CAPÍTULO 8

RECURSOS VISUAIS, JOGOS E TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ESTUDANTES SURDOS: ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS BILÍNGUES E VISUAIS

https://doi.org/10.68044/kqeb2p66

Rafael da Cunha Braga [1]
Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

Simone Quirgo de Sousa Braga [2]
Mestrado Academic Council Of Logos Universilty Internacional.

Marcos Pretto [3]
Mestre da Tradução pela UNB- Universidade Federal Brasília e Instituição no CAS- Goiânia

Rivaldo Pereira da Costa [4]
Especialista em Docência da Língua Brasileira de Sinais (Libras) pela UNITENSE e graduado em Letras-Libras pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Alessandro Sena De Oliveira [5]
Mestrando em Letras pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).

Marcilio de Carvalho Vasconcelos [6]
Doutorando em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

RESUMO: Este artigo analisa as contribuições de recursos visuais, jogos e tecnologias digitais para o ensino de Matemática a estudantes surdos, considerando a centralidade da Libras, da visualidade e de práticas pedagógicas bilíngues. A discussão fundamenta-se em produção científica sobre educação matemática de surdos, pedagogia visual, materiais manipuláveis, jogos didáticos, ambientes digitais e videoaulas em Libras. Os estudos examinados indicam que imagens, animações, materiais concretos, jogos, softwares, vídeos e ambientes interativos podem favorecer a compreensão de conceitos, a participação, a autonomia e a produção de significados matemáticos, desde que articulados à língua de sinais e às experiências visuais dos estudantes. Argumenta-se que a tecnologia, isoladamente, não assegura acessibilidade, sendo necessária mediação pedagógica qualificada, planejamento bilíngue e participação ativa dos estudantes surdos. Conclui-se que práticas integradas, visuais e linguisticamente acessíveis ampliam possibilidades de aprendizagem matemática e contribuem para uma educação bilíngue comprometida com diferenças linguísticas e culturais em diferentes contextos educacionais contemporâneos.

Palavras-chave: Educação Matemática; Educação de Surdos; Pedagogia Visual; Jogos Pedagógicos; Tecnologias Digitais.

INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática para estudantes surdos situa-se em uma interface que envolve linguagem, visualidade, cultura, formas de representação e mediação pedagógica. Embora os conteúdos matemáticos façam parte do currículo comum, as condições de acesso a conceitos, procedimentos, problemas e diferentes registros de

representação não podem ser consideradas independentes das experiências linguísticas dos estudantes. Nesse campo, a Libras ocupa posição decisiva, não apenas como um instrumento de comunicação entre professor, intérprete e estudante, mas como língua capaz de organizar interações, sustentar explicações, favorecer a negociação de significados e participar da construção do pensamento matemático. Miranda e Miranda (2011, p. 31) já destacavam a importância do uso da Libras para alcançar o raciocínio lógico-matemático e o letramento matemático do estudante surdo, chamando atenção para a necessidade de práticas docentes que reconheçam suas singularidades.

A discussão torna-se ainda mais relevante quando se considera que a Matemática mobiliza diferentes linguagens e sistemas de representação. Números, símbolos, gráficos, tabelas, desenhos, diagramas, formas geométricas, expressões algébricas e situações-problema exigem processos de leitura, comparação, generalização e abstração. Para estudantes surdos, esses processos podem ser potencializados quando o trabalho pedagógico articula a língua de sinais aos recursos visuais, à manipulação de objetos e a ambientes em que o conhecimento matemático possa ser representado por diferentes modos. Fernandes e Healy (2016, p. 237), ao investigarem a emergência do pensamento algébrico, mostraram que aprendizes surdos puderam analisar representações visuais de sequências numéricas e modelá-las com apoio do ambiente digital Mathsticks,

evidenciando que a produção de pensamento matemático não depende exclusivamente de registros alfanuméricos.

A visualidade, entretanto, não deve ser reduzida à presença de figuras coloridas, projeções ou materiais concretos. No campo da educação de surdos, ela está associada às formas pelas quais sujeitos sinalizantes interagem, produzem sentidos e organizam experiências. Grützmann, Lebedeff e Alves (2019, p. 89) defendem que a imagem e os recursos visuais precisam participar da construção conceitual, e não funcionar como elementos ornamentais. Essa compreensão desloca o debate de uma lógica de adaptação superficial para uma pedagogia que concebe o visual como dimensão estruturante do planejamento, da apresentação dos conteúdos e das interações em sala de aula.

Tal perspectiva é confirmada pelo levantamento de Batista, Kumada e Benitez (2023), que identificou, entre as estratégias documentadas para o ensino de Matemática a estudantes surdos, o uso de lousa, slides, escrita, ilustrações, materiais manipuláveis, software e videoaulas. A diversidade de recursos encontrada na literatura sugere que não existe um único material capaz de responder a todas as demandas pedagógicas. Ao contrário, a eficácia depende das relações estabelecidas entre objetivo matemático, língua de instrução, mediação docente, experiência visual, contexto de uso e participação dos estudantes.

A revisão sistemática mais recente de Minholi e Rocha (2026, p. 17-19) reforça esse diagnóstico. Os autores observaram a presença de sequências didáticas, materiais manipulativos, recursos digitais, vídeos, softwares e glossários, mas também constataram que, entre quinze trabalhos analisados, somente cinco apresentavam a Libras diretamente inserida no recurso produzido. O dado é significativo porque um material pode ser visualmente atrativo e, ainda assim, permanecer linguisticamente pouco acessível quando depende integralmente de explicações em Língua Portuguesa ou da presença permanente de uma terceira pessoa para mediar seu uso. A acessibilidade pedagógica, portanto, envolve mais que disponibilizar tecnologia ou imagens: requer pensar a língua, o conteúdo e a forma de interação desde a concepção do recurso.

Os jogos constituem outro eixo relevante. Em Matemática, atividades lúdicas podem favorecer formulação de estratégias, tomada de decisão, antecipação de resultados, comparação de quantidades, cálculo, resolução de problemas e argumentação. No caso de estudantes surdos, jogos podem ainda criar situações compartilhadas de interação entre Libras, elementos visuais, regras, objetos e conceitos matemáticos. Amorim, Carneiro e Carneiro (2024, p. 1-2) investigaram uma proposta com a “Roleta da Aprendizagem”, voltada às quatro operações fundamentais, e destacaram a possibilidade de combinar jogo, recursos concretos e Libras em atividades com

estudantes surdos e ouvintes. De modo semelhante, Moreira, Silva e Shimazaki (2023, p. 1601) desenvolveram intervenções sobre frações com atividades que utilizavam jogos e priorizavam o aspecto visual em Libras.

No âmbito digital, as possibilidades ampliam-se com softwares, aplicativos, vídeos, plataformas interativas e ambientes de aprendizagem. Peixoto e Diaz (2013, p. 185) observam que ambientes digitais podem favorecer representações semióticas pertinentes aos aprendizes surdos e criar espaços de participação, colaboração e produção de significados matemáticos. Galvão *et al*. (2016, p. 271), por sua vez, ressaltam que o uso de tecnologias requer tanto o conhecimento técnico-pedagógico do professor quanto condições para que o estudante tenha acesso e desenvolva autonomia no uso das ferramentas. Desse modo, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) não devem ser tratadas como solução automática para os problemas da escolarização de surdos.

Uma experiência particularmente expressiva dessa articulação é o projeto MathLibras, desenvolvido na Universidade Federal de Pelotas. Os estudos de Grützmann, Alves e Lebedeff (2020), Grützmann, Lebedeff e Alves (2019), Grützmann et al. (2023) e Lebedeff e Grützmann (2024) mostram um percurso de produção de vídeos de Matemática em Libras no qual a equipe passou a considerar, de modo cada vez mais explícito, o protagonismo da língua de sinais,

a presença de atores surdos, o uso de imagens, animações, legendas, descrições imagéticas, classificadores e princípios da gramática visual. Esse conjunto de trabalhos é relevante porque evidencia que produzir um recurso "para surdos" não se resume a traduzir para Libras um material originalmente concebido para ouvintes.

Também os recursos manipuláveis revelam possibilidades e limites. Arnoldo Jr., Ramos e Thoma (2013, p. 387-401) analisaram o Multiplano no desenvolvimento do pensamento geométrico e observaram que o recurso, associado à interação em Libras, favoreceu a emergência de classificadores e sinais. Sales, Penteado e Moura (2015, p. 1283) mostraram que a negociação de sinais para figuras geométricas pode envolver os estudantes na exploração das propriedades matemáticas das tarefas. Esses estudos indicam que materiais visuais e concretos ganham potência quando inseridos em práticas dialógicas nas quais o estudante participa da produção de sentidos, em vez de apenas observar demonstrações prontas.

