

## TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

ASSISTIVE TECHNOLOGIES IN PHYSICS EDUCATION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

TECNOLOGÍAS DE ASISTENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Deisiane Gomes Bezerra<sup>1</sup>  
Elio Molisani Ferreira Santos<sup>2</sup>

**RESUMO:** O ensino de Física para alunos com deficiência visual apresenta desafios que limitam a equidade e a educação inclusiva. Embora as publicações sobre Tecnologias Assistivas tenham crescido significativamente entre 2015 e 2025, nota-se uma escassez de pesquisas direcionadas especificamente para sua aplicação no ensino de Física. Este estudo objetivou mapear as tendências do uso de Tecnologias Assistivas no ensino de Física para alunos com deficiência visual mediante Revisão Sistemática da Literatura, segundo Kitchenham e Charters (2007). Foram analisadas publicações nas bases BDTD, SciELO e Portal de Periódicos da CAPES, utilizando descritores específicos. Dos 532 estudos identificados, 30 atenderam aos critérios de inclusão. A síntese evidenciou um campo em expansão, marcado pela inovação em recursos táteis e estratégias pedagógicas inclusivas. Contudo, a fragilidade na avaliação de efetividade e nos fundamentos teóricos demanda pesquisas futuras mais robustas e formação docente específica para consolidar a inclusão. Com isso, espera-se que a revisão sistemática desenvolvida ofereça diretrizes para futuras pesquisas, servindo como referência para professores e pesquisadores interessados nas potencialidades proporcionadas pelas Tecnologias Assistivas no ensino de Física para estudantes com deficiência visual.

1

**Palavras-chave:** Tecnologias Assistivas. Ensino de Física. Alunos com Deficiência Visual. Revisão Sistemática

**ABSTRACT:** Teaching Physics to students with visual impairments presents challenges that limit equity and inclusive educational practices. Although publications on Assistive Technologies have increased significantly between 2015 and 2025, there remains a noticeable shortage of research specifically focused on their application in Physics education. This study aimed to map trends in the use of Assistive Technologies in Physics teaching for students with visual impairments through a Systematic Literature Review, following the guidelines proposed by Kitchenham and Charters (2007). Publications from the BDTD, SciELO, and CAPES Journal Portal databases were analyzed using predefined descriptors. Of the 532 studies initially identified, 30 met the inclusion criteria. The synthesis revealed an expanding field characterized by innovation in tactile resources and inclusive pedagogical strategies. However, gaps in the evaluation of effectiveness and theoretical foundations highlight the need for more robust research and targeted teacher training to strengthen inclusive practices. It is expected that this systematic review will provide guidelines for future studies and serve as a reference for educators and researchers interested in the potential of Assistive Technologies in Physics education for students with visual impairments.

**Keywords:** Assistive Technologies. Physics Education. Students with Visual Impairments. Systematic Review.

<sup>1</sup>Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

<sup>2</sup>Doutor em Ciências pelo Programa de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Professor Orientador do Departamento de Física e Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) - Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

**RESUMEN:** La enseñanza de la Física a estudiantes con discapacidad visual presenta desafíos que limitan la equidad y las prácticas educativas inclusivas. Aunque las publicaciones sobre Tecnologías de Asistencia han aumentado significativamente entre 2015 y 2025, aún se observa una notable escasez de investigaciones específicamente centradas en su aplicación en la enseñanza de la Física. Este estudio tuvo como objetivo mapear las tendencias en el uso de Tecnologías de Asistencia en la enseñanza de la Física para estudiantes con discapacidad visual mediante una Revisión Sistemática de la Literatura, siguiendo las directrices propuestas por Kitchenham y Charters (2007). Se analizaron publicaciones de las bases de datos BDTD, SciELO y el Portal de Periódicos CAPES, utilizando descriptores previamente definidos. De los 532 estudios inicialmente identificados, 30 cumplieron con los criterios de inclusión. La síntesis reveló un campo en expansión, caracterizado por la innovación en recursos táctiles y estrategias pedagógicas inclusivas. No obstante, las lagunas en la evaluación de la efectividad y en los fundamentos teóricos evidencian la necesidad de investigaciones más robustas y de una formación docente específica para fortalecer las prácticas inclusivas. Se espera que esta revisión sistemática proporcione orientaciones para futuros estudios y sirva como referencia para educadores e investigadores interesados en el potencial de las Tecnologías de Asistencia en la enseñanza de la Física para estudiantes con discapacidad visual.

**Palabras clave:** Tecnologías de Asistencia. Enseñanza de la Física. Estudiantes con Discapacidad Visual. Revisión Sistemática.

## INTRODUÇÃO

O panorama da educação inclusiva no Brasil foi significativamente transformado a partir da Constituição Federal de 1988, que estabelece como dever do Estado a garantia de "atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino" (Brasil, 1988, art. 208, inciso III). Este marco legal fundamenta o direito à educação inclusiva, orientando políticas públicas e práticas pedagógicas, promovendo a equidade no processo de ensino e aprendizagem.

