



Esta obra está sob o direito de
Licença Creative Commons
Atribuição 4.0 Internacional.

REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA NA EDUCAÇÃO INCLUSIVA: DESAFIOS, BENEFÍCIOS E PERSPECTIVAS PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Cledson Jatiniel Lima Mendonça

RESUMO

A pesquisa investigou o impacto das tecnologias de Realidade Aumentada e Realidade Virtual na educação de estudantes com deficiência visual, considerando seus potenciais inclusivos e as barreiras à implementação. O estudo teve como objetivo analisar os desafios, benefícios e estratégias pedagógicas associadas ao uso dessas ferramentas, a partir de revisão bibliográfica sistemática e entrevistas semiestruturadas com dois professores atuantes em contextos distintos, um da educação especial e outro do ensino regular. A abordagem metodológica mista permitiu articular o levantamento teórico, fundamentado em marcos legais e pesquisas recentes, com a coleta empírica, cuja análise foi conduzida por triangulação e categorização temática. Os resultados indicaram a predominância da falta de formação docente como principal barreira, seguida pelo custo dos equipamentos e pela insuficiência da infraestrutura tecnológica, ainda que se observem ganhos significativos na compreensão de conceitos abstratos e no estímulo à participação quando recursos auditivos e táteis são integrados de forma planejada. As conclusões apontam que a eficácia das tecnologias imersivas não reside unicamente em seus atributos técnicos, mas na mediação pedagógica e no alinhamento com princípios de acessibilidade universal. O estudo reforça a necessidade de políticas públicas consistentes, investimentos contínuos em formação e desenvolvimento de materiais adaptados, além de sugerir novas pesquisas aplicadas e avaliações longitudinais para consolidar a integração dessas tecnologias no ensino inclusivo.

Palavras-chave: Acessibilidade; Deficiência visual; Educação inclusiva; Realidade aumentada; Realidade virtual.

1 INTRODUÇÃO

A consolidação da tecnologia assistiva como dimensão constitutiva do direito à educação inclusiva é resultado de um longo processo histórico de normatização e de debates internacionais sobre acessibilidade, que encontram no ordenamento jurídico brasileiro diretrizes específicas, como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015). Esse marco normativo, ao estabelecer a acessibilidade como princípio estruturante das políticas públicas, desloca a discussão sobre recursos tecnológicos do campo instrumental para o âmbito dos direitos humanos, tema problematizado também na literatura educacional recente (Ribeiro; Sant'Anna Reis, 2025). Nesse contexto, tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, concebidas com interfaces multissensoriais e interativas, passam a ser tratadas como dispositivos com potencial de emancipação pedagógica para estudantes com deficiência visual, desde que alinhadas a práticas curriculares inclusivas (BRASIL, 2015).

Ao examinar a literatura recente, observa-se expansão do uso de ambientes imersivos no campo educacional, ainda tímida quando direcionada especificamente a alunos com deficiência visual (Ramos, 2024). Esses recursos viabilizam a construção de experiências que ampliam a apreensão de conceitos abstratos por meio de audiodescrição, feedback tátil e pistas sonoras,

articulando percepção e cognição de modo situado, tal como discutido em investigações aplicadas em contextos escolares (Ramos, 2024). Essa possibilidade, entretanto, demanda desenho instrucional cuidadoso e critérios de acessibilidade desde a concepção, sob pena de reproduzir barreiras preexistentes no sistema educacional (BRASIL, 2015).

A análise do cenário indica descompasso entre a retórica da inovação e sua incorporação efetiva ao cotidiano escolar, sobretudo na rede pública. Relatórios de diagnóstico de infraestrutura e uso pedagógico das TIC apontam obstáculos de conectividade, disponibilidade de dispositivos e suporte técnico, além de lacunas na formação docente para práticas digitais inclusivas (NIC.br, 2024). Mesmo quando há aquisição pontual de equipamentos de RV e RA, prevalece utilização episódica, pouco articulada ao planejamento pedagógico e à avaliação da aprendizagem, o que limita efeitos formativos e inclusivos esperados (NIC.br, 2024).

Outro aspecto diz respeito às competências necessárias para mediar experiências imersivas adaptadas a alunos com deficiência visual, mobilizando recursos sensoriais de forma coerente com objetivos de aprendizagem e com a BNCC. Estudos recentes registram que a ausência de formação especializada e de materiais acessíveis compromete a efetividade das práticas com tecnologias imersivas, especialmente no que concerne ao desenho de atividades e à avaliação de processos e produtos (Lopes et al.,

2024). A literatura aplicada reforça que a mediação docente precisa articular acessibilidade, intencionalidade didática e monitoramento contínuo de engajamento e desempenho dos estudantes (Ramos, 2024).

