Uma perspectiva mais dinâmica e abrangente sobre a deficiência que, considerando seus aspectos sociais e interdisciplinares, passa a orientar de maneira significativa os segmentos da sociedade envolvidos no desenvolvimento de soluções em TA.

Neste contexto, extrapola-se o escopo estrito da etapa de desenvolvimento tecnológico com foco no mero desenvolvimento de artefatos tecnológicos. Pois, esta etapa de acordo com Freeman (1987), não se resume ao processo de criação, mas também a geração, aperfeiçoamento e aplicação de conhecimentos científicos e técnicos, que corroboram também com o objetivo de criar novos produtos, processos ou serviços, ou mesmo, aperfeiçoá-los.

Desta forma entendemos que no processo de geração do produto, destaca-se a relevância de consolidar a fase inicial da pesquisa com base em conhecimentos interdisciplinares fundamentados cientificamente, os quais, ao serem conduzidos segundo diretrizes metodológicas de pesquisa e desenvolvimento, demonstram maior potencial para a obtenção de resultados mais eficazes e consistentes no escopo de suas propostas.

Assim, a negligência na observância das etapas iniciais de desenvolvimento, relacionadas aos saberes interdisciplinares sobre tema, quando não alinhadas cronologicamente ao processo de criação, compromete significativamente a qualidade e a eficácia da proposta em relação ao seu público e, conseqüentemente, gastos com reformulações e imprevistos. Ao tratar de TA, o desenvolvedor deverá se ater ao fato de que antes de propor soluções, cabe reformular seus próprios conceitos e reflexões sobre uma realidade que pode lhe ser no mínimo, desconhecida.

Neste entendimento, Araujo (1997) destaca que a pessoa com deficiência visual não deverá ser assim observada simplesmente pela falta de visão, mas sim pelas limitações que lhe são impostas na integração social, mediante a falta de recursos que a permitam interagir com o ambiente. Esta é a perspectiva de compreensão da deficiência que orienta as iniciativas no campo da TA, que parte do pressuposto de que a limitação reside não nos sujeitos, mas nas barreiras a eles impostas por uma sociedade incapaz de acomodar adequadamente a diversidade humana. O autor ainda observa que, em relação a pessoa com deficiência visual, existem caminhos alternativos que deveriam ser naturalmente utilizados para que ela alcance as informações almejadas, seja para o aprendizado escolar ou simplesmente para seu uso no cotidiano.

Cabe ressaltar que este citado caminho alternativo, seria alternativo para o mundo dos enxergantes<sup>30</sup>, porque para a pessoa com deficiência visual, trata-se de um caminho natural que precisa ser considerado quando nos referimos às suas potencialidades inerentes. No que tange a essas diversidades, é amplamente reconhecido que indivíduos com deficiência visual, na ausência de comorbidades, apresentam uma tendência natural ao desenvolvimento e à integração ampliada de modalidades sensoriais alternativas, tais como os sistemas tátil, cinestésico e auditivo, os quais assumem papel adaptativo e/ou compensatório, na percepção e interação com o ambiente. Esses sistemas distintos da visão, desempenham papel fundamental na construção de sua interação e integração social em contextos predominantemente organizados para e por pessoas enxergantes.

Assim, a ampliação da escuta para outras realidades vivenciadas, configura-se como um ponto de inflexão fundamental no processo de desenvolvimento de TA voltada para pessoas com deficiência visual, ao articular e integrar conhecimentos oriundos de diferentes áreas e percepções. A consideração de sentidos alternativos à visão evidencia a necessidade de uma abordagem interdisciplinar pautada na escuta e diálogo entre os

---

<sup>30</sup>Enxergantes: pessoas que enxergam; que têm o sentido da visão.

sujeitos, que seja capaz de promover novas perspectivas no âmbito da pesquisa e desenvolvimento.

Assim, o desenvolvimento de uma pressuposta “solução” (seja ela um equipamento, software, metodologia ou outro recurso) não deve ser concebida sem um conjunto de conhecimentos interdisciplinares que contribuam para a formulação de recursos mais eficazes, alinhadas aos objetivos propostos face aos contextos e complexidades humanas.

### **As Tecnologias Assistivas na perspectiva do desenvolvedor**

A partir desta contextualização, citamos estudo realizado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2012), no qual são identificadas algumas dificuldades que afetam o desenvolvimento de TA no Brasil. São elas: 1) Falta de comunicação entre pesquisadores/desenvolvedores, empresários representantes da indústria e com as próprias pessoas com deficiência; 2) Inexistência de regulamentação que atrele o desenvolvimento a certificação da solução proposta, tanto a nível nacional, como internacional; 3) Dificuldades na aquisição de registros e patentes a fim de proteger o conhecimento e produção nacional. Estes 3 itens são apenas um recorte de uma lista extensa de dificuldades na produção de TA. Os destacamos por estarem diretamente relacionados à produção de objetos/equipamentos que nesta análise serão considerados como resultado da ação de desenvolvedores de TA.

Resumidamente os 3 itens citados podem ser observados como: *a falta de comunicação entre os diferentes atores envolvidos* na referida produção de um recurso, resultando num alcance restrito das expectativas e sua efetivação; *risco e insegurança das pessoas usuárias*, devido a falta de regulamentação e certificação; *dificuldades para o registro e incorporação do patrimônio intelectual* das instituições e pessoas físicas que se dedicam a pesquisa na área de TA.

Essas dificuldades mencionadas, acumuladas ao longo dos anos, têm estimulado pesquisadores a investigar e propor novos modelos de atuação, muitas vezes desenvolvidos de forma solitária, com o objetivo de reverter o cenário de ações fragilizadas que, historicamente, comprometem as iniciativas de desenvolvimento de TA.

Entre as diversas reflexões sobre as possíveis abordagens sobre o tema, Charlton (2004), nos apresenta o lema "*Nothing About Us, Without Us*" (“Nada sobre nós, sem nós”), em que enfatiza a importância do reconhecimento das necessidades individuais e coletivas pelas próprias pessoas com deficiência, compreendendo a deficiência em sua

natureza política e social. Esse movimento busca estimular a autonomia e a inclusão, contestando estruturas políticas, econômicas e culturais estabelecidas que seriam impostas sob outras visões de mundo a estes sujeitos, negando sua autonomia e participação social.

A ampla repercussão dessa perspectiva sobre a deficiência consolida um paradigma de desenvolvimento tecnológico que estabelece uma relação direta entre pesquisadores e a realidade das pessoas com deficiência. Nesse sentido, torna-se imprescindível que as potenciais soluções ofertadas sejam concebidas com base em processos colaborativos, nos quais as pessoas com deficiência atuem como protagonistas e coparticipantes em todas as fases do desenvolvimento, assegurando a coerência, a eficácia e a legitimidade das inovações propostas.

Neste contexto, reiteramos que um dos maiores desafios no desenvolvimento de TA está relacionado a integração de conhecimentos especializados oriundos de distintas áreas de pesquisa. Essa perspectiva interdisciplinar possibilita a convergência de saberes técnicos, clínicos e sociais, buscando garantir que os recursos tecnológicos não atendam apenas aos requisitos funcionais, mas também às reais necessidades psicossociais das pessoas usuárias.

Essa abordagem requer a implementação de equipes colaborativas que promovam a coparticipação de profissionais, pesquisadores e pessoas usuárias em todas as fases do ciclo de desenvolvimento da tecnologia (da concepção à avaliação pós-implementação). Neste entendimento, quando pensamos no desenvolvimento de TA para pessoas com deficiência visual, inicialmente consideramos parâmetros de conhecimentos relacionados aos conceitos do Design Universal (DU), usabilidade e acessibilidade, sendo esses parâmetros oriundos do campo do Design.

Outros aspectos a considerar, são aqueles que se referem aos conhecimentos na área de saúde, ou mais diretamente relacionados à deficiência visual. Neste quesito, trata-se de identificar o tipo da deficiência (se cegueira total ou baixa visão), se esta é associada a alguma comorbidade, se é congênita ou adquirida, além de parâmetros relacionados à percepção e neuroplasticidade. Nesse último, destacam-se os estudos de Bauer (2017) e Collignon et al. (2010), que investigam a plasticidade cerebral com o objetivo de compreender como indivíduos com deficiência visual ativam e utilizam sentidos alternativos à visão para compensar a limitação sensorial.

A partir desta contextualização, podemos observar que as premissas de DU, conforme Mace e Mueller (1998), orientam o desenvolvimento de produtos e ambientes

concebidos para serem utilizados pelo maior número possível de pessoas, sem a necessidade de adaptações ou projetos específicos. Reconhecendo a ampla diversidade das características humanas, admite-se que o DU não seja capaz de contemplar plenamente todas as individualidades, pois sua aplicação visa aproximar-se das múltiplas realidades existentes, atendendo-as de forma abrangente na maioria dos contextos.

Em termos práticos, o DU busca desenvolver recursos projetados a partir de uma ampla gama de possibilidades de interação, evitando qualquer forma de discriminação e contemplando as diferenças humanas em suas múltiplas dimensões. Desse modo, a TA deve ser empregada em situações nas quais as soluções concebidas com base nos princípios do DU não atendam plenamente às necessidades específicas de determinados grupos de pessoas com deficiência.

Com o objetivo de fundamentar os conceitos que orientam o processo de desenvolvimento da TA, apresentamos a seguir uma síntese teórico-conceitual dos principais referenciais que sustentam essa discussão.

Nielsen (1993) define usabilidade como a qualidade que determina a facilidade de uso de um produto, sendo seus critérios associados a métodos que visam o aprimoramento deste ao longo do processo de design. Por sua vez, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2020) conceitua acessibilidade como o conjunto de condições com o intuito de assegurar o acesso amplo e irrestrito a espaços, serviços, produtos e informações, possibilitando que todas as pessoas, independentemente de limitações (físico-motoras, sensoriais, cognitivas, culturais ou sociais), exerçam, de forma autônoma e segura, seus direitos de participação plena na sociedade. Cumpre destacar que os conceitos de DU, usabilidade e acessibilidade, embora distintos, não são excludentes, sendo inter-relacionados no contexto do desenvolvimento de soluções em TA. Extrapolando a discussão, mas não fugindo ao tema sobre os desafios no desenvolvimento de recursos de TA, apresentamos 3 estudos que versam sobre possíveis caminhos para minimizar as dificuldades que se relacionam a sua construção:

Garcez, 2020 enfatiza *a importância da participação da pessoa usuária na definição da TA*, nas consultas e recomendações, quanto nos contextos de uso e atividades serão desempenhadas sob seu universo cultural. Segundo o autor, contribuindo para minimizar incertezas no projeto que possam resultar em inadequações funcionais e, por consequência, no abandono da tecnologia.

Verza, Carvalho e Battaglia (2006) nos apresentam estudo em que ratificam *a importância da atuação da equipe interdisciplinar*, mesmo quando de uma mesma área

(no caso, área de saúde). O estudo relatado foi realizado em um centro de reabilitação para pacientes com esclerose múltipla, no norte da Itália, entre janeiro de 1997 e dezembro de 2002. O objetivo era demonstrar se uma abordagem interdisciplinar na avaliação e prescrição da TA reduziria o abandono no uso dos equipamentos. O protocolo padronizado de intervenção foi implementado por uma equipe interdisciplinar composta por fisioterapeuta, terapeuta ocupacional, médico especialista em medicina física e reabilitação e psicólogo. Uma comparação entre o número de dispositivos obtidos no período anterior a intervenção e no período de intervenção mostrou que a taxa de abandono de equipamentos caiu significativamente de 37,3% para 9,5%.

