

Artificial Intelligence and Special Education: A Systematic Review of Technologies with an Emphasis on Computer Vision

Lucas Taylor de Sousa Aires¹, Jânio Cayo Borges Lima¹, Rubens Fernandes Nunes¹

¹Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal do Ceará (UFC)
- Campus Quixadá. Av. José de Freitas Queiroz, 5003 - Cedro, 63902-580 - Quixadá-CE

lucastayloraires@gmail.com, janiocayobl@alu.ufc.br, rubensfn@gmail.com

Abstract. *This study presents a Systematic Literature Review (SLR) on the use of assistive technologies based on computer vision with potential for adaptation to inclusive education. The investigation covers publications from 2020 to 2025 and aims to identify solutions designed for people with disabilities and analyze their applicability in educational contexts. Eight studies were analyzed, addressing systems for mobility assistance, visual signal recognition, image description, and assistive communication. The main challenges include technical limitations of devices, a lack of educational adaptations, and insufficient teacher training. Nevertheless, the reviewed works highlight the potential of computer vision to promote autonomy and accessibility, reinforcing the need for future research exploring its direct application in inclusive pedagogical practice.*

Resumo. *Este trabalho apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre o uso de tecnologias assistivas baseadas em visão computacional com potencial de adaptação para a educação inclusiva. A investigação contempla publicações entre 2020 e 2025 e tem como objetivo identificar soluções voltadas ao público com deficiência e analisar suas possibilidades de integração em contextos educacionais. Foram analisados oito estudos que abordam sistemas de auxílio à mobilidade, reconhecimento de sinais visuais, descrição de imagens e comunicação assistiva. Os principais desafios envolvem limitações técnicas dos dispositivos, escassez de adaptações educacionais e ausência de formação docente específica. Apesar disso, os trabalhos revisados evidenciam o potencial da visão computacional para promover autonomia e acessibilidade, reforçando a necessidade de pesquisas futuras que explorem sua aplicação direta na prática pedagógica inclusiva.*

1. Introdução

A tecnologia tem desempenhado um papel cada vez mais relevante no contexto educacional, especialmente no que se refere à promoção da inclusão de pessoas com deficiência [Fernández-Batanero et al. 2022]. Diante da diversidade de necessidades educacionais específicas, associadas a deficiências físicas, sensoriais, intelectuais, transtornos do espectro autista e síndromes genéticas, o uso de recursos tecnológicos adaptados surge como uma alternativa promissora para apoiar o processo de aprendizagem, tornando-o mais acessível, interativo e personalizado [Santos et al. 2024].

Entre as inovações tecnológicas com potencial inclusivo, destacam-se as tecnologias assistivas baseadas em visão computacional, um campo da inteligência artificial

voltado à interpretação automática de imagens e vídeos [Trivedi 2023]. Essas tecnologias incluem funcionalidades como reconhecimento de objetos, leitura de expressões faciais, controle por gestos e entre outros, ampliando as formas de interação entre pessoas e dispositivos digitais. Embora sejam mais utilizadas em outros contextos, seu potencial de adaptação para o ambiente educacional é promissor, especialmente quando orientadas por princípios de acessibilidade, design universal e práticas pedagógicas inclusivas [Varella et al. 2024].

Nesse sentido, compreender como essas soluções assistivas podem ser adaptadas e convertidas em recursos educacionais é fundamental para ampliar seu impacto social e pedagógico. Essa transposição requer o entendimento de quais abordagens tecnológicas já foram exploradas, quais contextos têm se beneficiado delas e quais lacunas ainda persistem na produção científica. Contudo, apesar dos avanços, observa-se uma escassez de revisões sistemáticas que explorem de forma integrada esse campo emergente, dificultando tanto a consolidação de conhecimentos quanto o direcionamento de futuras pesquisas e inovações.

O presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura sobre tecnologias assistivas baseadas em visão computacional, com especial interesse em sua aplicabilidade ou conversão em tecnologias educacionais inclusivas. Busca-se identificar as tendências, os contextos de aplicação, os recursos utilizados e as possibilidades de adaptação para o cenário educacional. Com isso, a seguinte questão de pesquisa foi formulada: Quais são as tecnologias assistivas baseadas em visão computacional identificadas na literatura, e de que forma elas podem ser convertidas ou adaptadas para fins educacionais inclusivos?

