

**REALIDADE AUMENTADA,
RECURSOS IMERSIVOS E
ACESSIBILIDADE:
POSSIBILIDADES DAS
TECNOLOGIAS
EMERGENTES PARA A
PARTICIPAÇÃO E A
APRENDIZAGEM DE
ALUNOS DA EDUCAÇÃO
REGULAR E ESPECIAL**

**AUGMENTED REALITY, IMMERSIVE RESOURCES AND ACCESSIBILITY:
POSSIBILITIES OF EMERGING TECHNOLOGIES FOR THE PARTICIPATION
AND LEARNING OF STUDENTS IN REGULAR AND SPECIAL EDUCATION**

Ciências Humanas • 28/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/790537447](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/790537447)

Alessandra Mara da Silva
Helton Marlon Martinez
José Helder Cunha de Castro
Katia Schmidt Silva Pereira
Keicy Mery Mota Campos Alves
Samuel Gomes da Silva
Waldecir Machado França

RESUMO

Este artigo analisa as possibilidades pedagógicas da realidade aumentada, da realidade virtual, da realidade mista e de outros recursos imersivos na Educação Básica, considerando de modo integrado a participação, a acessibilidade e a aprendizagem de estudantes da educação regular e da Educação Especial. O objetivo é compreender de que maneira tecnologias emergentes podem ampliar formas de representação, interação e expressão, ao mesmo tempo em que se discutem condições para que seu uso não produza novas barreiras. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa, fundamentada em estudos brasileiros publicados principalmente entre 2022 e 2026 sobre realidade aumentada, tecnologias imersivas, Desenho Universal para a Aprendizagem, Tecnologia Assistiva e acessibilidade digital. A análise foi organizada em eixos relacionados aos conceitos das tecnologias imersivas, às aplicações curriculares, ao planejamento inclusivo, às barreiras de acesso, à mediação docente e aos desafios éticos e institucionais. Os resultados indicam que esses recursos podem favorecer a visualização de conceitos abstratos, a exploração ativa de conteúdos, a simulação de experiências, a aprendizagem colaborativa e a diversificação dos percursos de participação. Entretanto, tais benefícios dependem de objetivos de aprendizagem claros, alternativas acessíveis, formação docente, infraestrutura compatível e avaliação contínua da experiência. Conclui-se que o potencial inclusivo das tecnologias emergentes não está na imersão em si, mas na forma como ela é planejada para ampliar, e não restringir, as possibilidades de aprender e participar.

Palavras-chave: Realidade aumentada; Tecnologias imersivas; Acessibilidade; Educação inclusiva; Desenho Universal para a Aprendizagem.

ABSTRACT

This article analyzes the pedagogical possibilities of augmented reality, virtual reality, mixed reality and other immersive resources in Basic Education, considering participation, accessibility and learning of students in regular and special education in an integrated way. The objective is to understand how emerging technologies can expand forms of representation, interaction and expression while discussing the conditions required to prevent their use from creating new barriers. This is a qualitative bibliographic study based mainly on Brazilian publications from 2022 to 2026 addressing augmented reality, immersive technologies, Universal Design for Learning, Assistive Technology and digital accessibility. The analysis was organized around concepts of immersive technologies, curricular applications, inclusive planning, access barriers, teacher mediation and ethical and institutional challenges. The findings indicate that these resources may support the visualization of abstract concepts, active exploration of content, simulation of experiences, collaborative learning and diversified participation pathways. However, these benefits depend on clear learning objectives, accessible alternatives, teacher education, compatible infrastructure and continuous assessment of the experience. It is concluded that the inclusive potential of emerging technologies does not lie in immersion itself, but in how immersion is designed to expand, rather than restrict, opportunities to learn and participate.

Keywords: Augmented reality; Immersive technologies; Accessibility; Inclusive education; Universal Design for Learning.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias emergentes vêm modificando as formas de representar conteúdos, organizar experiências de aprendizagem e

criar ambientes nos quais o estudante pode observar, manipular, comparar e explorar informações de maneira mais ativa. Nesse conjunto, a realidade aumentada (RA) sobrepõe elementos digitais ao espaço físico; a realidade virtual (RV) cria ambientes digitais com diferentes níveis de imersão; e a realidade mista combina elementos do mundo físico e virtual com maior integração e possibilidade de interação. Macêdo et al. (2022) explicam que a realidade aumentada integra objetos virtuais ao cenário real por meio de dispositivos tecnológicos, característica que ajuda a compreender sua aplicação em atividades escolares voltadas à visualização e à exploração de conteúdos.

No campo educacional, o interesse por esses recursos não pode ser reduzido ao uso de equipamentos sofisticados. A questão central é pedagógica: em que condições tecnologias de visualização, simulação e interação se transformam em oportunidades efetivas de aprendizagem? Ribeiro et al. (2024) sustentam que a realidade aumentada e a realidade virtual podem favorecer experiências mais interativas e personalizadas, inclusive para estudantes com necessidades educacionais específicas, quando sua inserção é planejada e vinculada aos objetivos de ensino.