Os estudos sobre o ensino de Física para estudantes com deficiência visual (DV) têm destacado desafios específicos relacionados à mediação de conteúdos tradicionalmente dependentes da visualização. Camargo e Nardi (2007, p. 398) apontam que estratégias pedagógicas que promovem ações de criar, elaborar, correr riscos e assumir responsabilidades favorecem a superação de dificuldades associadas à "atribuição de responsabilidades", permitindo que o aluno participe ativamente do processo de aprendizagem.

Nesse contexto, conteúdos e disciplinas que fazem uso recorrente de desenhos e esquemas gráficos tendem a se constituir como um fator de dificuldade para estudantes com deficiência visual, especialmente quando tais recursos não são adaptados de maneira adequada.

Essa necessidade de adaptação também é destacada no debate mais amplo sobre inclusão escolar. Segundo Mendonça (2015, p. 9), embora o processo de inclusão venha avançando, ele

não tem sido acompanhado pela formação adequada dos profissionais, que frequentemente não sabem como planejar atividades diversificadas capazes de incluir, de fato, estudantes com DV.

Para além da necessidade de sistematizar o conhecimento produzido acerca das aplicações realizadas de Tecnologias Assistivas (TA) no ensino de Física, este estudo busca responder ao seguinte problema de pesquisa: “quais evidências a literatura científica apresenta sobre o uso de tecnologias assistivas na aprendizagem de alunos com deficiência visual no ensino de Física”?

Diante desse propósito, realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) em bases de dados nacionais, considerando o recorte temporal de 2015 a 2025, com o objetivo de mapear e analisar criticamente as produções acadêmicas sobre o tema.

## TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NO ENSINO DE FÍSICA

Para compreender o papel das Tecnologias Assistivas (TA) no processo de ensino-aprendizagem de estudantes com deficiência visual, é fundamental, inicialmente, delimitar e conceituar esse campo do conhecimento. A definição clara deste conceito permite não apenas situar teoricamente a pesquisa, mas também orientar práticas pedagógicas mais inclusivas e eficazes no contexto educacional. Conforme discutido por Galvão Filho (2009), a construção deste conceito resulta de um processo de sistematização teórica fundamentado em estudos nacionais e internacionais.

A partir dessas contribuições, o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) aprovou, em 2007, uma definição amplamente adotada no contexto brasileiro, que compreende a Tecnologia Assistiva como uma área do conhecimento que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços voltados à promoção da funcionalidade de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida. Tal promoção está diretamente relacionada à ampliação das possibilidades de atividade e participação desses sujeitos, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2015).

Seguindo a mesma linha, o art. 3º, inciso III, do Estatuto da Pessoa com Deficiência considera a TA sendo: 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, p. 9).

As Tecnologias Assistivas (TA) podem ser classificadas a partir de dois eixos principais: recursos e serviços. De acordo com Galvão Filho (2009) os recursos correspondem a dispositivos, materiais e equipamentos que promovem autonomia e funcionalidade, como bengalas, materiais adaptados e softwares. Já os serviços referem-se ao apoio especializado, envolvendo profissionais que orientam na seleção, adaptação e uso adequado desses recursos.

O processo de inclusão no ensino de Física tem avançado, mas esbarra na formação docente inadequada. Evidências apontam a eficácia de recursos adaptados de acordo com Nepomuceno e Zander (2015), ao analisarem quatro bases de dados, constataram que materiais didáticos adaptados facilitam o processo de ensino-aprendizagem tanto para estudantes com deficiência visual quanto para alunos videntes. Kouvauti (2019) avança nessa discussão ao propor modelos de aplicação de maquetes em alto-relevo em salas comuns, indo além da simples adaptação.

Entretanto, a educação inclusiva ainda enfrenta desafios estruturais, incluindo: heterogeneidade de níveis educacionais na mesma turma, carência de suporte instrumental e ambiental, e formação docente insuficiente sobre as especificidades da deficiência visual.

## METODOLOGIA

A presente pesquisa é caracterizada como sendo de cunho qualitativo devido aos aspectos que podem ser analisados, de acordo com Minayo (2002, p. 21-22) a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa adota a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) como método de investigação, seguindo as diretrizes metodológicas propostas por Kitchenham e Charters (2007, p. 8), que definem a RSL como “um método para identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas relevantes relacionadas à pesquisa, usando critérios explícitos e sistemáticos”. A opção pela RSL justifica-se pela necessidade de mapear e sintetizar as evidências existentes sobre tecnologias assistivas no ensino de Física para estudantes com DV, permitindo a identificação de tendências, lacunas e contribuições na área.

Nesta perspectiva, a pesquisa buscou identificar as tecnologias assistivas e metodologias mais utilizadas, bem como seus impactos na aprendizagem de alunos com DV. O procedimento usado através das fases do desenvolvimento da RSL, foi estruturado em três etapas: Planejamento, Condução da Revisão e Publicação da Revisão através dos resultados

encontrados.