A conclusão do estudo, ressalta que, uma abordagem interdisciplinar na avaliação das necessidades de tecnologia assistiva pode, de fato, reduzir o risco de abandono de equipamentos, embora não elimine completamente o problema. Neste estudo relatado, observamos tratar-se da fase de avaliação e prescrição de TA, sendo essa considerada a fase final na qual observamos a aplicação da TA. Ainda assim, foi observada a necessidade de integração interdisciplinar para minimizar inconsistências na adequação do produto à pessoa usuária.

Compreende-se, no entanto, que a pesquisa colaborativa, quando realizada desde as etapas iniciais do processo de desenvolvimento da TA, tende a contribuir para antecipação de problemas em relação à sua verificação prática. E com isso, viabilizando a entrega de uma solução com recursos previamente estruturados, com base em parâmetros compatíveis com as demandas e contextos específicos da pessoa usuária.

Petrie, Carmien e Lewis (2018) nos apresentam a iniciativa de um grupo de pesquisadores participantes do “Human Computer Interaction Research Group” (Grupo de Pesquisa em Interação Humano-Computador), do Departamento de Ciência da Computação da Universidade de York, no Reino Unido. Este Grupo, resolveu pesquisar as reais motivações para o abandono na utilização de TA de mobilidade (cadeira de rodas, andadores etc.). Para que pudessem registrar os dados produzidos, desenvolveram um aplicativo que oferecia questionários que deveriam ser respondidos por pessoas usuárias em tempo real durante a utilização da TA. A Equipe de pesquisa considerou o resultado satisfatório, por *obter em tempo e contexto real as impressões sobre a utilização da TA* de mobilidade.

Essas experiências evidenciam a importância do acompanhamento e compreensão das condições reais de uso das tecnologias assistivas, pois é nesse cotidiano de interações que se revelam tanto as potencialidades quanto as fragilidades

dos recursos desenvolvidos. Pois é sob o olhar atento nesses processos, que podemos intervir de forma mais consciente, ajustando caminhos e evitando que tecnologias sejam abandonadas sem que se conheçam as razões que levaram a isso.

Foi a partir desse entendimento, que surgiu a motivação para a criação de um aplicativo capaz de registrar e analisar essas interações: o UseBemTec®, o qual apresentaremos na próxima seção.

### **Interdisciplinaridade e a concepção do UseBemTec®**

As reflexões até aqui apresentadas, evidenciam que o desenvolvimento de tecnologias assistivas requer abordagens interdisciplinares e participativas, capazes de articular distintos saberes e a experiência concreta das pessoas com deficiência como referência central no processo de criação. Partindo desse entendimento, surgiu a necessidade de materializar tais princípios em uma proposta prática, que contribuísse para observar, registrar e analisar o uso real dessas tecnologias em contextos de interação. Foi nesse cenário que se desenvolveu o UseBemTec®, concebido como um *software* de apoio à avaliação e ao aprimoramento de recursos de TA.

O desenvolvimento do UseBemTec® resultou de um processo colaborativo e interdisciplinar, envolvendo pesquisadores das áreas de Educação, Design, Engenharia e Tecnologia da Informação. A concepção do software baseou-se na necessidade de criar uma aplicação que permitisse identificar inconsistências e potencialidades no uso de tecnologias assistivas, a partir da observação sistemática das interações das pessoas usuárias com esses recursos. O UseBemTec® foi projetado para profissionais e pesquisadores que atuam na avaliação e aperfeiçoamento de produtos de TA, funcionando como um instrumento de apoio à análise de usabilidade e desempenho. Ao centrar-se na observação do uso e não na avaliação do sujeito, o aplicativo busca contribuir para o fortalecimento de práticas mais sensíveis, éticas e fundamentadas no desenvolvimento de soluções assistivas.

A motivação inicial do projeto surge da constatação de que diversas soluções assistivas, disponíveis no mercado para pessoas com deficiência visual, tendem a ser abandonadas pelas pessoas usuárias, muitas vezes sem qualquer registro ou análise dos fatores que levaram a este abandono. Nesse sentido, o aplicativo busca viabilizar a produção e análise de dados sobre a experiência de uso, contribuindo para aprimorar processos de desenvolvimento e a melhoria contínua dos produtos propostos como TA.

O aplicativo foi desenvolvido para utilização no Sistema Android, considerando a praticidade de uso em dispositivos móveis. A facilidade para capturar a interação da pessoa usuária com o recurso em tempo real foi primordial. O processo de observação e registro com o aplicativo é realizado pelo observador/avaliador de forma visual, observando a pessoa usuária manipulando a TA, ou caso seja um equipamento com software embarcado, é possível recuperar o arquivo de registros de utilização disponível no equipamento. Ao final da captura das interações na TA, o aplicativo gera um relatório de registro de mapeamento de uso apontando os erros ou acertos na utilização da tecnologia. Este arquivo gerado em formato texto, contém o registro com todas as interações registradas e os perfis dos usuários correspondentes, informações que ficam disponíveis para consulta pelo próprio aplicativo.

### **Arquitetura e funcionalidades do aplicativo UseBemTec®**

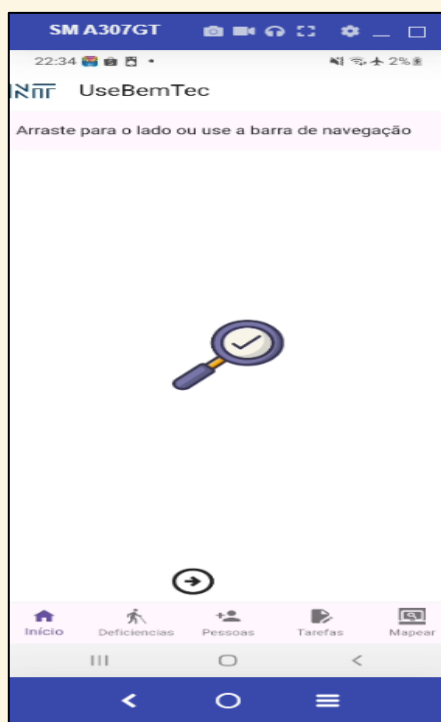
O UseBemTec® foi concebido para viabilizar o registro sistemático e a análise das interações entre pessoas usuárias e tecnologias assistivas em contextos reais de uso. Para esse propósito, o aplicativo foi estruturado em módulos funcionais que orientam o processo de observação e fornecem parâmetros para a geração de relatórios analíticos.

Assim, antes de iniciar a coleta de dados, o avaliador deve realizar alguns cadastros preliminares, que servirão de referência para as etapas posteriores de análise. Os cadastros compreendem quatro categorias principais: (1) **Tipos de deficiência**, que permite registrar as condições sensoriais e funcionais das pessoas participantes, como cegueira total, baixa visão ou visão monocular; (2) **Pessoas usuárias**, referente ao grupo observado e os dados de contexto que devem ser considerados na avaliação de um recurso ou tecnologia; (3) **Tarefas**, onde devem estar descritas as atividades a serem executadas e a sequência ideal de ações no gabarito de uso; (4) **Mapeamentos**, registro das interações observadas, comparando-as ao gabarito estabelecido e permitindo a geração de relatórios de desempenho.

A organização dessas etapas reflete o princípio da observação sistemática, assegurando que os registros sejam conduzidos de maneira contextualizada e comparável. Ressalta-se que o objetivo do UseBemTec® não é avaliar a pessoa usuária, mas avaliar o desempenho da tecnologia assistiva, analisando sua adequação às necessidades reais de seus públicos. Essa distinção é fundamental para preservar o foco ético e representativo que orienta o desenvolvimento da aplicação.

Para ilustrar a estrutura geral do aplicativo e a disposição de seus principais módulos, apresenta-se, a seguir, a tela inicial do UseBemTec®, que sintetiza a lógica de navegação e o princípio de simplicidade adotado em sua concepção.

**Figura 1** – Tela inicial do aplicativo UseBemTec®



**Fonte:** Elaboração dos autores (2024).

A Figura 1 apresenta a tela inicial do aplicativo, onde se observa a organização das principais funções em uma barra inferior de navegação. Essa disposição reflete o princípio de usabilidade e clareza visual adotado no projeto, favorecendo o acesso rápido às seções: “Início”, “Deficiências”, “Pessoas”, “Tarefas” e “Mapear”. A interface foi planejada de modo a reduzir a carga cognitiva do avaliador e permitir que a atenção permaneça voltada à observação da pessoa usuária, e não ao manejo do dispositivo. O contraste de cores e a simplicidade dos ícones reforçam a opção por um design acessível, orientado à funcionalidade e à experiência do observador.

Essa tela inicial funciona como um mapa conceitual do aplicativo, indicando que cada módulo corresponde a uma etapa específica do processo de avaliação. A partir dela, o avaliador pode navegar para os cadastros de pessoas usuárias, tipos de deficiência, tarefas e mapeamentos de uso, compondo um fluxo de observação coerente e padronizado. É a partir dessa organização que se estruturam as funcionalidades detalhadas nas figuras seguintes.

Dando continuidade à descrição das funcionalidades do UseBemTec®, o primeiro módulo apresentado é o Cadastro de Pessoas, no qual são registradas as informações referentes às pessoas usuárias observadas. Esse módulo constitui a base de todo o processo de análise, pois permite identificar quem são os participantes, suas características e contextos de uso, viabilizando uma leitura mais precisa das interações registradas nas etapas seguintes.

**Figura 2** – Tela de Cadastro de Pessoas no Aplicativo UseBemTec®



**Fonte:** Elaboração dos autores (2024).

A Figura 2 ilustra a tela de Cadastro de Pessoas, na qual se destacam os campos destinados ao registro de dados como idade, função, tipo de deficiência e observações complementares. A interface apresenta organização simples e intuitiva, com ícones de edição e exclusão que facilitam a gestão das informações. Essa estrutura reforça o compromisso do aplicativo com a clareza informacional e a representatividade, valorizando a diversidade dos perfis das pessoas observadas no processo de avaliação das tecnologias assistivas.

Dando sequência à estrutura do aplicativo, o módulo seguinte refere-se ao Cadastro de Deficiências, destinado ao registro das diferentes condições sensoriais ou funcionais das pessoas participantes. Essa etapa é essencial para contextualizar os

dados de interação, uma vez que permite ao avaliador associar os resultados de uso às especificidades de cada perfil de deficiência. No caso das deficiências visuais, por exemplo, é possível distinguir entre cegueira total, baixa visão e visão monocular, informações que enriquecem a análise e favorecem a compreensão de variações de desempenho e de adaptação ao recurso assistivo.