A discussão ganha maior relevância diante da diversidade presente nas salas de aula. Estudantes diferem em repertórios, ritmos, modos de comunicação, condições sensoriais e motoras, experiências culturais e formas de responder às tarefas escolares. Nessa perspectiva, acessibilidade não significa apenas conseguir abrir um aplicativo ou utilizar um dispositivo. Significa compreender as informações, navegar com autonomia possível, interagir com segurança e encontrar uma forma legítima de participar da atividade. Conte e Habowski (2022) defendem a aproximação entre

Tecnologia Assistiva e Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) como estratégia para ampliar o reconhecimento das diferenças e a construção coletiva das aprendizagens.

O avanço de plataformas móveis também tornou a discussão mais próxima da realidade escolar. Experiências de RA que antes dependiam de equipamentos específicos podem ser executadas em celulares e tablets, enquanto vídeos em 360 graus, visitas virtuais e simulações passaram a circular em navegadores e ambientes digitais de aprendizagem. Essa ampliação de acesso reduz algumas barreiras de entrada, mas não elimina questões relacionadas à conectividade, ao custo dos dispositivos, à proteção de dados, ao desenho das interfaces e à formação de professores.

Este artigo tem como objetivo analisar as possibilidades da realidade aumentada, dos recursos imersivos e de outras tecnologias emergentes para favorecer a participação, a acessibilidade e a aprendizagem de alunos da educação regular e especial. A reflexão concentra-se na Educação Básica e considera tanto os benefícios pedagógicos quanto as condições necessárias para que a tecnologia seja integrada ao currículo de modo inclusivo. Ao ampliar a discussão para além da novidade técnica, busca-se compreender como diferentes recursos podem ser combinados a estratégias de mediação, colaboração, acessibilidade digital e DUA.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa, orientada à compreensão das contribuições e dos limites de tecnologias imersivas em contextos educacionais inclusivos. A opção pela revisão bibliográfica permite articular estudos que

tratam de realidade aumentada, realidade virtual, acessibilidade, Tecnologia Assistiva e Desenho Universal para a Aprendizagem, campos que frequentemente aparecem separados, embora se encontrem no planejamento das experiências pedagógicas.

Foram priorizadas publicações brasileiras recentes, especialmente do período de 2022 a 2026, localizadas em periódicos acadêmicos e repositórios científicos, além de estudos de referência necessários à compreensão do DUA e da acessibilidade educacional. O recorte temporal foi adotado para acompanhar a expansão recente de aplicações imersivas e digitais na Educação Básica, sem excluir contribuições anteriores quando relevantes à fundamentação conceitual.

A leitura do material foi organizada em seis eixos analíticos: conceitos e níveis de imersão; aplicações curriculares; participação e acessibilidade; planejamento segundo o DUA; mediação docente e formação profissional; e limites relacionados à infraestrutura, segurança, privacidade e possíveis desconfortos no uso dos dispositivos. A análise não pretende medir a eficácia de uma ferramenta específica, mas discutir condições pedagógicas que possam orientar decisões de professores e escolas.

A organização por eixos também permite evitar uma interpretação determinista da tecnologia. Em vez de partir da ideia de que recursos imersivos melhoram automaticamente o ensino, considera-se que seus efeitos dependem da relação entre finalidade pedagógica, características da turma, desenho da interface, suporte institucional e possibilidades de acompanhamento. Essa postura é coerente com a literatura que trata a tecnologia como componente de uma arquitetura pedagógica mais ampla.

3. REALIDADE AUMENTADA, REALIDADE VIRTUAL E OUTROS RECURSOS IMERSIVOS

3.1. Conceitos e Níveis de Imersão

A realidade aumentada diferencia-se de recursos digitais tradicionais porque combina o ambiente físico com informações digitais visualizadas por meio de celulares, tablets, câmeras ou outros dispositivos. Em situações escolares, essa característica pode ser utilizada para observar modelos tridimensionais, explorar estruturas microscópicas, visualizar sólidos geométricos, reconstruir ambientes históricos ou associar informações digitais a objetos concretos. Macêdo et al. (2022) identificam diferentes usos da RA na Educação Básica brasileira e destacam sua capacidade de ampliar as estratégias de ensino e aprendizagem.

A realidade virtual, por sua vez, pode variar de experiências não imersivas, acessadas em telas convencionais, até ambientes de maior imersão com óculos ou visores específicos. O aspecto comum é a construção de um espaço digital que pode ser explorado pelo usuário. Ribeiro et al. (2024) destacam que a RV pode aproximar estudantes de situações de difícil acesso presencial, como laboratórios, ambientes geográficos distantes, reconstruções históricas e fenômenos científicos.