Diante desse cenário, este artigo parte da seguinte questão: de que modo recursos visuais, jogos e tecnologias digitais podem contribuir para o ensino de Matemática a estudantes surdos quando articulados a estratégias pedagógicas bilíngues e visuais? O objetivo é analisar contribuições, possibilidades e limites desses recursos, discutindo as relações entre Libras, visualidade, materiais didáticos, ludicidade, tecnologias digitais e mediação docente. Trata-se de um

estudo bibliográfico, de abordagem qualitativa, construído a partir de artigos científicos diretamente relacionados à educação matemática de surdos e aos eixos que compõem o problema investigado.

A relevância da discussão está em compreender que a qualidade do ensino não decorre da simples presença de recursos diferenciados. Uma escola pode possuir projetores, computadores, jogos, materiais concretos e vídeos e, ainda assim, produzir barreiras se esses recursos forem utilizados sem planejamento linguístico, sem objetivos matemáticos claros ou sem considerar a participação do estudante surdo. Em sentido oposto, recursos relativamente simples podem adquirir grande valor pedagógico quando organizados em situações bilíngues, contextualizadas e visualmente significativas. A análise proposta, portanto, busca superar tanto a ideia de que a tecnologia resolveria por si mesma os desafios do ensino quanto a noção de que toda imagem seria automaticamente acessível ao estudante surdo.

A partir dessa compreensão, o referencial teórico é organizado em eixos complementares. Inicialmente, discutem-se as relações entre educação matemática, Libras e mediação bilíngue. Em seguida, aborda-se a visualidade e a pedagogia visual como fundamentos para a produção de materiais e práticas. Posteriormente, são analisados recursos manipuláveis, jogos, tecnologias digitais e produções audiovisuais, com destaque para experiências que valorizam o

protagonismo dos estudantes surdos. Por fim, discute-se a integração desses elementos no planejamento pedagógico e na formação docente, defendendo que recursos visuais, jogos e tecnologias são mais consistentes quando constituem partes de uma proposta educacional linguisticamente acessível e matematicamente intencional.

REFERENCIAL TEÓRICO

A educação matemática de estudantes surdos exige considerar, simultaneamente, a natureza dos objetos matemáticos e as condições linguísticas em que esses objetos são ensinados e discutidos. A Matemática possui formas próprias de registro e simbolização, mas sua aprendizagem ocorre por meio de interações humanas, explicações, perguntas, comparações, negociações, exemplos e argumentações. Isso significa que a comunicação não é um elemento periférico. Ao contrário, ela participa da própria construção dos conceitos. Quando o estudante surdo não encontra uma língua de interação plenamente acessível, podem surgir barreiras que não decorrem de incapacidade para aprender Matemática, mas da forma pela qual o conhecimento é apresentado e mediado.

Miranda e Miranda (2011, p. 31) associam a compreensão da Libras ao desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e do letramento matemático. Essa perspectiva permite questionar práticas em que a Matemática é apresentada como se seus símbolos fossem

suficientes para garantir compreensão universal. Embora números e sinais operatórios possam ser reconhecidos em diferentes contextos, compreender uma situação-problema, distinguir relações, justificar um procedimento ou generalizar uma regularidade requer formas de linguagem e interação. Rodrigues, Thiengo e Penha (2023, p. 2-3) discutem justamente os limites da ideia de uma Matemática universal quando se observa a diversidade de sujeitos e modos de comunicação presentes nos espaços escolares.

A Libras, nessa direção, deve integrar as práticas matemáticas e não ser acionada somente nos momentos em que aparece uma dificuldade de comunicação. Em uma perspectiva bilíngue, ela pode constituir a língua na qual o estudante formula hipóteses, acompanha a explicação, pergunta, contesta, negocia sinais e descreve raciocínios. O português escrito permanece relevante, inclusive porque participa de materiais didáticos, avaliações, problemas e registros escolares; entretanto, sua presença precisa ser planejada considerando que os estudantes surdos podem relacionar-se com essa língua como segunda língua. Minholi e Rocha (2026, p. 3-4) situam a educação bilíngue de surdos na articulação entre Libras como primeira língua de instrução e Língua Portuguesa escrita como segunda língua, o que produz implicações concretas para a elaboração de materiais de Matemática.

Essa questão torna-se visível quando se analisa a produção de materiais. A revisão de Minholi e Rocha (2026, p. 19) constatou que

somente cinco, entre quinze trabalhos selecionados, possuíam a Libras inserida diretamente no recurso. Nos demais, predominava o português, tornando a aplicação dependente da mediação de intérprete ou professor. Tal resultado ajuda a diferenciar dois níveis de acessibilidade: um material pode ser utilizável em uma aula com intérprete, mas não necessariamente oferecer autonomia linguística para o estudante. A incorporação da Libras ao próprio recurso, especialmente em materiais digitais e videográficos, amplia a possibilidade de retomada independente e reduz a dependência de uma tradução simultânea para cada etapa da atividade.

O papel do intérprete é importante em muitos contextos escolares, mas a existência desse profissional não elimina a responsabilidade pedagógica do professor nem substitui a necessidade de materiais adequados. Galvão et al. (2016, p. 271-272) destacam que recursos tecnológicos só alcançam resultados positivos quando acompanhados de formação, domínio de ferramentas e condições de comunicação. A tecnologia pode favorecer a autonomia, mas não compensa, por si só, práticas que ignoram a língua do estudante. A mesma compreensão aparece em Rodrigues, Thiengo e Penha (2023), ao defenderem a Libras como elemento potencializador da aprendizagem matemática, sem reduzi-la a uma fórmula isolada capaz de garantir o ensino.

A aprendizagem matemática envolve ainda a construção e estabilização de um vocabulário específico. Em conteúdos como Geometria, Álgebra e Estatística, estudantes e professores podem encontrar conceitos para os quais determinados sinais não são conhecidos pelo grupo ou não aparecem nos materiais disponíveis. Sales, Penteado e Moura (2015, p. 1268-1283) analisaram situações nas quais estudantes surdos negociaram sinais relacionados a figuras geométricas. O processo não foi tratado como simples escolha lexical: a negociação exigiu observar propriedades dos objetos, discutir características e estabelecer acordos no grupo, ligando atividade linguística e exploração matemática. Assim, produzir ou negociar sinais pode constituir uma oportunidade de aprendizagem, desde que não seja uma imposição descontextualizada do professor.

O estudo de Arnoldo Jr., Ramos e Thoma (2013, p. 401) também revela essa interdependência entre língua e pensamento. Na experiência com o Multiplano, classificadores e sinais emergiram da interação com materiais visuais e da necessidade de representar conceitos geométricos. Os autores observaram que esses recursos podiam estabelecer elos entre a Libras e a Língua Portuguesa, mas também alertaram para o risco de se considerar o recurso visual como solução absoluta. A questão central não está em escolher entre língua e material, mas em articular ambos em práticas nas quais a produção de sentido seja possível.

Fernandes e Healy (2016, p. 237) ampliam a discussão ao mostrar que aprendizes surdos podem manifestar pensamento algébrico antes mesmo de recorrer a signos alfanuméricos convencionais. Ao analisar sequências numéricas visualmente e modelá-las no Mathsticks, os participantes mobilizaram formas de indeterminação, denotação e analiticidade. A criação de um signo compartilhado para representar a ideia de variável foi identificada como decisiva. A experiência sugere que a aprendizagem de Álgebra pode ser favorecida quando o professor observa as formas de expressão já mobilizadas pelos estudantes e cria pontes entre gestos, Libras, recursos visuais e notações matemáticas.

Em termos pedagógicos, essa abordagem implica reconhecer o estudante surdo como sujeito ativo da aula de Matemática. A prática bilíngue não consiste somente em duplicar mensagens em duas línguas. Ela requer criar condições para que o estudante explique estratégias em Libras, compare soluções, retome visualmente informações, registre procedimentos e tenha acesso aos conceitos em diferentes modos sem que um deles anule os demais. Moreira, Silva e Shimazaki (2023, p. 1601) mostram que intervenções sobre frações que combinaram abordagem bilíngue, jogos e prioridade ao aspecto visual em Libras produziram resultados positivos de assimilação do conteúdo pelos participantes.

A presença da Libras também modifica a organização do espaço e do tempo pedagógico. Uma aula fortemente visual demanda atenção ao posicionamento do professor, à visibilidade das mãos e expressões faciais, ao momento de apresentar uma imagem ou escrever no quadro e ao tempo necessário para alternar o olhar entre fonte visual, sinalização e registro. Quando todos os elementos aparecem simultaneamente, o estudante pode ser obrigado a escolher para onde olhar. Em vídeos, esse problema envolve tamanho e posição do sinalizante, legendas, animações e informações matemáticas. Em jogos, envolve regras, cartas, tabuleiros, objetos e sinalização. O planejamento bilíngue precisa, portanto, considerar a gestão da atenção visual como parte do ensino.