**Figura 3** – Tela de Cadastro das Deficiências no Aplicativo UseBemTec®



**Fonte:** Elaboração dos autores (2024).

Na Figura 3 temos a tela de Cadastro de Deficiências, na qual se observam as opções de inclusão, edição e exclusão de categorias. O design privilegia a objetividade e a clareza, assegurando que o registro das informações seja feito de forma ágil e sem ambiguidades. Essa funcionalidade reforça o caráter sistemático e comparativo do aplicativo, pois permite estabelecer relações entre o tipo de deficiência e os padrões de uso observados. Ao integrar esses elementos, o UseBemTec® contribui para a construção de uma base empírica que favorece a formulação de diretrizes mais precisas para o desenvolvimento e a avaliação de tecnologias assistivas.

Na sequência, o módulo de Cadastro de Tarefas constitui uma das partes centrais do aplicativo, pois é a partir dele que se definem as atividades a serem observadas

durante o uso da tecnologia assistiva. Cada tarefa é descrita conforme os objetivos da avaliação e as funcionalidades do recurso analisado, permitindo ao avaliador registrar de maneira detalhada as etapas esperadas de execução. Esse registro estabelece o chamado gabarito de uso, uma sequência ideal de ações planejadas que servirá como parâmetro para a comparação entre o comportamento esperado e o comportamento obtido na ação pela pessoa usuária.

**Figura 4** – Tela de Cadastro de Tarefas no Aplicativo UseBemTec®



**Fonte:** Elaboração dos autores (2024).

A estrutura visual desse módulo reflete a preocupação em alinhar clareza funcional e coerência metodológica. Ao representar graficamente a sequência de passos esperada, o UseBemTec® permite ao avaliador identificar rapidamente divergências entre o uso ideal e o uso real, constituindo um instrumento valioso para o estudo da usabilidade e da adaptação tecnológica. Esse recurso traduz, em termos operacionais, os princípios do Design Centrado no Humano (DCH), ao aproximar o processo de desenvolvimento das práticas reais de interação e aprendizado das pessoas com deficiência (Lanter; Essinger, 2017).

Encerrado o cadastro das tarefas, o processo evolui para a etapa de registro das interações, na qual o avaliador acompanha o uso efetivo da tecnologia assistiva pela pessoa usuária. Esse módulo representa o núcleo empírico do aplicativo, pois é nele que

se observam, em tempo real, as ações realizadas, as dificuldades encontradas e as estratégias de adaptação adotadas durante o uso da tecnologia. As informações coletadas nesse momento possibilitam uma análise mais refinada da usabilidade e do desempenho funcional do recurso assistivo avaliado.

**Figura 5** – Tela de Registro de interação no Aplicativo UseBemTec®



A imagem mostra a interface de um aplicativo em um smartphone. No topo, há uma barra azul com o texto 'SMA307GT' e ícones de sistema. Abaixo, o status bar mostra o tempo '23:55' e a bateria '36%'. O título da tela é 'Aluno Tolomeu'. O formulário principal, com fundo cinza, contém os seguintes elementos: um campo 'Tarefa: Internet' com o valor '15/05/2024'; um campo de hora com '09:20'; um campo de hora com '10:10'; um campo de texto com 'Menu'; um campo de texto com 'Digitar'; um campo de texto com 'Navegar' e um cursor de texto; uma opção 'Dificuldades no teclado' com uma caixa de seleção marcada; e um botão 'Adicionar!' no rodapé.

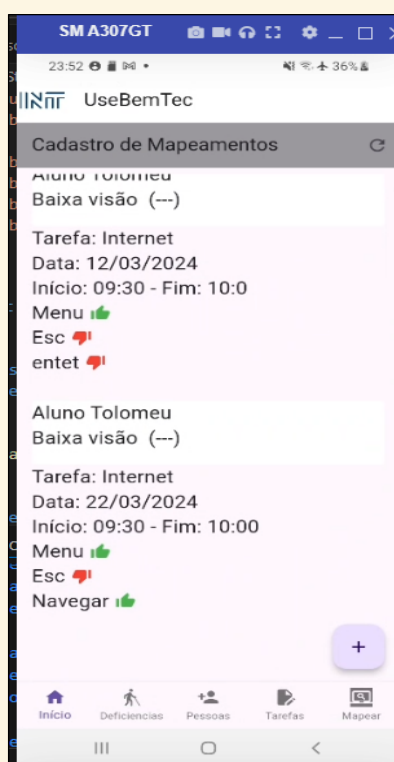
**Fonte:** Elaboração dos autores (2024).

A interface destinada ao registro das interações apresenta campos para identificação da tarefa, horário de início e término da atividade, além de espaços para observações qualitativas sobre o processo de execução. Essa estrutura permite que o avaliador documente aspectos que vão além do simples êxito ou falha, contemplando também o percurso, o ritmo de uso e as dificuldades enfrentadas. O aplicativo, assim, não se limita a mensurar resultados, mas se propõe a compreender a experiência de uso, oferecendo subsídios para ajustes técnicos e pedagógicos no desenvolvimento de tecnologias assistivas.

Na etapa seguinte, o aplicativo permite consolidar as informações observacionais por meio do módulo de Mapeamentos, responsável por comparar as ações executadas

pela pessoa usuária com o gabarito de uso previamente definido. Essa funcionalidade constitui um elo entre a observação empírica e a análise sistemática, possibilitando identificar padrões nos erros e acertos, tempo de execução, frequência de tentativas e demais elementos que revelam o grau de usabilidade do recurso assistivo.

**Figura 6** – Tela de Registro de Mapeamentos no Aplicativo UseBemTec®



**Fonte:** Elaboração dos autores (2024).

A tela de mapeamentos organiza os registros de forma clara e sequencial, apresentando o nome da pessoa usuária, a tarefa realizada, o tipo de deficiência e o resultado obtido em cada interação. Essa disposição facilita o acompanhamento longitudinal das experiências, permitindo ao avaliador perceber tendências de aprendizagem, recorrência de dificuldades e aspectos que demandam ajustes no design da tecnologia avaliada. Mais do que uma base de dados, esse módulo funciona como um instrumento de reflexão crítica, que transforma a observação do uso em conhecimento aplicável ao aprimoramento das tecnologias assistivas.

De modo geral, o conjunto de funcionalidades do UseBemTec® traduz, em linguagem computacional, uma proposta metodológica voltada à observação crítica do uso de tecnologias assistivas. Ao integrar registro, categorização e análise de interações, o aplicativo permite que pesquisadores e profissionais compreendam o processo de apropriação tecnológica de forma contextualizada, fundamentando intervenções mais

coerentes com as necessidades e os modos de ser das pessoas com deficiência. Assim, o software não se limita a operacionalizar dados, mas se afirma como expressão prática de um paradigma interdisciplinar, em que o conhecimento técnico e a experiência humana se articulam para promover avanços no campo da Tecnologia Assistiva.

### **Considerações finais**

As reflexões apresentadas neste capítulo, fundamentadas nas discussões teóricas e na experiência de concepção do aplicativo UseBemTec®, desenvolvida no âmbito do grupo de pesquisa do Núcleo de Tecnologia Assistiva do Instituto Nacional de tecnologia (INT/NuTa), reafirma a importância da pesquisa colaborativa e da integração interdisciplinar no campo da Tecnologia Assistiva (TA). Mais do que analisar resultados, o texto buscou discutir princípios, desafios e caminhos possíveis para o desenvolvimento de tecnologias que articulem rigor técnico, sensibilidade social e participação efetiva das pessoas com deficiência nos processos de criação e validação de recursos acessíveis.

A experiência relatada reforça que a observação do uso de uma TA por parte das pessoas usuárias constitui etapa essencial para compreender a eficácia e a adequação dos recursos desenvolvidos. Nesse contexto, a ausência de registros sistemáticos sobre essa experiência pode contribuir para o desuso ou o abandono precoce de produtos potencialmente valiosos. O UseBemTec® surge, nesse sentido, como uma proposta metodológica e tecnológica voltada à documentação e à análise qualitativa das interações, apoiando profissionais e pesquisadores na tarefa de aprimorar continuamente os processos de design e avaliação de Tecnologias Assistivas.

No contexto das pessoas com deficiência, não há espaço para soluções improvisadas ou meramente adaptativas. O compromisso ético com esse público ultrapassa o domínio técnico-científico e exige processos colaborativos que valorizem a escuta, a experiência e o protagonismo de seus sujeitos. A inclusão dessas vozes desde as etapas iniciais do desenvolvimento constitui não apenas uma exigência metodológica, mas uma condição para a legitimidade social e a efetividade das tecnologias produzidas.

Concluimos, portanto, que o avanço da Tecnologia Assistiva no Brasil depende do comprometimento articulado entre universidades, centros de pesquisa, setor produtivo, poder público e sociedade civil. A ausência de sinergia entre esses agentes ainda limita a criação de respostas tecnológicas coerentes com as demandas reais das pessoas com deficiência, resultando, muitas vezes, na importação de soluções externas. O país, entretanto, dispõe de capital intelectual e científico altamente qualificado, capaz de

impulsionar o desenvolvimento de tecnologias socialmente responsáveis. Consolidar redes colaborativas, como as que originaram o UseBemTec®, representa um caminho promissor para fortalecer a produção nacional e reafirmar a educação, a ciência e a tecnologia como instrumentos de emancipação e inclusão.

## Referências

ARAUJO, L. A. **A proteção constitucional das pessoas portadoras de deficiência**. 2. ed. Brasília: Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BAUER, C. M. **Brain "rewires" itself to enhance other senses in blind people**. Harvard Medical School, 2017. Disponível em: <https://eye.hms.harvard.edu/news/brain-rewires-itself-enhance-other-senses-blind-people>. Acesso em: 17 nov. 2024.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. 2017. Disponível em: [https://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf). Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. **Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência comentada**. Brasília: CORDE, 2008. Disponível em: <http://www.vidabrasil.org.br/oktiva.net/anexo/124013>. Acesso em: 20 jun. 2024.

BRASIL. [Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015]. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 127, p. 2-11, 7 jul. 2015.

BRASIL. **Plano Nacional de Tecnologia Assistiva**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/participamaisbrasil/pnta>. Acesso em: 20 jun. 2024.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Mapeamento de competências em tecnologia assistiva**. Brasília: CGEE, 2012.

CHARLTON, J. I. **Nothing about us without us: disability, oppression and empowerment**. 3. ed. Berkeley: University of California Press, 2004.

COLLIGNON, O. *et al.* Functional specialization for auditory–spatial processing in the occipital cortex of congenitally blind humans. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [s. l.], v. 108, n. 11, p. 4435–4440, 15 mar. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1013928108>.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Pinter Publishers, 1987.

GALVÃO FILHO, T. A. A construção do conceito de tecnologia assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. **Entreideias: educação, cultura e sociedade**, Salvador, v. 2, n. 1, p. 25-42, jan./jun. 2013. Disponível em: [https://www.galvaofilho.net/TA\\_desafios.pdf](https://www.galvaofilho.net/TA_desafios.pdf). Acesso em: 28 nov. 2024.

GARCEZ, L. V. M.; RODRIGUES, A. C. T.; MEDOLA, F. O. O uso de metodologias centradas no usuário como alternativa para reduzir o abandono de tecnologia assistiva.

**Blucher Design Proceedings**, São Paulo, v. 8, n. 5, dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5151/cid2020-28>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

LANTER, D.; ESSINGER, R. User-Centered Design. In: RICHARDSON, D. *et al.* (ed.). **International Encyclopedia of Geography**. 1. ed. [s. l.]: Wiley, 2017. p. 1–4.