Entre RA e RV há ainda experiências de realidade mista e ambientes híbridos em que elementos digitais respondem ao espaço físico ou interagem com objetos reais. Para a escola, essas classificações são úteis porque ajudam a escolher o nível de imersão necessário. Nem toda atividade precisa de um visor de RV; em muitos casos, um modelo 3D em celular, um tour virtual no navegador ou uma

camada de RA sobre uma página impressa atende ao objetivo com menor custo e menor complexidade.

O grau de imersão deve, portanto, ser tratado como uma variável pedagógica e não como uma escala de qualidade. Quanto maior a imersão, maiores podem ser a sensação de presença e o envolvimento, mas também podem crescer as exigências de equipamento, orientação, tempo de adaptação e cuidados com desconfortos. Uma experiência simples e acessível pode ser mais adequada à aprendizagem do que uma solução tecnologicamente sofisticada, porém difícil de utilizar.

Figura 1. Continuum simplificado das experiências imersivas e híbridas



Fonte: elaboração dos autores (2026).

A Figura 1 mostra que as tecnologias imersivas podem ser compreendidas em um continuum, que parte do ambiente físico e avança para experiências cada vez mais mediadas por elementos digitais. Essa leitura auxilia o professor a selecionar o recurso de acordo com o objetivo de aprendizagem, sem pressupor que maior imersão represente necessariamente maior qualidade pedagógica.

3.2. Presença, Interação e Aprendizagem Ativa

Uma das características que tornam os recursos imersivos atraentes é a possibilidade de aumentar a sensação de presença. Em uma visita virtual, por exemplo, o estudante não apenas observa uma fotografia isolada, mas percorre um espaço, muda o ponto de vista, aproxima elementos e relaciona informações. Em RA, pode mover o dispositivo ao redor de um modelo e observar o mesmo objeto sob diferentes ângulos. Essa exploração favorece a formulação de perguntas e a comparação entre representações.

A interação, entretanto, não deve ser confundida com aprendizagem ativa por si só. Tocar em botões, girar um objeto ou caminhar em um ambiente virtual são ações técnicas. Elas se tornam pedagogicamente significativas quando estão ligadas a problemas, hipóteses, registros, explicações ou decisões. Ribeiro et al. (2024) ressaltam que a mediação docente permanece necessária para orientar a experiência e retomar os conhecimentos envolvidos.

Assim, a atividade imersiva pode ser organizada em três tempos. Antes da experiência, o professor apresenta o problema, ativa conhecimentos prévios e define o que deve ser observado. Durante a exploração, propõe perguntas, registros ou tarefas colaborativas. Depois, promove comparação, sistematização e avaliação. Essa sequência reduz o risco de a atividade permanecer apenas no campo do encantamento visual e fortalece sua conexão com o currículo.

4. ACESSIBILIDADE, DUA E TECNOLOGIA ASSISTIVA

4.1. Acessibilidade Como Condição de Participação

A acessibilidade educacional envolve a redução de barreiras que impedem ou dificultam o acesso ao currículo, à comunicação, aos

materiais e às formas de participação. Quando tecnologias emergentes são pensadas sob essa perspectiva, a pergunta principal deixa de ser se o recurso é moderno e passa a ser se ele permite que diferentes estudantes compreendam, interajam e respondam à proposta. Conte e Habowski (2022) defendem que Tecnologia Assistiva e DUA podem contribuir para práticas baseadas na interação e na construção coletiva do conhecimento.

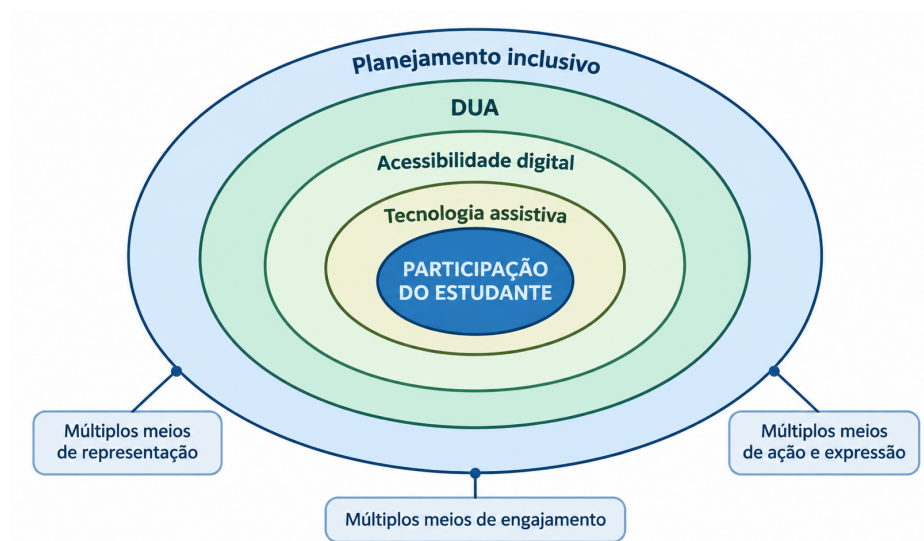
Na Educação Especial, recursos digitais podem assumir funções distintas conforme a barreira identificada. Eles podem apoiar comunicação alternativa, ampliar informações visuais, oferecer pistas sonoras, permitir repetição de procedimentos, representar objetos em três dimensões, reduzir a quantidade de estímulos ou ajustar o ritmo de uma experiência. Dores et al. (2026) argumentam que acessibilidade e personalização precisam ser consideradas como dimensões do planejamento, e não como acréscimos realizados somente depois que o material está pronto.