Na etapa de Planejamento, foi elaborado um protocolo de busca que contemplou a estratégia de pesquisa, a formulação das questões norteadoras, a seleção das fontes de dados, a definição dos critérios de inclusão e exclusão, bem como os procedimentos para a extração das informações.

O objetivo dessa RSL consistiu em identificar as produções acadêmicas brasileiras como (artigos, teses e dissertações), que abordam o uso da TA no ensino de Física para alunos com DV, sob a perspectiva da educação inclusiva.

O protocolo da RSL adotado neste estudo está detalhado de acordo com a Tabela 1, contendo a descrição de cada item que será utilizado:

**Tabela 1:** Protocolo de Revisão (RSL)

Item	Descrição
Questões da pesquisa	1. Quais são as principais abordagens e contribuições das produções acadêmicas brasileiras que discutem o uso da tecnologia assistiva no ensino de física para alunos com deficiência visual? 2. Sob quais aspectos pedagógicos as tecnologias assistivas são justificadas e desenvolvidas na Educação Básica para alunos com deficiência visual?
Critérios de inclusão	Artigos, Dissertações e Teses que contém a expressão de busca no título, no resumo ou nas palavras-chave.
Critérios de seleção	Leitura do título, resumo, palavras-chave e partes do trabalho completo. Seleção com base em ao menos um dos seguintes critérios: <b>CS1.</b> Apresenta relatos ou discussões sobre o desenvolvimento ou aplicação de tecnologias assistivas no contexto da educação básica para alunos com deficiência visual. <b>CS2.</b> Aborda formas de organização, gestão e operacionalização de tecnologias assistivas utilizadas no ambiente escolar da educação básica para alunos com deficiência visual. <b>CS3.</b> Trata de questões relacionadas a tecnologias assistivas, especialmente no que se refere às metodologias voltadas para alunos com deficiência visual. <b>CS4.</b> Descreve experiências práticas de uso de recursos ou tecnologias assistivas aplicadas a situações educativas envolvendo alunos com deficiência visual. <b>CS5.</b> Apresenta estratégias de acompanhamento, avaliação ou monitoramento de ações pedagógicas ou projetos com recursos de acessibilidade voltados a alunos com deficiência visual. <b>CS6.</b> Aponta, com base argumentativa e/ou empírica, os efeitos positivos da tecnologia assistiva sobre o processo de ensino-aprendizagem em contextos formais. <b>CS7.</b> Discute aspectos da formação docente relacionados à utilização de tecnologias assistivas no cotidiano escolar da educação básica para alunos com deficiência visual.

**Fonte:** Adaptado de Kitchenham e Charters (2007).

Após a definição dos critérios iniciais, procedeu-se à etapa final do planejamento: a definição dos critérios de qualidade dos estudos. Esses critérios organizam-se em três dimensões: seleção final dos estudos, extração dos dados e síntese dos dados.

A etapa final da seleção consistirá na leitura integral dos trabalhos previamente selecionados, com o objetivo de refinar a amostra de estudos. Nessa fase, os critérios de elegibilidade serão reaplicados com maior precisão e profundidade, de modo a garantir que apenas os estudos que atendem de forma clara e consistente aos requisitos estabelecidos sejam incluídos na análise final. A extração dos dados consiste na sistematização das informações essenciais de cada estudo selecionado, com base em categorias previamente definidas, visando à uniformidade e à fidedignidade da análise. Quanto à síntese dos dados, ela consiste na organização e interpretação dos dados extraídos, estruturando-os em categorias, a fim de identificar padrões, convergências e lacunas nos estudos revisados.

Os critérios de seleção e de qualidade foram pré-definidos no protocolo de revisão, embora possam passar por refinamentos durante o processo de seleção dos estudos (Kitchenham e Charters, 2007). Os critérios de seleção destinam-se a especificar as características e os conteúdos essenciais que determinam a inclusão ou exclusão de um estudo. Por sua vez, os critérios de qualidade visam a avaliar aspectos metodológicos, tais como a pertinência temática e a adequação dos métodos em relação aos objetivos propostos na RSL.

6

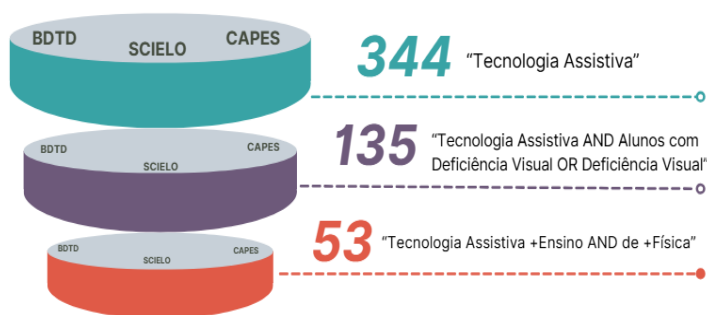
A etapa de Condução da Revisão consistiu na aplicação do protocolo previamente estabelecido, conforme delineado por Kitchenham e Charters (2007). Esta fase operacionalizou-se em três procedimentos sequenciais: identificação dos estudos primários; seleção dos estudos; e extração e síntese dos dados, com vistas a responder às questões de pesquisa formuladas.