Diante desse quadro, importa problematizar a reorganização das práticas pedagógicas frente à introdução de tecnologias imersivas, considerando condições institucionais, arquiteturas curriculares e culturas escolares. O conceito de acessibilidade, frequentemente reduzido a ajustes técnicos, deve incluir dimensões pedagógicas e culturais para assegurar participação significativa de estudantes com deficiência visual, conforme orientam as diretrizes legais de inclusão (BRASIL, 2015). Essa leitura converge com análises que destacam o design universal para aprendizagem e a centralidade da mediação docente na efetividade do uso de RA e RV em contextos reais (Ramos, 2024).

Nesse horizonte, a investigação proposta busca compreender não apenas a dimensão técnica da aplicação de RA e RV na educação de estudantes com deficiência visual, mas as condições concretas de sua apropriação no cotidiano escolar. A estratégia metodológica de entrevistas com dois professores de áreas formativas distintas, um da educação especial e outro do ensino regular, permite captar percepções, critérios de planejamento e dificuldades de implementação, dialogando com achados sobre infraestrutura e formação continuada reportados em diagnósticos

nacionais (NIC.br, 2024). Ao aproximar o discurso normativo da prática, pretende-se tensionar possibilidades e limites observados pela literatura aplicada (Ramos, 2024).

O objetivo central consiste em analisar, à luz de referenciais teóricos e normativos, desafios e benefícios do uso de tecnologias imersivas no ensino de estudantes com deficiência visual, identificando práticas que favoreçam inclusão e aprendizagem significativa. Essa formulação ancora-se no marco legal de garantia de acessibilidade educacional (BRASIL, 2015), incorpora evidências sobre uso pedagógico de tecnologias e lacunas formativas docentes (NIC.br, 2024; Lopes et al., 2024) e se apoia em estudos aplicados que discutem desenho instrucional acessível e mediação multissensorial em ambientes imersivos (Ramos, 2024). Com isso, delinea-se uma agenda analítica que articula princípios legais, evidência empírica e experiência docente.

O objetivo central é analisar, à luz de referenciais teóricos e normativos, os desafios e benefícios decorrentes do uso de tecnologias imersivas no ensino de estudantes com deficiência visual, identificando práticas pedagógicas que favoreçam a inclusão e a aprendizagem significativa. Ao articular as contribuições da legislação, dos estudos acadêmicos recentes e das experiências docentes, pretende-se oferecer subsídios para o debate sobre a integração qualificada da tecnologia à educação inclusiva.

2 Metodologia

A investigação adota abordagem metodológica mista, combinando revisão bibliográfica sistemática e estudo qualitativo com entrevistas semiestruturadas. Essa escolha permite articular evidências teóricas e normativas com narrativas docentes, favorecendo a análise de significados, processos e contextos de uso de tecnologias imersivas na educação de estudantes com deficiência visual (Creswell, 2014; Ramos, 2024). A integração de métodos sustenta a construção de interpretações ancoradas no diálogo entre literatura e prática pedagógica.

O levantamento bibliográfico foi guiado por critérios de relevância e atualidade, priorizando estudos publicados entre 2016 e 2023 em bases como Scopus, Web of Science e SciELO, além de repositórios institucionais. Incluíram-se documentos de políticas públicas nacionais para garantir parâmetros normativos no exame crítico do tema, com destaque para a Lei Brasileira de Inclusão e diretrizes de acessibilidade educacional (BRASIL, 2015; Gil, 2019). O procedimento visou compor um corpus robusto para sustentar o referencial teórico e a interpretação dos dados empíricos.

A seleção dos participantes ocorreu por amostragem intencional, técnica recomendada quando se busca conhecimento aprofundado de casos informativos em relação ao fenômeno investigado (Patton, 2015). Foram contemplados dois docentes com trajetórias distintas, um na educação especial e outro no ensino regular, ambos com vivências em inclusão mediada por tecnologia. Esse recorte

possibilitou captar contrastes contextuais e convergências operacionais na implementação de Realidade Aumentada e Realidade Virtual.

O instrumento de coleta consistiu em entrevistas semiestruturadas, adequadas para apreender percepções e significados sem perder a comparabilidade entre respondentes (Minayo, 2016; Oliveira et al., 2021). O roteiro contemplou benefícios e limitações percebidos, estratégias de adaptação para deficiência visual, condições institucionais de implementação e necessidades formativas. A flexibilidade do formato permitiu aprofundar temas emergentes, preservando consistência temática.