Essa perspectiva modifica a lógica de adaptação. Em vez de construir uma atividade padrão e posteriormente elaborar uma versão paralela para determinados estudantes, o planejamento pode prever desde o início múltiplas formas de acesso e resposta. Schwartz da Silva, Lima e Silva (2024) apontam que a articulação entre DUA e tecnologias digitais contribui para a acessibilidade curricular e para a remoção de barreiras que limitam a aprendizagem.

O planejamento universal não elimina a necessidade de recursos individualizados. Alguns estudantes continuarão necessitando de Tecnologia Assistiva específica, apoio humano, comunicação aumentativa e alternativa ou ajustes personalizados. O diferencial é

que essas necessidades passam a se integrar a uma proposta coletiva, reduzindo a segregação pedagógica e ampliando a possibilidade de participação junto aos colegas.

Figura 2. Camadas de planejamento para uma experiência tecnológica inclusiva



Fonte: elaboração dos autores (2026).

A Figura 2 sintetiza a ideia de que participação não depende de um único recurso. DUA, acessibilidade digital, Tecnologia Assistiva e mediação pedagógica funcionam como camadas articuladas. Quanto mais cedo essas dimensões são consideradas, menor tende a ser a necessidade de adaptações improvisadas durante a atividade.

4.2. Múltiplos Meios de Representação, Ação e Engajamento

O DUA orienta o planejamento de diferentes formas de engajamento, representação e ação e expressão. Em atividades imersivas, o princípio dos múltiplos meios de representação pode aparecer quando o mesmo conteúdo é disponibilizado em modelo 3D, imagem estática, descrição oral, legenda e texto de apoio. Essa variedade não significa repetir informações sem critério, mas

oferecer rotas complementares para que diferentes estudantes acessem o conceito.

Os múltiplos meios de ação e expressão são igualmente importantes. Um estudante pode demonstrar o que aprendeu por meio de registro escrito, explicação oral, desenho, fotografia comentada, organização de imagens ou apresentação coletiva. Em uma atividade de RA sobre o sistema solar, por exemplo, a avaliação não precisa depender da habilidade de manipular o aplicativo. A interação tecnológica é meio para aprender, enquanto a resposta pode assumir formatos diversificados.

O engajamento também requer escolhas. Algumas pessoas se envolvem com novidades visuais; outras podem se sentir desconfortáveis com movimento, excesso de estímulos ou uso de visor. Oliveira e Malheiro (2024), ao analisarem DUA e tecnologias digitais em processos inclusivos, destacam a importância de práticas que ampliem as oportunidades de participação. Em tecnologias imersivas, isso implica oferecer pausas, participação em dupla, observação por tela externa ou alternativa equivalente quando necessário.

Dessa forma, a inclusão não se mede pelo fato de todos utilizarem exatamente o mesmo dispositivo, mas pela possibilidade de todos participarem do mesmo objetivo de aprendizagem com dignidade e sentido pedagógico. Igualdade de equipamento não é sinônimo de equidade de acesso.

5. POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

5.1. Ciências e Matemática

Em Ciências, modelos tridimensionais podem favorecer a exploração de estruturas que não são facilmente observáveis no cotidiano escolar, como células, órgãos, sistemas do corpo humano, moléculas, camadas geológicas e fenômenos astronômicos. A possibilidade de ampliar, girar e comparar representações ajuda a criar pontes entre explicações verbais e elementos visuais. Menezes (2024), ao analisar DUA no ensino de Ciências, identifica a produção de recursos didáticos inclusivos e a diversificação do planejamento como caminhos relevantes para a participação dos estudantes.

Em Matemática, tecnologias de RA e visualização 3D podem apoiar o estudo de sólidos geométricos, planificações, medidas e relações espaciais. A manipulação virtual permite observar faces, arestas, vértices e transformações, mas deve ser acompanhada de comparação com objetos concretos e registros simbólicos. Para estudantes com dificuldades de abstração, a alternância entre objeto físico, imagem e modelo digital pode ampliar as oportunidades de compreensão.

O valor pedagógico aumenta quando a tecnologia é usada para investigar. Em vez de apenas mostrar um modelo pronto, o professor pode propor previsões, solicitar comparação entre estruturas, pedir que os estudantes identifiquem padrões ou expliquem diferenças observadas. A experiência imersiva passa, então, de apresentação para instrumento de investigação.