Para responder a essa questão, o estudo foi realizado seguindo etapas como a definição de critérios de inclusão e exclusão, seleção de bases de dados científicas, elaboração de descritores, análise de títulos, resumos e textos completos, além da extração e categorização de dados relevantes. A análise dos estudos possibilitou mapear as abordagens tecnológicas predominantes, os públicos-alvo atendidos, os objetivos assistivos e as possibilidades de integração no processo de ensino-aprendizagem inclusivo.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2, apresenta-se a fundamentação teórica; na Seção 3, os trabalhos relacionados; na Seção 4, a metodologia; na Seção 5, os resultados; na seção 6, análise e discussão dos resultados; na seção 7, as considerações finais e, por fim, na Seção 8, os agradecimentos.

2. Fundamentação Teórica

Este estudo fundamenta-se em três conceitos principais: tecnologias assistivas, visão computacional e educação especial.

2.1. Tecnologias Assistivas

As tecnologias assistivas (TA) constituem ferramentas indispensáveis para a promoção da inclusão escolar de estudantes com deficiência [de Melo et al. 2020]. De acordo com [Fernández-Batanero et al. 2022], essas tecnologias operam como facilitadoras da autonomia, do acesso ao currículo e da participação ativa no ambiente educacional. Em seu estudo, os autores identificam que, quando bem integradas ao projeto pedagógico, as

TA contribuem significativamente para o desenvolvimento cognitivo, comunicacional e socioafetivo dos alunos.

[Sharma 2024] destaca o papel estratégico das universidades no desenvolvimento e na implementação de tecnologias assistivas, salientando que tais instituições devem ser protagonistas na criação de soluções inovadoras e sensíveis às demandas sociais. O autor enfatiza que o engajamento acadêmico nesse campo deve ser interdisciplinar, envolvendo áreas como engenharia, educação, psicologia e design. Além disso, reforça a importância de projetos colaborativos que incluem os próprios sujeitos com deficiência no processo de idealização das tecnologias, garantindo assim maior aderência às suas reais necessidades.

A BNCC [BRASIL 2018] não cita diretamente as tecnologias assistivas, mas sua proposta inclusiva e o compromisso com o atendimento às necessidades individuais dos alunos, incluindo os com deficiência, pressupõem seu uso. Esses recursos e serviços, que ampliam as habilidades funcionais dos estudantes, podem ser fundamentais para viabilizar a inclusão educacional.

2.2. Visão Computacional

A visão computacional é um campo da inteligência artificial voltado à interpretação automatizada de imagens, vídeos e padrões visuais [Che et al. 2024]. Como afirma [Hussain 2023], o objetivo principal da visão computacional é conferir às máquinas uma capacidade cognitiva considerada notável, isto é, a aptidão para compreender e poder decifrar informações visuais similar à forma de percepção humana.

Segundo [Breiding et al. 2024], os avanços recentes na área têm ampliado as possibilidades de aplicação dessa tecnologia, inclusive no domínio educacional. Os autores destacam que sistemas de reconhecimento facial, análise de gestos e rastreamento ocular podem ser utilizados para mediar processos de aprendizagem, especialmente em contextos que demandam interações não verbais.

[Majhi and Wao 2024] complementam essa perspectiva ao enfatizar que a visão computacional tem se consolidado como um vetor transformador no campo das tecnologias educacionais. Aplicações de leitura automática de expressões faciais e personalização do feedback pedagógico são apontadas como promissoras para ampliar a participação de estudantes com deficiência no processo educacional. No entanto, os autores também alertam para os desafios éticos e técnicos envolvidos, como a precisão dos algoritmos, o respeito à privacidade e a necessidade de interfaces amigáveis.

Sendo assim, a visão computacional pode aprimorar o processo educacional ao proporcionar experiências interativas e adaptadas às necessidades específicas do indivíduo [Hamash et al. 2025].

2.3. Educação Especial

A educação especial, ou educação voltada para pessoas com necessidades educacionais específicas, consiste na prática de ensinar os alunos considerando suas particularidades, deficiências e demandas singulares [Tabay et al. 2020]. Conforme destacam [Medeiros and Oliveira 2024], a educação especial não deve ser entendida como um sistema paralelo ao ensino regular, mas como parte indissociável da proposta de uma educação verdadeiramente inclusiva, que reconhece a diversidade como um valor, e não

como um obstáculo. Os autores apontam que a construção de ambientes escolares inclusivos demanda transformações institucionais profundas, capazes de romper com a lógica meritocrática e homogeneizadora que historicamente permeou o espaço escolar.

