



Inclusão Linguística: Um estudo Sistematizado sobre Alfabetização de Pessoas Surdas com Tecnologias Assistivas

Tiago Duarte Mackedanz, Universidade Federal de Pelotas, tdmackedanz@inf.ufpel.edu.br,
ORCID: 0009-0004-3770-5570

Laura Quevedo Jurgina, Universidade Federal de Pelotas, lqjurgina@inf.ufpel.edu.br,
ORCID: 0000-0002-3050-8855

Leomar Soares da Rosa Júnior, Universidade Federal de Pelotas, leomarjr@inf.ufpel.edu.br,
ORCID: 0000-0002-7150-5685

Tiago Thompsen Primo, Universidade Federal de Pelotas, tiago.primo@inf.ufpel.edu.br,
ORCID: 0000-0003-3870-097X

Resumo: Este artigo apresenta uma revisão sistemática sobre tecnologias assistivas voltadas à alfabetização de estudantes surdos. Das 145 publicações identificadas (2020–2025), 8 estudos foram selecionados. Observa-se predomínio de recursos visuais, com uso de inteligência artificial (3/8) e realidade aumentada (1/8). Apenas 4 estudos envolveram pessoas surdas em testes e somente 1 foi validado em contexto escolar. Os estudos são brasileiros, com propostas de baixo custo; cinco são internacionais. Foram observadas limitações metodológicas e ausência de evidências de impacto na construção de conhecimento. Os resultados apontam para a necessidade de avaliações mais inclusivas, empíricas e sistemáticas.

Palavras-chave: Alfabetização de Surdos; Dispositivos de Apoio à Aprendizagem; Educação de Surdos; Inclusão Educacional; Interfaces Tangíveis (TUI).

Linguistic Inclusion: A Systematic Study on Literacy for Deaf People with Assistive Technologies

Abstract: This article presents a systematic review of assistive technologies for literacy of deaf students. From 145 publications identified (2020–2025), 8 studies were selected. Results show predominance of visual resources, including artificial intelligence (3/8) and augmented reality (1/8). Only 4 studies involved deaf users in testing, and just 1 was validated in real school contexts. Three studies were Brazilian, with low-cost proposals; five were international, often experimental. Methodological limitations and lack of pedagogical evidence were recurrent. The study highlights the need for more inclusive, empirical, and robust evaluation protocols in future research.

Keywords: Deaf Education; Deaf Literacy; Educational Inclusion; Learning Support Devices; Tangible User Interfaces (TUI)

1. Introdução

A educação e a alfabetização são direitos fundamentais, essenciais para uma sociedade mais equitativa e inclusiva. No entanto, pessoas surdas ainda enfrentam barreiras linguísticas, pedagógicas e tecnológicas (UNESCO, 1994; Skliar, 1997). No Brasil, apesar do reconhecimento da Libras como primeira língua e do incentivo à educação bilíngue (Brasil, 2005), persistem desigualdades: apenas 7% das pessoas surdas concluem o ensino superior e cerca de 15% terminam o ensino médio (IBGE, 2021).

A alfabetização de estudantes surdos exige abordagens pedagógicas específicas que considerem sua experiência visual e linguística. A dactilologia, representação manual do alfabeto, é uma importante estratégia na mediação entre Libras e o português escrito, especialmente nos primeiros anos escolares (Quadros, 2006). Contudo, a adoção dessa prática ainda é limitada pela escassez de educadores bilíngues, pela ausência de políticas linguísticas inclusivas e pelo fato de a maioria das crianças surdas nascer em famílias ouvintes (Humphries, 2012), o que pode atrasar a exposição à língua de sinais.



A ausência de exposição precoce à língua de sinais, comum em crianças surdas nascidas em famílias ouvintes, impacta negativamente a constituição do pensamento simbólico e a aprendizagem da leitura (Humphries, 2012).

Embora tecnologias educacionais tenham potencial para apoiar práticas inclusivas, muitas são desenvolvidas a partir de perspectivas ouvintes e medicalizantes, ignorando os saberes da comunidade surda (Murray; Friedner, 2018). Tecnologias assistivas, softwares educativos e plataformas interativas podem ampliar o acesso à aprendizagem, desde que criadas com participação ativa de pessoas surdas e integradas a uma formação docente contextualizada (Bento, 2012).