MACE, R.; STORY, M. F.; MUELLER, J. F. **The universal design file**: design for people of all ages and abilities. North Carolina: North Carolina State University, 1998.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. Boston: Academic Press, 1993.

PETRIE, H.; CARMEN, S.; LEWIS, A. Assistive technology abandonment: research realities and potentials. In: MIESENBERGER, K. *et al.* (ed.). **Computers helping people with special needs**: proceedings of the 16th International Conference, ICCHP 2018, Linz, Austria, July 11–13, 2018, Part II. Cham: Springer, 2018. p. 441-448. (Lecture Notes in Computer Science, v. 10896). DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94274-2\\_77](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94274-2_77).

## Apresentação

# Relato sobre experiências em educação inclusiva e ensino da matemática

Esta seção do livro assume um caráter mais pessoal e narrativo, aproximando-se do formato de uma história de vida. Sua criação está diretamente ligada à singularidade da trajetória do professor Rubens Ferronato, cuja experiência reflete um modo próprio de compreender e praticar a educação. A partir de reflexões autorais, o texto resgata passagens significativas de seu percurso, revelando como experiências cotidianas, desafios e descobertas foram moldando uma prática pedagógica inovadora, sensível e profundamente comprometida com a inclusão.

De forma intuitiva, muitos de seus projetos dialogam com princípios do Design Universal. Suas criações, pensadas para garantir o acesso equitativo ao conhecimento, estão alinhadas com temas contemporâneos sobre acessibilidade, tecnologia assistiva e desenho de experiências educacionais.

Reconhecido nacional e internacionalmente, Ferronato recebeu distinções que evidenciam a relevância de sua contribuição, entre elas o Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social (2003), o Prêmio Top Educacional Professor Mário Palmério da ABMES (2005), o Prêmio Finep de Tecnologia Assistiva (2012) e o título de finalista do Prêmio Vivaldea (2017). Em 2018, integrou o TOP 50 Global Teacher Prize da Varkey Foundation e recebeu votos de congratulações da Câmara Municipal de Curitiba, além de, em 2023, ter sido agraciado com o Título de Cidadão Honorário de Cascavel (PR).

Ao entrelaçar memória e reflexão, esta seção convida o leitor a acompanhar o percurso de um educador empático e sensível que transformou vivências em conhecimento compartilhado, reafirmando o poder da prática como fonte de aprendizagem e inspiração para o futuro da educação inclusiva.

## Relato

# A implementação de Recursos Pedagógicos no Princípio do Desenho Universal

### AUTORIA

Rubens Ferronato<sup>31</sup>

### PALAVRAS-CHAVE

Ensino de Matemática;  
Educação Inclusiva;  
Desenho Universal.

### RESUMO

Esse capítulo traz relatos sobre a criação/implementação de recursos pedagógicos no Princípio do Desenho Universal, usando como referência as pesquisas realizadas com estudantes com deficiência visual, e na sequência os resultados dos casos em que foram aplicadas a todos os estudantes. Serão abordados ainda a criação do Multiplano; o uso de materiais da natureza para o ensino de contagens, tabuada, bases numéricas, operações; e a utilização de materiais existentes nas escolas juntamente com tubos de PVC para ensinar as grandezas sobre volumes como, metro, decímetro e centímetro cúbico. O capítulo traz também alternativas para um ensino de Matemática inclusiva, no qual todos os estudantes possam ter oportunidades de acesso às informações, sendo de primordial importância que esse acesso se dê também nos mesmos meios, em que o professor de educação inclusiva deve ter o compromisso de aproveitar o máximo as potencialidades dos alunos, e não deixar de ensinar temas considerando que o aluno não aprenderá, mas sim utilizar recursos e metodologias que possibilitem ao estudante alcançar o máximo de conhecimento dentro de suas potencialidades. Finalmente, espera-se que os relatos gerem um acesso equitativo e de qualidade, sempre apoiado por uma abordagem consciente e direcionada para educação de qualidade para todos os alunos, ajudando na equiparação de oportunidades, em uma sociedade sem preconceitos nem discriminações, amenizando possíveis injustiças sociais.

---

<sup>31</sup>Rubens Ferronato, Curitiba, Brasil. | Email: rubensferronato@hotmail.com

## **Relato sobre as primeiras experiências do Prof. Rubens com a Matemática**

A Matemática esteve presente em sua vida de uma forma bem prática desde seu primeiro ano. Com idade aproximada de 5 anos ele já realizava algumas atividades da agricultura, mas nada que representasse riscos à saúde, como carregar objetos pesados, cultivar terra com animais etc. Algumas atividades comuns era adicionar pauzinhos a cada saca de café que os adultos transportavam, marcar com riscos a quantidade de ovos coletados, e no final seu pai fazia a contagem e representava as anotações por meio de símbolos matemáticos, e tais anotações se transformavam em novas operações, e no final no resultado. Isso causava grande curiosidade e ele não via a hora de chegar à idade de ir para a escola, onde sonhava ler, escrever e calcular. Durante o período primário estudava em uma escola isolada multisseriada, onde uma única professora atendia às quatro séries ao mesmo tempo. Seu pai tinha pouca escolaridade, mas compreendia bem a importância da tabuada, das quatro operações e auxiliava os 5 filhos com o dever de casa.

Certo dia o pai descobriu que os filhos sabiam de cor a tabuada, mas tinham grande dificuldade com as somas e subtrações entre dois números. Então disse: “Vou resolver esse problema de um jeito bem fácil e no sábado irei providenciar a solução”.

Com chuva ou com sol, todos os sábados ele se deslocava para a cidade, distante do sítio cerca de 12km. O meio de transporte era um carrinho de tração animal, que saía do sítio antes do amanhecer, carregado de produtos da colônia para serem vendidos na cidade. Normalmente levava leite, ovos, queijo, linguiça, hortaliças, mandioca, frutas, frango, entre outros, e retornava com os produtos que não eram produzidos no sítio, como sal, soda, ferramentas, pregos, remédios, querosene... O retorno sempre acontecia no final da tarde ou início da noite do mesmo dia. Naquele dia os filhos esperavam com ansiedade a solução de contagem que o pai iria apresentar. Sentaram todos ao redor da mesa, que era iluminada por uma lâmparina a querosene, e o pai apresentou o baralho. Ele disse: “vou ensinar vocês a brincar de ‘escopa’”. Passou as regras da brincadeira e informou: “Vocês só podem recolher cartas da mesa se a soma der como resposta igual a 15, não pode faltar e nem passar; caso errem a conta, vocês perdem a rodada”. E assim começou nossa aprendizagem, todas as noites antes de dormir a família sentava ao redor da mesa para jogar escopa. Certo dia ele disse: “Sei mais jogos, mas só vou ensinar quando vocês não errarem mais nas operações da escopa”. A cada dia ele ia aumentando a dificuldade. A intenção era que todos ficassem rápidos nas contagens com cartas. Cada qual tinha seu valor, que era de 1 a 10, e a soma de duas ou mais cartas deveria sempre

ser igual a 15. Muitas eram as opções  $1+3+5+6=15$ ,  $2+3+10=15$ , e em poucos dias os irmãos eram os melhores da sala nas operações matemáticas. O pai disse: “Isso vai servir para vocês para o resto da vida”. Assim, o pequeno Rubens passou de um estudante cheio de dúvidas e inseguranças para o destaque da sala de aula.

Quando alguém dizia para seu pai que seu filho não aprendia matemática, o pai imediatamente respondia: “Brinque com ele o jogo de escopa”. O pai já faleceu há muitos anos, mas, ainda hoje, quando alguém diz que o filho não sabe operações matemáticas, o professor responde: “Brinque com ele o jogo de escopa”.

Os anos passaram e um dia Rubens teve a curiosidade de saber sobre a origem do jogo de escopa. Pesquisou na internet e encontrou as informações dizendo que o jogo foi criado na Itália com a intenção de solucionar o problema que as crianças apresentavam com as contagens.

O fracasso escolar de Rubens iniciou quando passou a estudar no ensino noturno com apenas 11 anos de idade. Na época, o ensino chamado ginásial ofertava uma matemática carregada de regras e símbolos que nem mesmo a professora sabia explicar para que servia, e ainda dizia: “Se vocês não fizerem o que estou ensinando vocês, não vão passar de ano”. Na matemática da escola Rubens era um fracasso, mas no sítio ele fazia de tudo que envolvia matemática.

Assim, concluiu o ensino ginásial com pouco conhecimento de matemática, mas muito conhecimento de aplicação da matemática na vida a partir do conhecimento prático adquirido com seu pai. Na escola era frustrante ouvir os professores ensinando regras, e em casa era emocionante construir casas, calcular despesas com plantio, resultados das colheitas, construir curvas de nível, aprender mecânica, entre outras atividades prazerosas da matemática aplicada ao mundo.

Finalizou o “Segundo Grau”, e após a conclusão seu sonho era cursar Engenharia Mecânica. Tentou resolver alguns exercícios de vestibular, mas constatou que não sabia resolver um simples problema de regra de três simples. Diante da dificuldade, optou por cursar Matemática em uma faculdade particular, com a intenção de se preparar para o curso de Engenharia. Seu primeiro período de matemática foi desastroso, no final do semestre estava em exame em todas as 5 disciplinas do curso. Conseguiu ser aprovado após muito estudo, decorando as regras que seriam cobradas nas provas de exame.

Pensou que aquilo não poderia continuar assim, que teria que estudar de uma forma diferente ou seria um eterno “carpidor”. Assim, iniciou o novo período pensando na matemática de seu pai, na qual tudo teria que ter uma explicação a partir da prática.

Revisou todos os temas desde o ensino “ginasial” ao “segundo grau” contemplando temas do primeiro período da faculdade. Paralelamente se oferecia aos estudantes que apresentavam problemas de aprendizagem de matemática para auxiliá-los, e procurava meios para que o aluno pudesse entender os temas. Como resultado, saiu do grupo dos alunos mais fracos para o grupo dos melhores alunos em menos de 2 meses. Concluiu a faculdade como destaque do curso. Seu sonho de ser Engenheiro mudou para ser professor de Matemática.

Em 1995 fez seu primeiro concurso para ocupar um cargo de professor de escola pública. Foi aprovado, e no final de 1996 já tinha confeccionado seus primeiros recursos didáticos.

Assim, hoje o Professor Rubens percebe que a solução para o ensino de matemática não está nos melhores programas de computadores, e sim nas observações coletadas do nosso contexto diário.

### **Experiências com matemática na Educação Inclusiva**

Sua primeira experiência com educação inclusiva foi no ano de 1997, com um aluno com síndrome de Down matriculado no ensino regular.

Apesar da diferença de idade (5 anos mais velho que os demais alunos da turma), os amigos de sala davam um tratamento muito especial ao colega. O Prof. Rubens ministrou suas aulas com a mesma facilidade, a diferença era que em alguns momentos esse estudante desenvolvia suas atividades de maneira lenta. O Professor aproveitava a oportunidade para convidar um dos amigos para sentar ao lado dele, na intenção de auxiliar nos momentos de dúvida, para que o aluno com dificuldade pudesse desenvolver as atividades junto com os demais estudantes. Sempre que o convite era feito, todos os estudantes se colocavam à disposição, e assim as aulas ocorriam sem nenhuma mudança de ritmo se comparadas com as outras três turmas da mesma série na mesma escola.