Nesse contexto, [Pletsch and Mendes 2024] realizam uma cartografia da produção científica no campo da educação especial, evidenciando o avanço das discussões sobre políticas públicas, práticas pedagógicas e formação docente. Os autores demonstram que, embora o discurso inclusivo tenha se consolidado no plano normativo, sua materialização nas escolas ainda encontra entraves, como a falta de infraestrutura, de recursos pedagógicos adaptados e de formação continuada para os professores.

Adicionalmente, [Salgado and da Silva 2020] reforçam a importância de se problematizar a forma como a inclusão tem sido operacionalizada, alertando para práticas que, sob a aparência da integração, acabam por reforçar a exclusão simbólica. Os autores denunciam a persistência de preconceitos e processos de (in)diferenciação que produzem barreiras sutis, mas significativas, para os estudantes público-alvo da educação especial. Diante desse cenário, torna-se urgente a mobilização de abordagens pedagógicas que articulem o reconhecimento das diferenças com práticas efetivamente inclusivas.

3. Trabalhos Relacionados

A aplicação de tecnologias digitais no campo da educação inclusiva tem sido amplamente discutida na literatura, destacando o papel da tecnologia assistiva como ferramenta fundamental para ampliar a acessibilidade e apoiar o desenvolvimento de pessoas com deficiência [Prazeres et al. 2021]. Diversos estudos têm explorado tanto o impacto pedagógico dessas tecnologias quanto seus aspectos técnicos e funcionais, evidenciando um campo de pesquisa em expansão. A seguir, são apresentados três estudos relevantes que abordam diferentes perspectivas sobre a utilização da TA em contextos educacionais.

[Nunes et al. 2024] realizaram uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de investigar o impacto da utilização de tecnologias assistivas no desenvolvimento de alunos com deficiência em ambientes escolares. A análise, baseada em estudos publicados entre 2012 e 2021 nas bases Eric, IEEE Xplore e Scopus, apontou benefícios significativos do uso da TA na promoção da inclusão escolar, com ênfase no aumento da autonomia e da participação dos estudantes. No entanto, os autores também evidenciam desafios persistentes, como o alto custo de implementação dessas tecnologias e a carência de formação específica dos professores para sua adoção efetiva.

Por sua vez, [Klann et al. 2024] enfocaram especificamente o uso de algoritmos de visão computacional em soluções assistivas, realizando uma revisão sistemática que mapeou estudos voltados a diferentes tipos de deficiência. O trabalho destacou aplicações como detecção de objetos, rastreamento facial e reconhecimento de gestos, evidenciando o potencial dessas tecnologias para ampliar a autonomia dos usuários. Os autores ressaltam, contudo, a necessidade de avanços na personalização das soluções, de modo a atender às demandas específicas dos usuários e possibilitar sua integração plena em contextos cotidianos, inclusive educacionais.

Complementando essa discussão, o estudo de [de Souza França et al. 2022] investigou o papel da tecnologia assistiva na inclusão de pessoas com deficiência visual no ensino superior. Por meio de uma revisão sistemática, os autores demonstraram que

a adoção de recursos tecnológicos adaptados pode favorecer a equidade educacional e melhorar significativamente o acesso ao conteúdo acadêmico. O estudo também chama atenção para a importância de políticas institucionais que assegurem a disponibilidade, manutenção e uso efetivo da TA nos ambientes universitários.

Esses trabalhos evidenciam o potencial das tecnologias assistivas, inclusive aquelas baseadas em visão computacional, para promover a inclusão de pessoas com deficiência em diferentes níveis educacionais. Enquanto [Nunes et al. 2024] abordam de forma ampla os impactos da TA na educação básica, [Klann et al. 2024] enfatizam o papel da visão computacional como base para soluções inclusivas, e [de Souza França et al. 2022] destacam sua importância no ensino superior.

O presente estudo busca complementar essas abordagens ao realizar uma revisão sistemática centrada na identificação de tecnologias assistivas baseadas em visão computacional e suas possibilidades de adaptação para fins educacionais inclusivos. Ao mapear tendências, aplicações e lacunas na produção científica, esta pesquisa pretende contribuir para o fortalecimento de práticas pedagógicas mais acessíveis e para o avanço de investigações interdisciplinares na interface entre inteligência artificial e inclusão educacional.

4. Metodologia

Nesta seção, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados na condução da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), fundamentada nas diretrizes propostas por [Galvão and Pereira 2014]. A RSL constitui uma abordagem rigorosa e estruturada, cujo objetivo é reunir, analisar e sintetizar criticamente um conjunto de publicações científicas sobre um tema específico [Galvão and Ricarte 2019]. O processo foi conduzido em cinco etapas principais: (i) definição das questões de pesquisa; (ii) estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; (iii) seleção das bases de dados e elaboração das estratégias de busca; (iv) seleção dos estudos; e (v) análise dos dados extraídos.