A realização da RSL ocorreu entre os dias 06 a 10 de maio de 2025, optou-se pela busca de estudos nas bases de dados das plataformas Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), que integra e dissemina, em um só portal de busca, as teses e dissertações defendidas nas instituições brasileiras de ensino e pesquisa e também nas bases da Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Portal de Periódicos da CAPES, devido à capacidade dessas ferramentas abrangerem um amplo banco de dados em artigos publicados e acessados, e com alto fator de qualidade.

Foram definidas três etapas de busca, aplicadas de maneira idêntica em todas as bases de dados consultadas, utilizando expressões de busca de acordo com a Figura 1, combinados por operadores booleanos (AND, OR e +). Em cada etapa, delimitou-se o recorte temporal entre

2015 e 2025, e os resultados foram filtrados a partir dos títulos, palavras-chave e resumos, a fim de identificar estudos alinhados à temática definida. Para o gerenciamento dos resultados, empregou-se o software Zotero como ferramenta de organização e análise das referências.

**Figura 1:** Resultado das buscas de trabalhos nas bases de pesquisas entre os anos 2015-2025.



**Fonte:** Os autores (2026)

A aplicação dos critérios de elegibilidade aos estudos previamente selecionados resultou em um corpus final composto por 30 trabalhos. A aplicação dos critérios de elegibilidade à base BDTD resultou na seleção de 16 estudos. Em conformidade com a Tabela 2, que apresenta a organização sistemática desses trabalhos, contemplando informações sobre identificação (id), tipo de trabalho, autoria, ano de publicação e título.

**Tabela 2:** Trabalhos selecionados na base de dados BDTD

ID	Tipo	Autor/Ano	Título
To1	Dissertação	Mendonça, 2015	Desenvolvimento e aplicação de uma maquete sobre as Leis de Kepler para inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de física.
To2	Artigo	Nepomuceno e Zander, 2015	Uma análise dos recursos didáticos táteis adaptados ao ensino de ciências a alunos com deficiência visual inseridos no ensino fundamental.
To3	Dissertação	Dias, 2018	Conhecendo as deficiências para ensinar física: uma proposta baseada na CAA.
To4	Dissertação	Fonseca, 2018	O que um aluno deficiente visual pode ensinar a um professor de física do ensino médio: contribuições da psicologia histórico-cultural.

T05	Dissertação	Nascimento, 2018	Os efeitos da prática do goalball no processo da mobilização da aprendizagem de alguns fenômenos e conceitos físicos da mecânica para alunos com deficiência visual nas aulas de física.
T06	Dissertação	Kauvauti, 2019	Construção de material didático para o ensino de física para alunos com deficiência visual.
T07	Dissertação	Coltro, 2019	Boca-game: jogo com audiodescrição de imagens para o ensino de ciências com pessoas cegas.
T08	Dissertação	Andrade, 2019	Produção e utilização de material tátil no ensino de eletromagnetismo para alunos com e sem deficiência visual.
T09	Dissertação	Duarte, 2020	A inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de ciências: “ouvindo imagens” dos envolvidos em um estudo de caso.
T10	Dissertação	Andrade, 2020	Atividades experimentais de eletrodinâmica para deficientes visuais.
T11	Dissertação	Paula, 2020	Ensino-aprendizagem de eletricidade para alunos com deficiência visual.
T12	Dissertação	Neto, 2021	Seqüência de ensino investigativo: tópicos do magnetismo no ensino híbrido utilizando ferramentas de acessibilidade.
T13	Dissertação	Barbosa, 2022	O ensino de eletricidade para alunos com deficiência visual através de uma seqüência didática.
T14	Dissertação	Reis, 2023	O ensino de ciências e da matemática na perspectiva inclusiva: um estudo de caso sobre o uso de tecnologia assistiva nos anos iniciais do ensino fundamental de uma Escola Pública da Rede Municipal de Aracaju/SE.
T15	Dissertação	Jesus, 2024	Argumentação nas atividades de ensino de física para alunos com deficiência visual: uma revisão sistemática.
T16	Dissertação	Menezes, 2024	Metodologias aplicadas ao ensino de óptica para alunos com ou sem deficiência visual.

**Fonte:** Os autores (2026).

A aplicação dos critérios de seleção aos registros do Portal de Periódicos da CAPES resultou na identificação de 10 estudos elegíveis para análise. A Tabela 3 apresenta a listagem completa desses trabalhos, contemplando informações sobre identificação (id), tipo de trabalho, autoria, ano de publicação e título.