Determinado dia o pai desse aluno chegou na sala de aula e pediu autorização para entrar e conversar com os demais alunos. Começou a fala dizendo: “Vim buscar o L.S., hoje é último dia de aula dele nessa escola”. Imediatamente a tristeza contagiou o ambiente e a sala toda começou a chorar. As perguntas foram muitas: “Por que ele não vai mais estudar aqui?”, “Qual o motivo da saída da escola?”... o Prof. Rubens também estava emocionado, mas pediu calma aos alunos, pedindo para o pai explicar. Enquanto L.S. recolhia seus materiais, o pai disse: “Não é vontade dele, minha, ou da família, é

motivo de transferência de trabalho para Curitiba, e a família toda está de mudança”. Relatou ainda que a maior perda do L.S. seria sair da escola, que era a paixão da vida dele. E também relatou que nunca iria esquecer daquele momento tão emocionante e não sabia que o filho era tão amado. Por vários dias após a mudança de L.S. a carteira dele não era ocupada por outro aluno. Os demais colegas pediam para deixar a carteira livre, para fazer de conta que ele havia faltado à aula naquele dia.

### **Uma nova experiência que mudou totalmente o percurso do Prof. Rubens na educação**

O fato ocorreu em 1998, em uma escola pública na cidade de Cascavel, no Paraná. Ao chegar à sala de aula, se deparou com um estudante cego. Em conversa com a diretora, ela disse que era para dar as aulas do mesmo jeito que ensinava os demais, que não precisava mudar nada e que o aluno teria que se adaptar.

No primeiro dia não houve problemas, era aula de apresentação e o aluno não se manifestou, mas no segundo dia, enquanto escrevia no quadro, ele disse: “Professor, desse jeito não vou aprender nada”. O Professor indagou por quê. “É que o senhor está escrevendo no quadro e eu não enxergo, como vou fazer para escrever aqui com minha máquina Braille?” Então o Professor respondeu que iria falando o que estava escrevendo e o aluno iria anotando.

Mas o problema não era apenas falar o que estava escrevendo, tratava-se da teoria dos conjuntos, onde são utilizados muitos símbolos, por exemplo: “pertence”, “não pertence”, “está contido”, “não está contido”, “contém”, “não contém”, “união”, “intersecção”, “existe”, “não existe”, “tal que”, “para todo”. Essas palavras são escritas de maneira abreviada e usam respectivamente os símbolos  $\in$ ,  $\notin$ ,  $\subset$ ,  $\not\subset$ ,  $\supset$ ,  $\not\supset$ ,  $\cap$ ,  $\cup$ ,  $\exists$ ,  $\forall$ ,  $\neq$ ,  $/$ ,  $\forall$ . Nesse momento o aluno começou a questionar: “Professor, como escreve em Braille o símbolo pertence? Como que escreve o símbolo para todo? Como que escreve o símbolo tal...?”. o Prof. Rubens não sabia nada de Braille, e não pôde ajudar. Os questionamentos continuaram e o Professor não tinha resposta. Sentindo-se impossibilitado de ajudar, sugeriu ao aluno dar aula em sua casa. Disse que primeiro teria que aprender dar aula para o aluno, para depois ele acompanhar normalmente as aulas...” O aluno perguntou: “Isso é verdade? Você vai dar aula em minha casa?”. O Professor assentiu. O aluno passou seu endereço e no sábado, conforme combinado, Rubens foi à casa do aluno. Após duas horas de conversa o aluno disse: “Professor, você falou, falou e eu não entendi nada”. Então o Professor disse a ele que estava ali para resolver aquele problema. Disse

que não sabia dar aula para ele, mas que a intenção era melhorar como devia proceder para ele aprender. O aluno disse: “Você tem que falar sobre minha realidade, não adianta falar o que está escrito nos livros, ou do seu dia a dia, tem que falar do que eu conheço, daí eu aprendo”. Os dois continuaram a conversa por mais algum tempo, na qual o aluno falou sobre seu dia a dia, apresentou sua casa, os quartos, sala, cozinha, dispensa, área de serviço, quintal, a horta nos fundos da casa, relatou sobre os lugares que conhecia na cidade, meio de transporte, onde costumava fazer compras. Assim, Prof. Rubens saiu da casa dele com informações suficientes para planejar a próxima aula.

No próximo encontro o Professor retomou o tema sobre a teoria de conjuntos utilizando a própria casa. “Você mora nesta casa, ela é o conjunto de sua moradia. A cozinha, os quartos, a sala, o banheiro, a área de serviço, o quintal, são os subconjuntos da casa. Seu quarto também é um subconjunto. Agora vamos pensar apenas em seu quarto, dessa forma ele será um conjunto. Dentro do quarto temos a cama, o guarda-roupas, as prateleiras e sua escrivaninha, essas partes serão os subconjuntos de seu quarto. Agora vamos falar de seu guarda-roupas, nesse momento ele passa a ser o conjunto de suas roupas, dentro dele tem: camisas, calças, meias, cuecas, camisetas, *shorts*, lenços. Pergunta: Você consegue encontrar esses objetos com facilidade?” O aluno respondeu: “Sim, a minha mãe guarda tudo de maneira organizada, cada coisa em seu lugar”. Então, o Professor disse a ele: “Sua mãe organiza tudo em forma de conjuntos e subconjuntos, esse é o motivo de você encontrar cada peça de seu vestuário com facilidade. Imagine se ela jogasse suas roupas de maneira desorganizada dentro do guarda-roupas”. O aluno falou: “Eu não acharia nada ou teria que revirar tudo para encontrar minhas roupas na hora de ir para a escola”. Com o que o Professor concluiu: “Está vendo a importância da organização em conjuntos? Imaginou guardar os produtos de limpeza de sua casa dentro de seu quarto? Os alimentos amontoados ao lado de sua cama?”. Então continuou: “Agora vamos definir o que é conjunto, subconjunto e elemento. Para isso, vamos pensar no seu quarto, no guarda-roupas e na camiseta. Seu quarto é o conjunto, o guarda-roupa, que faz parte de seu quarto, é um subconjunto, e a camiseta é um elemento. Assim, cada objeto de seu guarda-roupas será um elemento do conjunto de roupas”.

No final da aula do segundo sábado o aluno disse: “Hoje a aula foi boa! Você falou de uma forma que eu entendo!”

No terceiro encontro o assunto estava relacionado ao local das compras do aluno. Então Rubens fez a pergunta: “Você consegue localizar os produtos que você deseja

comprar em um supermercado?” O aluno disse: “Se é em um local que eu conheço eu consigo, mas se é em um local que não conheço eu preciso de ajuda”. Então Prof. Rubens fez uma nova pergunta: “O que você consegue comprar em um supermercado?”. E o aluno: “Há tem muitas coisas”. Então Rubens falou: “Diga o que você conhece no supermercado”. O aluno falou: “Posso comprar verduras, carnes, frios, arroz, feijão, doces, eletrodomésticos, refrigerantes, produtos de limpeza, higiene... e muito mais coisas”.

Então o Professor continuou: “No supermercado, todos os produtos estão organizados em forma de subconjuntos. Há a prateleira dos produtos de limpeza, dos alimentos básicos, dos doces, das bolachas, dos eletrodomésticos... Você imaginou se os produtos fossem jogados sem nenhuma organização dentro de um local sem prateleiras?”. E o aluno concluiu: “A gente não conseguiria encontrar nada, ou iríamos perder muito tempo”.

Então foi a vez do professor arrematar: “Agora você entendeu a importância da organização em forma de conjuntos?”. “Sim”, respondeu o aluno.

Então o Professor continuou: “Agora diga o que você pode comprar na farmácia”. O aluno elencou: “Posso comprar medicamentos com receitas, alguns medicamentos sem receitas, produtos de higiene, de beleza, perfumes, refrigerantes, doces...”.

E o Professor arrematou: “Isso mesmo, temos que lembrar que os medicamentos que dependem de receita médica estão separados em subconjuntos, onde só tem acesso o farmacêutico.”

E aproveitou para ampliar: “Agora vamos falar de união de conjuntos. A união de conjuntos entre a farmácia e o supermercado são todos os produtos que têm no supermercado e todos que têm na farmácia, assim você poderia comprar tudo o que tem na farmácia e no supermercado em um só local. Já a intersecção de conjuntos são todos os produtos que você consegue comprar na farmácia e no supermercado, como cosméticos, perfumes, refrigerantes, doces... ou seja, tudo o que você compra tanto no supermercado quanto na farmácia”.

No final do terceiro encontro o aluno disse: “Foi a melhor aula da minha vida”.

Assim, Rubens foi descobrindo que em pouco tempo era possível aprender como dar aula para um cego.

Na semana seguinte, ao chegar na escola a diretora o chamou em sua sala e disse: “Professor, você está indo dar aula na casa do aluno cego?”. O Professor respondeu positivamente. Então ela respondeu bruscamente: “Professor, você está

proibido de ir na casa desse aluno”. Com o que o Professor respondeu a ela que só tentou ajudar. E ela retrucou que ele só havia atrapalhado.

Em conversa com o aluno, Prof. Rubens explicou para ele sobre a proibição da diretora. Assim, voltou para a sala de aula e continuou dando aula conforme as regras da diretora. No final do ano constatou que a nota do aluno era sempre a mesma, 0 (zero). Não apenas a nota, mas a aprendizagem, que era quase nada. Foi fácil aprovar o aluno, sem rasurar o livro de chamada, bastou colocar (5,) diante de cada 0 (zero) que ele havia tirado nas provas bimestrais, e com essa alteração de nota ele estava aprovado. Não concordando com a atitude da diretora, Prof. Rubens solicitou remoção, e no ano seguinte já ministrava aulas em outra escola.

### **Uma nova experiência no ano 2000**

Em conversa com o coordenador do curso de Ciência da Computação, ele disse que teria um estudante cego, I. J. de P., em sala de aula, então o Professor repetiu a pergunta: Como faria para ensinar matemática para um estudante cego?. Ele respondeu que não sabia. Então Rubens perguntou se podia fazer do seu jeito. O coordenador deu carta branca para ele.

O Prof. Rubens passou uma semana planejando a primeira aula. Apesar de que se tratava de um grupo de 40 alunos, em seu pensamento ele teria que dar aula como se a turma toda fosse de cegos. Entrou na sala de aula ansioso para dar continuidade ao trabalho que fora impedido dois anos antes. Começou a aula como se houvesse apenas alunos cegos na sala, e relatava as informações com muitos detalhes. Sem que os alunos percebessem que estava direcionando as informações para o I. J. de P., descreveu a sala de aula, inclusive os cartazes pregados nas paredes e no quadro de giz. Aproveitava para dizer o que estava escrevendo. Ao final da aula, a sala inteira se levantou e começou a bater palmas. O Professor não entendeu no momento o motivo das palmas, mas alguns dias depois os alunos comentaram: “Professor, você usa exemplos diferentes, explica diferente, fala diferente, por que os outros professores também não agem assim?”.

Mal sabiam eles que a aula estava sendo direcionada ao estudante cego e que eles estavam gostando e aprendendo melhor daquela maneira.