Esse ponto ajuda a compreender por que materiais adaptados posteriormente podem ser insuficientes. Quando um recurso é concebido inicialmente em português e apenas recebe uma janela de Libras, pode manter uma estrutura discursiva, uma densidade de texto ou uma organização visual pouco compatível com a recepção do estudante sinalizante. O percurso do MathLibras é ilustrativo: os estudos do projeto relatam uma passagem de uma lógica centrada na tradução para uma produção original em Libras, com retextualização, presença de atores surdos e uso intencional de recursos audiovisuais. A mudança representa uma concepção mais ampla de bilinguismo, na

qual a Libras participa da origem do material, e não somente de sua etapa final.

Por isso, pensar educação matemática bilíngue exige integrar três dimensões. A primeira é linguística, referente às condições de acesso e produção de sentidos em Libras e português escrito. A segunda é matemática, relativa à fidelidade conceitual, à progressão das tarefas e às formas de representação do objeto estudado. A terceira é pedagógica e cultural, ligada às experiências visuais, ao protagonismo do estudante, aos modos de interação e às escolhas de recursos. Quando essas dimensões são separadas, surgem materiais visualmente atraentes, mas conceitualmente frágeis, ou materiais matematicamente corretos, mas linguisticamente inacessíveis. A articulação entre elas é o fundamento para compreender o papel dos recursos visuais, jogos e tecnologias digitais discutidos nas seções seguintes.

A visualidade ocupa lugar central nas discussões contemporâneas sobre educação de surdos, mas sua incorporação ao ensino exige precisão conceitual. Não se trata de afirmar que todo estudante surdo aprende automaticamente melhor apenas porque uma atividade contém imagens. O que a literatura evidencia é a necessidade de organizar situações em que o visual participe da linguagem, da interação e da construção dos conceitos. Grützmann, Lebedeff e Alves (2019, p. 88-89) relacionam a experiência visual à utilização de pistas,

modelos e diferentes recursos, defendendo uma pedagogia visual capaz de criar condições de produção de sentidos.

A distinção entre imagem decorativa e recurso visual pedagógico é particularmente importante. Em materiais escolares, figuras são frequentemente empregadas para ilustrar páginas sem necessariamente acrescentar informação relevante ao conceito. No ensino de Matemática, entretanto, um diagrama pode explicitar uma relação; um gráfico pode permitir a comparação de grandezas; uma animação pode mostrar uma transformação; um esquema pode organizar etapas de um procedimento; uma representação geométrica pode sustentar uma generalização. Nesse sentido, Grützmann, Lebedeff e Alves (2019, p. 89) sintetizam uma ideia fundamental ao afirmarem que "o recurso visual tem potência para provocar sentido". A potência mencionada depende da forma como o visual é integrado à tarefa e mobilizado na interação.

A pedagogia visual também ultrapassa a dimensão do material. Ela envolve planejamento curricular, estratégias didáticas, organização do espaço, seleção de gêneros discursivos, presença de língua de sinais, formas de registro e modos de participação. Em formulação retomada por Grützmann, Alves e Lebedeff (2020), Campello entende a pedagogia visual como exploração da imagem, do signo, do significado e da semiótica visual para ampliar as possibilidades de compreensão e abstração de sujeitos surdos

(Campello, 2007, p. 130 *apud* Grützmann; Alves; Lebedeff, 2020, p. 59). Esse entendimento ajuda a superar uma visão instrumental segundo a qual bastaria acrescentar ilustrações a uma aula originalmente planejada para ouvintes.

No ensino de Matemática, o potencial da visualidade aparece em diferentes níveis. Há um nível representacional, relacionado a desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, modelos geométricos e animações. Há um nível linguístico, pois a Libras se realiza em modalidade visual-gestual e envolve configurações de mão, movimento, localização, orientação e componentes não manuais. Há um nível espacial, visto que a sinalização pode construir relações no espaço e representar posições, trajetórias e comparações. Há ainda um nível interacional, associado ao contato visual, à alternância de turnos e à necessidade de organizar o ambiente para que todos acompanhem quem sinaliza.

O levantamento de Batista, Kumada e Benitez (2023) mostra a amplitude das estratégias que têm sido reconhecidas como visuais no ensino de Matemática para surdos: lousa, slides, escrita, ilustrações, materiais manipuláveis, software Graphequation e videoaulas. Essa diversidade é produtiva, mas também exige cuidado para que a categoria “visual” não se torne ampla demais. Uma lousa cheia de texto, por exemplo, é visível, mas pode não favorecer compreensão; um slide com excesso de elementos pode dispersar a atenção; uma

videoaula pode conter Libras e, ainda assim, apresentar problemas de enquadramento, ritmo ou sobreposição de informações. A qualidade visual é uma questão de organização semiótica e pedagógica, não apenas de presença de estímulos visuais.

No projeto MathLibras, Grützmann, Lebedeff e Alves (2019, p. 87) identificam três elementos centrais na produção dos vídeos: protagonismo da Libras e posicionamento do ator surdo; uso de imagens e animações; inserção de legenda. O destaque é relevante porque mostra a necessidade de pensar a composição como um todo. A posição do sinalizante interfere na visibilidade da língua; as animações podem complementar a explicação ou concorrer com ela; a legenda amplia o acesso para determinados públicos, mas também ocupa espaço visual e exige leitura. A produção precisa coordenar essas camadas para que a informação matemática seja compreensível.

Essa coordenação remete à atenção visual. Diferentemente de uma aula predominantemente oral, na qual um estudante ouvinte pode escutar o professor enquanto olha para o quadro, o estudante surdo depende de condições que permitam acompanhar visualmente a sinalização. Se o professor sinaliza enquanto o estudante precisa copiar um cálculo, observar um gráfico ou manipular um objeto, há competição entre fontes de informação. Uma pedagogia visual consistente organiza temporalmente a atividade: primeiro apresenta-se determinado elemento, depois cria-se espaço para observação, em

seguida retoma-se a explicação, permitindo que o olhar se desloque de modo produtivo. Essa questão é especialmente importante em conteúdos com muitos símbolos ou etapas.

A visualidade também pode favorecer a passagem entre diferentes registros. Fernandes e Healy (2016, p. 237) observaram aprendizes surdos trabalhando com representações visuais de sequências e com um ambiente digital para modelagem. A situação evidencia que o visual pode funcionar como espaço intermediário entre percepção de regularidades e formalização algébrica. De modo semelhante, Sales, Penteado e Moura (2015, p. 1283) registraram a negociação de sinais para figuras geométricas em um processo que envolvia propriedades dos objetos. O estudante não apenas "via" uma figura: precisava selecionar características relevantes, nomeá-las e relacioná-las a um conceito.

Esse ponto é fundamental porque a visualidade não elimina a abstração matemática. Ao contrário, pode constituir um caminho para alcançá-la. Uma representação visual nunca é o próprio conceito matemático em sua totalidade; ela destaca determinadas propriedades e oculta outras. Um quadrado desenhado no quadro, por exemplo, é uma instância de uma classe geométrica; um gráfico é uma representação de relações entre variáveis; um material manipulável modela determinadas estruturas. Cabe ao professor promover a transição entre o que é visto e o que é conceitualmente generalizado.

O recurso visual torna-se pedagógico quando ajuda o estudante a identificar invariantes, relações, padrões e propriedades.

Arnoldo Jr., Ramos e Thoma (2013, p. 401) oferecem uma contribuição crítica ao mostrarem que o discurso do recurso visual como ideal para estudantes surdos não deve ser absolutizado. No estudo com o Multiplano, os autores observaram resultados satisfatórios e a emergência de classificadores, mas também problematizaram a crença de que materiais concretos seriam, por si mesmos, a solução do ensino. Essa cautela é indispensável. A pedagogia visual não é uma coleção de técnicas prontas; é uma orientação que precisa ser articulada ao conteúdo, à língua e à ação dos sujeitos.

A experiência visual deve ser considerada ainda na produção de avaliações e atividades. Problemas matemáticos longos, formulados exclusivamente em português escrito, podem avaliar simultaneamente leitura de segunda língua e conhecimento matemático, sem que essa sobreposição seja intencional. Uma atividade bilíngue pode oferecer enunciado em Libras, registro escrito, imagens ou esquemas, desde que essas formas mantenham correspondência conceitual. Da mesma maneira, a resposta pode envolver diferentes registros, permitindo que o estudante demonstre raciocínio por meio de sinalização, desenho, manipulação, cálculo ou escrita, conforme os objetivos da tarefa.

A pedagogia visual, portanto, não significa simplificar conteúdo para estudantes surdos. Significa ampliar as condições de representação e interação para que conteúdos complexos possam ser explorados com rigor. Quando o visual é concebido como linguagem e não como decoração, ele pode ajudar a explicitar estruturas matemáticas, favorecer comparações, apoiar memória de procedimentos e permitir que estudantes formulem estratégias próprias. Essa concepção prepara o terreno para compreender o uso de materiais manipuláveis e outros recursos visuais de forma mais específica.