Diante disso, este trabalho realiza uma revisão sistemática sobre o uso de tecnologias assistivas e interfaces visuais na alfabetização de pessoas surdas, com foco na leitura e escrita em contextos bilíngues. A revisão compara estudos brasileiros e internacionais, identificando convergências, divergências e oportunidades de avanço em práticas pedagógicas inclusivas com uso de tecnologia.

As perguntas de pesquisa que guiam o estudo são:

1. Quais tecnologias assistivas têm sido utilizadas na alfabetização de pessoas surdas?
2. Quais metodologias são abordadas nesses estudos?
3. Quais impactos são relatados no aprendizado de estudantes surdos?

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre alfabetização bilíngue, educação de surdos e tecnologias assistivas; a Seção 3 descreve os procedimentos metodológicos da revisão sistemática; a Seção 4 discute os principais achados; e a Seção 5 apresenta as conclusões e sugestões para futuras investigações.

2. Referencial Teórico

Esta seção apresenta os fundamentos conceituais que orientam esta revisão sistemática, com foco na alfabetização bilíngue de pessoas surdas, nos desafios sociolinguísticos da educação inclusiva e no papel das tecnologias assistivas visuais no enfrentamento das barreiras pedagógicas. As análises são ancoradas em marcos teóricos consolidados, como o Desenho Universal para a Aprendizagem (UDL) e o Design Participativo, incorporando perspectivas críticas sobre inclusão linguística e protagonismo epistêmico da comunidade surda.

No contexto brasileiro, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) é reconhecida como a língua natural da comunidade surda, desempenhando papel central na aquisição da linguagem e no desenvolvimento cognitivo (Reis, 2019). A alfabetização de pessoas surdas ocorre, portanto, em um percurso bilíngue, no qual a Libras atua como primeira língua (L1) e o português escrito como segunda língua (L2) (Soares, 2004; Ferreiro; Teberosky, 1986; Quadros, 2006). Esse processo demanda mediações interlinguísticas específicas, uma vez que se trata de línguas de modalidade e estruturas distintas.

Nesse cenário, as tecnologias assistivas assumem papel relevante ao mediar a transição entre L1 e L2, contribuindo para práticas mais equitativas de alfabetização bilíngue. Moura et al, (Moura; Gomes; Silva, 2023) propõem diretrizes para o desenvolvimento de objetos digitais bilíngues que integram a comunidade surda desde as etapas iniciais de concepção, promovendo uma abordagem participativa. Tal perspectiva está alinhada ao Design Participativo em Tecnologias Educacionais Inclusivas (Mascio; Vittorini, 2020), que defende a coautoria de sujeitos surdos no processo de criação, valorizando seus saberes e experiências.



Entre os recursos tecnológicos empregados nesse contexto, destacam-se a dactilologia, jogos interativos bilíngues e interfaces visuais que articulam letramento visual, desenvolvimento motor e processos cognitivos. Estudos como os de Martins e Costa (Martins; Costa, 2020) e Oliveira e Silva (Oliveira; Silva, 2022) evidenciam o potencial desses recursos para ampliar o engajamento e a compreensão conceitual, em consonância com os princípios do UDL, que preconiza múltiplas formas de representação, ação e engajamento no processo de aprendizagem (Meyer; Rose; Gordon, 2014).

A educação de surdos, contudo, não se restringe ao acesso a recursos didáticos ou tecnológicos, mas envolve o reconhecimento linguístico e cultural da surdez. Sob a perspectiva sociolinguística, a surdez é compreendida como uma diferença cultural, e não como uma deficiência a ser superada, o que implica políticas educacionais que respeitem a Libras como língua de instrução (Skliar, 1997; Fernandes, 2013). Apesar de seu reconhecimento legal pelo Decreto nº 5.626/2005 (Brasil, 2005), a efetiva implementação da educação bilíngue ainda enfrenta entraves estruturais, como a escassez de professores bilíngues, a carência de materiais acessíveis e a resistência institucional a abordagens inclusivas, resultando em trajetórias escolares marcadas por evasão e exclusão linguística (Campos; Lima; Rocha, 2023).