5.2. Geografia, História e Patrimônio Cultural

Em Geografia, mapas interativos, globos digitais, imagens em 360 graus e camadas de RA podem ampliar a leitura do espaço, permitindo articular escalas e observar paisagens com maior

riqueza de detalhes. Visitas virtuais a diferentes biomas, cidades, formações de relevo e espaços de preservação podem preparar ou complementar estudos presenciais. A experiência deve ser acompanhada de análise crítica das representações, considerando que imagens digitais são recortes e não substituem a complexidade do território vivido.

Em História, reconstruções virtuais e visitas digitais podem aproximar os estudantes de museus, sítios arqueológicos, edifícios históricos e acervos localizados em outras regiões. O professor pode utilizar esses recursos para discutir fontes, temporalidade, permanências e transformações. É importante, entretanto, diferenciar reconstrução histórica de registro documental, explicando que ambientes virtuais podem conter interpretações e escolhas de design.

No trabalho com patrimônio cultural, a RA pode ser usada para sobrepor informações a fotografias, mapas ou espaços da comunidade, relacionando história local e memória. Essa abordagem favorece projetos interdisciplinares e pode envolver produção dos próprios estudantes, como pequenos roteiros digitais, áudios explicativos, legendas acessíveis e exposições híbridas.

5.3. Linguagens, Artes e Alfabetização

Nas áreas de Linguagens e Artes, recursos imersivos podem estimular produção oral, descrição, narrativa e leitura de imagens. Um ambiente virtual pode servir de cenário para criação de histórias; uma obra de arte em alta resolução pode ser explorada por detalhes; um objeto em RA pode ser descrito sob diferentes perspectivas. A

tecnologia, nesse caso, não substitui leitura e escrita, mas cria situações significativas para o uso da linguagem.

Em processos de alfabetização, a adoção de recursos digitais precisa respeitar o foco no sistema de escrita, na consciência fonológica, no repertório de textos e na construção de sentido. Oliveira e Malheiro (2024) observam que a integração entre tecnologias digitais e DUA pode favorecer práticas inclusivas de alfabetização quando os recursos são selecionados segundo necessidades pedagógicas claras. Assim, animações, áudio, imagens e manipulação digital devem funcionar como apoios, e não como distrações que fragmentem a atenção.

Em Artes, experiências imersivas podem ampliar o acesso a exposições, permitir observação de esculturas em diferentes ângulos e apoiar criação multimodal. Também podem incentivar produção de galerias virtuais pelos próprios estudantes. O caráter autoral é especialmente importante, pois desloca o aluno da posição de consumidor de tecnologia para produtor de interpretações e conteúdos.

6. EDUCAÇÃO ESPECIAL: BARREIRAS E RESPOSTAS PEDAGÓGICAS

Uma proposta inclusiva precisa identificar barreiras concretas antes de selecionar o recurso. Para um estudante com deficiência visual, uma experiência baseada exclusivamente em elementos gráficos pode ser inacessível se não houver descrição, áudio ou apoio tátil. Para um estudante surdo, atividades centradas em narração sem legenda podem excluir informações essenciais. Para estudantes com limitações motoras, interfaces que exigem movimentos

precisos ou permanência prolongada em determinada posição podem dificultar a participação.

Também devem ser consideradas barreiras cognitivas e sensoriais. Ambientes com muitos estímulos simultâneos, movimentos rápidos, sons intensos e instruções longas podem produzir sobrecarga. Estudantes autistas ou com outras necessidades sensoriais podem se beneficiar de previsibilidade, exposição gradual, possibilidade de interromper a experiência e alternativas menos imersivas. Hummel, Domaredzki e Costa (2026) reforçam a importância de integrar Tecnologia Assistiva ao planejamento baseado em DUA, mostrando que recursos de apoio fazem mais sentido quando articulados aos objetivos da aula.

Para estudantes com deficiência intelectual ou dificuldades de compreensão, a experiência pode ser segmentada em etapas curtas, com linguagem simples, pistas visuais e repetição. O professor pode antecipar o vocabulário, demonstrar a navegação e utilizar pares colaborativos. A meta não é diminuir o conteúdo, mas reduzir barreiras de acesso à tarefa.

As barreiras tecnológicas também afetam toda a turma. Falta de internet, aparelhos com baixo desempenho, bateria insuficiente ou incompatibilidade de aplicativos podem interromper uma atividade. Por isso, o planejamento inclusivo inclui contingência: material impresso, imagens capturadas previamente, vídeo da experiência, rodízio em pequenos grupos ou versão off-line. Essas alternativas deixam de ser improvisos quando são previstas desde o início.

Figura 3. Exemplos de barreiras e respostas pedagógicas em atividades imersivas

Barreira	Possíveis respostas pedagógicas
Visual	Descrição oral, áudio, ampliação, contraste e exploração tátil complementar
Auditiva	Legendas, transcrição, sinais visuais e Libras quando pertinente
Motora	Navegação simplificada, comandos alternativos, tempo ampliado e apoio físico
Cognitiva	Instruções curtas, previsibilidade, repetição, pistas e redução de estímulos
Sensorial	Controle de som/movimento, pausas, alternativas não imersivas e exposição gradual
Tecnológica	Atividade equivalente off-line, trabalho em pares e dispositivos compartilhados

Fonte: elaboração dos autores (2026).