Os recursos visuais e manipuláveis constituem uma das vertentes mais recorrentes na literatura sobre ensino de Matemática para estudantes surdos. Sua presença decorre tanto da própria natureza representacional da Matemática quanto da busca por formas de ensino que reduzam a dependência exclusiva do discurso oral ou de textos extensos. No entanto, a análise dos estudos disponíveis mostra que esses materiais são mais produtivos quando se vinculam a problemas, interações e objetivos conceituais claros, evitando a ideia de que manipular objetos equivale automaticamente a aprender.

Minholi e Rocha (2026, p. 17) identificaram, em revisão sistemática, trabalhos que utilizaram materiais manipulativos como Multiplano e tangram, além de sequências didáticas e recursos digitais. A presença desses materiais indica uma tentativa de criar pontes entre

conceitos matemáticos e experiências perceptíveis. No caso da Geometria, por exemplo, a manipulação de formas, elásticos, pinos e superfícies pode permitir observar relações espaciais que seriam apresentadas de modo mais abstrato em uma definição escrita. Em Números e Operações, objetos, cédulas, jogos e materiais estruturados podem apoiar contagem, agrupamento, composição e decomposição.

O Multiplano é um exemplo significativo. Arnoldo Jr., Ramos e Thoma (2013, p. 387) analisaram sua contribuição para a aprendizagem de Geometria por estudantes surdos e concluíram que o recurso se mostrou adequado às necessidades da experiência investigada. Nas considerações finais, observaram que o Multiplano, assim como origami, fotos e gravuras, estimulou o pensamento por sinais e favoreceu a emergência de classificadores (Arnoldo Jr.; Ramos; Thoma, 2013, p. 401). Essa articulação entre objeto, percepção visual, língua e conceito revela que o material pode atuar como mediador de interações, e não apenas como representação estática.

O valor do material aparece com maior clareza quando o estudante precisa agir sobre ele. Fixar pinos, construir polígonos, comparar comprimentos, transformar figuras ou reproduzir relações exige tomar decisões e observar consequências. A ação pode ser acompanhada por explicações em Libras e registros matemáticos, criando diferentes vias para a compreensão. O professor, nesse

processo, precisa formular perguntas que levem o estudante a explicitar o que percebe: quais propriedades permanecem? O que mudou? Por que duas figuras pertencem ou não à mesma classe? Qual relação pode ser generalizada?

Sales, Penteado e Moura (2015, p. 1283) mostram que uma atividade de Geometria pode converter-se também em espaço de construção lexical. Ao não encontrarem sinais estabelecidos para determinadas figuras, os participantes negociaram formas de referência e, nesse processo, exploraram propriedades matemáticas. Essa situação evita tratar o vocabulário como lista prévia a ser memorizada. O conceito e o sinal podem ser discutidos em relação, desde que o professor reconheça a complexidade linguística do processo e não apresente convenções locais como se fossem necessariamente universais em toda a comunidade surda.

No ensino de conteúdos aritméticos, Cruz *et al*. (2020, p. 2) defendem a utilização de recursos visuais, metodologias adequadas e exemplos concretos relacionados ao cotidiano. A proposta dos autores para porcentagem e resolução de problemas aritméticos parte de materiais pedagógicos autênticos e de perspectiva bilíngue. Essa escolha é relevante porque situações de compra, preços, descontos, quantidades e comparação de valores permitem aproximar a Matemática de práticas sociais, ao mesmo tempo em que possibilitam

o uso de objetos, imagens e registros que reduzem a dependência de longos enunciados escritos.

Na mesma direção, Cruz *et al*. (2020, p. 8) mencionam cartazes, portfólios, calculadoras e jogos digitais como aliados da compreensão quando vinculados à realidade dos estudantes. A variedade dos recursos mostra que “visual” e “concreto” não são categorias opostas ao digital. Um tablet pode permitir manipulação de objetos virtuais; uma calculadora pode apoiar exploração de padrões; um cartaz pode organizar informações; uma fotografia pode desencadear um problema matemático. O critério de escolha deve ser a função do recurso na atividade.

A produção de materiais precisa ainda considerar a legibilidade. Cores, contraste, quantidade de texto, disposição espacial, tamanho de imagens, clareza de símbolos e hierarquia das informações influenciam a experiência. Em materiais para estudantes surdos, a presença de QR codes ou links para vídeos em Libras pode ampliar a acessibilidade, mas somente se o acesso for fácil, o vídeo estiver funcional e houver conexão clara entre o que é sinalizado e o conteúdo impresso. A concepção do recurso deve evitar que a Libras apareça como apêndice opcional enquanto o núcleo da atividade continua inacessível sem o português escrito.

O levantamento de Batista, Kumada e Benitez (2023) ajuda a compreender que o repertório de recursos visuais utilizado na

educação matemática é amplo, mas a produção científica específica com estudantes surdos ainda é limitada. Esse aspecto é confirmado por Minholi e Rocha (2026, p. 19), que identificam baixa quantidade de materiais produzidos e testados, concentração em determinadas etapas de ensino e lacunas em áreas como Grandezas e Medidas e Probabilidade e Estatística. O problema não é apenas quantitativo. A predominância de materiais que não incorporam Libras diretamente aponta para a necessidade de produção autoral bilíngue.

É igualmente importante distinguir material acessível de material infantilizado. A busca por imagens e objetos concretos pode conduzir, equivocadamente, à simplificação estética ou conceitual de atividades destinadas a adolescentes, jovens e adultos. Estudantes surdos não necessitam de conteúdos menos complexos por serem surdos; necessitam de condições linguísticas e semióticas adequadas para acessar os mesmos conhecimentos previstos para sua etapa de escolarização. Um material visual de qualidade deve respeitar faixa etária, interesses, experiências e objetivos formativos.

Outro cuidado diz respeito ao excesso de pistas. Em Matemática, algumas tarefas devem permitir investigação, erro, formulação de conjecturas e busca de estratégias. Se o material visual entrega imediatamente a operação a realizar ou destaca de forma óbvia a resposta, pode reduzir a demanda cognitiva. Recursos visuais devem tornar o problema acessível, não o resolver antecipadamente. A

mediação docente precisa equilibrar apoio e desafio, permitindo que o estudante utilize imagens, modelos e objetos para pensar.

Assim, o potencial dos materiais manipuláveis e visuais reside na capacidade de integrar percepção, ação, linguagem e formalização. Eles podem favorecer a construção de conceitos, a negociação de sinais, a comparação de representações e a participação de estudantes surdos, mas não substituem o trabalho pedagógico. O professor precisa selecionar o recurso a partir do objetivo matemático, antecipar barreiras linguísticas, planejar formas de interação em Libras e conduzir a passagem do objeto ou imagem para relações mais abstratas. Essa mesma lógica se aplica aos jogos, nos quais manipulação, regras e desafios acrescentam uma dimensão lúdica ao processo de aprendizagem.

Os jogos ocupam lugar importante na educação matemática porque combinam regras, objetivos, tomada de decisão, interação e resolução de problemas. Dependendo de sua estrutura, podem mobilizar contagem, cálculo mental, comparação, probabilidade, geometria, raciocínio lógico, pensamento estratégico e argumentação. Para estudantes surdos, o jogo pode acrescentar condições favoráveis de visualidade e participação, especialmente quando as regras são apresentadas em Libras, os elementos gráficos são legíveis e a dinâmica possibilita comunicação entre os participantes.

Cruz *et al*. (2020, p. 1-2) aproximam ludicidade, brincadeiras e desenvolvimento de linguagem e cognição ao discutir estratégias para o ensino de Matemática a estudantes surdos. Na proposta apresentada, materiais autênticos e atividades contextualizadas são usados para conteúdo como porcentagem e problemas aritméticos. O lúdico, nessa perspectiva, não é um intervalo recreativo separado da aprendizagem. Ele pode constituir uma forma de organizar a atividade matemática, desde que o professor estabeleça objetivos, intervenha quando necessário e promova reflexão sobre as estratégias utilizadas.

A experiência de Amorim, Carneiro e Carneiro (2024, p. 1-2) com a "Roleta da Aprendizagem" exemplifica essa possibilidade. O jogo foi concebido para trabalhar as quatro operações fundamentais com estudantes surdos e ouvintes, articulando materiais concretos e Libras. Os autores relatam viabilidade de aplicação e flexibilidade do material, que pode ser adaptado a outros conteúdos. A proposta também revela uma dimensão inclusiva do jogo: a atividade cria um objeto compartilhado em torno do qual estudantes podem interagir, observar regras, sinalizar operações, conferir resultados e participar de uma mesma situação didática.

Contudo, a interação não deve ser confundida com simples presença conjunta de estudantes surdos e ouvintes. Para que o jogo seja linguisticamente acessível, as regras precisam ser compreendidas em Libras; a comunicação entre os participantes deve ser possível; os

turnos precisam estar visualmente organizados; e o professor deve garantir que informações essenciais não sejam transmitidas apenas oralmente. Um jogo em grupo pode tornar-se excludente se estudantes ouvintes discutem estratégias em português oral enquanto o estudante surdo recebe somente fragmentos da interação por meio de interpretação tardia.