**Tabela 3:** Trabalhos selecionados na base de dados do Portal de Periódicos da CAPES.

ID	Tipo	Autor	Título
T17	Artigo	Polverini, <i>et al.</i> , 2021	Ensino de física para pessoas com deficiência visual: análise de trabalhos apresentados em eventos científicos brasileiros entre 2013 e 2017.
T18	Artigo	Silva, e Souza, 2021	Tecnologias assistivas no ensino de ciências a discentes com deficiência visual: a perspectiva de suas professoras.
T19	Artigo	Jesus e Anastácio, 2022	Divulgação da astronomia para o público vidente e com deficiência visual: experiência em um espaço não formal de ensino/aprendizagem.
T20	Artigo	Leite, <i>et al.</i> , 2022	Simulador 2d tátil para montagem de circuitos elétricos para pessoas com deficiência visual.
T21	Artigo	Silva, Oliveira e Buffon, 2022	O ensino de óptica geométrica para pessoas cegas ou com deficiência visual: uma revisão bibliográfica.
T22	Artigo	Silva, <i>et al.</i> , 2022	Recursos didáticos voltados para o ensino de ciências a alunos com deficiência visual em um município do semiárido piauiense.
T23	Artigo	Duarte, Paulino e Oliveira, 2022.	Propostas de atividades no ensino de física para alunos com deficiência visual nos SNEF e ENPEC da década 2011-2020.
T24	Artigo	Moreira e Valverde, 2023	Impressão 3d no processo de ensino aprendizagem de pessoas com deficiência visual.
T25	Artigo	Andrade, Schwerz, e Sabo, 2023	Eletrodinâmica: atividades experimentais multissensoriais visando a inclusão de alunos com deficiência visual.
T26	Artigo	Santos, e Tonezer, 2023	As percepções dos docentes de física sobre materiais e instrumentos metodológicos para o ensino de alunos com deficiência visual.

**Fonte:** Os autores (2026).

A base SciELO contribuiu com quatro estudos para o corpus final da revisão. De acordo com Tabela 4 apresenta-se o detalhamento dessas publicações, incluindo sobre identificação (id), tipo de trabalho, autoria, ano de publicação e título.

**Tabela 4:** Trabalhos selecionados na Base de dados SciELO.

ID	Tipo	Autor	Título
T27	Artigo	Cordova, <i>et al.</i> , 2017	Audiotermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual.
T28	Artigo	Silva e Camargo, 2018	O atendimento pedagógico especializado e o ensino de física: uma investigação acerca do processo de ensino e aprendizagem de uma aluna cega.
T29	Artigo	Almeida, <i>et al.</i> , 2019	Construção de uma maquete do sistema solar com controle de temperatura para alunos com deficiência visual.
T30	Artigo	Paula, Saraiva, e Nogueira, 2019	Ensino-aprendizagem de eletricidade para alunos com deficiência visual.

**Fonte:** Os autores (2026).

A partir da extração e análise dos estudos selecionados, foi possível identificar diferentes perspectivas teóricas, metodológicas e práticas organizadas em quatro categorias principais: Desenvolvimento de Tecnologias Assistivas, Metodologias, Estratégias Pedagógicas e Sequências Didáticas Inclusivas, Percepções de Professores e Formação Docente, e Revisões Sistemáticas e Análises de Produção Acadêmica.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

10

Esta seção apresenta e discute de forma integrada os achados da revisão, organizados em quatro categorias temáticas que emergiram da análise dos 30 estudos selecionados na Tabela 5. Para cada categoria, são descritas as principais contribuições dos estudos e, em seguida, submetidas a uma análise crítica que evidencia suas implicações, limitações e diálogos com o campo mais amplo do ensino de Física inclusivo.

**Tabela 5:** Estudos organizados e analisados em 4 categorias

	Categorias	Quantidade de estudos	Referências (ID)
1	<b>Desenvolvimento de Tecnologias Assistivas:</b> estudos sobre materiais como maquetes, jogos e simuladores para o ensino de Física, analisando sua acessibilidade, contribuição à aprendizagem de alunos com deficiência visual e viabilidade de aplicação em escolas.	06	T06; T07; T20; T24; T27; T29
2	<b>Metodologias, Estratégias Pedagógicas e Sequências Didáticas Inclusivas:</b> pesquisas sobre abordagens pedagógicas (sequências didáticas, atividades experimentais) e seus efeitos na aprendizagem e engajamento de estudantes com deficiência visual.	13	T01; T03; T05; T08; T09; T10; T11; T12; T13; T16; T22; T25; T30

3	<b>Percepções de Professores e Formação Docente:</b> trabalhos sobre o uso de recursos adaptados e tecnologias assistivas por professores, seus impactos na aprendizagem comparados ao ensino formal, e como ampliam o acesso ao conhecimento científico.	04	T04; T18; T26; T28
4	<b>Revisões Sistemáticas e Análises de Produção Acadêmica:</b> tipos de estudos que mapeiam tendências na área, analisam visões docentes sobre tecnologias assistivas e discutem sua relevância para a formação de professores e práticas inclusivas.	07	T02; T14; T15; T17; T19; T21; T23

Fonte: Os autores (2026).