A Figura 3 não apresenta soluções universais, mas um repertório de respostas possíveis. A escolha depende do estudante, do objetivo e do contexto. O princípio central é identificar a barreira e construir uma rota de participação equivalente, evitando que a tecnologia se torne um novo filtro de exclusão.

7. PLANEJAMENTO, MEDIAÇÃO DOCENTE E AVALIAÇÃO

O potencial das tecnologias emergentes não elimina a necessidade de mediação pedagógica. O professor continua responsável por selecionar o recurso, verificar sua adequação ao conteúdo, antecipar dificuldades, organizar a participação da turma e avaliar o que foi aprendido. Ribeiro et al. (2024) apontam a formação docente como condição central para que RA e RV sejam incorporadas de maneira pedagogicamente significativa.

Um planejamento consistente pode começar pelo objetivo de aprendizagem, e não pela ferramenta. A pergunta inicial deve ser o que os estudantes precisam compreender, analisar, produzir ou resolver. Em seguida, identificam-se as barreiras possíveis e avalia-se se uma tecnologia imersiva oferece vantagem real em relação a

outros recursos. Essa sequência reduz o risco de atividades orientadas apenas pelo efeito de novidade.

O professor também precisa preparar a experiência. Isso envolve testar o aplicativo, verificar idioma, anúncios, necessidade de cadastro, permissões de câmera e localização, funcionamento off-line e compatibilidade com os dispositivos disponíveis. Deve ainda observar a quantidade de estímulos, a legibilidade dos textos, a existência de legenda ou áudio e as possibilidades de navegação sem gestos complexos.

Durante a atividade, a organização em pares ou pequenos grupos pode favorecer colaboração e reduzir a dependência de um dispositivo por estudante. Um aluno pode manipular, outro registrar, outro descrever, e os papéis podem ser alternados. Essa dinâmica também ajuda a transformar a experiência em situação comunicativa e evita que cada estudante permaneça isolado em uma tela.

A avaliação precisa retomar o objetivo de aprendizagem. Questionários rápidos podem ser úteis, mas registros de observação, mapas conceituais, explicações orais, desenhos, relatórios curtos e produções coletivas permitem verificar como os estudantes interpretaram a experiência. A avaliação também deve incluir o próprio recurso: houve barreiras? O nível de imersão ajudou? Quais alternativas foram necessárias? Essas respostas alimentam o replanejamento.

Figura 4. Ciclo pedagógico para integração de tecnologias imersivas



Fonte: elaboração dos autores (2026).

A Figura 4 apresenta um ciclo que começa no objetivo curricular, passa pela identificação de barreiras, seleção do recurso e mediação da experiência, e termina com avaliação e replanejamento. A sequência reforça que a ferramenta ocupa uma etapa intermediária do processo, e não o ponto de partida.

8. SEGURANÇA, ÉTICA, PRIVACIDADE E BEM-ESTAR DIGITAL

O uso de tecnologias imersivas também exige atenção a aspectos de segurança e bem-estar. Experiências com movimento virtual podem causar tontura, náusea, fadiga visual ou desconforto em algumas pessoas. Por essa razão, atividades prolongadas devem ser evitadas, especialmente com estudantes mais jovens, e é importante permitir interrupção imediata sem constrangimento. A participação alternativa precisa estar prevista para que o estudante não seja penalizado por não tolerar o dispositivo.

A organização física da sala é outro aspecto relevante. Quando a atividade envolve óculos de RV ou movimentação com o aparelho, é necessário delimitar espaço, evitar obstáculos e manter supervisão. Em RA com celular ou tablet, o estudante pode ficar excessivamente atento à tela e reduzir a percepção do entorno. A segurança faz

parte do planejamento pedagógico, especialmente em espaços externos, laboratórios ou situações com circulação de pessoas.

A privacidade merece cuidado porque muitos aplicativos coletam dados, solicitam criação de contas, utilizam câmera, microfone ou localização. A escola deve observar políticas institucionais, idade mínima, termos de uso e princípios de proteção de dados antes de adotar ferramentas. Sempre que possível, devem ser preferidos recursos que funcionem sem coleta desnecessária de informações pessoais e sem exposição pública das produções dos estudantes.

Há ainda uma dimensão ética relacionada às representações construídas pelos ambientes virtuais. Reconstruções históricas, personagens, culturas e territórios podem incorporar simplificações ou estereótipos. O professor precisa tratar a experiência como representação mediada, estimulando comparação com outras fontes. A imersão produz sensação de presença, mas não transforma uma simulação em realidade neutra.