A análise dos dados seguiu triangulação entre três eixos, achados da revisão bibliográfica, respostas das entrevistas e orientações dos marcos legais. As entrevistas foram transcritas integralmente e submetidas à análise de conteúdo, com codificação temática segundo procedimento clássico de categorização e inferência (Bardin, 2016). As categorias iniciais foram benefícios, desafios, formação docente e inclusão, com abertura para categorias emergentes identificadas no corpus, em diálogo crítico com a literatura e a legislação (Oliveira et al., 2021; BRASIL, 2015).

Entre as limitações, reconhece-se a escassez de estudos aplicados que abordem de modo específico a interseção entre deficiência visual e tecnologias imersivas, o que restringe comparações externas. Soma-se a isso o número reduzido de participantes

característico da amostragem intencional, que limita generalizações estatísticas, embora amplie a profundidade interpretativa (Patton, 2015; Creswell, 2014). Admite-se ainda a possibilidade de vieses de resposta e de interpretação, mitigados por procedimentos de triangulação e registro sistemático.

Os aspectos éticos obedeceram à Resolução nº 510 de 2016 do Conselho Nacional de Saúde, aplicável às pesquisas em Ciências Humanas e Sociais (BRASIL, 2016). Os participantes receberam explicações claras sobre objetivos, procedimentos e uso dos dados, com assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram assegurados anonimato, confidencialidade e condições apropriadas para realização das entrevistas, entendendo-se o cuidado ético como dimensão indissociável da qualidade científica em pesquisas com experiências e percepções pessoais (Minayo, 2016).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Realidade Aumentada adaptada para deficiência visual

A Realidade Aumentada, ao articular elementos do mundo físico com camadas digitais interativas, apresenta potencial singular para o ensino de pessoas com deficiência visual quando concebida a partir de princípios de acessibilidade universal. A literatura indica que, para além de sua função instrucional, esses recursos podem ampliar a

autonomia do estudante ao favorecer a exploração ativa do ambiente e o acesso a informações antes restritas a mediadores humanos (Ramos, 2024). A inclusão de recursos táteis e auditivos, cuidadosamente planejados, não apenas substitui estímulos visuais, mas também cria novas possibilidades de significação, reorganizando a experiência de aprendizagem e aproximando-a de uma prática mais equitativa (Ribeiro; Sant'Anna Reis, 2025).

De acordo com o Estatuto da Pessoa com Deficiência:

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 noção de autonomia, neste contexto, não se limita à capacidade física de interagir com dispositivos ou deslocar-se em ambientes escolares. Trata-se de uma autonomia cognitiva e simbólica, em que o estudante participa ativamente da construção do conhecimento por meio de interfaces que

convertem representações visuais em formatos acessíveis (BRASIL, 2015). Essa mediação demanda um alinhamento entre o design instrucional e as estratégias pedagógicas, de modo que o uso da RA seja intencional e conectado aos objetivos curriculares. A simples disponibilização de um aplicativo ou dispositivo, sem essa articulação, tende a reduzir o impacto formativo e a limitar o potencial de inclusão.

A aplicação da RA para estudantes com deficiência visual exige, ainda, a compreensão da heterogeneidade desse público. Condições como a presença de resíduo visual, o histórico de aquisição da deficiência e a experiência prévia com tecnologias influenciam diretamente a forma como o recurso será percebido e utilizado (Ramos, 2024). Essa variabilidade implica a necessidade de múltiplos modos de acesso — como feedback tátil, descrições auditivas detalhadas e elementos interativos de manipulação física — evitando a imposição de um modelo único e inflexível de interação.

Do ponto de vista social, a incorporação de RA em contextos educacionais inclusivos pode contribuir para a ampliação das redes de interação e para a redução de barreiras simbólicas que frequentemente marginalizam estudantes com deficiência visual. A literatura especializada observa que, quando integradas de maneira colaborativa, tais tecnologias incentivam a participação conjunta com colegas videntes, estimulando dinâmicas de cooperação que

extrapolam o espaço da atividade mediada (Ribeiro; Sant’Anna Reis, 2025). Essas práticas deslocam a deficiência do centro da experiência e recolocam o foco na competência, na criatividade e na participação plena.