Diversas iniciativas têm buscado enfrentar essas barreiras por meio do uso de tecnologias visuais, abrangendo desde softwares tradutores até ambientes educacionais mediados por realidade aumentada. No entanto, (Murray; Friedner, 2018) alertam que o uso de tecnologias, por si só, não garante acessibilidade, sendo necessária uma orientação crítica e participativa que considere as práticas culturais da comunidade surda desde a concepção até a validação dos recursos. Nesse sentido, observa-se que, embora existam estudos sobre design participativo e tecnologias para inclusão de pessoas surdas, ainda são escassas revisões sistemáticas que consolidam evidências específicas sobre alfabetização bilíngue mediada por tecnologias assistivas. Diante dessa lacuna, a presente revisão sistemática busca integrar esses campos, oferecendo uma visão abrangente sobre o uso de recursos assistivos e interfaces visuais aplicadas ao letramento de pessoas surdas.

3. Metodologia

Este estudo adota uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), conforme as diretrizes de Kitchenham (Kitchenham, 2004), complementada por critérios de avaliação metodológica baseados no CASP (para estudos qualitativos), e no checklist AMSTAR 2 (para revisões e métodos mistos). O processo metodológico compreendeu três etapas principais: planejamento, condução e análise dos achados.

A revisão teve como objetivo identificar e analisar tecnologias assistivas voltadas à alfabetização de pessoas surdas em idade escolar, considerando as abordagens metodológicas adotadas, as evidências de impacto educacional e o envolvimento da comunidade surda. Para isso, o protocolo de pesquisa definiu critérios de elegibilidade, estratégias de busca e procedimentos de avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos.

A condução da revisão envolveu as etapas de busca, triagem e seleção dos estudos, organizadas segundo o protocolo PRISMA (Page *et al.*, 2021), cujo fluxograma é apresentado na Seção 4, sintetizando o processo de inclusão e exclusão dos trabalhos analisados. As buscas foram realizadas nas bases SBC OpenLib (SOL), IEEE Xplore, ACM Digital Library e Elsevier ScienceDirect. As strings de busca incluíram combinações dos termos: “Deaf” AND “Literacy”, “Educação” AND “Surdos”, e “Deaf” AND “TUI” AND “Education”, com filtragem por título, resumo e palavras-chave. Ao todo, foram recuperados 145 registros, sendo 32 na SOL, 41 na IEEE, 28 na ACM e 44 na Elsevier. O período inicial de busca compreendeu os anos de 2020 a 2025; entretanto, devido à escassez de estudos aderentes ao tema, foram incluídas publicações anteriores de reconhecida relevância metodológica.

Os critérios de inclusão contemplaram estudos que apresentassem ou avaliassem tecnologias assistivas voltadas à alfabetização de pessoas surdas, com foco em crianças ou jovens em idade escolar, aplicados em contextos educacionais formais ou não formais, que utilizassem recursos digitais, interfaces visuais ou materiais acessíveis, e que apresentassem indicadores de aprendizagem, como leitura, escrita ou linguagem. Foram excluídos trabalhos com foco exclusivo em adultos, sem relação direta com processos de alfabetização, sem descrição das tecnologias aplicadas ou sem dados empíricos sobre o processo educativo.

A seleção dos estudos ocorreu em três etapas: (i) triagem por título e resumo; (ii) leitura integral dos textos elegíveis; e (iii) aplicação dos protocolos de avaliação metodológica. O CASP foi aplicado aos estudos qualitativos, enquanto o AMSTAR 2 foi utilizado para revisões e estudos de métodos mistos.

A extração dos dados foi guiada pelas perguntas de pesquisa definidas no protocolo. Para cada estudo incluído, foram registrados o tipo de tecnologia empregada, o público-alvo, o contexto de aplicação, a abordagem metodológica, o grau de validação empírica e os efeitos observados sobre a alfabetização. Com base nesses dados, realizou-se uma análise comparativa dos estudos, permitindo a proposição de uma taxonomia preliminar das tecnologias identificadas. A síntese dos achados visa informar futuras agendas de pesquisa e orientar práticas mais fundamentadas no campo da educação bilíngue de pessoas surdas.

4. Resultados e Discussões

A partir de 145 registros recuperados nas bases selecionadas, foram incluídos 8 estudos na revisão. Um trabalho foi descartado por duplicidade, 131 por inadequação ao foco (título ou resumo), 4 após leitura integral e 1 não foi localizado. A Figura 1 apresenta o fluxograma PRISMA (Page *et al.*, 2021), ilustrando esse processo.