Os dias se passaram e a complexidade da matemática foi aumentando até o ponto em que a linguagem não era mais suficiente para atender às necessidades do estudante cego; era estudo de funções, tabelas, gráficos, e ele já não queria mais frequentar as aulas de Rubens. Foi quando o Professor decidiu fazer uma promessa, então disse ao

aluno que no dia seguinte teria um material para ele aprender matemática. O aluno perguntou: “Que material você irá usar professor?”. E Rubens disse que era uma surpresa, que no dia seguinte ele saberia. O Professor ficou muito preocupado, não sabia o que fazer, e ao mesmo tempo não queria perder o aluno.

Passou a noite em claro. No dia seguinte visitou escolas especializadas, bibliotecas, livrarias e nada atendia à necessidade imposta pela disciplina. Foi quando decidiu entrar em uma loja de material de construção. Ao ver uma placa perfurada visualizou um plano cartesiano. Bastava acrescentar rebites e elásticos para desenhar gráficos. No final da tarde e na hora marcada o material estava pronto. O Prof. Rubens foi ao encontro do aluno. Ao tocar o material o aluno perguntou: “O que são essas linhas formadas por elásticos?”. O Professor respondeu: “Na horizontal é o eixo x e na vertical o eixo y”. O aluno então perguntou: “E esses furos?”. “São as coordenadas cartesianas”, respondeu Rubens. Nesse momento o aluno disse: “Professor, eu quero marcar um ponto no plano cartesiano”. Antes de dizer o ponto, Rubens explicou para ele sobre os quadrantes, os sinais de x e y em cada quadrante e os pares ordenados. Após as explicações disse a ele: “Marque o ponto (2, 3)”. Ele pegou um rebite, foi até a intersecção do eixo x com o eixo y, andou dois pontos para a direita, dois furos, e perguntou: “O que faço com o 3?”. “Ande no sentido de y”, disse a ele. Sem dificuldade, ele marcou o ponto desejado.

Após o ponto marcado, o aluno ficou em silêncio por alguns segundos, e disse: “Professor, você acredita que meus professores me tiravam da sala de aula dizendo que eu nunca ia aprender isso, e se eu aprendesse não ia servir de nada para minha vida?”. E complementou: “Deixaram de me ensinar e está me fazendo falta”. A aula durou mais uns 30 minutos, e no final ele disse: “Aprendi mais hoje do que em toda minha vida... Professor, você não inventou um material para mim, mas para todos os cegos do mundo, era isso que faltava para a gente aprender matemática”.

Ao entrar na sala com o novo recurso pedagógico, os demais alunos começaram a questionar: “Professor, o que é aquele material?”. Rubens respondia: “Não sei, acabei de ver agora”. Em alguns minutos sugeriu uma atividade que envolvia gráficos. Enquanto os demais alunos iniciavam a atividade, o I. J. de P. levantou de sua carteira com a placa nas mãos e disse: “Professor, meu gráfico está pronto”. Nesse momento, a sala toda correu em direção do I. J. de P. e começaram as perguntas: “Como fez isso? Como localizou os pontos? Como desenhou o gráfico?”. Assim, o estudante saiu da situação de desprezado do grupo para o mais assediado da escola.

A partir daquele dia, as aulas não foram mais as mesmas. Um certo dia os demais estudantes começaram a questionar: “Professor, ensina a gente como você ensina o I. J. de P.? O método que você ensina a ele é melhor”. Então Rubens decidiu mudar suas aulas e apresentar os temas de maneira igual para todos os estudantes.

Como ministrava aula em várias séries em diferentes colégios, decidiu aplicar a mesma metodologia nas demais escolas desde os anos iniciais ao ensino superior. O Prof. Rubens ficou muito surpreso com o resultado. A atenção dos estudantes era melhor. O Professor passou a dar as explicações de frente para os alunos, ao contrário do que ocorria quando usava apenas o quadro de giz, que, além de ser mais demorado, quando fazia os desenhos e escrevia as explicações, eram normalmente feitos de costas para os estudantes.

Em poucos dias de trabalho aquela nova metodologia, juntamente com a placa perfurada, receberam o nome de Multiplano.

No mês de outubro do mesmo ano Rubens e I. J. de P. foram convidados a apresentar o invento no Instituto Benjamin Constant, na cidade do Rio de Janeiro. No próprio evento os participantes consideraram o Multiplano como o maior avanço do mundo no ensino de matemática para cegos.

No ano de 2001 foram convidados para ministrar um minicurso no mesmo instituto. Ao chegar na recepção do evento, o Prof. Rubens foi informado pela coordenadora que tinha apenas dois inscritos no minicurso, um pela manhã e um pela tarde. O Professor falou para ela que teria ido por apenas um inscrito, pois era seu primeiro minicurso”.

Caminhando pelo corredor da escola, Rubens se deparava com salas cheias nos demais minicursos. Ao chegar à sala reservada ao seu trabalho, e conforme já tinha sido avisado, havia apenas um aluno. Começou seu trabalho. Em alguns minutos uma pessoa passou em frente à porta e ficou observando as explicações com aquela placa. Ela saiu e retornou com alguns amigos, e assim foi acontecendo sucessivamente, até a sala ficar totalmente ocupada. No curso da tarde aconteceu a mesma coisa. Em pouco tempo a sala estava cheia de professores e estudantes em busca de alternativa para ensinar/aprender matemática de uma forma prática e simples.

Um participante se aproximou e disse: “Professor, você topa ministrar um curso sobre o Multiplano na cidade de Fortaleza?”. Rubens assentiu. “Então se prepare porque vamos realizar o primeiro curso ainda neste ano”. Assim, o professor viajou no mês de dezembro para a realização do curso para 30 professores de uma instituição que atende

cegos naquela cidade. O material e o método foram adotados imediatamente pela escola para o atendimento de 150 estudantes cegos.

A partir daquele ano as solicitações de curso foram aumentando, e várias instituições de ensino já estavam adotando o método.

Ainda em 2001, a orientadora de mestrado de Rubens considerou importante realizar a pesquisa para a dissertação com o título “A Construção de Instrumento de Inclusão no Ensino da Matemática”. Para o desenvolvimento da pesquisa foi formado um grupo de 8 estudantes cegos. Todas as práticas desenvolvidas eram testadas, e teriam que ser aprovadas por todos. A metodologia seguiu o Princípio do Desenho Universal, no qual o material pedagógico era testado com todos os estudantes, em diferentes escolas e em todos os níveis de ensino. Como resultado, a dissertação de Rubens recebeu nota máxima, e todos os cegos do grupo de pesquisa concluíram o ensino superior e estão empregados.

Assim, o trabalho que teve início em 2000 está contribuindo para a entrada de mais cegos na escola, em que eles possam estudar em sala de aula de ensino regular em igualdade de condições com os demais estudantes, além de auxiliá-los a ingressar no ensino superior em todas as áreas, incluindo disciplinas de exatas e até mesmo computação e engenharias.

### **Não enxergo e não tenho mobilidade**

Certo dia o Prof. Rubens recebeu a ligação de uma mãe solicitando ajuda: “Meu filho não enxerga quase nada, além disso não tem movimentos no braço direito e pouco escreve com a mão esquerda”. Ao final da ligação combinaram a primeira aula. Chegando na casa do aluno, o Professor se deparou com uma pessoa simpática, maravilhosa, porém, com a fala um pouco comprometida pela lentidão com que pronunciava as palavras. Observou a forma que ele escrevia em uma folha A4. As letras eram tão grandes que conseguia escrever apenas duas ou três palavras em uma linha, e aproximadamente 15 palavras eram suficientes para encher uma folha A4. Uma equação matemática as vezes ocupava algumas folhas frente e verso.

Então, a mãe disse: “Professor, ele não está mais acompanhando as aulas, quando ele termina uma atividade os demais estudantes terminaram a décima, e a cada dia que passa a situação está ficando mais complicada”.

No final da aula daquele dia Rubens comentou com a mãe: “Ele aprende com facilidade, porém demora para fazer os registros. A sugestão é desenvolver a habilidade

dele para resolver o processo algébrico em sua mente e fazer o mínimo de registros”. A mãe concordou e iniciaram os estudos.

O Prof. Rubens procurou desenvolver formas para encurtar o processo algébrico. Exemplo: uma equação que normalmente é resolvida em 5 linhas, deveria ser resolvida no máximo em duas linhas. Tomemos  $2x + 6 = 20$ . Retire 6 de ambos os lados,  $2x = 14$ , divida ambos os lados por 2, assim,  $x = 7$ . Como pode-se perceber, não foi feito nada além de usar corretamente as propriedades da igualdade. O Professor ficou surpreso com o resultado, em determinadas equações o aluno anotava apenas a resposta. Determinado dia, na resolução de problema, ocorreu o seguinte produto:  $75 \times 8$ . O aluno simplesmente disse que 75 vezes o 8 dá 600, nem usou a calculadora, que sempre estava ao lado. Então Rubens perguntou: “Como resolveu tão rápido?”. E o aluno respondeu: “Professor, estou treinando as operações, penso em dois números, faço o produto mentalmente e depois confiro na calculadora para ver se a resposta está correta”.

Outro fator que facilitou a vida do aluno: para que ele pudesse escrever, a folha de papel A4 era colada com fita crepe sobre a carteira escolar, isso dependia da ajuda de colegas da sala de aula. O Prof. Rubens disse à mãe que encontraria uma solução. Foram até a escola conhecer a carteira que ele utilizava. Era confeccionada de maneira adaptada às suas necessidades. O tampo era grande, com pouca inclinação, de modo que os materiais não deslizassem e caíssem ao chão.

Solução adotada: confeccionaram duas peças de acrílico de modo que o aluno pudesse colocá-las ou removê-las apenas usando sua mão esquerda. Fixaram dois imãs em cada peça para que pudessem prender um papel A4. Por baixo da carteira foram fixados quatro imãs na posição exata onde deveria se prender o papel. Assim, bastava ele aproximar as peças de acrílico sobre o papel na mesa que os imãs prenderiam a folha. A solução funcionou corretamente, e a troca de papel era muito fácil. Ele colocava o papel sobre a mesa e bastava aproximar as peças de acrílico e os imãs atraíam no lugar correto. A solução foi bem simples, não dependia mais da ajuda dos colegas (claro que ninguém se negava de fazer isso), e não tirava atenção das aulas.

No último dia de aula, o aluno se aproximou e disse: “Professor, não vou fazer vestibular esse ano, não estou preparado”. Rubens respondeu a ele: “Tente agora, no ano que vem poderá ser um pouco pior”. Quatro anos depois o Professor recebeu o convite para sua formatura em direito.

## **Atividades para o ensino de matemática**

Nesse período de trabalho com pessoas cegas o Prof. Rubens teve a necessidade de buscar alternativas para facilitar a compreensão dos estudantes e que as soluções encontradas pudessem atender a todos os estudantes.

Certo dia, estava aplicando uma prova para uma turma de quinta série. Como sempre, procurava agradar os alunos. Sempre entregava a folha de prova juntamente com uma balinha. Nesse dia, no final da prova, surgiram algumas dúvidas com os alunos, então o Professor decidiu usar as balas que restavam para dar as explicações. O fato foi muito marcante, as crianças começaram a sair de suas carteiras e se acumular próximas ao quadro. Parecia que as explicações, juntamente com as balinhas, estavam causando um encantamento. No final eles diziam: “Nossa! Como ficou fácil agora!”. Assim, o Professor começou uma nova pesquisa.