Há, contudo, desafios estruturais e formativos que precisam ser considerados. O uso efetivo da RA para este público requer que professores dominem não apenas a operação técnica dos dispositivos, mas também metodologias que valorizem a exploração multissensorial e que consigam adaptar conteúdos visuais a linguagens acessíveis (Ramos, 2024). Tal preparo demanda políticas de formação continuada que integrem, de forma transversal, princípios de educação inclusiva e inovação tecnológica, conforme orienta o marco legal brasileiro (BRASIL, 2015).

A eficácia da RA adaptada também está condicionada à qualidade dos conteúdos desenvolvidos para esse fim. Estudos apontam que recursos genéricos ou pouco contextualizados tendem a gerar desmotivação e a reforçar a percepção de inadequação dos materiais didáticos para o estudante com deficiência visual (Ramos, 2024). Nessa perspectiva, o desenvolvimento de aplicativos e conteúdos deve envolver o próprio público-alvo no processo de concepção e teste, garantindo que as soluções reflitam necessidades reais e respeitem a diversidade de experiências de aprendizagem.

3.2 Barreiras de acessibilidade em RA/RV

Embora a Realidade Aumentada e a Realidade Virtual apresentem potencial para promover experiências educacionais inclusivas, seu uso na educação de pessoas com deficiência visual enfrenta barreiras significativas de natureza estrutural, pedagógica e técnica. Um dos entraves mais recorrentes diz respeito ao custo de aquisição e manutenção de equipamentos e softwares especializados, que ainda estão fora do alcance de muitas instituições públicas de ensino. Conforme discutem Creed et al. (2023), a alta dependência de hardware específico e a obsolescência acelerada das tecnologias digitais impõem um desafio adicional à sua adoção em larga escala, especialmente em contextos educacionais de recursos limitados.

Nas palavras de Rosa (2025):

RA e RV são tecnologias que criam experiências imersivas para os alunos. A RA sobrepõe informações digitais ao mundo real por meio de dispositivos móveis, enquanto a RV transporta os alunos para ambientes totalmente virtuais usando óculos VR. (Rosa, 2025, p. 11).

Além das barreiras econômicas, há implicações relacionadas à adequação técnica dos recursos. Muitos dispositivos de RA e RV não são concebidos com acessibilidade nativa, exigindo adaptações posteriores que nem sempre contemplam plenamente as necessidades de usuários com deficiência

visual. Essa inadequação pode gerar efeitos adversos, como desorientação espacial ou sobrecarga cognitiva, particularmente quando a experiência imersiva não integra, de forma harmônica, elementos táteis e auditivos (Creed et al., 2023). Tais limitações comprometem a eficácia pedagógica e podem, inclusive, reforçar desigualdades de acesso ao conhecimento.

A falta de capacitação docente constitui outra barreira central. A implementação qualificada dessas tecnologias depende de professores que dominem não apenas a operação técnica dos dispositivos, mas também os princípios didático-metodológicos que orientam seu uso junto a estudantes com deficiência visual (Lopes et al., 2024). No entanto, como indicam pesquisas recentes, programas de formação continuada ainda tendem a tratar a inovação tecnológica de maneira genérica, sem aprofundar aspectos de acessibilidade e mediação multissensorial.

A ausência de políticas públicas robustas para integrar RA e RV em estratégias de inclusão agrava o cenário. Sem diretrizes claras e investimentos estruturados, a adoção dessas tecnologias depende, em grande parte, da iniciativa individual de docentes ou de projetos isolados financiados por organizações externas (Lopes et al., 2024). Tal dependência dificulta a consolidação de práticas sustentáveis e a criação de uma cultura institucional que valorize a inovação inclusiva.

Outro desafio importante refere-se à compatibilidade entre os recursos de RA/RV e

as plataformas digitais já utilizadas pelas escolas. Em muitos casos, a falta de interoperabilidade entre sistemas impede que as tecnologias imersivas sejam integradas a ambientes virtuais de aprendizagem ou a bibliotecas digitais acessíveis. Esse problema técnico, apontado por Creed et al. (2023), limita a escalabilidade das soluções e restringe a possibilidade de uso contínuo e articulado com outras ferramentas educacionais.

As barreiras de acessibilidade também se manifestam no campo da avaliação educacional. Quando a tecnologia não é plenamente adaptada, a mensuração da aprendizagem de estudantes com deficiência visual pode ser distorcida, levando a diagnósticos equivocados sobre suas competências. Lopes et al. (2024) destacam que essa questão se agrava em contextos onde não há protocolos claros para avaliar experiências mediadas por tecnologias imersivas adaptadas.