Os estudos apontados na categoria 1 sobre desenvolvimento de Tecnologias assistivas, dedicam-se à concepção e prototipagem de recursos acessíveis para o ensino de Física. A produção é marcada por uma predominância de recursos táteis manuais e de baixo custo, como maquetes em alto-relevo (Kauvauti, 2019; Almeida et al., 2019) e jogos adaptados com audiodescrição (Coltro, 2019). Em paralelo, identifica-se um eixo emergente de ferramentas que incorporam tecnologia digital ou sonora, como simuladores táteis para circuitos elétricos (Leite et al., 2022) e Audiotermômetro que são dispositivos com retorno auditivo (Córdova et al., 2017). A distribuição desses tipos de recursos confirma a centralidade das soluções táteis, mas também aponta para uma diversificação crescente das abordagens.

Analisando esses desenvolvimentos em conjunto, evidencia-se um ponto forte na criatividade e no pragmatismo para superar barreiras imediatas, utilizando materiais acessíveis. Contudo, uma limitação crítica recorrentemente apontada, de acordo com Kauvauti (2019), é que a efetividade do recurso está atrelada à "habilidade (sensibilidade) em tatear do aluno". Esta constatação revela um paradoxo: um recurso projetado para incluir pode, inadvertidamente, criar uma nova barreira para estudantes com menor acuidade tátil, desafiando o princípio do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que preza por múltiplos meios de representação.

Do ponto de vista teórico-metodológico, esses trabalhos demonstram potencial para serem mais do que recursos didáticos acessíveis, atuando como elementos estruturantes de novas práticas, conforme sugerido por Coltro (2019). Portanto, embora os dados coletados apontem um cenário inventivo, ele ainda é majoritariamente descritivo e tecnicista, carecendo de pesquisas que associam o desenvolvimento de Tecnologias Assistivas a desenhos de pesquisa capazes de medir sua efetividade real na aprendizagem científica.

Já os estudos da categoria 2 sobre as Metodologias, Estratégias Pedagógicas e Sequências Didáticas Inclusivas, investigam a aplicação de abordagens pedagógicas estruturadas para a

inclusão em aulas de Física. A produção analisada converge para três eixos principais: (i) o uso de sequências didáticas e modelos tridimensionais para conceitos específicos como o ensino de eletricidade, óptica e leis de Kepler; (ii) a incorporação de estratégias comunicacionais e participativas, como a Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA); e (iii) a adoção de atividades experimentais investigativas e multissensoriais. As sequências didáticas são a abordagem mais frequente, o que indica um esforço em transcender adaptações pontuais para um planejamento pedagógico intencionalmente inclusivo.

Do ponto de vista crítico, a concentração em metodologias ativas e multissensoriais representa um avanço significativo, alinhando-se aos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), como defendido por Paula (2020). Essas estratégias têm o mérito de deslocar o foco do recurso isolado para a dinâmica da aula, promovendo a participação ativa e a construção colaborativa do conhecimento, benefício destacado nos estudos de Duarte (2020) e Dias (2018). No entanto, a análise revela uma limitação importante de acordo com Duarte (2020): a eficácia dessas propostas é frequentemente aferida por meio de indicadores de engajamento e percepção docente, havendo uma carência de instrumentos que avaliem, de forma sistemática, a aprendizagem conceitual profunda e o desenvolvimento de pensamento científico entre os estudantes com deficiência visual.

12

Ademais, observa-se que a maioria das experiências relatadas concentra-se em tópicos da Física considerados mais "tangíveis" ou passíveis de modelagem tátil (eletromagnetismo, mecânica, óptica). Isso evidencia uma lacuna de pesquisa sobre como as mesmas estratégias metodológicas, como a investigação ou a multimodalidade podem ser aplicadas a conceitos de maior abstração (ex.: física quântica, relatividade). A diversidade de caminhos mapeada é, portanto, promissora, mas ainda parcial.

Os estudos da categoria 3 sobre Percepções de Professores e Formação Docente, tem por finalidade investigar os fatores que influenciam a implementação prática das TA, focando nas percepções, crenças e na formação dos professores. A produção acadêmica se organiza em torno de dois eixos principais: (i) pesquisas que documentam a transição na percepção docente, do foco em adaptações pontuais para a compreensão da necessidade de uma reinvenção metodológica profunda (Fonseca, 2018); e (ii) estudos que diagnosticam as barreiras sistêmicas à inclusão, como a formação insuficiente (Silva e Souza, 2021) e a frágil articulação entre os profissionais do ensino regular e do Atendimento Educacional Especializado (AEE) (Silva e Camargo, 2018).