A pergunta norteadora que guiou esta revisão foi: Quais são as tecnologias assistivas baseadas em visão computacional identificadas na literatura, e de que forma elas podem ser convertidas ou adaptadas para fins educacionais inclusivos? A partir dessa questão central, foram formuladas três questões específicas de pesquisa (QP): (QP1) Quais são as principais tecnologias assistivas baseadas em visão computacional descritas na literatura científica?; (QP2) Para quais tipos de deficiência, limitação ou condição essas tecnologias têm sido desenvolvidas?; (QP3) Quais recursos técnicos e interativos essas tecnologias utilizam para promover autonomia e acessibilidade aos usuários?

A formulação dessas questões orientou diretamente o delineamento das estratégias de busca, visando garantir a identificação de estudos relevantes para os objetivos da pesquisa. Para isso, foram definidos termos-chave que representam os principais conceitos envolvidos. Esses descritores foram combinados a sinônimos, respeitando a sintaxe específica de cada Base Eletrônica de Dados (BED).

As strings de busca utilizadas na pesquisa foram: Em português: ("visão computacional" OR "visão de máquina" OR "reconhecimento visual" OR "análise de imagem" OR "processamento de imagem" OR "detecção de objetos") AND ("tecnologia assistiva" OR "tecnologia educacional") AND ("educação" OR "ensino" OR "escola")

OR "sala de aula"); Em inglês: ("computing vision" OR "machine vision" OR "visual recognition" OR "image analysis" OR "image processing" OR "object detection") AND ("assistive technology" OR "educational technology") AND ("education" OR "teaching" OR "school" OR "classroom").

As buscas foram realizadas em maio de 2025 nas seguintes bases de dados: IEEE Xplore, ACM Digital Library, Scopus e Springer. A seleção dessas bases considerou sua relevância na área tecnológica e a diversidade de estudos disponíveis, conforme argumentam [Luz et al. 2021]. Foram adotados critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos estudos. Os critérios de inclusão consideraram: (i) publicações entre 2020 e 2025; (ii) artigos escritos em português ou inglês; (iii) trabalhos que mencionam o uso de visão computacional ou tecnologias visuais associadas; e (iv) artigos científicos, dissertações e teses com acesso ao texto completo. Por outro lado, os critérios de exclusão envolveram: (i) estudos que não abordam a aplicação de tecnologias digitais; (ii) estudos que tratam de tecnologia assistiva de forma genérica, sem descrever ou aplicar soluções com visão computacional; (iii) artigos de opinião, resumos de eventos e documentos sem rigor metodológico ou dados empíricos; e (iv) documentos repetidos ou sem acesso ao conteúdo completo.

Este estudo secundário foi conduzido a partir de um processo metodológico estruturado composto pelas seguintes etapas: (i) busca nas bases utilizando os descritores definidos; (ii) remoção de duplicatas; (iii) triagem por título e resumo com aplicação dos critérios de inclusão e exclusão; (iv) leitura integral dos textos selecionados; e (v) extração e organização dos dados em planilha estruturada. Os dados coletados incluíram autor, ano, tipo de tecnologia utilizada, uso de visão computacional, principais resultados e limitações. A análise foi realizada de forma qualitativa, permitindo identificar padrões, lacunas, tendências e contribuições dos estudos.

A figura a seguir apresenta a quantidade de trabalhos localizados em cada uma das Bases Eletrônicas de Dados selecionadas para o estudo, bem como a quantidade final de artigos após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. A Tabela 1 apresenta a relação final dos trabalhos encontrados.

