

CAPÍTULO 17

TECNOLOGIAS DIGITAIS E COGNIÇÃO NA EDUCAÇÃO DE SURDOS: VISUALIDADE, MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA E CONSTRUÇÃO DE SENTIDOS

 <https://doi.org/10.68044/k2c9gq89>

Renan de Bastos Andrade ¹

Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela UTFPR, especialista em Arte e Educação e em Educação Bilingue para Surdos, e graduado em Artes Visuais. Possui certificação de proficiência no uso e no ensino de Libras. Desde 2013, é docente da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, com experiência em educação de surdos, bilinguismo, tecnologias digitais, artes surdas e ensino de Libras.



RESUMO: Este artigo analisa as relações entre tecnologias digitais, cognição e educação de surdos, enfatizando a visualidade, a mediação pedagógica e a construção de sentidos em contextos bilíngues. Parte-se do entendimento de que a Libras, por sua modalidade gestual-visual, demanda práticas educativas que articulem recursos imagéticos, interação e acessibilidade linguística. Com base em revisão bibliográfica de estudos sobre tecnologias digitais, ambientes virtuais de aprendizagem, softwares educativos, tecnologias assistivas, realidade aumentada, inteligência artificial e ensino de português como segunda língua, discutem-se possibilidades e limites desses recursos. Os resultados indicam que as tecnologias podem ampliar autonomia, participação, compreensão conceitual e acesso ao conhecimento quando integradas a objetivos pedagógicos e à mediação docente. Evidenciam-se, contudo, limites relacionados à tradução automática, ao desenho de interfaces, à formação de professores e à baixa integração curricular. Conclui-se que a inovação tecnológica somente se torna educacionalmente significativa quando respeita a experiência visual, a Libras e o protagonismo surdo.

Palavras-chave: Tecnologias digitais; Educação de surdos; Visualidade; Mediação pedagógica.

INTRODUÇÃO

A presença das tecnologias digitais nos processos educativos alterou formas de acesso à informação, interação, produção de materiais, circulação de linguagens e organização do trabalho pedagógico. Na educação de surdos, entretanto, a relevância dessas transformações não pode ser reduzida à simples introdução de equipamentos ou aplicativos no cotidiano escolar. A questão central consiste em compreender em que condições os recursos digitais podem dialogar com a experiência visual, com a Língua Brasileira de Sinais (Libras), com os processos de aprendizagem e com a construção de sentidos realizada por estudantes surdos. Nessa perspectiva, tecnologia, cognição e linguagem precisam ser analisadas como dimensões articuladas de uma prática educacional que reconhece a diferença linguística e cultural e não toma a ausência de audição como explicação suficiente para os modos de aprender.

A literatura consultada converge na identificação da visualidade como dimensão decisiva da educação de surdos. Torres e Martins (2023, p. 6) aproximam o uso de tecnologias da pedagogia visual ao observarem que a Libras apresenta modalidade gesto-visual e que os recursos imagéticos podem ampliar a apresentação e a problematização de conceitos. Em direção semelhante, Palavissini *et al.* (2021, p. 5-6) sustentam que o apoio visual favorece interação, entendimento e apropriação de informações, sobretudo quando se

articula à língua de sinais e a propostas didático-pedagógicas acessíveis. O problema, portanto, não é apenas disponibilizar informação em uma tela, mas construir condições para que a organização visual, a língua, a interação e a mediação do professor convertam informação em conhecimento.

Essa distinção é importante porque a incorporação de recursos digitais não equivale, por si, à inovação pedagógica. A revisão de Torres e Martins (2023, p. 7) mostra que as tecnologias podem contribuir para a mediação entre estudante e conhecimento, mas necessitam estar integradas a propostas metodológicas. Silva e Daróz (2023, p. 101-103), ao analisarem o uso de uma plataforma adaptativa no ensino de língua portuguesa como segunda língua, também assinalam que a tecnologia precisa ser acompanhada de intervenção docente, planejamento e adequação dos materiais. Em outras palavras, a potencialidade técnica depende das escolhas pedagógicas e das relações estabelecidas no processo de ensino-aprendizagem.

O debate torna-se ainda mais relevante quando a cognição é compreendida para além de uma interpretação estritamente individual. Nos estudos examinados, aprender envolve perceber, interagir, significar, compartilhar, elaborar conceitos, mobilizar recursos linguísticos e participar de práticas sociais mediadas por diferentes artefatos. Machado, Ludovico e Barcellos (2023, p. 281-282) tratam as tecnologias digitais como instrumentos de mediação que podem

favorecer interação e colaboração, enquanto Goes e Santarosa (2017, p. 208-210) ressaltam que a mediação pedagógica em ambientes virtuais deve considerar a língua de sinais, a visualidade, a autonomia e as trocas entre os participantes. Desse modo, a dimensão cognitiva do uso das tecnologias não se resume ao desempenho em tarefas: envolve as relações entre sujeito, linguagem, cultura, ambiente e objeto de conhecimento.