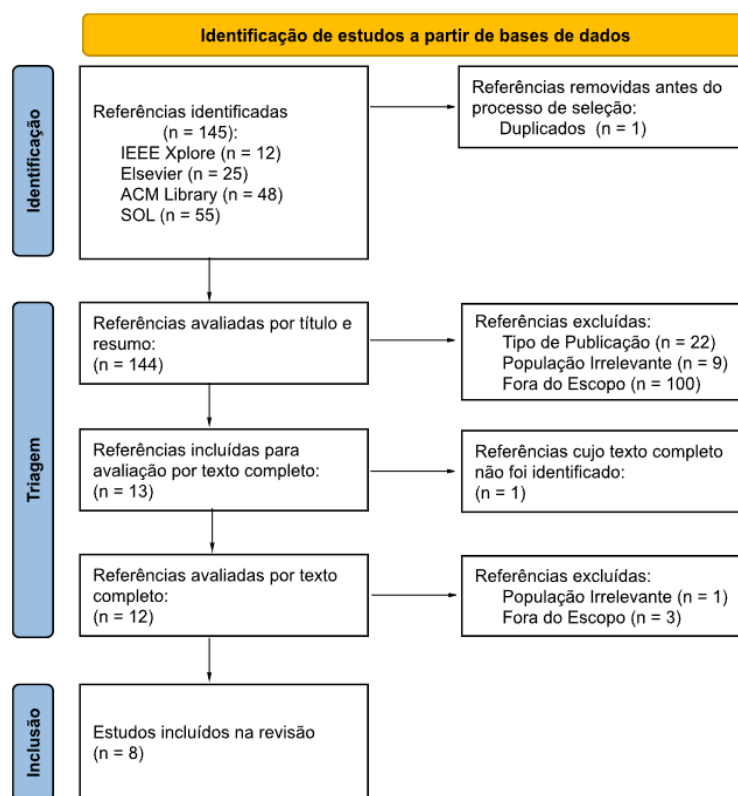


Figura 1 - Fluxograma PRISMA.



4.1. Caracterização Geral dos Estudos

Os trabalhos analisados apresentam diversidade de tecnologias e contextos geográficos. Três estudos são brasileiros, enquanto os demais provêm da Índia, Croácia, Gana, Tanzânia e Áustria. As tecnologias abordam desde livros sensoriais e recursos físicos interativos até plataformas digitais baseadas em inteligência artificial.

Observa-se também variação quanto ao grau de maturidade das soluções: alguns trabalhos descrevem apenas propostas conceituais ou protótipos iniciais, enquanto outros apresentam aplicações já testadas em contextos educacionais. Essa diferença reflete etapas distintas de desenvolvimento tecnológico e validação empírica, indicando que o campo ainda se encontra em consolidação, com poucos estudos que alcançam implementação sustentada ou avaliação de impacto de longo prazo.

Tabela 1 - Visão Geral dos Estudos Seleccionados

Trabalho	Tecnologia Assistiva	Autores	Ano	País
1	Livro sensorial para estimulação precoce	Alves et al.	2021	Brasil
2	Ferramenta colaborativa para apoio à escrita (e- Sinais)	Oliveira et al.	2023	Brasil
3	Tecnologias assistivas em práticas escolares	Souza et al.	2024	Brasil
4	Propostas especulativas centradas na cultura surda (Eyeth)	Angelini et al.	2025	Áustria
5	Plataforma com IA e reconhecimento de sinais (MediaPipe)	Deoghare et al.	2024	Índia
6	Livro infantil com realidade aumentada e IA	Bekeš et al.	2024	Croácia
7	Sistema AVTS com transcrição automática	Abosi et al.	2022	Gana
8	Mapeamento de barreiras institucionais na educação surda	Ndibalema	2025	Tanzânia

4.2. Objetivos e Metodologias por Origem

A distinção entre estudos brasileiros e internacionais visa evidenciar diferenças de escopo, maturidade tecnológica e contexto educacional. Essa separação permite compreender contrastes importantes, como a presença de políticas bilíngues no Brasil e o predomínio de abordagens experimentais em outros países. Dessa forma, a comparação contribui para identificar potencialidades e desafios específicos em cada cenário.

Os estudos brasileiros e internacionais adotam abordagens distintas. A Tabela 2 apresenta os objetivos e metodologias dos três trabalhos nacionais, que vão desde o desenvolvimento de materiais até análises sobre práticas educacionais inclusivas.