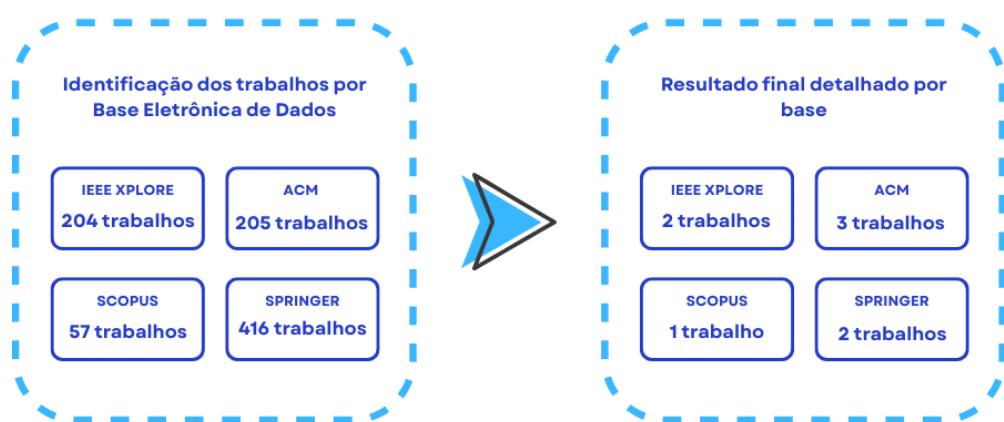


Figure 1. Processo de triagem dos trabalhos

Table 1. Relação final dos trabalhos relacionados

Título	Ano
A real-time image captioning framework using computer vision to help the visually impaired	2024
Active convolutional neural networks sign language (ActiveCNN-SL) framework: a paradigm shift in deaf-mute communication	2024
Assistive Eye: A Comparative Analysis of YOLO Object Detection Models on Edge Devices	2024
Image Recognition Tools for Blind and Visually Impaired Users: An Emphasis on the Design Considerations	2025
Towards making videos accessible for low vision screen magnifier users	2020
Machine Vision Intelligent Travel Aid for the Visually Impaired (ITAVI) in Developing Countries	2020
Web-based object detection and sound feedback system for visually impaired people	2020
Assistive Technology for Visually Impaired using Tensor Flow Object Detection in Raspberry Pi and Coral USB Accelerator.	2020

5. Resultados

Esta seção apresenta os resultados da análise dos oito artigos selecionados, organizados de acordo com as questões de pesquisa definidas.

5.1. (QP1) Quais são as principais tecnologias assistivas baseadas em visão computacional descritas na literatura científica?

A análise revelou uma diversidade de tecnologias assistivas que utilizam visão computacional com abordagens variadas. A principal categoria identificada é a de sistemas de detecção e reconhecimento de objetos, como o apresentado por [Krishnan et al. 2024], que compara modelos YOLO em dispositivos embarcados (Edge) visando portabilidade e eficiência em tempo real, e o estudo de [Nguyen et al. 2020], que propõe um sistema baseado na web com retorno sonoro imediato. Essas tecnologias podem ser adaptadas para o ambiente educacional ao permitir que alunos com deficiência visual reconheçam objetos em sala de aula, laboratórios e ambientes externos com mais autonomia.

Outra linha tecnológica envolve a geração automática de legendas e descrições de imagens, como demonstrado no trabalho de [Safiya and Pandian 2024], que implementa uma solução em tempo real com redes neurais convolucionais para gerar legendas audiovisuais descritivas. Este tipo de tecnologia pode ser fundamental no contexto escolar ao permitir que materiais visuais sejam acessados por alunos com deficiência visual, ampliando sua participação em atividades que envolvem imagens, vídeos e gráficos.

No campo da comunicação alternativa, destaca-se a arquitetura ActiveCNN-SL de [ZainEldin et al. 2024], que traduz sinais de língua de sinais para texto de forma automatizada. Esta tecnologia representa um avanço na mediação comunicativa entre estudantes surdos e colegas ou professores que não dominam Libras, contribuindo para práticas pedagógicas mais inclusivas.

Além disso, abordagens como a de [Fernando et al. 2025], que discute ferramentas de reconhecimento de imagem com foco em design centrado no usuário, e a de [Aydin et al. 2020], que trata da acessibilidade de vídeos para usuários com baixa visão, expandem o espectro de aplicação da visão computacional para além da simples detecção visual, contemplando usabilidade e adaptação de materiais multimídia.

Por fim, os trabalhos de [Atiba et al. 2020] e o sistema baseado em TensorFlow com Raspberry Pi e Coral USB Accelerator [Ghosh et al. 2020] reforçam o potencial de soluções de baixo custo e alta escalabilidade em países em desenvolvimento, indicando caminhos promissores para sua incorporação em contextos educacionais com menos recursos.

5.2. (QP2) Para quais tipos de deficiência, limitação ou condição essas tecnologias têm sido desenvolvidas?

Os estudos selecionados contemplam predominantemente tecnologias voltadas para pessoas com deficiência visual. Seis dos oito artigos têm como foco principal esse público ([Safiya and Pandian 2024]; [Krishnan et al. 2024]; [Fernando et al. 2025]; [Nguyen et al. 2020]; [Atiba et al. 2020]; [Ghosh et al. 2020]). As soluções desenvolvidas variam de suporte à mobilidade até reconhecimento de conteúdos audiovisuais.