A organização visual das regras é, portanto, fundamental. Cartas com símbolos claros, instruções curtas, exemplos visuais, vídeos em Libras acessíveis por QR code ou demonstração prática podem diminuir ambiguidades. Em jogos digitais, tutoriais em Libras e interfaces intuitivas cumprem função semelhante. O objetivo é permitir que o estudante compreenda a estrutura da atividade antes de precisar dedicar atenção simultânea a regras, cálculos e interação. Depois de internalizada a dinâmica, a energia cognitiva pode concentrar-se mais diretamente no problema matemático.

Moreira, Silva e Shimazaki (2023, p. 1601) relatam oito intervenções sobre frações que utilizaram jogos e priorizaram o aspecto visual em Libras. O resultado positivo indicado pelas autoras reforça a importância de combinar elementos, em vez de atribuir o efeito a um único recurso. O jogo estava inserido em uma abordagem bilíngue, com atividades orientadas para um conteúdo identificado como difícil pelos participantes e pelos profissionais envolvidos. Essa

contextualização evidencia que uma proposta lúdica ganha força quando responde a uma necessidade pedagógica concreta.

A criação de jogos por estudantes oferece possibilidades adicionais. Almeida, Silva e Lins (2019, p. 399) desenvolveram uma pesquisa em que crianças e jovens surdos participaram da criação de um jogo matemático digital no Scratch. Os participantes foram compreendidos como protagonistas do processo, e o projeto buscou privilegiar letramento visual e Libras em perspectiva bilíngue-bicultural. A experiência desloca o estudante da posição de usuário para a de autor: para criar um jogo, é necessário planejar regras, imaginar percursos, testar comandos, representar informações e prever a ação de outros jogadores.

Esse protagonismo é pedagogicamente relevante porque a criação evidencia raciocínios que podem permanecer ocultos no simples ato de jogar. Ao decidir quantos pontos uma ação vale, como uma fase será vencida ou que tipo de desafio matemático será apresentado, os estudantes precisam discutir relações quantitativas e regras. No ambiente Scratch, também podem explorar sequências, condições, repetição e lógica computacional. A integração entre programação, visualidade e Matemática amplia o repertório de atividades e aproxima o ensino de práticas digitais contemporâneas.

O professor deve, entretanto, analisar o tipo de conhecimento mobilizado pelo jogo. Nem toda atividade com números ensina

Matemática de modo significativo. Jogos baseados apenas em velocidade de resposta podem reforçar memorização sem compreensão; jogos excessivamente competitivos podem inibir participação de alguns estudantes; interfaces com muitos estímulos podem dificultar a atenção. A pergunta central deve ser: que decisões matemáticas o jogador precisa tomar? Que estratégias pode desenvolver? Que conceitos serão discutidos antes, durante e depois da partida?

A etapa posterior ao jogo é especialmente importante. Uma conversa em Libras sobre as estratégias usadas, os erros cometidos, as diferentes soluções e as relações matemáticas percebidas transformam a experiência em objeto de reflexão. O professor pode pedir que os estudantes comparem procedimentos, registrem resultados, produzam pequenos vídeos explicativos ou modifiquem regras e analisem as consequências. Dessa forma, a ludicidade não encerra a atividade; ela produz dados e experiências para a sistematização do conhecimento.

Os jogos também podem atuar na produção de vínculos entre estudantes surdos e ouvintes, desde que a língua não seja invisibilizada. Amorim, Carneiro e Carneiro (2024, p. 20) destacam vantagens associadas à participação ativa, criatividade, observação e diferentes formas de linguagem. Em contexto bilíngue, essas vantagens podem incluir o contato de estudantes ouvintes com a Libras e a valorização de formas visuais de comunicação. O jogo torna-se,

assim, um espaço de aprendizagem matemática e de construção de práticas de convivência mais acessíveis.

Portanto, jogos no ensino de Matemática para estudantes surdos devem ser compreendidos como dispositivos pedagógicos que articulam desafio, visualidade, língua e ação. Sua qualidade não depende de serem digitais ou físicos, simples ou sofisticados, mas de criarem condições para pensar matematicamente. Quando associados à Libras, à mediação docente e à participação efetiva dos estudantes, podem ampliar autonomia, interação e compreensão. Essas características aproximam os jogos das tecnologias digitais, que oferecem outros modos de representação e autoria e serão discutidas a seguir.

As tecnologias digitais ampliaram as possibilidades de representação, comunicação e produção de materiais educacionais. No ensino de Matemática, softwares de geometria, planilhas, simuladores, ambientes de programação, vídeos, aplicativos, plataformas de exercícios e recursos multimídia permitem visualizar transformações, testar conjecturas, manipular objetos e combinar diferentes registros. Para estudantes surdos, essas possibilidades podem ser especialmente relevantes quando o ambiente integra recursos visuais e Libras e permite controlar ritmo, repetição e formas de interação.

Peixoto e Diaz (2013, p. 185) defendem que ambientes digitais podem favorecer representações semióticas do conhecimento

matemático e criar espaços de interação, participação e colaboração. A contribuição não está somente na substituição do papel por uma tela. O digital pode modificar a maneira como um objeto matemático é explorado. Em um ambiente dinâmico, o estudante pode mover pontos e observar invariantes; em um vídeo, pode rever uma explicação em Libras; em um software, pode alternar tabela, gráfico e expressão; em uma programação visual, pode construir regras e verificar seus efeitos.

Ao mesmo tempo, Peixoto e Diaz (2013, p. 191) alertam que o uso das TDIC, isoladamente, não garante sucesso no ensino e na aprendizagem. Os objetivos da atividade, os interesses dos estudantes, o conteúdo específico e a abordagem pedagógica precisam ser definidos. Essa advertência é importante diante de discursos que associam inovação ao simples uso de equipamentos. Uma aula com projetor pode reproduzir as mesmas barreiras de uma aula expositiva tradicional se o material estiver em português oral ou escrito sem apoio linguístico, se a tela estiver sobrecarregada ou se a interação em Libras não for considerada.

Galvão *et al*. (2016, p. 271-272) observam que o resultado positivo do uso de tecnologias digitais depende de o professor conhecer a ferramenta e desenvolver condições de comunicação com o estudante surdo. Também é necessário que o próprio estudante tenha acesso e oportunidade de aprender a utilizar os recursos. A autonomia digital não pode ser presumida. Familiaridade com redes sociais ou

celulares não significa domínio de softwares matemáticos, plataformas acadêmicas ou ferramentas de produção. Assim, atividades digitais requerem ensino explícito de procedimentos quando necessário.

A acessibilidade tecnológica possui ainda uma dimensão econômica e infraestrutural. Nem todos os estudantes dispõem de computador, conexão estável ou dispositivos com telas adequadas fora da escola. Recursos que funcionam apenas em equipamentos específicos podem ampliar desigualdades. Por isso, o planejamento deve considerar alternativas offline, compatibilidade com celulares e possibilidade de acesso no espaço escolar. Tecnologias abertas e softwares livres podem contribuir nesse sentido, como demonstra o uso do Scratch no estudo de Almeida, Silva e Lins (2019, p. 399).

O estudo de Fernandes e Healy (2016, p. 237) oferece um exemplo de ambiente digital utilizado para pensar matemática, e não apenas para apresentar conteúdo. No Mathsticks, aprendizes surdos analisaram representações visuais de sequências numéricas e construíram modelos. A ferramenta funcionou como parte de uma atividade interativa em que tarefas e diálogos contribuíram para a emergência do pensamento algébrico. A criação de um signo compartilhado para variável mostra que o ambiente digital ganhou significado em articulação com a comunicação e a negociação entre participantes.

Em termos cognitivos, a possibilidade de representar um mesmo objeto de várias formas é uma das vantagens mais relevantes das tecnologias. Um software pode mostrar simultaneamente uma função em forma algébrica, gráfica e tabular; um ambiente geométrico pode relacionar figura e medidas; uma animação pode evidenciar a variação de grandezas no tempo. Para estudantes surdos, essas múltiplas representações podem ser articuladas à explicação em Libras, permitindo que o professor estabeleça relações explícitas entre sinal, símbolo, imagem e conceito.

Peixoto e Diaz (2013, p. 198-199) defendem que, em ambientes digitais voltados a surdos, registros visuais podem ser articulados a representações formais sem excluir a Libras dos processos interacionais. Esse princípio é decisivo. Uma interface muito visual não é necessariamente bilíngue. Se todas as instruções, feedbacks e explicações forem apenas em português, o estudante pode continuar enfrentando barreiras. A incorporação de vídeos em Libras, ícones com significado claro, feedback visual e possibilidades de interação sinalizada pode tornar o ambiente mais coerente com uma proposta bilíngue.

Outro aspecto diz respeito ao controle do tempo. Vídeos e objetos digitais podem ser pausados, repetidos e revisitados, permitindo ao estudante retomar um conceito. Grützmann, Alves e Lebedeff (2020, p. 71) destacam essa possibilidade ao discutir

videoaulas do MathLibras, que podem ser acessadas mais de uma vez. Esse controle é importante porque a compreensão matemática muitas vezes exige observar novamente uma sequência, comparar etapas de um cálculo ou rever uma explicação. No ensino presencial, repetir uma fala depende do professor; no recurso digital, o estudante pode exercer maior autonomia.