Nos ambientes virtuais, essas relações adquirem formas específicas. Esdras e Galasso (2020, p. 3-6) descrevem uma experiência de ambiente bilíngue navegável em língua de sinais, estruturado por fóruns, mapas mentais, repositórios e outras ferramentas voltadas à interação e à aprendizagem colaborativa. Luz *et al.* (2024, p. 3-6), por sua vez, destacam que acessibilidade e usabilidade dependem da consideração dos modelos mentais, dos sistemas de significação e da participação dos próprios usuários surdos no desenho das interfaces. Tais estudos deslocam o estudante da posição de mero receptor: ele passa a ser considerado participante, interlocutor e, em determinadas propostas, coautor da própria tecnologia educacional.

Também é necessário reconhecer os limites dos dispositivos digitais. Tradutores automáticos, avatares, aplicativos e plataformas podem ampliar acessibilidade e circulação de Libras, mas não reproduzem automaticamente a complexidade semântica, pragmática

e cultural das interações humanas. Gilaverte, Ávila e Santos (2022, p. 5-6) demonstram que ferramentas de tradução automática podem apoiar determinadas demandas comunicacionais, porém apresentam fragilidades quando a tradução literal se afasta do contexto de enunciação. Assim, a construção de sentidos não pode ser delegada ao recurso técnico; ela emerge da relação entre língua, contexto, experiência, interlocução e práticas sociais.

Diante desse quadro, este artigo tem como objetivo analisar as relações entre tecnologias digitais e cognição na educação de surdos, com ênfase na visualidade, na mediação pedagógica e na construção de sentidos. Trata-se de estudo bibliográfico elaborado a partir dos artigos disponibilizados para esta pesquisa, reunindo trabalhos sobre tecnologias digitais no ensino-aprendizagem, formação de estudantes surdos, ambientes virtuais, ensino de português como L2, tecnologias assistivas, tradução automática, realidade aumentada e inteligência artificial. A análise foi organizada em cinco eixos articulados: experiência visual e cognição; tecnologias como instrumentos de mediação; ambientes virtuais e protagonismo; construção de sentidos e limites tecnológicos; e tendências emergentes. Essa organização permite discutir não somente o que as tecnologias fazem, mas principalmente como, para quem e sob quais condições pedagógicas podem produzir experiências educacionais linguisticamente acessíveis e cognitivamente significativas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Visualidade, cognição e construção do conhecimento na educação de surdos

A relação entre cognição e educação de surdos exige que se considere a modalidade visual da Libras e o modo como a experiência perceptiva participa da organização do conhecimento. Não se trata de afirmar que todo estudante surdo aprende de maneira homogênea ou exclusivamente por imagens, mas de reconhecer que a língua de sinais e as práticas culturais da comunidade surda atribuem centralidade ao canal visual e às relações espaciais. Costa (2020, p. 2-3) observa que o acesso a recursos visuais é especialmente relevante para estudantes surdos e que as Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação podem apoiar a construção de materiais didáticos para o ensino de português como L2. O recurso visual, nessa abordagem, deixa de ser decoração e passa a integrar a arquitetura pedagógica do conteúdo.

Torres e Martins (2023, p. 6) situam as tecnologias no interior de uma proposta visual de ensino e destacam que os elementos imagéticos podem desencadear debates e aprofundamento conceitual. Essa formulação é importante porque aproxima visualidade de elaboração cognitiva: uma imagem, um vídeo, uma animação ou uma representação espacial adquire valor educativo quando favorece relações, inferências, comparações, categorização e discussão. A

tecnologia, portanto, não é cognitiva em si mesma; ela oferece formas de representação que podem ser organizadas pedagogicamente para apoiar a construção de conceitos.

Nesse contexto, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que abrangem todas as atividades desenvolvidas na sociedade pelos recursos da informática, podem ser importantes aliadas no desenvolvimento de práticas pedagógicas que vão além do texto didático. Elas correspondem a um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que se constituem em ferramentas estratégicas na interação entre indivíduos e nas formas de organização do conhecimento na sociedade contemporânea (Torres; Martins, 2023, p. 6).

A passagem evidencia duas funções complementares: a ampliação da interação e a reorganização das formas de conhecer. Ao ultrapassar a dependência do texto didático, recursos digitais podem articular vídeos em Libras, imagens, esquemas, escrita, hiperlinks e atividades interativas. Contudo, a multiplicidade de modos semióticos só se converte em acessibilidade quando a disposição dos elementos, a língua utilizada e as tarefas propostas permitem que o estudante compreenda as relações entre as informações. Palavissini *et al.* (2021, p. 5) chamam atenção justamente para situações em que a ausência de suporte visual prejudica a mediação da informação e o input linguístico. Para os autores, a associação entre língua de sinais e recursos visuais amplia possibilidades de inclusão em contextos bilíngues.

A visualidade também se vincula à aquisição e à circulação de conhecimentos. Silva e Viana (2023, p. 11), ao revisarem pesquisas sobre uso de tecnologias na formação de estudantes surdos, identificam recorrência do emprego de imagens para compreender novas informações e apontam que referências imagéticas podem favorecer a aprendizagem de uma segunda língua. Esse resultado não autoriza uma leitura simplificadora, segundo a qual bastaria “colocar imagens” no conteúdo. Antes, sugere que o repertório visual do estudante deve ser mobilizado em uma sequência didática capaz de relacionar experiência, signos, conceitos e linguagem.