Em síntese, superar essas barreiras exige um conjunto de ações coordenadas que envolva investimentos financeiros, políticas públicas específicas, desenvolvimento de conteúdos acessíveis desde a concepção e capacitação docente contínua. Conforme observam Creed et al. (2023), a efetiva inclusão tecnológica não pode ser reduzida à mera aquisição de equipamentos, mas deve ser compreendida como parte de um processo mais amplo de transformação pedagógica, ancorado em princípios de acessibilidade universal e sustentabilidade institucional.

3.3 Tecnologias assistivas e direitos humanos

A compreensão da tecnologia assistiva como dimensão integrante dos direitos humanos emerge de um processo normativo e conceitual que, no Brasil, encontra respaldo em documentos como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015). Esse marco legal não apenas define a tecnologia assistiva como um conjunto de recursos e serviços destinados a promover a funcionalidade e a participação social, mas também a vincula diretamente ao princípio da igualdade de oportunidades. Ao deslocar a questão para o campo dos direitos, a legislação impõe que políticas públicas, práticas educacionais e iniciativas tecnológicas sejam orientadas por critérios de acessibilidade universal e desenho inclusivo.

No âmbito educacional, a tecnologia assistiva não se limita a compensar limitações funcionais. Trata-se de uma mediação que pode redefinir o próprio processo de ensino e aprendizagem, potencializando o protagonismo do estudante e ampliando suas formas de interação com o conhecimento. Ribeiro e Sant'Anna Reis (2025) argumentam que, quando articulada a um projeto pedagógico consistente, a tecnologia assistiva transcende a lógica da adaptação pontual e passa a integrar o currículo como elemento estruturante de uma pedagogia inclusiva. Essa abordagem rompe com o paradigma

compensatório e assume caráter transformador, reposicionando o estudante como sujeito ativo do processo educativo.

Para Gamboa (2013):

Pensar a TA como condição de possibilidade de aprendizado mútuo e reconstrutivo significa afastar-se da visão de que o desenvolvimento técnico representa apenas suplemento ao corpo e à mente humana, desmitificando o entendimento comum de que o uso do aparato técnico possui somente uma função causal e determinística. As tecnologias são dispositivos agregadores de experiência, elementos de aproximação da prática social, convivência, interação, conhecimento e comprometimento com o outro. (SÁNCHEZ GAMBOA, 2013., p. 57).

A noção de inclusão como direito impõe também que as soluções tecnológicas sejam concebidas e disponibilizadas de modo equitativo. Isso significa que a seleção e a implementação de recursos não podem ser condicionadas por critérios estritamente econômicos ou por demandas esporádicas, mas devem compor estratégias institucionais permanentes (BRASIL, 2015). Nesse sentido, a tecnologia assistiva deve ser planejada como parte de um ecossistema educacional inclusivo, articulando políticas de formação docente, infraestrutura física e digital, e produção de materiais acessíveis.

Sob a perspectiva dos direitos humanos, o acesso à tecnologia assistiva adquire caráter inderrogável. Ribeiro e

Sant'Anna Reis (2025) enfatizam que, ao garantir meios para a participação plena, o Estado cumpre seu papel na promoção da dignidade e na efetivação da cidadania das pessoas com deficiência. No contexto escolar, isso se traduz em ambientes que eliminam barreiras atitudinais, arquitetônicas e comunicacionais, criando condições para que todos os estudantes possam aprender em igualdade de condições.

A ligação entre tecnologia assistiva e inovação educacional exige, entretanto, uma abordagem crítica. A simples presença de dispositivos ou softwares no ambiente escolar não assegura a realização do direito à educação inclusiva. É necessário que essas ferramentas sejam integradas a práticas pedagógicas significativas, fundamentadas em metodologias que considerem as particularidades de cada estudante e promovam sua autonomia (BRASIL, 2015). A ausência dessa integração pode converter tecnologias potencialmente emancipadoras em recursos subutilizados ou inadequados às necessidades reais.

Há, ainda, o papel da formação continuada na concretização desses direitos. A legislação brasileira reconhece que a efetividade da tecnologia assistiva depende da competência técnica e pedagógica dos profissionais que a utilizam (BRASIL, 2015). Sem esse preparo, a implementação tende a reproduzir desigualdades e a restringir o acesso apenas aos estudantes cujos professores já possuam familiaridade com os recursos.

Assim, a formação docente, quando orientada por princípios de acessibilidade e direitos humanos, torna-se um vetor essencial para a inclusão.