As tecnologias digitais também possibilitam produção autoral em Libras. Em vez de consumir conteúdos, estudantes podem gravar vídeos explicando soluções, produzir tutoriais, criar animações, programar jogos ou construir glossários visuais. Tais práticas mobilizam conhecimento matemático e metalinguístico: para explicar um procedimento em vídeo, é necessário organizar a sequência de ideias, escolher sinais, posicionar representações e verificar se a explicação é compreensível. A autoria pode, portanto, funcionar como estratégia de aprendizagem e avaliação.

A mediação docente permanece indispensável. O professor precisa analisar criticamente aplicativos e plataformas, verificando se os recursos realmente atendem ao objetivo da aula e se respeitam as condições de acessibilidade. Deve também observar como os estudantes usam a ferramenta: onde encontram dificuldades, que estratégias desenvolvem, que representações preferem e como relacionam o ambiente digital às notações escolares. A tecnologia

produz rastros de atividade que podem alimentar discussões e intervenções pedagógicas.

Do ponto de vista da formação docente, esse cenário exige competências que combinam conhecimento matemático, domínio pedagógico, compreensão da educação de surdos e letramento digital. Não é necessário que o professor seja especialista em programação para utilizar tecnologia, mas é importante que consiga avaliar criticamente um recurso e adaptá-lo sem comprometer a língua e o conteúdo. A colaboração com professores surdos, tradutores e intérpretes de Libras, profissionais do audiovisual e especialistas em tecnologia pode qualificar a produção de materiais.

Assim, as TDIC oferecem oportunidades relevantes, mas seu potencial depende de um desenho pedagógico bilíngue. A tecnologia deve aumentar as possibilidades de representação, participação e autonomia, e não apenas modernizar a aparência da aula. Os estudos analisados convergem para a ideia de que ferramentas digitais são mais potentes quando associadas à Libras, à visualidade e à interação. As videoaulas do MathLibras constituem um caso emblemático dessa integração e permitem aprofundar a discussão sobre audiovisual e produção original em língua de sinais.

A produção audiovisual tem características que a tornam particularmente relevante para a educação de surdos. Vídeos podem integrar língua de sinais, imagens, animações, legendas, escrita,

expressões numéricas e representações gráficas em uma mesma composição. Essa multimodalidade, contudo, exige escolhas cuidadosas. Quando muitas informações disputam simultaneamente o campo visual, o recurso pode gerar sobrecarga; quando as camadas são coordenadas, o vídeo pode apresentar conceitos matemáticos de maneira contextualizada e linguisticamente acessível.

O projeto MathLibras constitui uma experiência de referência nesse campo. Grützmann, Lebedeff e Alves (2019, p. 85-86) analisaram vídeos de Matemática básica voltados a estudantes surdos do Ensino Fundamental, considerando elementos visuais presentes desde o roteiro até a edição. Entre os aspectos destacados aparecem o protagonismo da Libras, o posicionamento do ator surdo, o uso de imagens e animações e a legenda. O estudo evidencia que a acessibilidade do vídeo não pode ser avaliada somente pela existência de uma janela de Libras; ela envolve a composição integral do material.

A experiência do projeto também mostra uma mudança conceitual importante: produzir em Libras é diferente de traduzir para Libras. Grützmann *et al*. (2023, p. 336-337) analisam o vídeo "Adição em Libras – Soma 5" e ressaltam que se trata de produção original em língua de sinais. A narrativa utiliza classificadores e descrições imagéticas em articulação com parâmetros matemáticos e audiovisuais. Isso permite que a língua de sinais participe da

construção narrativa e conceitual desde o início, em vez de ser encaixada posteriormente em uma estrutura criada a partir da lógica do português.

A produção original responde a uma questão cultural e pragmática. Uma história ou explicação concebida em português pode organizar informações, exemplos e referências de um modo que não se transfere automaticamente para a Libras. O processo de tradução pode preservar o conteúdo literal e, ainda assim, perder naturalidade, visualidade ou clareza. No desenvolvimento do MathLibras, a equipe passou a problematizar justamente essa limitação, reestruturando roteiros e ampliando a participação de profissionais e sujeitos surdos na produção.

As conclusões de Grützmann, Alves e Lebedeff sintetizam esse deslocamento:

> Os resultados de avaliação da fase de instalação do MathLibras bem como a produção dos primeiros vídeos possibilitaram várias inferências: i) a simples tradução linguística dos roteiros dos vídeos não dá conta das questões culturais e pragmáticas da língua para a qual se quer a tradução, neste caso a Libras; ii) há a necessidade de produção das videoaulas de Matemática em Libras considerando a cultura e a identidade do aluno surdo; iii) a Pedagogia Visual requer uma imersão cultural no mundo surdo, nos modos que os sujeitos surdos interagem e compreendem o mundo, a partir de sua experiência visual; iv) a Libras, nos vídeos, não pode ser um "recurso de inclusão", mas sim, a protagonista no ensino de conteúdos matemáticos. (Grützmann; Alves; Lebedeff, 2020, p. 71).

A citação evidencia que o debate não é apenas técnico. Escolher Libras como protagonista implica reconhecer a língua como meio de instrução e produção de conhecimento. Em um vídeo de Matemática, isso pode significar construir a narrativa a partir de uma situação visual, usar o espaço de sinalização para representar relações, empregar classificadores para descrever formas e movimentos e inserir notações quando se tornam relevantes para a explicação. A edição deve servir a essa lógica, e não obrigar a língua de sinais a se adaptar a um roteiro rigidamente pensado em português.

Lebedeff e Grützmann (2024, p. 26-35) aprofundam essa discussão ao caracterizar os vídeos do MathLibras como materiais bilíngues por articularem duas línguas e visualidade. As autoras também discutem princípios de gramática visual e a necessidade de imagens intrínsecas aos conceitos, em vez de ilustrações meramente decorativas. Essa formulação é especialmente útil para o ensino de Matemática, no qual a imagem pode representar relações quantitativas, espaciais e operatórias.

A composição audiovisual envolve decisões sobre enquadramento e escala. O sinalizante precisa estar visível o suficiente para que configurações de mão, movimentos e expressões não manuais sejam percebidos. Ao mesmo tempo, expressões matemáticas, objetos e animações precisam ter tamanho adequado. Se uma fração, um gráfico ou uma sequência aparece pequena, o

estudante perde informação; se ocupa todo o campo, pode ocultar a sinalização. A solução depende de sincronização, alternância e hierarquia visual.

A legenda constitui outra camada. Ela pode beneficiar estudantes que utilizam o português escrito, familiares ouvintes e professores, mas não deve reduzir a centralidade da Libras. Em alguns casos, a legenda pode ser opcional, permitindo ao usuário escolher a configuração mais adequada. O áudio também pode ampliar o alcance para ouvintes, mas a produção não precisa ser estruturada a partir dele. A lógica bilíngue mais consistente parte da acessibilidade em Libras e integra outras modalidades sem transformar a língua de sinais em complemento.

Os classificadores e descrições imagéticas analisados por Grützmann *et al*. (2023, p. 337) mostram como a própria Libras dispõe de recursos para representar espacialmente objetos e ações. Em uma narrativa situada em um parque de diversões, por exemplo, movimentos e relações podem ser construídos visualmente pelo ator surdo e articulados às situações de adição. O recurso audiovisual, nesse caso, potencializa capacidades da língua em vez de apenas apresentar uma tradução de palavras matemáticas.

A videoaula também modifica a relação do estudante com o tempo de aprendizagem. Diferentemente de uma explicação presencial que acontece uma única vez, o vídeo pode ser pausado, repetido e

comparado com anotações ou materiais. Grützmann, Alves e Lebedeff (2020, p. 71) apontam essa possibilidade de acesso reiterado. Para conteúdo que exigem atenção a vários elementos, a repetição pode ser particularmente útil. O estudante pode observar primeiro a sinalização, depois rever a parte com animação ou cálculo e, em seguida, retomar a atividade.

Isso não significa que vídeo substitua o professor. O material pode introduzir um problema, apresentar uma situação ou sistematizar um conceito, mas a aprendizagem se fortalece quando há espaço para perguntas, debate, resolução de tarefas e produção pelos estudantes. Uma proposta pode, por exemplo, usar um vídeo do MathLibras e depois convidar a turma a criar um problema semelhante, explicar outra estratégia em Libras ou comparar representações. O audiovisual torna-se um componente de uma sequência didática mais ampla.

A produção audiovisual em Libras exige trabalho interdisciplinar. Matemáticos e educadores precisam garantir precisão conceitual; professores e pesquisadores de Libras contribuem para naturalidade linguística; atores surdos aportam experiência cultural e discursiva; profissionais do audiovisual cuidam de enquadramento, edição e animação. Grützmann, Alves e Lebedeff (2020, p. 71) destacam a importância da equipe multidisciplinar e da comunicação entre seus integrantes. Essa colaboração reduz o risco de que uma dimensão seja tratada isoladamente.