O trabalho de [Aydin et al. 2020], embora também se dirija a pessoas com baixa visão, é particularmente relevante por considerar usuários de tecnologias específicas, como lupas de tela, muitas vezes negligenciadas na literatura. Já o trabalho de [ZainEldin et al. 2024] é o único que aborda a deficiência auditiva, propondo um modelo de tradução em tempo real da língua de sinais.

A predominância de estudos voltados à deficiência visual reflete a complexidade do processamento de imagens e a amplitude de desafios enfrentados por este grupo em ambientes físicos e digitais. Contudo, a literatura ainda carece de soluções voltadas para outras deficiências, como intelectual, motora ou múltipla, indicando uma lacuna de pesquisa e oportunidade para futuras investigações.

5.3. (QP3) Quais recursos técnicos e interativos essas tecnologias utilizam para promover autonomia e acessibilidade aos usuários?

As tecnologias descritas utilizam majoritariamente redes neurais convolucionais (CNNs) para reconhecimento de padrões visuais, com destaque para modelos como YOLO, SSD e sistemas de captioning. [Krishnan et al. 2024] comparam diferentes versões do YOLO para otimização em edge devices, enquanto [Safiya and Pandian 2024] utilizam CNNs em combinação com LSTMs para gerar descrições de imagens.

No campo da interação, observam-se dois padrões predominantes: saída por áudio ([Nguyen et al. 2020]; [Krishnan et al. 2024]) e saída por texto ([ZainEldin et al. 2024]; [Fernando et al. 2025]). O feedback auditivo é amplamente utilizado em soluções voltadas a deficientes visuais, enquanto o feedback textual se mostra mais relevante para comunicação entre surdos e ouvintes.

A interatividade também é fortalecida por sistemas embarcados e de baixo custo, por exemplo, o Raspberry Pi com Coral USB Accelerator [Ghosh et al. 2020], que demonstram viabilidade de implementação em contextos educacionais, especialmente em

instituições públicas com orçamento limitado. A usabilidade é um fator recorrente nas discussões, com [Fernando et al. 2025] destacando a importância do design centrado no usuário e da co-criação com os próprios usuários com deficiência.

6. Análise e Discussão dos Resultados

A análise dos oito estudos primários selecionados revelou que as tecnologias assistivas baseadas em visão computacional (VC) têm sido desenvolvidas com diversos propósitos, visando atender às necessidades de pessoas com diferentes tipos de deficiência. No entanto, observou-se que a aplicação dessas tecnologias no contexto educacional ainda é incipiente, sendo necessário um aprofundamento na compreensão de como essas soluções podem ser integradas de forma eficaz nas práticas pedagógicas inclusivas.

As tecnologias assistivas analisadas têm potencial para tornar a educação mais inclusiva, ao incluir recursos como descrição de imagens, detecção de objetos, auxílio à mobilidade e ferramentas como o ActiveCNN-SL, que facilitam a comunicação. Aplicadas ao ambiente escolar, podem promover acesso equitativo, autonomia e alinhamento ao Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), garantindo participação e progresso de todos os alunos. O Desenho Universal para Aprendizagem é uma abordagem que torna o currículo acessível a todos, ao reduzir barreiras metodológicas por meio de diferentes formas de representação, execução e engajamento [Ribeiro and de la Higuera Amato 2018].

Em relação à QP1, identificou-se que as principais tecnologias assistivas baseadas em VC descritas na literatura científica incluem sistemas de descrição automática de imagens [Safiya and Pandian 2024], tradução de linguagem de sinais em tempo real [ZainEldin et al. 2024] e dispositivos de detecção de objetos para auxiliar na mobilidade de pessoas com deficiência visual [Krishnan et al. 2024]. Essas tecnologias demonstram potencial significativo para promover a autonomia e a inclusão de estudantes com deficiência no ambiente educacional.

Quanto à QP2, os estudos analisados indicam que essas tecnologias têm sido desenvolvidas principalmente para atender pessoas com deficiência visual, auditiva e motora. Por exemplo, o sistema de tradução de linguagem de sinais proposto por [ZainEldin et al. 2024] visa facilitar a comunicação de pessoas surdas e mudas, enquanto os dispositivos de detecção de objetos descritos por [Krishnan et al. 2024] e [Nguyen et al. 2020] são voltados para auxiliar na mobilidade de pessoas com deficiência visual.