Analisando esses trabalhos em conjunto, evidencia-se seu mérito em realizar um diagnóstico essencial: o cerne do problema da inclusão frequentemente não está na ausência de recursos, mas nas dimensões formativa e organizacional da escola. Do ponto de vista teórico, o estudo de Fonseca (2018) destaca-se ao fundamentar a necessidade de transformação pedagógica na psicologia histórico-cultural de Vigotski, argumentando que a verdadeira inclusão exige "metodologias capazes de proporcionar experiências significativas" que mediem a passagem do conceito cotidiano ao científico.

Contudo, uma limitação crítica emerge da análise: esses estudos são predominantemente diagnósticos. Eles mapeiam percepções e problemas (como a desconexão entre o professor regente e o AEE) com precisão, mas raramente avançam para a proposição ou avaliação sistemática de modelos de intervenção formativa capazes de superar as barreiras sistêmicas que identificam. Embora apontem para a formação continuada contextualizada como solução (Silva e Souza, 2021), há uma lacuna de pesquisa sobre a efetividade de diferentes formatos dessa formação. São necessários estudos que não apenas descrevem a percepção de falta de preparo, mas que implementem e avaliem programas formativos específicos, medindo seu impacto não apenas na autoeficácia docente, mas na transformação efetiva das práticas em sala de aula e, em última instância, na aprendizagem dos estudantes. Portanto, a categoria sinaliza um problema crucial, mas o campo precisa evoluir do diagnóstico para a investigação de soluções e de sua eficácia.

13

E por fim, os estudos da categoria 4 sobre as Revisões Sistemáticas e Análises de Produção Acadêmica, realizam uma meta-análise do campo, mapeando tendências, lacunas e a consistência da produção científica sobre TA no ensino de Física. A abordagem predominante é a revisão bibliográfica de escopo amplo, seguida por revisões sistemáticas com protocolos definidos e análises temáticas de eventos ou periódicos.

Analisando esse conjunto, um ponto forte reside no esforço de sistematização que fornece um diagnóstico macro do campo. Estudos como o de Nepomuceno e Zander (2015) cumpriram um papel seminal ao evidenciar a natureza incipiente e fragmentada da produção nacional de recursos táteis. Do ponto de vista crítico, porém, os achados dessas revisões são contundentes: elas revelam lacunas estruturais, como a concentração temática em tópicos visuais (óptica, cinemática) e a predominância de dissertações de mestrado profissional, o que sugere uma produção ainda desconectada de programas de pesquisa de longo prazo e de maior fôlego teórico.

Mais especificamente, limitações metodológicas importantes são apontadas, como a baixa porcentagem de estudos com categorias de argumentação analisáveis encontrada por Jesus (2024). Isso sinaliza uma fragilidade na profundidade das análises em muitos dos trabalhos primários que compõem o corpus de revisão. Teoricamente, embora os estudos de síntese identifiquem a necessidade de abordagens mais robustas, eles próprios, em sua maioria, não avançam para propor um quadro teórico-metodológico integrador que possa guiar pesquisas futuras. Sendo assim, pode-se observar que apesar da diversidade de tipos de revisão, também ilustra-se a necessidade de maior rigor e padronização nos métodos de busca, seleção e análise, de modo a construir uma base de evidências mais confiável e comparável. Portanto, esta categoria cumpre a função crucial de espelho, refletindo as deficiências do campo, mas seu próximo desafio é evoluir do diagnóstico para a proposição de agendas de pesquisa coordenadas e de frameworks analíticos que consolidam o conhecimento produzido.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao conduzir esta Revisão Sistemática, buscou-se não apenas mapear, mas também compreender criticamente o cenário das Tecnologias Assistivas (TA) no ensino de Física para estudantes com deficiência visual na última década. A análise dos 30 estudos selecionados revela um campo em expansão, caracterizado por significativa criatividade no desenvolvimento de recursos, mas que ainda se apresenta fragmentado e carece de investigações mais robustas sobre sua efetividade em contextos reais de sala de aula. A síntese dessas evidências constitui um passo fundamental para transformar iniciativas pontuais em uma prática educacional inclusiva mais consolidada.

Em relação às questões de pesquisa, os resultados indicam que as principais contribuições das produções brasileiras concentram-se no desenvolvimento de recursos táteis, sequências didáticas e atividades experimentais adaptadas, ainda que com avaliação limitada de sua eficácia. As Tecnologias Assistivas são pedagogicamente justificadas pela necessidade de diversificar os meios de representação, em consonância com o Desenho Universal para a Aprendizagem e abordagens investigativas, evidenciando tendências, limites e potencialidades do ensino de Física inclusivo no Brasil.

A análise destaca a centralidade dos recursos táteis, que representam parcela significativa dos materiais desenvolvidos, evidenciando a importância da experiência sensorial no ensino para estudantes com deficiência visual. Observa-se também uma diversificação dos

recursos, como modelos em papelão, simuladores táteis e objetos produzidos por impressão 3D. Essa variedade reforça que a eficácia das Tecnologias Assistivas está relacionada às necessidades específicas de cada estudante, conforme aponta Kauvauti (2019, p. 89).