O MathLibras, portanto, oferece mais que um conjunto de vídeos. Seu percurso produz princípios para pensar materiais digitais bilíngues: Libras desde a concepção; participação de sujeitos surdos; articulação entre parâmetros linguísticos, matemáticos e audiovisuais; uso intencional de imagens; possibilidade de repetição; e revisão contínua dos materiais. Esses princípios podem orientar outros recursos digitais, inclusive jogos, aplicativos e objetos de aprendizagem, fortalecendo uma perspectiva em que acessibilidade e qualidade pedagógica sejam planejadas conjuntamente.

A análise dos estudos permite perceber que recursos visuais, jogos e tecnologias digitais não constituem três campos independentes. Um jogo pode ser digital e visual; um vídeo pode integrar desafios lúdicos; um material manipulável pode ser acompanhado por QR code com Libras; um software pode utilizar representações geométricas e promover negociação de sinais. A questão pedagógica mais relevante, portanto, é como integrar recursos em uma sequência coerente, com objetivos matemáticos definidos e condições linguísticas de participação.

O ponto de partida deve ser o conceito a ser aprendido. Antes de escolher uma tecnologia, o professor precisa perguntar quais relações matemáticas deseja que os estudantes percebam, construam ou generalizem. Em seguida, pode analisar quais barreiras linguísticas e representacionais podem surgir e que recursos ajudariam a enfrentá-

las. Essa ordem evita que a aula seja organizada em torno da ferramenta. Um aplicativo não deve determinar o currículo; deve ser escolhido porque oferece uma forma produtiva de explorar o objeto matemático.

Minholi e Rocha (2026, p. 19) apontam lacunas na produção de materiais acessíveis e defendem ampliação de recursos bilíngues, além de formação continuada para professores. A formação é crucial porque a existência de um bom material não garante sua utilização adequada. O professor precisa compreender como inserir o recurso em situações investigativas, como formular perguntas em diferentes níveis de complexidade, como avaliar respostas e como relacionar a atividade às formas convencionais de registro matemático.

Galvão *et al*. (2016, p. 271-272) também salientam a necessidade de domínio tecnológico e de condições de comunicação. Em termos de formação, isso significa articular conhecimento de Libras e educação de surdos a competências digitais e ao conhecimento pedagógico do conteúdo matemático. Não se espera necessariamente que todo professor alcance fluência imediata em todas essas dimensões, mas que a escola organize processos de colaboração e formação permanente. O trabalho com intérpretes deve ocorrer de modo planejado, com acesso prévio a materiais e discussão de terminologia.

A participação de professores surdos e da comunidade surda na produção e avaliação de materiais constitui outro princípio importante. O percurso do MathLibras demonstra o valor de equipes multidisciplinares e da presença de atores e profissionais surdos. A experiência de Almeida, Silva e Lins (2019, p. 399-422), ao envolver crianças e jovens surdos na criação de um jogo digital, amplia essa lógica para os próprios estudantes. Recursos desenvolvidos "com" sujeitos surdos podem revelar necessidades e soluções que dificilmente aparecem em processos exclusivamente conduzidos por ouvintes.

O planejamento deve considerar ainda a progressão entre exploração, discussão e sistematização. Um recurso visual pode introduzir o problema; um jogo pode permitir testar estratégias; um software pode ajudar a observar padrões; e uma discussão em Libras pode sistematizar o conceito e relacioná-lo à notação matemática. Essa sequência evita que cada recurso seja uma atividade isolada. O estudante percebe conexões entre experiências e constrói uma rede de representações.

A avaliação precisa acompanhar essa abordagem. Se as aulas utilizam Libras, imagens, objetos e tecnologias para favorecer expressão e compreensão, a avaliação não deve limitar-se a longos enunciados em português escrito, a menos que a competência avaliada seja justamente leitura em português. É possível construir avaliações

bilíngues com vídeos, tarefas práticas, problemas visuais e diferentes formas de resposta. O rigor matemático permanece; o que se amplia são os canais pelos quais o estudante acessa a questão e demonstra seu raciocínio.

A escolha de recursos deve também observar a acessibilidade visual. Não basta inserir Libras se o ator aparece pequeno, o contraste é baixo ou informações importantes surgem atrás da janela de sinalização. Não basta criar um jogo se os estudantes não conseguem acompanhar visualmente os turnos. Não basta usar uma animação se seu ritmo impede a observação. A usabilidade precisa ser testada com os estudantes, e ajustes devem fazer parte do processo de desenvolvimento.

Nesse sentido, a pesquisa-aplicação e as experiências de intervenção presentes em diversos estudos analisados oferecem uma lição metodológica importante: materiais educacionais devem ser avaliados e revisados. O recurso ideal raramente surge na primeira versão. Testes com estudantes podem revelar ambiguidades, excesso de informação, dificuldades linguísticas ou problemas matemáticos. A revisão contínua aproxima o material das práticas reais de sala de aula.

Outro elemento integrador é a autonomia. Recursos digitais que podem ser revisitados, jogos cujas regras são dominadas pelos estudantes e materiais bilíngues com Libras incorporada permitem maior independência. Minholi e Rocha (2026, p. 19) mostram que

materiais dependentes exclusivamente de intérprete podem limitar essa autonomia. A perspectiva não elimina a mediação humana; busca criar condições para que o estudante possa também estudar, revisar e explorar por iniciativa própria.

Finalmente, é preciso evitar dois extremos: o tecnicismo e a rejeição dos recursos. O tecnicismo atribui às ferramentas um poder que elas não possuem, enquanto a rejeição desconsidera possibilidades reais de ampliar participação e representação. Os estudos examinados apontam um caminho intermediário: recursos são mediadores. Seu valor depende da atividade, da língua, da interação, do conteúdo e dos sujeitos. Uma pedagogia bilíngue e visual utiliza tecnologia quando ela faz sentido, usa jogos quando eles produzem pensamento matemático e emprega imagens quando elas ajudam a construir relações.

A integração entre recursos visuais, jogos e tecnologias digitais, portanto, deve ser orientada por princípios: centralidade da Libras; respeito à experiência visual; precisão matemática; participação ativa; diversidade de representações; possibilidade de autoria; mediação qualificada; e avaliação contínua. Esses princípios permitem compreender a inovação não como novidade técnica, mas como reorganização das condições de ensino para ampliar o acesso ao conhecimento matemático.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão desenvolvida neste artigo evidencia que recursos visuais, jogos e tecnologias digitais podem contribuir de forma significativa para o ensino de Matemática a estudantes surdos, desde que sejam compreendidos como componentes de uma proposta pedagógica bilíngue e visual. A literatura analisada não sustenta a ideia de que imagens, materiais concretos ou tecnologias tenham eficácia automática. Os resultados mais consistentes aparecem quando esses recursos são articulados à Libras, a objetivos matemáticos claros, à mediação docente e à participação ativa dos estudantes.

A visualidade mostrou-se um eixo transversal. Ela está presente na modalidade da Libras, na organização do espaço, nas formas de representação matemática, nos materiais manipuláveis e nas tecnologias audiovisuais. Grützmann, Lebedeff e Alves (2019), Grützmann, Alves e Lebedeff (2020) e Lebedeff e Grützmann (2024) permitem compreender que uma pedagogia visual não se limita a acrescentar figuras. Ela exige conceber imagens, posicionamentos, animações, legendas e formas de apresentação como partes da produção de sentidos. O visual precisa estar ligado ao conceito e à língua.

Os materiais manipuláveis também apresentam potencial quando permitem ao estudante agir, comparar, construir e discutir. O estudo de Arnoldo Jr., Ramos e Thoma (2013) com o Multiplano e a

pesquisa de Sales, Penteado e Moura (2015) sobre negociação de sinais em Geometria mostram que recursos podem favorecer simultaneamente atividade matemática e produção linguística. Contudo, esses mesmos estudos ajudam a evitar uma visão simplificadora: o objeto concreto não substitui a abstração, mas pode mediar a passagem para relações e propriedades mais gerais.

Os jogos, por sua vez, ampliam oportunidades de participação, formulação de estratégias e interação. As experiências de Amorim, Carneiro e Carneiro (2024), Moreira, Silva e Shimazaki (2023) e Almeida, Silva e Lins (2019) indicam diferentes possibilidades, desde jogos concretos voltados às operações e frações até criação de jogo digital no Scratch. Em todos os casos, o potencial pedagógico aumenta quando as regras são linguisticamente acessíveis, o estudante participa ativamente e o professor promove momentos de reflexão sobre as estratégias matemáticas mobilizadas.