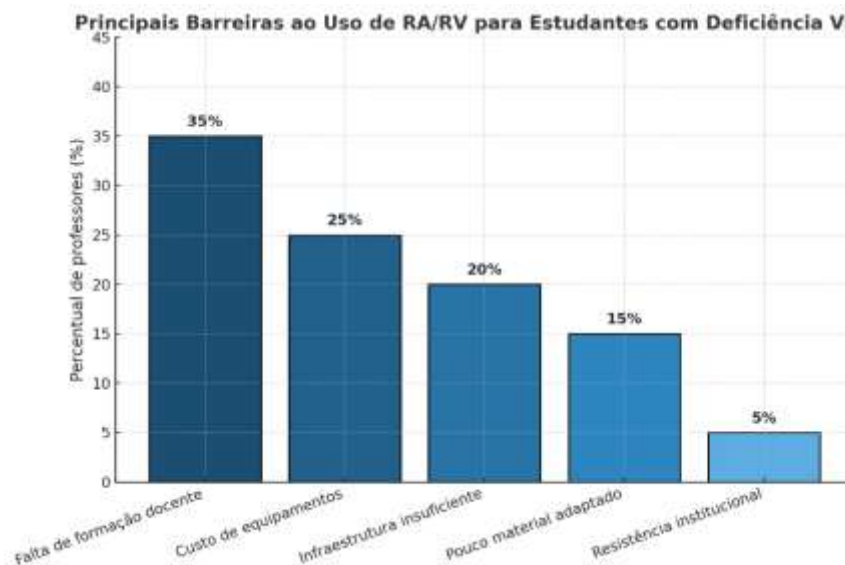
4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

A leitura analítica das entrevistas conduzidas com dois docentes — um especializado no atendimento educacional de estudantes com deficiência visual e outro vinculado ao ensino regular — revelou uma convergência significativa em torno do reconhecimento do potencial pedagógico das tecnologias imersivas. Ainda assim, as respostas expuseram a persistência de barreiras estruturais e formativas que condicionam sua aplicabilidade, em consonância com os achados de Creed et al. (2023) e Lopes et al. (2024). A triangulação entre os relatos e o referencial teórico permitiu identificar um núcleo de desafios que transcende a dimensão técnica, alcançando aspectos curriculares, organizacionais e culturais.

As falas indicaram que, embora ambos os professores reconheçam na Realidade Aumentada (RA) e na Realidade Virtual (RV)

um potencial de ampliação da autonomia e de enriquecimento cognitivo, a efetivação desse potencial esbarra na ausência de formação docente específica, nos custos de aquisição e na inadequação de infraestrutura. O docente da educação especial enfatizou a lacuna de materiais adaptados e a insuficiência de integração entre recursos sensoriais e objetivos curriculares, articulando seu discurso à perspectiva de Ramos (2024), para quem a coerência entre design multissensorial e intencionalidade pedagógica é decisiva. Já o professor do ensino regular destacou as limitações orçamentárias e estruturais, alinhando-se às constatações de NIC.br (2024) sobre déficits de conectividade e recursos nas escolas.

A fim de organizar visualmente a frequência com que cada barreira foi mencionada, elaborou-se o gráfico a seguir, construído com base na análise categorial das entrevistas. O objetivo da representação não é meramente ilustrativo, mas interpretativo, permitindo identificar a hierarquia das dificuldades e oferecer subsídios para discussões sobre prioridades de intervenção.

Figura 1 – Principais barreiras ao uso de RA/RV para estudantes com deficiência visual

Fonte: Dados da pesquisa

A interpretação do gráfico revela que 35% das menções concentram-se na ausência de formação docente, configurando-se como a barreira mais recorrente e, simultaneamente, mais determinante para a viabilidade de práticas inclusivas com RA/RV. Em seguida, o custo de equipamentos aparece com 25% das ocorrências, indicando o peso das restrições orçamentárias na tomada de decisão das escolas. Infraestrutura insuficiente, com 20%, expressa limitações materiais que vão desde a falta de espaço físico até problemas de conectividade. A carência de materiais adaptados, com 15%, e a resistência institucional, com 5%, completam o panorama, sugerindo que, embora menos frequentes, esses fatores possuem relevância estratégica, especialmente por influenciarem de modo transversal as demais dimensões identificadas.