Em relação à QP3, os recursos técnicos e interativos utilizados por essas tecnologias incluem algoritmos de aprendizado de máquina, redes neurais convolucionais e interfaces de usuário adaptativas. Cabe ressaltar que a integração desses recursos no ambiente educacional requer a capacitação de professores e a adaptação das práticas pedagógicas para atender às necessidades específicas de cada estudante.

Apesar dos avanços identificados, ainda existem desafios significativos para a implementação efetiva dessas tecnologias no contexto educacional. A falta de infraestrutura adequada, a escassez de recursos financeiros e a resistência à mudança por parte de alguns profissionais da educação são obstáculos que precisam ser superados. Além disso, é fundamental que futuras pesquisas investiguem a eficácia dessas tecnologias em contextos educacionais, considerando as especificidades de diferentes níveis de ensino e tipos de deficiência.

7. Considerações Finais

Esta revisão sistemática teve como objetivo identificar e analisar tecnologias assistivas baseadas em visão computacional e suas possibilidades de adaptação para contextos educacionais inclusivos. Os resultados evidenciaram um conjunto relevante de soluções voltadas principalmente para pessoas com deficiência visual, auditiva e motora, com foco em funções como mobilidade, comunicação e reconhecimento ambiental.

Apesar do avanço tecnológico, observou-se uma lacuna significativa quanto à aplicação educacional direta dessas ferramentas, além de limitações estruturais, técnicas e formativas que dificultam sua inserção no ambiente escolar. Fatores como a ausência de formação docente específica, barreiras de acessibilidade e escassez de investimentos em infraestrutura foram destacados como entraves recorrentes.

Conclui-se que o potencial das tecnologias assistivas baseadas em visão computacional para a promoção da inclusão educacional é evidente, mas sua efetivação exige o fortalecimento de políticas públicas, a ampliação de pesquisas aplicadas e o investimento contínuo na capacitação de professores. Estudos futuros devem explorar como essas tecnologias desempenhariam de fato na prática educacional e propor estratégias para sua integração pedagógica efetiva de forma equitativa e acessível.

8. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)

References

- Atiba, S. T., Moses, S. F., Lakoju, M., Semire, F. A., and Aldmour, R. (2020). Machine vision intelligent travel aid for the visually impaired (itavi) in developing countries. In *2020 13th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)*, pages 317–322. IEEE.
- Aydin, A. S., Feiz, S., Ashok, V., and Ramakrishnan, I. (2020). Towards making videos accessible for low vision screen magnifier users. In *Proceedings of the 25th international conference on intelligent user interfaces*, pages 10–21.
- BRASIL (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação.
- Breiding, P., Kohn, K., and Sturmfels, B. (2024). *Computer Vision*, pages 163–174. Springer Nature Switzerland, Cham.
- Che, C., Zheng, H., Huang, Z., Jiang, W., and Liu, B. (2024). Intelligent robotic control system based on computer vision technology. *Applied and Computational Engineering*, 64(1):150–155.
- de Melo, A. C. C., Souza, E. P. R., and Lima, J. V. V. (2020). A tecnologia assistiva e a inclusão educacional de pessoas com deficiência: um mapeamento sistemático da literatura. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 782–791.
- de Souza França, J., Paulino, V. C., and do Nascimento, A. S. B. (2022). A tecnologia assistiva como suporte à inclusão da pessoa com deficiência visual no ensino superior: Revisão sistemática. *Revincluso-Revista Inclusão & Sociedade*, 2(1):29–29.