Por fim, a acessibilidade deve ser compreendida também como direito de recusa ou de escolha de uma alternativa equivalente. Um planejamento verdadeiramente inclusivo não obriga todos a vivenciar a mesma intensidade sensorial. A participação pode ocorrer por diferentes rotas, desde que o objetivo de aprendizagem seja preservado.

9. INFRAESTRUTURA, FORMAÇÃO DOCENTE E SUSTENTABILIDADE DA INOVAÇÃO

As condições materiais permanecem entre os principais desafios para o uso de tecnologias imersivas. Equipamentos, conectividade, manutenção, atualização de softwares e disponibilidade de

dispositivos podem limitar a continuidade das propostas. Ribeiro et al. (2024) identificam custos, infraestrutura insuficiente e carência de profissionais capacitados como obstáculos recorrentes. Por isso, inovação educacional sustentável precisa dialogar com as condições concretas da escola.

Uma alternativa é adotar modelos graduais de implementação. A escola pode iniciar com recursos de baixo custo, como RA em celulares compartilhados, vídeos em 360 graus e tours virtuais acessados por navegador, avaliando resultados antes de investir em dispositivos específicos. Essa estratégia permite construir repertório pedagógico e identificar necessidades de formação sem transformar a compra de equipamentos em finalidade.

A formação docente precisa combinar domínio técnico e decisão pedagógica. Saber abrir um aplicativo ou configurar um visor é necessário, mas insuficiente. O professor precisa avaliar acessibilidade, adequação etária, confiabilidade do conteúdo, proteção de dados e relação com o currículo. Schwartz da Silva, Lima e Silva (2024) destacam que tecnologias digitais podem apoiar o DUA quando integradas a estratégias de acessibilidade curricular, o que exige planejamento intencional.

A formação entre pares pode ter papel relevante. Professores que experimentam um recurso podem registrar procedimentos, possibilidades, limitações e adaptações realizadas, formando um acervo institucional. Pequenos roteiros de uso, banco de aplicativos testados e critérios comuns de avaliação evitam que cada docente recomece do zero. A inovação deixa de depender de iniciativas isoladas e passa a compor a cultura pedagógica da escola.

A sustentabilidade também envolve avaliar o custo de manutenção e a obsolescência. Recursos que dependem de assinaturas, equipamentos proprietários ou versões específicas podem se tornar inviáveis. A escolha precisa considerar não apenas o impacto inicial, mas a possibilidade de continuidade, atualização, suporte e uso por diferentes turmas.

10. DISCUSSÃO: DA NOVIDADE TECNOLÓGICA À ARQUITETURA PEDAGÓGICA INCLUSIVA

A literatura analisada converge ao mostrar que o potencial educacional de RA, RV e recursos imersivos está associado à ampliação das formas de representar e explorar conhecimentos. Macêdo et al. (2022) ressaltam a diversificação das estratégias de ensino; Ribeiro et al. (2024) destacam interação, visualização e acesso a experiências difíceis de realizar presencialmente; Conte e Habowski (2022) aproximam inclusão, Tecnologia Assistiva e DUA. Em conjunto, essas contribuições indicam que a tecnologia ganha relevância quando se integra a um projeto pedagógico que considera a diversidade desde o início.

Essa integração permite superar dois extremos. O primeiro é o tecnocentrismo, que atribui à ferramenta capacidade de produzir inovação automaticamente. O segundo é a rejeição preventiva, baseada na ideia de que tecnologias imersivas são sempre caras, complexas ou incompatíveis com a escola pública. Entre esses extremos existe um campo de possibilidades graduais, que inclui desde modelos 3D em aparelhos compartilhados até experiências mais imersivas, selecionadas conforme o objetivo e o contexto.

Para a Educação Especial, a principal contribuição não está em criar ambientes separados, mas em ampliar rotas de acesso ao currículo comum. DUA e Tecnologia Assistiva oferecem referências para esse movimento. Portella et al. (2024) apontam o DUA como abordagem voltada à diversidade dos estudantes, enquanto Hummel, Domaredzki e Costa (2026) evidenciam a importância de integrar recursos assistivos ao planejamento. Assim, tecnologias emergentes podem apoiar inclusão quando a diferença é tratada como característica prevista da turma, e não como exceção.

Outro ponto importante é reconhecer que a imersão não é um valor absoluto. Para alguns objetivos, visualizar um modelo tridimensional pode ser decisivo; para outros, texto, imagem, material concreto ou conversa orientada serão mais adequados. O professor precisa comparar alternativas e justificar a escolha. A inovação, nesse sentido, está menos no dispositivo e mais na capacidade de organizar diferentes meios para produzir compreensão, participação e autoria.

A discussão também sugere que acessibilidade deve ser avaliada de forma dinâmica. Um recurso pode ser acessível para determinado estudante e inacessível para outro; pode funcionar em uma turma e exigir adaptação em outra. Por isso, a observação da experiência real e a escuta dos estudantes são indispensáveis. Acessibilidade não é atributo declarado pelo aplicativo, mas condição construída na relação entre recurso, pessoa, tarefa e contexto.