De modo geral, verificou-se as estratégias de uso das tecnologias digitais pelas pessoas surdas na aquisição de novos conhecimentos, na comunicação e no desenvolvimento de uma segunda língua, em seu dia a dia. Os achados da pesquisa apontaram para a identificação de diferentes estratégias comunicacionais no uso da Língua Portuguesa e constatou o emprego constante de imagens para compreender novas informações, funcionando como dispositivo na aquisição desses saberes. Tais observações sugerem que a aprendizagem de uma segunda língua encontra maior receptividade e sucesso quando considera as referências imagéticas das pessoas surdas. Além disso, a comunicação mediada pelas tecnologias digitais, devido à sua característica híbrida, possibilita aos surdos uma melhor operação no plano dos significantes, facilitando sua expressão sensorial (Silva; Viana, 2023, p. 11).

Em perspectiva semelhante, Silva e Daróz (2023, p. 102-103) registram, em pesquisa de campo, melhorias na escrita e na

compreensão de L2 quando os estudantes utilizaram recursos que exploravam o campo visual. Para as autoras, o funcionamento da ferramenta precisa ser compreendido pelo professor para que conteúdos sejam adaptados de maneira pertinente. Isso reforça a diferença entre exposição visual e pedagogia visual: na primeira, há apenas presença de imagens; na segunda, a visualidade participa intencionalmente da elaboração do conteúdo, da interação e da produção de sentidos.

A cognição, nessa direção, deve ser compreendida como processo situado e mediado. Machado, Ludovico e Barcellos (2023, p. 281-282) defendem que tecnologias, materiais digitais e audiovisuais podem funcionar como instrumentos de mediação das ações e das interações sociais. Para os autores, aplicativos, fóruns, chats, videoconferências, redes sociais e ambientes virtuais criam situações nas quais a produção de conhecimento pode ser compartilhada. Tal enfoque desloca a análise do recurso isolado para as atividades que se realizam com ele. Um fórum em Libras, por exemplo, não é pedagogicamente relevante apenas por aceitar vídeo, mas porque pode sustentar argumentação, resposta, negociação de significados e construção coletiva de conhecimento.

No campo da educação bilíngue, essa articulação entre visualidade e língua assume função constitutiva. Alcântara e Galasso (2023, p. 217-221) argumentam que a aquisição da Libras e o acesso

ao português escrito integram um processo que envolve identidade, comunicação e compreensão do mundo. Os autores também defendem a necessidade de ambientes que favoreçam aprendizagem por meios adequados às singularidades linguísticas da criança surda. Quando recursos digitais são utilizados nesse contexto, sua função não deve ser substituir a língua de sinais, mas ampliar situações em que a Libras, a escrita, a imagem e a interação possam operar de modo complementar.

Tecnologias digitais como instrumentos de mediação pedagógica

A mediação pedagógica constitui um eixo decisivo para compreender por que a mesma tecnologia pode produzir resultados distintos em contextos diferentes. Os estudos analisados insistem que a presença do dispositivo não garante aprendizagem. Torres e Martins (2023, p. 7) afirmam que as TICs podem contribuir para uma mediação significativa entre estudante e conhecimento, mas precisam ser acompanhadas de novas propostas metodológicas. Silva e Daróz (2023, p. 101-103) chegam a conclusão semelhante ao observar que materiais tecnológicos adaptados ampliam oportunidades de aprendizagem quando vinculados a intervenção docente, diagnóstico das dificuldades e planejamento das atividades.

A mediação, portanto, envolve selecionar recursos, organizar tarefas, antecipar barreiras linguísticas, criar suportes visuais,

acompanhar processos e promover interação. Nesse quadro, o professor não perde relevância diante da tecnologia. Ao contrário, sua atuação torna-se mais complexa, porque precisa articular objetivos curriculares, acessibilidade, Libras, português escrito, repertórios dos estudantes e possibilidades do ambiente digital. A tecnologia pode oferecer diferentes percursos, feedback, registros de desempenho e objetos multimodais, mas é a intencionalidade pedagógica que define como esses elementos se relacionam com o conhecimento a ser construído.

Campos, Luz e Santos (2020, p. 152) chamam atenção para essa questão ao revisar softwares educacionais voltados a estudantes surdos. Em uma citação de citação recuperada pelos autores, Petry (1997 apud Valente, 1999, p. 66) propõe que a discussão não se restrinja à escolha do “software ideal”, mas examine o que se entende por aprendizagem, as condições que a favorecem e as práticas pedagógicas que podem ser repensadas. Essa formulação é particularmente pertinente para a educação de surdos, pois impede que acessibilidade seja confundida com simples disponibilidade de uma ferramenta e exige que se avalie a qualidade da interação entre recurso, língua, tarefa e sujeito.

A revisão de Campos, Luz e Santos (2020, p. 153-160) mostra diversidade de softwares empregados no ensino de Libras, de língua portuguesa e de conteúdos escolares, incluindo jogos, dicionários,

tradutores, ambientes virtuais e objetos de aprendizagem. Os autores também identificam experiências em que a produção digital favorece autoria, criatividade, interação e autonomia. O dado é relevante para uma concepção de cognição que valoriza atividade e participação: aprender não consiste apenas em receber um conteúdo adaptado, mas em produzir, experimentar, resolver problemas, comunicar-se e reorganizar saberes com apoio de instrumentos culturais.