- Fernández-Batanero, J. M., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., and García-Martínez, I. (2022). Assistive technology for the inclusion of students with disabilities: a systematic review. *Educational technology research and development*, 70(5):1911–1930.
- Fernando, S., Ndukwe, C., Virdee, B., and Djemai, R. (2025). Image recognition tools for blind and visually impaired users: An emphasis on the design considerations. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 18(1):1–21.
- Galvão, M. C. B. and Ricarte, I. L. M. (2019). Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. *Logeion: Filosofia da informação*, 6(1):57–73.
- Galvão, T. F. and Pereira, M. G. (2014). Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e serviços de saúde*, 23(1):183–184.
- Ghosh, A., Mahmud, S. A. A., Uday, T. I. R., and Farid, D. M. (2020). Assistive technology for visually impaired using tensor flow object detection in raspberry pi and coral usb accelerator. In *Proceedings of the 2020 IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP)*, pages 186–189. IEEE.
- Hamash, M., Khan, M. R., and Tiernan, P. (2025). Inclusive steam education: A framework for teaching coding and robotics to students with visually impairment using 3 advanced computer vision. *arXiv preprint arXiv:2503.16482*.
- Hussain, M. (2023). When, where, and which?: Navigating the intersection of computer vision and generative ai for strategic business integration. *IEEE Access*, 11:127202–127215.
- Klann, D., da Rocha Fernandes, A. M., da Silva, E. A., and Parreira, W. D. (2024). Explorando algoritmos de visão computacional em tecnologias assistivas: uma revisão sistemática da literatura. *Journal of Health Informatics*, 16(Especial).
- Krishnan, P., Kattamuri, S., Prabhu, G. R., and Rashmi, M. (2024). Assistive eye: A comparative analysis of yolo object detection models on edge devices. In *Proceedings of the 2024 Sixteenth International Conference on Contemporary Computing*, pages 104–108.
- Luz, J. W. P., Rehfeldt, M. J. H., and Schorr, M. C. (2021). Revisão sistemática da literatura sobre o uso de learning analytics no ensino de programação. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 19(2):203–212.
- Majhi, R. K. and Waoo, A. A. (2024). Advances in computer vision: New horizons and ongoing challenges. *ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts*, 5(5):431–438.
- Medeiros, M. M. A. and Oliveira, W. W. C. (2024). Special and inclusive education: The role of the school in welcoming students with special needs. *Revista Gênero e Interdisciplinaridade*, 5(06):117–130.
- Nguyen, H., Nguyen, M., Nguyen, Q., Yang, S., and Le, H. (2020). Web-based object detection and sound feedback system for visually impaired people. In *2020 International Conference on Multimedia Analysis and Pattern Recognition (MAPR)*, pages 1–6. IEEE.

- Nunes, G. S. I., de Barros Filho, E. M., and Coutinho, E. F. (2024). A tecnologia assistiva na inclusão de alunos com deficiência no ambiente escolar: Uma revisão sistemática. In *Colloquium Humanarum. ISSN: 1809-8207*, volume 21, pages 1–e244872.
- Pletsch, M. D. and Mendes, G. M. L. (2024). Cartographies of inclusive education in special education: Scientific production, policies and practices. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 30:e143p.
- Prazeres, R. S., Bacchus, J. N., and Pereira, E. C. (2021). Contribuições da tecnologia assistiva para o processo democrático da educação inclusiva. *Revista Educação, Pesquisa e Inclusão*, 2.
- Ribeiro, G. R. d. P. S. and de la Higuera Amato, C. A. (2018). Análise da utilização do desenho universal para aprendizagem. *Cadernos de Pós-graduação em Distúrbios do Desenvolvimento*, 18(2).
- Safiya, K. M. and Pandian, R. (2024). A real-time image captioning framework using computer vision to help the visually impaired. *Multimedia Tools and Applications*, 83:59413–59438.
- Salgado, M. and da Silva, D. J. (2020). Análises de pesquisas sobre a educação especial inclusiva: a (in) diferenciação e o preconceito. *Olhar de Professor*, 23:1–13.
- Santos, S., Rodrigues, B., Graciotto, C., De Almeida, C., Soeiro, J., Amorim, L., Dos Santos, M., and Meroto, M. (2024). Personalizing education: the role of adaptive technologies in individualized education. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, 17(2):01–17.
- Sharma, S. (2024). Empowering society through assistive technologies: The role of universities in development and implementation. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*.
- Tabay, M. D. C. L., Patalingjug, M. J. P., Gesalago, I. A., and Tapales, E. A. (2020). Effective teaching approaches in special education program: A literature review. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 9(5):977–981. IJERTV9IS050526.
- Trivedi, K. S. (2023). Fundamentals of artificial intelligence. In *Microsoft Azure AI Fundamentals Certification Companion: Guide to Prepare for the AI-900 Exam*, pages 11–31. Springer.
- Varella, K. L. S., Lopes, K. L. C., Vieira, Z. S., da Silva Oliveira, J. C. L., Souza, D. R. O., Polizello, B., de Almeida Polizello, J. W., Barreto, N. P. M., da Rocha, A. P., da Silva Costa, E., et al. (2024). Tecnologias assistivas: Uso de ferramentas tecnológicas para facilitar a inclusão. *RCMOS-Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, 1(2).
- ZainEldin, H., Baghdadi, N. A., Gamel, S. A., Aljohani, M., Talaat, F. M., Malki, A., Badawy, M., and Elhosseini, M. (2024). Active convolutional neural networks sign language (activecnn-sl) framework: a paradigm shift in deaf-mute communication. *Artificial Intelligence Review*, 57(6):162.