(Obs: Por restrições ao uso de doces nas escolas, usava missangas ou coquinhos para explicar as mesmas atividades, e os resultados foram surpreendentes.)

A seguir, serão apresentadas aulas com coquinhos para facilitar a compreensão dos estudantes.

## **Contagens**

As contagens devem ser apresentadas para os estudantes de tal forma que eles possam fazer a relação entre a quantidade e os símbolos de maneira bem natural. Antes de apresentar os números (símbolos), o estudante precisa saber fazer a contagem correta (sem uso da simbologia). Primeiro do 1 ao 10, depois até 20, até 30, 40... Para isso, podemos fazer a contagem com coquinhos, missangas, cubinhos (material dourado), tampinhas de garrafa, bolinhas de gude, plantas, pessoas, principalmente os colegas de sala de aula etc.

**Figura 1** – Coquinhos sobre uma mesa



**Fonte:** Acervo do autor.

Após o estudante fazer a contagem verbal, será o momento de relacionar as quantidades aos símbolos dos números, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Exemplo, coloque sobre a mesa uma quantidade de coquinhos e 10 pratinhos enfileirados. No primeiro pratinho coloque 1 coquinho, no segundo 2 coquinhos, no terceiro 3, no quarto pratinho 4 coquinhos, e assim até chegar em 9 coquinhos, e no último pratinho não coloque nada. Agora relacione a quantidade ao símbolo. O pratinho com um coquinho relacione ao símbolo 1, dois coquinhos 2, três coquinhos 3... e o pratinho que não tem coquinhos é o 0. Muitas vezes o 0 (zero) não é compreensível, então retome a atividade até o aluno perceber seu significado, que representa a ausência de coquinhos.

Lembre-se: evite fazer as contagens com os coquinhos uns sobre os outros. Na hora de efetuar as contagens os coquinhos devem estar espalhados dentro dos pratinhos, de modo que facilite a visualização nas contagens.

### **Sistema decimal**

Dominada a contagem até 9, agora era o momento de introduzir o sistema decimal.

O sistema de numeração decimal mais utilizado atualmente é o Sistema Indo-arábico. Ele recebe esse nome porque foi inventado pelos hindus e difundido pelos árabes.

Para introdução da base decimal, tenha em mãos uma quantidade de pelo menos 150 coquinhos e saquinhos plásticos zipados de tamanhos pequeno que comportem 10

coquinhos, de tamanho médio que comporte 100 coquinhos e, dependendo da atividade, até 1.000 coquinhos.

**Figura 2** – Saquinhos plásticos para introdução do sistema decimal



**Fonte:** Acervo do autor.

De posse dos saquinhos e dos coquinhos, divida uma mesa com uma fita, de modo que consiga separar unidades, dezenas e centenas. Posicione-se sempre atrás da mesa, lembrando que a visão do aluno é oposta à do professor, sua mão direita estará na posição esquerda na visão do aluno.

Comece com um coquinho na posição das unidades e vá acrescentando coquinhos na mesa fazendo a contagem juntamente com os estudantes: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Ao chegar ao décimo coquinho, eles serão colocados dentro de um saquinho, formando a dezena 10. Um saquinho com dez coquinhos na posição da dezena e zero (0) coquinhos na posição das unidades.

O saquinho da dezena ocupa a segunda classe da base decimal.

O 12 é um saquinho na posição das dezenas e 2 coquinhos nas unidades.

18 é um saquinho na posição das dezenas e 8 coquinhos nas unidades. O 35 são 3 saquinhos na posição das dezenas e 5 coquinhos nas unidades, e o 76 são 7 saquinhos na posição das dezenas e 6 coquinhos nas unidades. Ao chegar no 99 serão 9 saquinhos nas dezenas e 9 coquinhos nas unidades, a transformação se torna mais interessante.

Os 10 coquinhos formam um saquinho (dezena), os 10 saquinhos de dezenas formam um saquinho maior, o da centena.

Cem coquinhos são escritos em forma de algarismos como 100, ou seja, zero nas unidades, zero nas dezenas e 1 nas centenas.

**Figura 3** – saquinhos de coquinhos formando unidades, dezenas e centenas



**Fonte:** Acervo do autor.

A imagem mostra ao lado direito um coquinho, abaixo dele está escrito unidade. Ao centro há um saquinho com 10 coquinhos, abaixo dele está escrito dezena. E à esquerda há um saquinho maior, e dentro dele há 10 dezenas, abaixo dele está escrito centena. Fim da descrição.

Com o passar do tempo e o domínio das centenas o estudante poderá compreender a construção até a unidade de milhar.

Sugestão de perguntas que devem ser destinadas aos estudantes:

- Quantos coquinhos tem em uma dezena?
- Quantos coquinhos tem em uma centena?
- Quantas dezenas tem em uma centena?
- Quantos coquinhos tem em um milhar?

- Quantas dezenas tem em um milhar?
- Quantas centenas tem em um milhar?

Também podem ser organizados saquinhos para que os estudantes possam escrever a quantidade em forma de números.

Exemplo: escreva em símbolos a quantidade resultante de três saquinhos de centena, mais cinco saquinhos de dezenas e mais oito coquinhos nas unidades. A resposta correta é 358.

### **Aulas *on-line***

Com a chegada da pandemia em 2020, as aulas presenciais foram interrompidas, tornando o trabalho direto com os alunos quase impossível. Então, o que fazer? Nesse momento surgiu a ideia de trabalhar com aulas *on-line* antes mesmo de se tornar uma única solução no sistema de ensino, no período de pandemia. Sorte que Rubens estava acostumado a ministrar aulas para pessoas cegas e também com boa prática no uso de materiais pedagógicos. Já nas primeiras aulas pôde perceber que o trabalho seria bem tranquilo. Alguns alunos optaram em comprar os materiais pedagógicos, porém outros não tinham a condição financeira favorável para adquirir tais materiais, mesmo assim, pôde perceber que a comunicação/aprendizagem era mais eficiente quando os alunos utilizavam o Multiplano, visto que era possível dar aula através de vídeo e corrigir as atividades no mesmo instante. Assim o Multiplano passou a ser a condição necessária para o desenvolvimento de um bom trabalho *on-line* com estudantes cegos. O curioso nessa história é que o Prof. Rubens passou a ensinar pessoas videntes como já ensinava os cegos.

A seguir há relatos sobre as operações matemáticas através de aulas *on-line*.

É preciso lembrar que operações matemáticas de adição, subtração, multiplicação e divisão são mais fáceis de compreender se iniciarmos com o concreto e no relato a seguir será explicado através de coquinhos.

### **Adição**

Na adição o procedimento é escolher duas quantidades. Exemplo: 265 mais 198. Cada uma dessas quantidades deve ser apresentada em forma de centenas, dezenas e unidades. Assim, o 265 será representado através de dois saquinhos de centenas, seis

saquinhos de dezenas e mais cinco coquinhos soltos nas unidades, já o 198 será um saquinho de centena, nove saquinhos de dezenas e mais oito coquinhos soltos nas unidades.

Mesmo que o aluno não tivesse os coquinhos nas mãos, seria mais fácil memorizar as operações, nas quais os coquinhos das unidades da primeira parcela (8 coquinhos) só poderiam se juntar com os coquinhos da unidade da segunda parcela (5 coquinhos), e assim para as dezenas e centenas.

Após juntar as classes semelhantes, seria o momento de fazer a transformação. Onde tem 13 coquinhos, vamos colocar 10 deles dentro de um saquinho de dezena e restarão 3 coquinhos soltos. Agora é a vez da dezena. Vamos juntar 6 dezenas com 9 dezenas, mais uma dezena da transformação que no final dará 16 dezenas. Agora vamos transformar 10 dezenas em uma centena, que será adicionada às duas, mais uma, e no final dará 4 centenas, 6 dezenas e 3 unidades.

$$265 + 198 = 463$$

### *Subtração*

Na subtração será um entendimento diferente. Nessa operação temos o minuendo, o subtraendo e o resto. Nesse caso, o subtraendo não existe concretamente, ele deverá ser retirado do todo (minuendo).

Agora vamos efetuar o 265 menos 198. A quantidade que teremos será apenas o 265. Serão dois saquinhos de centenas, 6 saquinhos de dezenas e mais 5 coquinhos soltos nas unidades. Já o 198 não poderá ser apresentado concretamente, ele deverá ser retirado do 265.

Primeiro passo: como temos que retirar 8 unidades de onde temos apenas 5 unidades, a solução é abrir um saquinho de dezenas e despejar os 10 coquinhos e unir aos 5 coquinhos. Agora temos 15 coquinhos e será possível retirar 8, restando 7. Vamos fazer o mesmo procedimento nas dezenas. Como um dos saquinhos foi aberto, agora só temos 5 saquinhos, não dá para tirar 9, então, vamos abrir uma centena, transformar em 10 dezenas e unir com as 5 dezenas, formando 15 dezenas, agora será possível retirar as 9 dezenas, e restarão 6 dezenas. O terceiro passo é retirar uma centena, não restará mais centenas e a resposta será 67.

$$265 - 198 = 67$$

### *Multiplicação*

Vamos efetuar a multiplicação do número 76 vezes o 4. O 76 serão 7 saquinhos de dezena e 6 coquinhos nas unidades. O 4 não poderá ser apresentado em forma de coquinhos, visto que ele indica que iremos quadruplicar a quantidade de coquinhos. Vamos lá: temos que quadruplicar as 7 dezenas e também os 6 coquinhos das unidades. Agora temos 28 saquinhos e 24 coquinhos nas unidades. Vamos para a transformação: com 24 coquinhos é possível formar 2 saquinhos de dezenas e ainda restam 4 coquinhos nas unidades. Onde havia 28 saquinhos de dezenas, agora há 30 dezenas. Colocando as 30 dezenas em sacos maiores, teremos 3 sacos de centenas e zero (0) nas dezenas, sendo assim, a resposta será 304.

$$76 \times 4 = 304$$

### *Divisão*

Vamos efetuar a divisão de 136 por 4.

Temos, 1 saquinho de centena, 3 saquinhos de dezenas e 6 coquinhos nas unidades para dividir entre 4 pessoas.