No ensino de português como L2, Costa (2020, p. 2-5) aponta que a combinação entre recursos visuais e tecnologias digitais pode tornar o acesso ao conhecimento mais adequado à modalidade visual-espacial da Libras. Já Silva e Daróz (2023, p. 96-103) analisam uma plataforma adaptativa utilizada em uma escola bilíngue e mostram que o acompanhamento por relatórios, atividades específicas, videoaulas e exercícios pode ser incorporado à prática docente. Nesses casos, a personalização do percurso não deve ser lida como automatização do ensino: os dados da plataforma precisam ser interpretados pelo professor e convertidos em decisões pedagógicas.

A experiência de mediação também aparece nos ambientes virtuais. Goes e Santarosa (2017, p. 208-210) associam a autonomia da educação a distância à necessidade de professores e tutores atuarem como mediadores. O ambiente oferece fóruns, chats e postagens que podem sustentar trocas entre estudantes, mas a interação precisa ser planejada para promover desafios, colaboração e avanço na

aprendizagem. O princípio é especialmente importante para sujeitos surdos porque a mediação deve estar associada à acessibilidade linguística e visual do próprio ambiente.

Em sua revisão sobre formação no ensino superior, Silva e Viana (2023, p. 11-16) também identificam que práticas digitais podem favorecer protagonismo e autonomia, mas destacam demandas de formação docente e de produção de materiais específicos. Esse aspecto evita uma interpretação tecnocêntrica. A inovação depende de professores capazes de selecionar, adaptar, produzir e avaliar recursos, bem como de instituições que ofereçam infraestrutura e condições de trabalho. Sem esses elementos, o uso das tecnologias tende a permanecer pontual, improvisado ou limitado a funções instrumentais.

A noção de mediação, assim, permite compreender o vínculo entre tecnologia e cognição de modo não determinista. O recurso digital amplia possibilidades de representação, memória externa, comunicação e ação, mas seus efeitos dependem das práticas em que é inserido. Uma plataforma pode estimular autonomia ou apenas reproduzir exercícios mecânicos; um vídeo em Libras pode promover elaboração conceitual ou funcionar como tradução periférica; um jogo pode gerar resolução de problemas ou apenas repetição. O critério de análise deve ser a qualidade das relações pedagógicas e dos processos de significação produzidos na atividade.

Ambientes virtuais, bilinguismo, interação e protagonismo surdo

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) são um campo privilegiado para observar a articulação entre tecnologia, linguagem e cognição. Para estudantes surdos, a acessibilidade de um AVA não se reduz à presença eventual de uma janela de Libras. O ambiente precisa considerar navegação, organização da informação, legibilidade visual, possibilidade de produção em vídeo, comunicação síncrona e assíncrona, acesso ao português escrito e mecanismos de interação que respeitem a língua e a cultura surdas. Machado, Ludovico e Barcellos (2023, p. 279-282) defendem que ambientes voltados às línguas de sinais sejam acessíveis e bilíngues e possam constituir comunidades de prática nas quais o conhecimento seja produzido em interação.

A pesquisa de Goes e Santarosa (2017, p. 207-210) oferece elementos concretos para essa discussão ao analisar experiências de estudantes surdos no curso de Letras/Libras em modalidade a distância. As autoras destacam a mediação da aprendizagem e mostram que acessibilidade e atuação de professores/tutores precisam funcionar de forma articulada. O estudante pode beneficiar-se da flexibilidade e do controle sobre o percurso de estudo, mas tais potencialidades são reduzidas quando as ferramentas e os materiais não atendem às necessidades linguísticas e visuais.

Nesse processo de mediação, não se pode esquecer que esse sujeito tem como língua materna a Língua de Sinais e sua aprendizagem apoiada na visão. As ferramentas de acessibilidade para surdos, nas quais a imagem deve estar presente, respeitando a modalidade viso-gestual da língua de sinais, estão disponíveis em alguns ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, porém ainda encontramos muitos espaços de EaD que não contemplam essas necessidades dos alunos surdos. A utilização da webcam para gravação de arquivos de vídeo, sua postagem desses arquivos em fóruns, janelas com intérprete de Libras, videoconferências e outros recursos de acessibilidade para surdos são indicadores de qualificação de um ambiente virtual de aprendizagem, demonstrando uma preocupação real com a efetiva participação e aprendizagem destes sujeitos. Importante salientar que as mediações têm que estar associadas à acessibilidade do ambiente virtual, já que, como colocado anteriormente, para ser efetiva a aprendizagem, a mediação tem de considerar as características dos sujeitos com os quais interage. O importante e necessário é que estes modelos de ensino-aprendizagem sejam adequados ao surdo em função da sua diversidade linguística, de seu meio visual de captação das informações e de seus canais de comunicação viso-gestuais. A língua de sinais é considerada a primeira língua para a comunidade surda e, portanto, é adequado que os ambientes de ensino-aprendizagem disponibilizem estratégias para a tradução Português/Libras (Goes; Santarosa, 2017, p. 210).