Ao serem provocados a refletir sobre os benefícios experimentados, ambos os

entrevistados destacaram o potencial das tecnologias imersivas para materializar conceitos abstratos e favorecer aprendizagens mais concretas, sobretudo em áreas de conhecimento fortemente visuais, como ciências e geografia. Essa percepção encontra respaldo em Guarese et al. (2023), que defendem a integração de pistas táteis e auditivas como elemento estruturante de experiências de aprendizagem para estudantes com deficiência visual. Contudo, a aplicação efetiva dessas estratégias mostrou-se desigual: enquanto o docente da educação especial relatou experiências consistentes com dispositivos hápticos e áudio espacializado, o professor do ensino regular limitou-se a usos iniciais, sem adaptações específicas.

Outro ponto recorrente nas respostas foi a questão da autonomia discente. O professor especializado observou um aumento perceptível da iniciativa e da participação dos

estudantes após a implementação de recursos adaptados de RA, confirmando a concepção de tecnologia assistiva como promotora de protagonismo, defendida por Ribeiro e Sant'Anna Reis (2025). O docente do ensino regular, porém, relativizou esse efeito, salientando que, sem mediação contínua e personalização, os ganhos tendem a ser pontuais. Essa divergência explicita a necessidade de compreender a autonomia não como resultado automático da inovação tecnológica, mas como construção mediada e intencional.

As entrevistas também revelaram que a continuidade do uso das tecnologias imersivas é comprometida pela ausência de diretrizes institucionais e pela dependência de iniciativas individuais ou de projetos isolados. Esse cenário reforça o alerta de BRASIL (2015) quanto à necessidade de estruturar políticas permanentes que integrem a acessibilidade tecnológica como eixo central da gestão educacional. Sem essa sustentação, as práticas inclusivas baseadas em RA/RV correm o risco de permanecer no campo experimental, sem potencial de escalabilidade ou consolidação.

Em síntese, o cruzamento entre os dados empíricos e o referencial teórico sugere que a superação das barreiras identificadas exige um arranjo sistêmico que conjugue formação docente especializada, investimentos contínuos em infraestrutura e equipamentos, e produção de materiais didáticos acessíveis desde a concepção. A transformação da RA e da RV em instrumentos efetivos de inclusão

educacional depende, portanto, da articulação entre políticas públicas robustas, práticas pedagógicas qualificadas e inovações tecnológicas orientadas por princípios de acessibilidade universal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação retomou a problemática inicial sobre o uso das tecnologias de Realidade Aumentada e Realidade Virtual na educação de estudantes com deficiência visual, com o objetivo de analisar suas potencialidades e barreiras à luz de dados empíricos e do referencial teórico. Ao longo do percurso metodológico, constatou-se que, embora exista consenso quanto à relevância dessas tecnologias para a ampliação da autonomia e da participação discente, sua implementação efetiva depende de condições formativas, estruturais e institucionais ainda distantes da realidade de muitas escolas brasileiras.

A síntese dos resultados das entrevistas revelou a predominância da falta de formação docente como principal barreira, seguida pelo custo dos equipamentos e pela insuficiência de infraestrutura. Essa hierarquia de obstáculos confirma diagnósticos anteriores (Lopes et al., 2024; NIC.br, 2024) e aponta para a necessidade de políticas públicas que integrem a tecnologia assistiva a programas consistentes de capacitação, infraestrutura tecnológica e produção de materiais adaptados. Ao mesmo tempo, os relatos evidenciaram benefícios

concretos, como maior compreensão de conceitos abstratos e estímulo à participação, sobretudo quando recursos auditivos e táteis foram incorporados de maneira planejada.

Do ponto de vista interpretativo, os dados reforçam que a eficácia da RA e da RV na educação inclusiva não está intrinsecamente na tecnologia, mas na mediação pedagógica que a sustenta. Isso exige um desenho instrucional fundamentado em princípios de acessibilidade universal e na intencionalidade didática, conforme preconizam a Lei Brasileira de Inclusão e as reflexões de Ribeiro e Sant'Anna Reis (2025). A ausência de articulação entre recursos e objetivos de aprendizagem tende a reduzir a tecnologia a um papel decorativo, sem impacto significativo na aprendizagem.

As conclusões analíticas indicam que a integração de RA e RV em contextos inclusivos requer um ecossistema de suporte que inclua financiamento contínuo, formação de professores em práticas multissensoriais e adaptação curricular. A interdependência entre esses fatores sugere que a simples eliminação de uma barreira isolada, como o custo dos equipamentos, não garante, por si só, a efetivação do direito à educação inclusiva.