Do ponto de vista metodológico, observa-se um avanço na estruturação de intervenções pedagógicas por meio de sequências didáticas e atividades experimentais, indicando a superação de adaptações pontuais em direção a um planejamento mais inclusivo. No entanto, ainda é necessário ampliar estudos que validem empiricamente essas propostas, especialmente quanto aos seus impactos na aprendizagem e no desenvolvimento de habilidades científicas.

Outro aspecto relevante refere-se à ainda incipiente presença de revisões sistemáticas na área. A predominância de revisões bibliográficas tradicionais evidencia uma base de evidências que carece de maior robustez, conforme destacam Moreira e Valverde (2023, p. 145), reforçando a necessidade de investigações conduzidas com maior rigor metodológico.

Além disso, os estudos analisados apontam a formação docente como um desafio estrutural. A insuficiente preparação dos professores configura-se como uma barreira significativa, indicando que o desenvolvimento de Tecnologias Assistivas deve estar articulado à criação de processos formativos que possibilitem sua utilização de forma crítica e integrada ao currículo.

Por fim, os resultados evidenciam que o ensino de Física possui potencial para promover a inclusão, mas ainda demanda avanços. Estudos em larga escala, análises de longo prazo e a construção de redes colaborativas mostram-se essenciais para consolidar práticas inclusivas e efetivar o direito à educação científica para todos os estudantes.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001, e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), por meio do Programa de Apoio à Pós-Graduação Stricto Sensu (POSGRAD) 2025/2026, desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas (PPGECIM/UFAM).

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, H. B. **Atividades experimentais de eletrodinâmica para deficientes visuais.** 2020. 99 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.
- BARBOSA, Davi Macedo. **O ensino de eletricidade para alunos com deficiência visual através de uma sequência didática.** 2022. 132 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional em 2022) - Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, 2022.
- BRASIL. Comitê de Ajudas Técnicas. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. **Ata da Reunião VII – Versão Homologada do Comitê de Ajudas Técnicas (CAT)**, de 14 a 16 de dezembro de 2007. Correlato à Portaria nº 142, de 16 de novembro de 2006. Brasília, 2007.
- BRASIL. **Decreto nº 12.686, de 20 de outubro de 2025.** Institui a Política Nacional de Educação Especial Inclusiva e a Rede Nacional de Educação Especial Inclusiva. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 20 out. 2025.
- CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. **Planejamento de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas.** Revista Eletrônica Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n. 2, p. 378-401, 2007.
- CORDOVA, H. P., *et al.* Audiotermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, n. 2, 2018.
- DOS SANTOS, T. C.; TONEZER, C. As percepções dos docentes de Física sobre materiais e instrumentos metodológicos para o Ensino de alunos com deficiência visual. **Revista Insignare Scientia - RIS, Brasil**, v. 6, n. 6, p. 453-470, 2023. DOI: 10.36661/2595-4520.2023v6n6.13371.
- JESUS, A. S. de. **Argumentação nas atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: uma revisão sistemática.** 2024. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2024.
- KAUVAUTI, B. T. **Construção de material didático para o ensino de Física para alunos com deficiência visual.** 2019. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba), Sorocaba: SP, 2019.
- KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.** Tech. Rep. EBSE-2007-01, Keele University, 2007.
- LEITE, G. S.; *et al.* Simulador 2D tátil para montagem de circuitos elétricos para pessoas com deficiência visual. **Revista Thema**, Pelotas, v. 21, n. 1, 2022, p. 67-76.
- MINAYO, M. C. de S.; *et al.* **Teoria, Método e Criatividade.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- MENDONÇA, A. da S. **Desenvolvimento e aplicação de uma maquete sobre as Leis de Kepler para inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de física.** 2015, 103 f. Dissertação

(Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Prudente: SP, 2015.

MOREIRA, F. G.; VALVERDE, C. Impressão 3D no processo de ensino aprendizagem de pessoas com deficiência visual. **Revista Caderno Pedagógico – Studies Publicações e Editora Ltda.**, Curitiba, v. 21, n.13, 2024.

NEPOMUCENO, T. A. R.; ZANDER, L. D. Uma análise dos recursos didáticos táteis adaptados ao ensino de ciências a alunos com deficiência visual inseridos no ensino fundamental. **Benjamin Constant**, ISSN: 1984-6061, Rio de Janeiro, v. 1, p. 49-63, 2015.

PAULA, P. A. de A. **Ensino-aprendizagem de eletricidade para alunos com deficiência visual**. 2020. 121 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional em 2020) - Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, 2020.

PEREIRA, A. S.; *et. al.* Revisão sistemática de estudos sobre tecnologia assistiva numa perspectiva de inclusão escolar. **Ensino e Tecnologia em Revista**, Londrina, v. 7, n. 3, p. 39-55, set./dez. 2023.