A acessibilidade descrita na citação não deve ser compreendida como elemento adicional, acrescentado após o ambiente estar pronto. Ela participa da própria concepção pedagógica da interface. Luz *et al.* (2024, p. 4-6) demonstram essa necessidade ao trabalhar com design participativo e com a análise dos sistemas de significação de

estudantes surdos. Quando os usuários participam da elaboração das interfaces, suas experiências anteriores, expectativas, modos de navegação e repertórios visuais passam a informar o desenvolvimento tecnológico. Essa participação é cognitivamente relevante porque aproxima a estrutura da ferramenta dos modos pelos quais os sujeitos organizam e interpretam a informação.

Luz *et al.* (2024, p. 5) observam que a metodologia utilizada em seu estudo buscou representar sistemas de significação presentes nos modelos mentais dos estudantes surdos e torná-los coautores do ambiente. Trata-se de mudança importante no modo de conceber acessibilidade: em vez de adaptar um produto originalmente orientado por pressupostos ouvintes e por lógicas predominantemente textuais, procura-se incorporar o usuário surdo no processo de definição de requisitos. Desse modo, protagonismo não é apenas um objetivo pedagógico futuro; pode ser princípio de desenvolvimento da própria tecnologia.

A proposta de Esdras e Galasso (2020, p. 3-6) oferece outra expressão desse movimento. Os autores descrevem um ambiente bilíngue no qual a Libras ocupa lugar central e no qual ferramentas como mapas mentais, fóruns bilíngues, repositórios e trilhas de aprendizagem organizam uma rede de interações. A experiência é apresentada como forma de afastar o estudante da posição de espectador passivo, valorizando colaboração e autonomia. A

combinação entre língua de sinais, multimídia e participação permite pensar o AVA como ecossistema de aprendizagem e não apenas como depósito de arquivos.

Considerando o público-alvo do curso, a proposição do desenvolvimento do primeiro Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) em Libras caracteriza-se como uma ferramenta emancipatória dos estudantes surdos, na qual a língua de sinais aparece sempre como primeira língua. Esse lócus de realização é o instrumento de produção e disseminação de conteúdos diversos (objetos digitais de aprendizagem bilíngues) do currículo do curso e tem como característica a desterritorialização comum ao espaço cibernético, integrando agentes de ensino por meio de uma interação cognitiva potencializada (jogos, wikis, mapas mentais, fóruns etc.). [...] As ferramentas que instrumentalizam a proposta de educação on-line do curso de Pedagogia Bilíngue são facilitadoras do estabelecimento de relações privilegiadas entre alunos e professor, incentivando a construção de novos esquemas visuais e estruturas cognitivas. Tais mudanças vão sendo, aos poucos, incorporadas ao cotidiano e resultam em um novo contexto de interação e troca, por meio da língua de sinais e da partilha de informação (Esdras; Galasso, 2020, p. 6).

A ideia de interação cognitiva potencializada é útil para compreender a contribuição dos ambientes digitais à aprendizagem. Jogos, mapas mentais, fóruns e wikis não são apenas formatos de conteúdo; são dispositivos que distribuem ações, registram processos, permitem revisões e tornam visíveis relações entre ideias. Em um contexto bilíngue, esses recursos podem articular vídeos em Libras,

escrita e imagens, criando condições para que diferentes modos de representação participem da elaboração conceitual. A aprendizagem colaborativa amplia ainda a possibilidade de que estudantes expliquem, questionem e reconstruam sentidos com seus pares.

Machado, Ludovico e Barcellos (2023, p. 279-282) acrescentam que os ambientes virtuais podem favorecer comunidades de prática nas quais surdos, ouvintes e profissionais ligados à língua de sinais compartilhem conhecimentos. Essa dimensão social importa porque a cognição, nesse contexto, é inseparável das práticas de linguagem. Interagir em Libras, comentar uma produção, responder a um vídeo ou construir coletivamente um material são ações que envolvem memória, atenção, comparação, argumentação e posicionamento. A tecnologia amplia o espaço de circulação dessas práticas, mas precisa preservar a acessibilidade e a legitimidade da língua de sinais.

Construção de sentidos, interfaces digitais e limites da automação

A expressão “construção de sentidos” permite avançar para além de uma concepção de tecnologia como canal neutro de transmissão. Informações não chegam ao estudante com significado pronto; são interpretadas a partir de repertórios linguísticos, culturais e experienciais. Na educação de surdos, a forma de apresentação do

conteúdo, a possibilidade de uso da Libras, a organização visual e o contexto de interação influenciam diretamente a compreensão. Por isso, a acessibilidade não pode ser avaliada somente pela existência de uma tradução ou de um recurso visual, mas pela qualidade semiótica e pedagógica do conjunto.

Gilaverte, Ávila e Santos (2022, p. 5-6) evidenciam esse problema ao analisar ferramentas de tradução automática entre língua portuguesa e Libras. Os autores reconhecem que tais aplicativos ampliam possibilidades comunicacionais e podem apoiar vocabulário, mas ressaltam que a língua envolve história, cultura, contexto e singularidades que excedem a seleção automática de correspondências. Em síntese, “os tradutores automáticos dão conta de suprir uma parte das demandas comunicacionais” (Gilaverte; Ávila; Santos, 2022, p. 5), e justamente essa ideia de parcialidade precisa orientar o uso educacional desses recursos.