Tabela 2: Objetivos e Metodologias dos Estudos Brasileiros

Trabalho	Objetivo	Metodologia
1	Estimular linguagem e cognição de bebês surdos e ouvintes	Desenvolvimento de livro sensorial com base em revisão bibliográfica sobre estímulo precoce
2	Apoiar a aprendizagem da norma escrita do português por estudantes surdos	Desenvolvimento da ferramenta e-Sinais com testes funcionais e validação com professores e estudantes surdos
3	Analisar o uso de tecnologias assistivas na educação de surdos	Revisão sistemática e análise de estudos de caso sobre práticas escolares

4.3. Estudos Internacionais: Tecnologias Emergentes e Inclusão

Os cinco estudos internacionais incluem sistemas de reconhecimento de sinais, livros com realidade aumentada, ferramentas de transcrição automática e abordagens críticas de design. Dois estudos (5 e 6) desenvolvem tecnologias baseadas em inteligência artificial. O Estudo 5 criou um sistema de reconhecimento de gestos por *MediaPipe* e redes neurais convolucionais, testado com usuários surdos e acurácia superior a 90%, embora os testes tenham sido realizados fora do ambiente escolar e com base de dados limitada. O Estudo 6 propõe um livro infantil com realidade aumentada e recursos visuais integrados a uma interface inteligente, testado em estudo de caso com crianças surdas. Apesar do relato de maior engajamento e atenção, não houve controle experimental nem avaliação de aprendizagem.

O Estudo 7 diferencia-se por aplicar o sistema AVTS em contextos escolares e universitários, permitindo a transcrição automática da fala em tempo real. Usuários relataram melhor compreensão dos conteúdos, ainda que o sistema enfrente dificuldades com sotaques regionais e ruídos ambientais. Já o Estudo 4 adota uma abordagem especulativa, com oficinas de co-design realizadas com adultos surdos, propondo tecnologias centradas na cultura visual surda (Eyeth), como óculos de RA. Entretanto, as propostas permanecem conceituais, sem aplicação ou avaliação prática.

O Estudo 8 identifica barreiras institucionais à inclusão de crianças surdas em escolas da Tanzânia, com base em entrevistas com professores e diretores. O estudo carece de participação direta de estudantes ou famílias surdas, o que limita o alcance das análises. A Tabela 3 resume os objetivos e a natureza metodológica desses estudos

Tabela 3: Estudos Internacionais: Objetivos e Abordagem Geral

Trabalho	Tecnologia/ Abordagem	Objetivo	Tipo de Validação
4	Design especulativo com surdos	Propor artefatos centrados na cultura Eyeth	Conceitual, sem aplicação prática
5	Reconhecimento de sinais com IA	Ensinar sinais via sistema inteligente	Técnica, testes preliminares
6	Livro infantil com RA e IA	Estimular alfabetização visual	Estudo de caso, sem grupo controle



7	Transcrição automática (AVTS)	Ampliar acesso a aulas pre-senciais	Aplicação real em escolas e universidades
8	Diagnóstico institucional	Identificar barreiras à inclusão	Qualitativa, sem envolvimento de alunos

Entre os cinco estudos, apenas o Estudo 7 realizou avaliação empírica em contexto educacional formal. Os demais permanecem em estágios iniciais de desenvolvimento ou focam em diagnósticos contextuais. A participação da comunidade surda está presente em quatro estudos, mas nem sempre com protagonismo nas etapas decisivas de desenvolvimento e validação. Essa limitação metodológica afeta a capacidade de generalização dos resultados e reforça a necessidade de estudos com delineamentos mais robustos, maior integração escolar e envolvimento ativo dos sujeitos-alvo.

4.4. Participação da Comunidade Surda e Validação Empírica

Os estudos analisados apresentam níveis variados de participação da comunidade surda e estratégias distintas de validação. Cerca de metade envolveu pessoas surdas na fase de testes ou avaliação, geralmente de forma pontual e restrita às etapas finais de desenvolvimento. O Estudo 2 avaliou a ferramenta e-Sinais com professores e estudantes surdos em contexto educacional, obtendo dados empíricos que indicam sua viabilidade pedagógica, ainda que sem instrumentos padronizados ou grupos controle.

O Estudo 5 realizou testes técnicos com usuários surdos em ambiente controlado, o Estudo 6 desenvolveu um estudo de caso exploratório com crianças, e o Estudo 7 foi o único a conduzir avaliação empírica em escolas e universidades, apesar de limitações técnicas. Já o Estudo 4 utilizou oficinas participativas com adultos surdos, mas manteve-se em nível conceitual, sem aplicação prática. Os Estudos 1 e 3 não envolveram diretamente pessoas surdas, enquanto o Estudo 8 restringiu-se a entrevistas com professores.