Como síntese, pode-se afirmar que uma arquitetura pedagógica inclusiva com tecnologias imersivas envolve ao menos cinco compromissos: clareza do objetivo de aprendizagem; identificação antecipada de barreiras; oferta de múltiplas rotas de participação;

mediação e colaboração durante a experiência; e avaliação do conhecimento e da própria acessibilidade do recurso. Esses compromissos deslocam o foco da tecnologia para a aprendizagem e tornam a inovação mais responsável.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada permite concluir que realidade aumentada, realidade virtual, realidade mista e outros recursos imersivos apresentam possibilidades relevantes para a educação regular e especial porque ampliam formas de visualizar, explorar e representar conhecimentos. Esses recursos podem tornar conceitos abstratos mais concretos, criar experiências que ultrapassam limites físicos da sala de aula, favorecer investigação e colaboração e diversificar os modos de participação dos estudantes.

No campo da inclusão, o potencial dessas tecnologias está diretamente relacionado à capacidade de reduzir barreiras. Uma experiência imersiva torna-se pedagogicamente inclusiva quando oferece condições para que estudantes com características diversas participem do mesmo objetivo curricular, ainda que por rotas diferentes. Acessibilidade, DUA e Tecnologia Assistiva precisam ser considerados desde o planejamento, e não acrescentados apenas ao final.

Também se conclui que o professor permanece central. A qualidade da experiência depende da escolha do recurso, da preparação, da mediação, da organização da colaboração e da avaliação. Formação docente, infraestrutura, proteção de dados, segurança e sustentabilidade institucional são condições que influenciam a

continuidade das propostas e precisam fazer parte da decisão pedagógica.

Desse modo, a contribuição mais significativa das tecnologias imersivas não está no efeito de novidade, mas na possibilidade de ampliar repertórios didáticos e criar experiências que combinem representação, interação, autoria e acessibilidade. Pesquisas futuras podem avançar na análise empírica de práticas em diferentes etapas da Educação Básica, comparando estratégias de baixo e alto grau de imersão e investigando a experiência de estudantes com diferentes perfis de acesso e participação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Conte, E., & Habowski, A. C. (2022). Olhares sobre Tecnologia Assistiva e Desenho Universal para a Aprendizagem: encruzilhadas, intersecções, insurgências. *Revista Educação Especial*, 35. <https://doi.org/10.5902/1984686X67410>

Dores, I. A. das, Querubin, M. L., Barbosa, M. de G. S., & Gutiérrez, N. R. G. (2026). Plataformas digitais e acessibilidade: o uso de tecnologias emergentes no ensino de linguagens na Educação Inclusiva. *Revista Faculdade FAMEN*, 7(3), 38–48. <https://doi.org/10.36470/famen.2026.r7a27>

Hummel, E. I., Domaredzki, A. B., & Costa, P. K. A. da. (2026). Tecnologia assistiva educacional como recurso no planejamento do Desenho Universal para Aprendizagem. *Revista Educação Especial*. <https://doi.org/10.5902/1984686X93603>

Macêdo, V. F. de, Silva, J. C. S., Vasconcelos, G. M. C. de, Rodrigues, R. L., & Oliveira, D. G. de. (2022). Mapeamento dos recursos de Realidade

Aumentada adotados no contexto da Educação Básica no Brasil. ID online. Revista de Psicologia, 16(63), 611–623. <https://doi.org/10.14295/online.v16i63.3572>

Menezes, J. P. C. de. (2024). Design Universal para Aprendizagem no ensino de Ciências no Brasil. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, 12, e24068. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.17681>

Oliveira, M. S. de, & Malheiro, C. A. L. (2024). Utilização da tecnologia digital da informação e comunicação e do desenho universal para aprendizagem nos processos de alfabetização. Quaestio - Revista de Estudos em Educação, 26. <https://doi.org/10.22483/2177-5796.2024v26id5460>

Portella, F. O., Godoflite, M. C. S., Pereira, T. A., & Henriques, R. V. B. (2024). Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA): abordagem sociointeracionista unindo para incluir. Revista Psicopedagogia, 41(124), 133–141. <https://doi.org/10.51207/2179-4057.20240007>

Ribeiro, G. C., et al. (2024). A utilização de Realidade Aumentada (AR) e Realidade Virtual (VR) na educação inclusiva: possibilidades pedagógicas e desafios. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 10(12), 3131–3146. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i12.17673>

Santos, S. M. A. V., et al. (2026). Tecnologias imersivas e a construção de ambientes de aprendizagem inclusivos. Revista edUCA, 9. <https://doi.org/10.54901/educa.v9-448>

Schwartz da Silva, E., Lima, D. A. T. V. de, & Silva, S. S. de C. (2024). Desenho universal para a aprendizagem e as tecnologias digitais de

informação e comunicação: contribuições para a educação inclusiva.

Revista InCantare, 20(1), 1–13.

<https://doi.org/10.33871/2317417X.2024.20.1.9170>