Quando um sistema realiza tradução literal, existe o risco de tratar Libras como mera transposição lexical do português, ignorando sua gramática e as condições de enunciação. A consequência pedagógica é relevante: o estudante pode receber uma sequência formalmente traduzida sem que o conteúdo se torne efetivamente compreensível. Gilaverte, Ávila e Santos (2022, p. 5-6) argumentam que a criação de sentidos contém dimensões que a tecnologia automática não consegue suprir integralmente. Assim, tradutores

devem funcionar como recursos complementares, não como substitutos da mediação linguística e pedagógica qualificada.

O mesmo princípio se aplica às interfaces. Luz *et al.* (2024, p. 4-6) mostram que modelos mentais dos usuários, sistemas culturais de significação e desenho da informação precisam ser considerados no desenvolvimento de ambientes virtuais. Um botão, um ícone, uma hierarquia visual ou uma janela de vídeo podem parecer intuitivos ao projetista e, ainda assim, gerar ruído para o usuário. A acessibilidade cognitiva envolve previsibilidade, coerência, reconhecimento dos signos e possibilidade de construir um modelo de funcionamento do ambiente.

Nesse ponto, a participação do estudante surdo no design da tecnologia adquire dupla importância. Primeiro, contribui para identificar barreiras que avaliações puramente técnicas podem não perceber. Segundo, reconhece o usuário como produtor de conhecimento sobre sua própria experiência de interação. Luz *et al.* (2024, p. 4-5) descrevem uma abordagem em que participantes surdos elaboram protótipos e ajudam a explicitar requisitos de interface. A tecnologia torna-se, então, objeto de negociação e produção compartilhada de sentidos.

A construção de sentidos também aparece no ensino de L2. Silva e Daróz (2023, p. 101-104) mostram que a mediação tecnológica pode favorecer apreensão mais significativa da língua portuguesa

quando se articula a recursos adaptados e à exploração do campo visual. Costa (2020, p. 2-5) reforça a importância de combinar imagens, Libras, escrita e atividades digitais. O ponto comum é que aprender uma segunda língua não consiste em converter sinais em palavras isoladas: envolve compreender usos, relações semânticas, gêneros, contextos e formas de participação discursiva.

Por isso, as tecnologias devem ser avaliadas não apenas por sua eficiência operacional, mas por sua capacidade de sustentar práticas de significação. Um recurso que produz respostas rápidas, mas descontextualizadas, pode ser tecnicamente sofisticado e pedagogicamente limitado. Em contraste, uma ferramenta simples que possibilita ao estudante registrar um vídeo em Libras, compará-lo com textos, receber retorno do professor e discutir com os pares pode gerar processos cognitivos e linguísticos mais ricos. O critério educacional é a qualidade da atividade mediada e não o grau de novidade do dispositivo.

Tendências emergentes: realidade aumentada, inteligência artificial e aprendizagem visual

As tecnologias emergentes ampliam o repertório de possibilidades e, ao mesmo tempo, tornam mais urgente a avaliação pedagógica. Nascimento, Dessbesel e Zarpelon (2026, p. 7-8) mapearam estudos sobre tecnologias digitais no ensino de Matemática

para estudantes surdos e identificaram presença de realidade aumentada, realidade virtual e inteligência artificial. A realidade aumentada aparece com maior recorrência, especialmente em conteúdos geométricos, nos quais visualização e manipulação de formas podem apoiar a compreensão conceitual. O estudo também registra experiências com inteligência artificial voltadas à análise de processos cognitivos e estratégias de resolução de problemas, embora ainda concentradas em contextos experimentais.

Esses resultados mostram que o potencial da tecnologia está relacionado à natureza do conteúdo e à atividade proposta. Em geometria, recursos tridimensionais podem tornar relações espaciais manipuláveis e favorecer exploração visual. Em outros campos, ferramentas de inteligência artificial podem oferecer feedback, apoiar análise de desempenho ou personalizar percursos. Entretanto, a presença de recursos avançados não elimina questões já observadas nas tecnologias mais tradicionais: acessibilidade linguística, qualidade das representações, formação docente, desenho curricular e possibilidade de participação ativa do estudante continuam centrais.

Nascimento, Dessbesel e Zarpelon (2026, p. 7-8) alertam para limitações metodológicas recorrentes nas pesquisas mapeadas, como amostras reduzidas, intervenções de curta duração e baixa integração curricular. Esse dado recomenda cautela diante de discursos de solução tecnológica. Resultados positivos em experiências controladas

precisam ser examinados em situações escolares reais, com diversidade de perfis linguísticos, diferentes etapas de escolarização e condições institucionais variadas. A inovação precisa ser acompanhada por investigação de longo prazo e por critérios pedagógicos que considerem não apenas engajamento imediato, mas aprendizagem, autonomia e apropriação conceitual.

As tecnologias assistivas analisadas por Alcântara e Galasso (2023, p. 217-225) ajudam a ampliar esse raciocínio. Os autores tratam a tecnologia como parte de estratégias que podem favorecer autonomia e participação na educação bilíngue, especialmente quando articuladas à Libras e ao português escrito. Assim, mesmo quando se trabalha com inteligência artificial ou realidade aumentada, o princípio permanece: a ferramenta deve responder às necessidades do sujeito, apoiar participação e reduzir barreiras, e não impor ao estudante uma lógica de uso desvinculada de sua língua e de sua experiência.