Quanto às tecnologias digitais, os estudos mostram possibilidades de autonomia, repetição, multimodalidade e transformação das representações. Peixoto e Diaz (2013) e Galvão *et al*. (2016) ressaltam, entretanto, que a presença de equipamentos não garante inclusão. O professor precisa compreender a ferramenta, planejar seu uso e garantir comunicação. Fernandes e Healy (2016) demonstram que ambientes digitais podem participar de processos

sofisticados, como a emergência do pensamento algébrico, quando integram visualização, interação e mediação semiótica.

O percurso do MathLibras sintetiza muitas dessas questões. A passagem de uma lógica de tradução para a produção original em Libras evidencia a necessidade de incorporar a língua e a cultura surda desde a concepção do material. Videoaulas bilíngues e visuais não devem tratar a Libras como janela adicional, mas como linguagem que organiza a narrativa e a explicação matemática. A participação de profissionais surdos e equipes multidisciplinares é, nesse sentido, fundamental.

A revisão de Minholi e Rocha (2026) mostra que ainda há baixa produção de materiais acessíveis de Matemática e que muitos recursos não incorporam a Libras diretamente. Esse resultado aponta para uma agenda de pesquisa e desenvolvimento. São necessários mais materiais destinados às diferentes etapas da educação básica, inclusive em áreas menos contempladas, assim como estudos que avaliem efetivamente sua utilização com estudantes surdos. Também é necessário investir na formação de professores para que a criação e o uso desses recursos não dependam de iniciativas isoladas.

Em termos pedagógicos, o princípio central é que acessibilidade precisa ser planejada. A Libras, a visualidade, o jogo e a tecnologia devem integrar o desenho da atividade, e não ser acrescentados depois que todo o percurso já foi definido em outra

lógica linguística. Planejar dessa maneira implica pensar onde o estudante olhará, como receberá instruções, que representações poderá utilizar, como expressará sua solução e de que modo participará das interações.

Conclui-se que estratégias pedagógicas bilíngues e visuais ampliam as condições para que estudantes surdos acessem, produzam e comuniquem conhecimento matemático. Recursos visuais favorecem a organização e exploração de representações; jogos podem criar situações de desafio e colaboração; tecnologias digitais podem ampliar autoria, autonomia e multimodalidade. Nenhum desses elementos é suficiente isoladamente. Sua potência emerge da articulação entre língua, visualidade, conteúdo e interação.

Assim, o ensino de Matemática para estudantes surdos deve avançar de práticas centradas em adaptações pontuais para propostas que reconheçam a Libras como língua de instrução e a experiência visual como dimensão constitutiva da aprendizagem. Esse movimento não reduz o rigor da Matemática; ao contrário, cria condições mais equitativas para que os estudantes explorem conceitos complexos, desenvolvam raciocínio, argumentem, produzam representações e participem de práticas matemáticas significativas. O desafio futuro está em ampliar a produção, a avaliação e a circulação de materiais bilíngues, fortalecer a formação docente e garantir que a inovação

tecnológica seja orientada pela acessibilidade linguística e pela qualidade pedagógica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Henrique Wakimoto de; SILVA, Josimara Cristina da; LINS, Heloísa Andreia de Matos. Criação de jogo matemático digital com crianças e jovens surdos: contribuições da pedagogia visual. **Revista Cocar**, Belém, v. 13, n. 27, p. 399-422, 2019. Disponível em: https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/2845.

AMORIM, Matheus Costa; CARNEIRO, Rogerio dos Santos; CARNEIRO, Raylson dos Santos. Os jogos e a Libras no ensino de matemática: uma prática visando à aprendizagem de alunos surdos e ouvintes. **Revista InCantare**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 1-23, 2024. DOI: https://doi.org/10.33871/2317417X.2024.20.1.8796.

ARNOLDO JR., Henrique; RAMOS, Maurivan G.; THOMA, Adriana da S. O uso do Multiplano por alunos surdos e o desenvolvimento do pensamento geométrico. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 33, n. 91, p. 387-409, set./dez. 2013. DOI: https://doi.org/10.1590/S0101-32622013000300006.

BATISTA, Leonardo dos Santos; KUMADA, Kate Mamhy Oliveira; BENITEZ, Priscila. Levantamento de produções científicas sobre o uso de recursos visuais no ensino de Matemática para alunos surdos. **Revista Educação**, Artes e Inclusão, Florianópolis, v. 19, n. 1, e0042, 2023. DOI: https://doi.org/10.5965/198431781820231e0042.

CAMPELLO, Ana Regina e Souza. Pedagogia visual/sinal na educação dos surdos. In: QUADROS, Ronice Müller de; PERLIN, Gladis (org.). **Estudos Surdos II**. Petrópolis, RJ: Arara Azul, 2007. p. 100-131.

CRUZ, Osilene Maria de Sá e Silva da; MORAIS, Fernanda Beatriz Caricari de; ALVES, Cleudes Moreira de Jesus; FRANCA, Maysa Diório dos Santos. Estratégias para o ensino de Matemática para alunos surdos do Ensino Fundamental. **Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT**, Florianópolis, v. 15, p. 1-21, 2020. DOI: https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e67667.

FERNANDES, Solange Hassan Ahmad Ali; HEALY, Lulu. A emergência do pensamento algébrico nas atividades de aprendizes surdos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 1, p. 237-252, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1516-731320160010015.

GALVÃO, Reinaldo Ríchardi Oliveira; RIBEIRO, Elisângela Aparecida; SILVA NETO, José Duarte; DAMASCENO, Matheus Henrique; RIBEIRO, Rosângela da Conceição. O uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Matemática para alunos surdos na escola regular. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 7, n. 7, p. 264-274, 2016. Disponível em: https://periodicos.fapam.edu.br/index.php/synthesis/article/view/142.

GRÜTZMANN, Thaís Philipsen; ALVES, Rozane da Silveira; LEBEDEFF, Tatiana Bolivar. Pedagogia visual na educação de surdos: uma experiência com o ensino da Matemática no MathLibras. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 16, n. 37, p. 51-74, 2020. DOI: https://doi.org/10.22481/praxisedu.v16i37.5982.

GRÜTZMANN, Thaís Philipsen; LEBEDEFF, Tatiana Bolivar; ALVES, Rozane da Silveira. Recursos visuais para o ensino de Matemática: uma discussão sobre o MathLibras. **Revista Espaço**, Rio de Janeiro, n. 52, p. 85-106, jul./dez. 2019. Disponível em: https://seer.ines.gov.br/index.php/revista-espaco/article/view/1535.

GRÜTZMANN, Thaís Philipsen; LEBEDEFF, Tatiana Bolivar; CAMPOS, Mayummi Aragão; LUZ, Helena Pinto da. MathLibras no parque de diversões: uma análise linguística, matemática e dos recursos audiovisuais. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 336-362, 2023. DOI: https://doi.org/10.23925/1983-3156.2023v25i1p336-362.

LEBEDEFF, Tatiana Bolivar; GRÜTZMANN, Thaís Philipsen. Ensino de Matemática para surdos nos anos iniciais: estratégias bilíngues e visuais a partir da proposta do MathLibras. **Revista Espaço,** Rio de Janeiro, n. 61, p. 26-38, jul./dez. 2024. DOI: https://doi.org/10.20395/revesp.2024.61.1.26-38.

MINHOLI, Felipe Siqueira; ROCHA, Luiz Renato Martins da. Materiais didáticos no contexto da educação bilíngue de surdos no ensino de matemática: revisão sistemática. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 52, e296737, 2026. DOI: https://doi.org/10.1590/S1678-4634202652296737por.

MIRANDA, Crispim Joaquim de Almeida; MIRANDA, Tatiana Lopes de. O ensino de Matemática para alunos surdos: quais os desafios que o professor enfrenta? **Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT,** Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 31-46, 2011. DOI: https://doi.org/10.5007/1981-1322.2011v6n1p31.

MOREIRA, Soliane; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SHIMAZAKI, Elsa Midori. Ensino de Matemática para surdos: uma abordagem bilíngue. **Educere - Revista da Educação da UNIPAR**, Umuarama, v. 23, n. 4, p. 1601-1621, 2023. DOI: https://doi.org/10.25110/educere.v23i4.2023-004.

PEIXOTO, Jurema Lindote Botelho; DIAZ, Felix. Tecnologias digitais e educação matemática de surdos. **REMATEC**, v. 8, n. 14, p. 185-204, 2013. Disponível em: https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/344.

RODRIGUES, Christiane Milagre da Silva; THIENGO, Edmar Reis; PENHA, Nilma Moreira da. O uso da Libras no processo de ensino e aprendizagem da matemática a estudantes surdos: elemento definitivo ou potencializador? **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 10, n. 28, p. 1-15, 2023. DOI: https://doi.org/10.30938/bocehm.v10i28.8633.

SALES, Elielson Ribeiro de; PENTEADO, Miriam Godoy; MOURA, Amanda Queiroz. A negociação de sinais em Libras como possibilidade de ensino e de aprendizagem de Geometria. **Bolema**, Rio Claro, v. 29, n. 53, p. 1268-1286, dez. 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n53a23.