O primeiro passo é dividir uma centena por 4 pessoas. Como não é possível entregar a centena completa entre 4 pessoas, então vamos abrir o saquinho da centena e transformar em 10 dezenas. Agora temos 13 dezenas, para serem distribuídas para 4 pessoas. Cada uma recebe 3 saquinhos de dezenas e ainda sobra 1 dezena. A dezena restante será aberta e transformada em unidades, e dela sairão 10 coquinhos, que unidos aos 6 coquinhos, formarão um conjunto de 16 coquinhos, que distribuídos às 4 pessoas, que dará 4 para cada uma e sobrarão zero coquinhos.

$$136 : 4 = 34$$

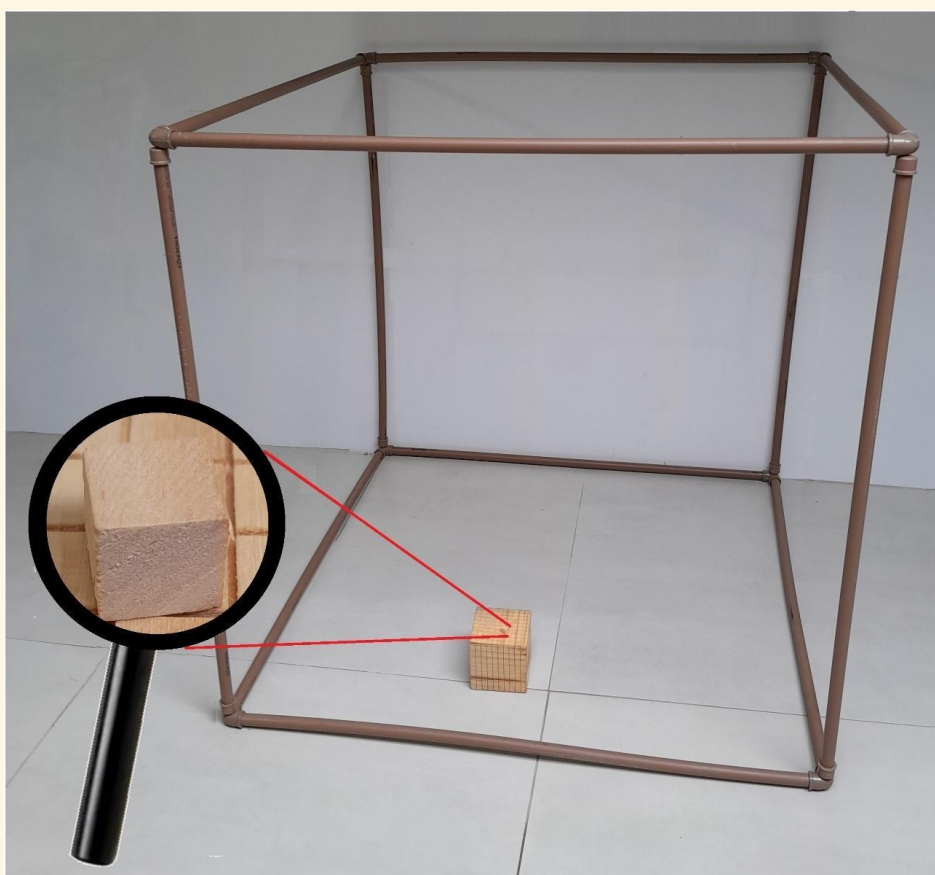
Conforme relatado acima, as aulas *on-line* funcionaram bem. Nessa mediação os recursos pedagógicos tiveram um papel importante, não apenas pelo tátil, mas pela contribuição na comunicação com os estudantes.

## Como apresentar para o estudante as unidades de volume mais usuais

Esse estudo torna-se sem significado e muito complicado quando o professor fala sobre esse tema sem a utilização de recursos concretos.

Certo dia o Prof. Rubens solicitou aos alunos do ensino médio desenharem o centímetro cúbico, o decímetro cúbico e o metro cúbico. Eles responderam que não tinham a noção do tamanho que deveria ter cada um deles. No dia seguinte o Professor providenciou tubos de PVC de 20mm, cotovelos, caps da mesma medida para a montagem do metro cúbico. Para o decímetro e centímetro cúbico utilizou o cubo do milhar e o cubinho do material dourado.

**Figura 4** – Metro, decímetro em centímetro cúbico



**Fonte:** Acervo do autor.

Ao chegar na sala de aula os alunos começaram a montar o metro cúbico. Em seguida observaram a diferença entre as três grandezas e ficaram surpresos com as dimensões de cada um deles.

Em um curso realizado no início de 2025 na ADEVA – Associação dos Deficientes Visuais de São Paulo –, onde estavam presentes 6 pessoas cegas, os cursistas fizeram

a montagem do cubo grande. Os cegos puderam participar da montagem, e fizeram a comparação entre os três cubos. O mais atrativo foi a entrada das pessoas cegas dentro do cubo grande, onde puderam perceber o que eram as arestas, os vértices e as faces, perceber a medida do metro linear, do metro quadrado e do metro cúbico. Pelo relato dos cursistas, em nenhum momento da vida escolar eles tiveram a oportunidade de vivenciar uma aula em que pudessem perceber tão bem a diferença entre essas três unidades de volume.

Após a exploração tátil o Professor começou a fazer perguntas: “Quantos decímetros cúbicos cabem em um metro cúbico?”. Foi nesse momento que os cegos tiveram a oportunidade de colocar o cubo grande do material dourado um ao lado do outro e comprovar que caberiam 10 cubos no comprimento da aresta. “Quantos cubos iguais a esse preenche uma face?”. Em pouco tempo a resposta foi que seriam necessários 100 cubos. “E quantos cubos serão necessários para preencher o metro cúbico?”. No final de uma boa discussão a resposta foi 1.000 cubos.

Em seguida as perguntas foram direcionadas para o centímetro cúbico em relação ao decímetro cúbico? Para essa pergunta os cursistas já estavam com as respostas prontas.

E a última pergunta foi em relação ao centímetro cúbico e o metro cúbico. Eles entenderam muito bem quais seriam os cálculos, mas ficaram surpresos com as respostas de números tão grandes. No comprimento seriam necessários 100 (cem) cubinhos, para preencher a face 10.000 (dez mil) cubinhos e para preencher o cubo inteiro seriam necessários 1.000.000 (um milhão) de cubinhos.

De acordo com o relato dos cursistas aquela aula seria inesquecível.

### **Considerações finais**

No Princípio do Desenho Universal, o Professor Rubens Ferronato acredita que, como professores dessa modalidade, todos serão eternos aprendizes caminhando em direção a uma Matemática para todos, questionar os erros e os acertos, mantendo a cabeça erguida e seguindo em frente. Sabe que colocar a mão na massa é o que possibilita novos avanços e novas descobertas.

Finalmente espera-se que as mudanças gerem um acesso equitativo e de qualidade, sempre apoiado por uma abordagem consciente e direcionada para educação de qualidade para todos os alunos. Assim, o Professor, com seu empenho, concretiza a busca na efetivação de um ideal – ajudar na equiparação de oportunidades, em uma

sociedade sem preconceitos nem discriminações, amenizando possíveis injustiças sociais.

# Agradecimentos

A concretização desta obra resulta de um esforço coletivo que reúne ideias, conhecimentos e compromissos compartilhados. Cada etapa — da concepção editorial às pesquisas que a sustentam — foi marcada pela colaboração generosa de muitas pessoas e instituições que acreditam na força transformadora da educação inclusiva e da tecnologia assistiva.

Agradecemos profundamente às pessoas entrevistadas, que confiaram a nós suas vivências, percepções e críticas, permitindo compreender de maneira mais humana e ampla os desafios enfrentados por quem vive a deficiência visual em seu cotidiano. Suas vozes ecoam ao longo de várias páginas deste livro, inspirando reflexões e apontando caminhos para práticas mais sensíveis e efetivas. Entre outros, podemos citar: Aída Guerreiro de Oliveira, Alessandro Câmara de Souza, Aline Moraes Dias, Ana Claudia Domingues, Ana Cristina Teixeira Prado, Gilson Batista de Souza, José Carlos dos Santos, Marcelo Lira, Márcio José Felipe, Paloma Barreto e Sidney Tobias Freitas.

Nossa gratidão aos autores e autoras dos capítulos, que compartilharam generosamente seus conhecimentos e experiências, colaborando com rigor e compromisso ao longo do processo de construção desta obra. Cada texto reflete trajetórias acadêmicas e profissionais diversas que, reunidas nesta coletânea, ampliam o debate e fortalecem o campo da tecnologia assistiva e da inclusão. Agradecemos a: Thiago Sardenberg, Helenice Maia, Maria da Glória de Souza Almeida, Ana Cristina Teixeira Prado, Dagmar de Mello e Silva, Alessandro Câmara de Souza, Naiara Miranda Rust, Fábio Garcia Bernardo, Alice Tavares Figueiredo, Roberto Cardoso Freire da Silva, Eduardo Ariel de Souza Teixeira, Gil Fernandes da Cunha Brito, Marcos Garamvölgyi e Silva, Marina Araujo Scalabrin, Virgínia Chalegre, Janete Rocha Cícero e Rubens Ferronato. Registramos, ainda, um agradecimento especial à Dra. Sonia da Costa, Diretora de Tecnologia Social, Economia Solidária e Tecnologia Assistiva do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (DEPTS/MCTI), e ao Dr. Milton Pereira de Carvalho Filho, Coordenador-Geral de Tecnologia Assistiva do MCTI (CGTA/DEPTS/MCTI), que gentilmente elaboraram o prefácio que abre esta obra.

O Comitê Técnico-Científico merece destaque especial por seu olhar crítico e cuidadoso durante o processo de avaliação e revisão dos capítulos. Suas contribuições

qualificaram o conteúdo, asseguraram a coerência editorial e fortaleceram o diálogo interdisciplinar que caracteriza esta obra. Nossos agradecimentos a Roberto Cardoso Freire da Silva, Eduardo Ariel de Souza Teixeira, Janete Rocha Cícero e Marina Araujo Scalabrin.

Do ponto de vista institucional, expressamos nosso reconhecimento ao Instituto Nacional de Tecnologia (INT), ao Instituto Benjamin Constant (IBC), à Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O apoio dessas entidades vem sendo determinante não apenas para viabilizar essa publicação, mas para consolidar um campo de pesquisa voltado à inovação inclusiva e ao fortalecimento da Tecnologia Assistiva como área estratégica para o desenvolvimento científico e social do país.

Agradecemos também a todas as pessoas participantes das pesquisas que deram origem aos estudos aqui apresentados. Por respeito aos protocolos éticos, seus nomes não são citados individualmente, mas registramos com apreço a relevância e generosidade de suas colaborações. Entre elas, destacam-se alunos do IBC, pessoas com deficiência visual, professores, e especialistas em design, cuja participação ativa tornaram possíveis avanços concretos na compreensão e na construção de recursos inclusivos.

Por fim, dirigimos um agradecimento simbólico a todos os educadores, pesquisadores e profissionais que têm dedicado sua prática à promoção da inclusão e da equidade. É na soma desses esforços que se sustenta o propósito maior desta obra: contribuir para uma sociedade mais justa, sensível e inclusiva, onde o conhecimento e a tecnologia estejam a serviço da emancipação humana.

*Júlio C. Augusto da Silva*

*Saul Eliahú Mizrahi*

# **Acessibilidade, Educação e Humanidade: Quando a Tecnologia Encontra a Inclusão**

A inclusão de pessoas com deficiência visual não é apenas um desafio técnico, mas um compromisso social que atravessa a educação, a ciência, o design e a usabilidade. Este livro parte dessa compreensão para discutir como a Tecnologia Assistiva e os princípios do Desenho Universal podem transformar direitos em experiências concretas de participação, aprendizagem e autonomia.

Ao reunir pesquisas, práticas pedagógicas e reflexões interdisciplinares, a obra evidencia que soluções inclusivas ganham força quando consideram a usabilidade, a diversidade de modos de perceber e a participação ativa das pessoas com deficiência. Mais do que apresentar tecnologias, o livro propõe caminhos para uma sociedade mais acessível, justa e humana.

ISBN: 978-65-01-88518-6