A tendência mais promissora, portanto, não está em uma tecnologia específica, mas na convergência entre recursos digitais, visualidade, acessibilidade, mediação e protagonismo. Plataformas bilíngues, objetos interativos, realidade aumentada, vídeos, mapas mentais e sistemas de inteligência artificial podem compor ecossistemas de aprendizagem desde que sejam organizados por objetivos educacionais claros. Quando esse vínculo se perde, a inovação corre o risco de se limitar ao efeito de novidade; quando se

preserva, a tecnologia pode ampliar possibilidades de conhecer, expressar-se e participar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada permite concluir que a relação entre tecnologias digitais e cognição na educação de surdos deve ser compreendida a partir de três dimensões inseparáveis: visualidade, mediação pedagógica e construção de sentidos. Os estudos examinados indicam que recursos digitais podem ampliar o acesso à informação, favorecer interações em Libras, apoiar a aprendizagem do português escrito, criar ambientes colaborativos e oferecer formas diversificadas de representação. Contudo, esses resultados dependem de uma concepção pedagógica que reconheça a língua de sinais, a experiência visual e a participação do estudante como componentes estruturantes do processo educativo.

A visualidade não deve ser tratada como atributo superficial dos materiais. Ela participa da organização da informação, da elaboração conceitual e das formas de interação. Imagens, vídeos, animações, representações espaciais, mapas mentais e interfaces visuais tornam-se pedagogicamente relevantes quando vinculados a tarefas que permitam comparar, interpretar, argumentar, resolver problemas e construir relações entre conceitos. A Libras ocupa posição central nesse processo, pois não é um recurso auxiliar de

tradução, mas uma língua por meio da qual o estudante surdo pode interagir, produzir conhecimento e posicionar-se diante do mundo.

A mediação docente emerge como condição para que as potencialidades tecnológicas se concretizem. A literatura analisada rejeita a ideia de que o simples acesso a computadores, aplicativos ou plataformas garanta aprendizagem. Professores e tutores precisam selecionar recursos, organizar percursos, adequar materiais, propor situações-problema, acompanhar dificuldades e promover colaboração. Do mesmo modo, as instituições precisam assegurar formação profissional, infraestrutura e políticas de acessibilidade. Sem essas condições, a tecnologia tende a reproduzir barreiras existentes ou a criar novas formas de exclusão digital e linguística.

Os ambientes virtuais oferecem exemplos expressivos dessa exigência. Quando planejados de maneira bilíngue, com possibilidade de produção em vídeo, organização visual coerente e mecanismos de interação, podem favorecer autonomia, protagonismo e aprendizagem colaborativa. Quando estruturados exclusivamente segundo lógicas do português escrito, podem deslocar para o estudante a responsabilidade de superar barreiras que deveriam ter sido consideradas no projeto. A participação de usuários surdos no desenvolvimento das interfaces constitui, por isso, caminho relevante para aproximar a tecnologia dos sistemas de significação e das práticas culturais de seus destinatários.

Também se constatou que a construção de sentidos representa um limite importante à automação. Tradutores e avatares podem apoiar comunicação, vocabulário e acesso inicial a determinados conteúdos, mas não substituem a complexidade contextual da língua nem a mediação humana. A educação não pode reduzir a Libras a correspondências lexicais entre sinais e palavras. O sentido é produzido na interação, na história, na cultura e nas situações concretas de uso; por isso, a tecnologia deve integrar-se a práticas linguísticas vivas e pedagogicamente orientadas.

Quanto às tendências emergentes, realidade aumentada, realidade virtual e inteligência artificial apresentam possibilidades relevantes para visualização, interação e investigação de processos cognitivos. Todavia, as evidências ainda revelam limites metodológicos e baixa integração curricular em parte das pesquisas. Isso significa que o avanço técnico precisa ser acompanhado por estudos mais prolongados, diversificados e centrados em situações educacionais reais. O desafio não é apenas desenvolver ferramentas mais sofisticadas, mas produzir conhecimento sobre como elas podem contribuir, efetivamente, para a aprendizagem de estudantes surdos em contextos bilíngues.

Em síntese, tecnologias digitais podem constituir instrumentos potentes de mediação e de ampliação da experiência educacional, desde que sejam concebidas como parte de uma ecologia de

aprendizagem na qual língua, visualidade, interação e cultura estejam articuladas. A inovação pedagogicamente significativa ocorre quando o estudante surdo deixa de ser destinatário de adaptações e passa a ocupar posição de sujeito do conhecimento, participante das decisões e produtor de sentidos. Nessa direção, a tecnologia não substitui o professor, a Libras ou a experiência social; ela amplia possibilidades de ação quando construída e utilizada em diálogo com esses elementos.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, Joceli Alves de Souza; GALASSO, Bruno. Educação bilíngue para surdos: tecnologias assistivas na pré-escola. **Revista SCIAS**. Direitos Humanos e Educação, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 214-239, jan./jun. 2023. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/sciasdireitoshumanoseducacao/article/view/7443>. Acesso em: 02 jul. 2026.
- CAMPOS, Magaly Liliane Chaves; LUZ, Héllen Souza; SANTOS, George França dos. Uma revisão de estudos sobre o uso de tecnologias digitais educacionais para o ensino-aprendizagem da comunidade surda. **Humanidades & Inovação**, Palmas, v. 7, n. 9, p. 150-165, 2020. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/2192>. Acesso em: 08 jul. 2026.