De modo geral, observa-se escassez de pesquisas que incluam crianças surdas em idade escolar, o que reduz a validade pedagógica das análises. A presença da comunidade surda ainda é limitada ou indireta, restringindo seu protagonismo no desenvolvimento de tecnologias voltadas à própria aprendizagem.

4.5. Análise Comparativa Global dos Estudos

A partir dos oito estudos selecionados, é possível identificar padrões metodológicos, limitações recorrentes e aspectos pouco explorados. A Tabela 4 sintetiza três dimensões centrais: tipo de tecnologia, validação empírica e etapa escolar atendida.

Essas limitações metodológicas refletem um campo de pesquisa ainda em consolidação, no qual predominam estudos exploratórios em detrimento de avaliações sistemáticas de longo prazo.

A baixa frequência de testes em ambientes escolares reais indica que muitas propostas permanecem no âmbito conceitual ou técnico, sem comprovação de impacto pedagógico. Além disso, observa-se uma lacuna entre o desenvolvimento tecnológico e as políticas públicas de educação bilíngue, o que restringe a aplicação das soluções em larga escala. Há, portanto, espaço para investigações que articulem o uso de tecnologias assistivas com métricas de aprendizagem, formação docente e acompanhamento longitudinal.

Tabela 4: Síntese Comparativa: Tipo de Tecnologia, Validação e Etapa Escolar

Trabalho	Tipo de Tecnologia	Validação Empírica	Etapa Escolar
1	Livro sensorial físico	Nenhuma	Educação Infantil (bebês)
2	Ferramenta digital colaborativa para escrita	Testes com estudantes e professores surdos	Ensino Fundamental II
3	Revisão sistemática de práticas com TAs	Documental, sem coleta primária	Ensino Fundamental (não especificado)
4	Propostas especulativas (design crítico)	Oficinas com adultos surdos	Educação não formal
5	Sistema de reconhecimento de sinais com IA	Testes com usuários	Não informado
6	Livro ilustrado com RA e IA	Estudo de caso com crianças	Ensino Fundamental I
7	Transcrição automática com AVTS	Aplicação em escolas e universidades	Ensino Médio e Superior
8	Diagnóstico de barreiras institucionais	Entrevistas com professores	Educação Básica (crianças)

A diversidade tecnológica dos estudos inclui desde dispositivos físicos até sistemas digitais com inteligência artificial. Entretanto, apenas quatro estudos envolveram estudantes surdos em avaliações práticas, e nem todos em contextos escolares formais. Isso fragiliza a generalização dos efeitos pedagógicos dessas tecnologias. Do ponto de vista metodológico, predominam estudos aplicados com baixo alcance amostral. A ausência de delineamentos comparativos ou longitudinalidade reduz a força dos dados apresentados. Além disso, é limitada a integração entre as tecnologias propostas e as políticas educacionais de inclusão vigentes, o que dificulta sua adoção em larga escala.

4.6. Avaliação da Qualidade Metodológica dos Estudos

Com base nos critérios descritos anteriormente — objetivos definidos, consistência metodológica, descrição do contexto, participação da comunidade surda e realização de validação empírica — foi realizada uma análise comparativa da qualidade dos estudos. Cada item foi classificado em três níveis: Sim, Parcialmente ou Não, conforme sintetizado na Tabela 5.

Tabela 5: Avaliação Metodológica dos Estudos Selecionados

Trabalho	Objetivos Claros	Metodologia Coerente	Contexto Descrito	Participação Surda	Validação Empírica
1	Sim	Parcialmente	Sim	Não	Não
2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	Sim	Sim	Parcialmente	Não	Não



4	Sim	Sim	Parcialmente	Sim	Não
5	Sim	Sim	Não	Sim	Parcialmente
6	Sim	Sim	Sim	Sim	Parcialmente
7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
8	Sim	Parcialmente	Sim	Parcialmente	Não

Observa-se que os Estudos 2 e 7 atendem aos critérios definidos. O Estudo 2 demonstrou coerência metodológica, descrição clara do contexto de aplicação e validação empírica com usuários reais, contribuindo para a avaliação da aplicabilidade da ferramenta e-Sinais. O Estudo 7, por sua vez, utilizou um sistema de transcrição automática em instituições educacionais, com aplicação direta em sala de aula. Os demais trabalhos apresentam limitações, seja na ausência de coleta empírica, na participação indireta de sujeitos surdos ou na não contextualização do uso da tecnologia.