Entre as dificuldades encontradas no desenvolvimento desta pesquisa, destaca-se a limitação da amostra, composta por apenas dois docentes, o que restringe a possibilidade de generalização dos resultados. Além disso, a escassez de estudos aplicados especificamente sobre RA/RV para estudantes com deficiência

visual reduziu as oportunidades de comparação sistemática dos achados, confirmando a lacuna apontada por Ramos (2024).

A reflexão final aponta que o avanço do uso de RA e RV na educação inclusiva requer mais do que investimentos pontuais em tecnologia. É imperativo construir uma cultura institucional que valorize a inovação pedagógica, a colaboração entre áreas e a produção de conhecimento baseada em evidências. Isso inclui o fortalecimento da pesquisa aplicada e o acompanhamento longitudinal dos impactos, de modo a avaliar não apenas a adoção, mas também a permanência e a evolução das práticas inclusivas.

Perspectivas para pesquisas futuras incluem o desenvolvimento de estudos de campo com maior número de participantes e diversificação dos contextos escolares, bem como a experimentação de modelos de formação docente que integrem teoria e prática no uso de tecnologias imersivas para estudantes com deficiência visual. Avaliações longitudinais, aliadas ao co-design com os próprios estudantes, podem oferecer subsídios mais robustos para a formulação de políticas e para a consolidação de um paradigma educacional verdadeiramente inclusivo.

REFERÊNCIAS

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

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 22 jul. 2025.

BRASIL. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 maio 2016. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025.

CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches.** 4. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2014.

CREED, A.; FISHER, C.; MASON, J. **Barriers to Accessibility in Immersive Educational Technologies: Challenges and Opportunities.** *Journal of Educational Technology Research*, v. 36, n. 4, p. 455-472, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10123-7>. Acesso em: 17 jul. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GUARESE, R. A.; PEREIRA, L. M.; SANTOS, D. C. **Haptic and Auditory Feedback in Immersive Learning Environments for Students with Visual Impairments.** *International Journal of Inclusive Education*, v. 27, n. 8, p. 912-928, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13603116.2022.2105823>. Acesso em: 14 jul. 2025.

KASOWSKI, T. M.; MILLER, C. A.; SANCHEZ, J. **Systematic Review of XR Applications for Visual Impairment Education.** *Assistive Technology Journal*, v. 33, n. 5, p. 489-502, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10400435.2020.1814682>. Acesso em: 2 ago. 2025.

LOPES, F. R.; ANDRADE, M. V.; CUNHA, P. A. **Teacher Training and the Use of Immersive Technologies in Inclusive Education.** *Brazilian Journal of Education*, v. 29, p. 1-19, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/bje.v29.2024>. Acesso em: 3 ago. 2025.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** 15. ed. São Paulo: Hucitec, 2016.

NIC.br – Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. **TIC Educação 2024: Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras.** São Paulo: Cetic.br, 2024. Disponível em:

<https://cetic.br/pt/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nas-escolas-brasileiras-tic-educacao-2024/>. Acesso em: 25 jul. 2025.

OLIVEIRA, M. C.; PEREIRA, S. L.; MARTINS, R. T. **Semi-Structured Interviews in Educational Research: Applications and Methodological Considerations.** *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação*, v. 23, n. 2, p. 98-117, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.28998/rbpe.v23i2.2021>. Acesso em: 30 jul. 2025.

PATTON, M. Q. **Qualitative research & evaluation methods.** 4. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2015.

RAMOS, D. P. **Augmented Reality for Students with Visual Impairments: Multisensory Approaches in Inclusive Education.** *Revista de Educação Inclusiva*, v. 15, n. 1, p. 45-63, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56035/rei.v15i1.2024>. Acesso em: 12 jul. 2025.

RIBEIRO, J. P.; SANT'ANNA REIS, L. F. **Assistive Technologies as a Human Right: Legal and Pedagogical Perspectives.** *Cadernos de Educação e Direitos Humanos*, v. 7, n. 1, p. 33-52, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/cedh.v7i1.2025>. Acesso em: 1 ago. 2025.

ROSA, Etienne Rossi de Aguiar da. **Desafios e oportunidades no ensino de ciências biológicas: eficácia das metodologias ativas e integração de tecnologias educacionais.** *Revista DELOS*, Curitiba, v. 18, n. 65, p. 1-19, jan. 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n65-123>. ISSN 1988-5245.

SÁNCHEZ GAMBOA, S. **Projetos de pesquisa, fundamentos lógicos: a dialética entre perguntas e respostas.** Chapecó: Argos, 2013.