COSTA, Kleber Martiniano. Tecnologias digitais de comunicação e informação em aulas de português como L2 para surdos. **Revista Sinalizar**, Goiânia, v. 5, e63600, 2020. DOI: 10.5216/rs.v5.63600. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/rs.v5.63600>. Acesso em: 15 jul. 2026.

ESDRAS, Dirceu; GALASSO, Bruno. A educação de surdos em paralaxe: o desenvolvimento de um modelo colaborativo de aprendizagem. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 19, n. 1, 2020. DOI: 10.17143/rbaad.v19i1.427. Disponível em: <https://doi.org/10.17143/rbaad.v19i1.427>. Acesso em: 22 jul. 2026.

GILAVERTTE, Raquel; ÁVILA, Paulo Muniz de; SANTOS, Lucas Delbello. Tecnologias digitais para surdos: (im)possibilidades na apreensão de sentidos. Educação, Ciência e Cultura, **Canoas**, v. 27, n. 1, p. 1-19, 2022. DOI: 10.18316/recc.v27i1.8616. Disponível em: <https://doi.org/10.18316/recc.v27i1.8616>. Acesso em: 28 jul. 2026.

GOES, Camila Guedes Guerra; SANTAROSA, Lucila Maria Costi. Experiência com alunos surdos no ambiente virtual de aprendizagem do curso de Letras/Libras/UFSC. **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 207-221, maio/ago. 2017. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/63701>. Acesso em: 31 jul. 2026.

LUZ, Hellen Souza; SANTOS, George França dos; IRIGON, Simone Lima de Arruda; SOARES, Ricardo Loureiro. Quebrando a barreira comunicacional em ambientes virtuais de aprendizagem voltados a aprendizes surdos. **EaD em Foco**, v. 14, n. 1, e2184, 2024. DOI: 10.18264/eadf.v14i1.2184. Disponível em: <https://doi.org/10.18264/eadf.v14i1.2184>. Acesso em: 02 set. 2026.

MACHADO, Aline Dubal; LUDOVICO, Francieli Motter; BARCELLOS, Patrícia da Silva Campelo Costa. Língua de sinais e ambientes virtuais de aprendizagem: mapeamento sistemático da literatura. **Revista da FAEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 32, n. 69, p. 277-290, jan./mar. 2023. DOI: 10.21879/faeoba2358-0194.2023.v32.n69.p277-290. Disponível em: <https://doi.org/10.21879/faeoba2358-0194.2023.v32.n69.p277-290>. Acesso em: 04 set. 2026.

NASCIMENTO, Uanderson do Carmo; DESSBESEL, Renata da Silva; ZARPELON, Edinéia. Tecnologias digitais no ensino de matemática para estudantes surdos: tendências e limites a partir de um mapeamento sistemático (2015–2026). **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 15, n. 37, p. 1-12, maio/ago. 2026. DOI: 10.33871/rpem.2026.15.37.11849. Disponível em: <https://doi.org/10.33871/rpem.2026.15.37.11849>. Acesso em: 05 set. 2026.

PALAVISSINI, Clarice Fabiano Costa; LIMA, Kelly Regina Linzmeier de; CASTRO, Luciana Paula Vieira de; LIMA, Dartel Ferrari de. Tecnologias digitais de informação e comunicação na aquisição de conhecimentos científicos para alunos surdos: uma revisão integrativa da literatura. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 16, e383101623998, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i16.23998. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23998>. Acesso em: 07 set. 2026.

SILVA, Lilian Cristina Lopes e; DARÓZ, Elaine Pereira. A importância do uso das tecnologias digitais para o ensino-aprendizagem para surdos: uma abordagem discursiva. *In Revista*, v. 15, n. 1, p. 94-106, 2023. Disponível em: <https://revistas.unaerp.br/inrevista/article/view/3056>. Acesso em: 08 set. 2026.

SILVA, Lidiane Pereira; VIANA, Flávia Roldan. Uso de tecnologias digitais na formação de estudantes surdos no ensino superior: uma revisão de literatura. **Plurais – Revista Multidisciplinar**, Salvador, v. 8, n. 00, e023020, 2023. DOI: 10.29378/plurais.v8i00.17622. Disponível em: <https://doi.org/10.29378/plurais.v8i00.17622>. Acesso em: 09 set. 2026.

TORRES, Regina Célia; MARTINS, Vanessa Regina de Oliveira. Revisão sistemática sobre o uso da tecnologia no processo educativo de estudantes surdos. **Educação**, Santa Maria, v. 48, 2023. DOI: 10.5902/1984644465147. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1984644465147>. Acesso em: 11 set. 2026.

VALENTE, José Armando. O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: **Unicamp/NIED**, 1999.