4.7. Taxonomia das Tecnologias assistivas Identificadas

Com base nos dados extraídos dos estudos, elaborou-se uma taxonomia preliminar que organiza as tecnologias analisadas segundo três eixos: (i) tipo de mediação tecnológica, com base nos sentidos e recursos mobilizados; (ii) forma de participação da comunidade surda; e (iii) tipo de validação adotado. A Tabela 6 apresenta essa classificação.

Tabela 6: Taxonomia das Tecnologias Assistivas nos Estudos Seleccionados

Trabalho	Tipo de Mediação	Participação da Comunidade Surda	Tipo de Validação
1	Tátil e visual	Ausente	Nenhuma
2	Visual e linguística	Usuários finais (testes e feedback)	Funcional em ambiente real
3	Documental	Indireta (secundária)	Sem empírica
4	Visual (design especulativo)	Co-design (adultos)	Não testado
5	Visual + IA (gestos)	Testes com usuários	Técnica, amostra reduzida
6	Visual + RA/IA	Testes com crianças	Estudo de caso exploratório
7	Visual + IA (transcrição)	Ambiente educacional	Empírica em contexto real
8	Documental	Indireta (educadores)	Diagnóstico qualitativo

A predominância da mediação visual indica um alinhamento com o perfil linguístico da população surda, embora a variedade de abordagens metodológicas revele lacunas em avaliações longitudinalmente robustas e na incorporação ativa dos sujeitos surdos em todas as fases do desenvolvimento tecnológico.

A ferramenta e-Sinais (Estudo 2) e o sistema AVTS (Estudo 7) são os únicos que



demonstram integração entre mediação linguística e validação prática em contextos reais.

4.8. Quais tecnologias assistivas têm sido utilizadas no processo de alfabetização de pessoas surdas?

Os estudos analisados apresentam um conjunto diversificado de tecnologias assistivas voltadas à alfabetização de pessoas surdas. No Brasil, destacam-se livros sensoriais físicos para estimulação precoce (Trabalho 1), ferramentas digitais colaborativas para o ensino da escrita em português (Trabalho 2) e uma revisão sistemática sobre o uso de tecnologias assistivas no ambiente escolar (Trabalho 3).

Entre os estudos internacionais, prevalecem tecnologias baseadas em inteligência artificial, como reconhecimento de sinais com *MediaPipe* e redes neurais convolucionais (Trabalho 5), livros infantis com realidade aumentada e interfaces interativas (Trabalho 6), e sistemas automáticos de transcrição da fala (Trabalho 7). Há também propostas conceituais inspiradas na cultura visual surda (Trabalho 4) e análises institucionais sobre barreiras à implementação (Trabalho 8).

A variedade de enfoques demonstra um campo em consolidação, com soluções que vão de recursos de baixo custo a sistemas digitais avançados, refletindo a importância da visualidade como meio principal de mediação.

4.9. Quais metodologias têm sido empregadas para desenvolver e avaliar essas tecnologias?

As metodologias variam entre desenvolvimento de protótipos, avaliações exploratórias e diagnósticos institucionais. No conjunto nacional, observam-se revisões bibliográficas (Trabalho 1), testes funcionais com professores e estudantes surdos (Trabalho 2) e revisão sistemática com base em protocolos estabelecidos (Trabalho 3).

Nos trabalhos internacionais, destacam-se oficinas participativas com adultos surdos (Trabalho 4), testes técnicos de IA em ambiente controlado (Trabalho 5), estudos de caso com crianças surdas (Trabalho 6), aplicações em escolas com coleta de feedback (Trabalho 7) e entrevistas qualitativas com profissionais (Trabalho 8). Embora vários estudos envolvam a comunidade surda, poucos mantêm esse envolvimento ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento. Apenas dois (2 e 7) realizaram validações em contextos educacionais formais, o que limita a generalização dos resultados. A ausência de delineamentos comparativos e o uso de amostras pequenas reduzem a robustez das conclusões.

4.10. Quais impactos foram observados no processo de alfabetização?

Os estudos relatam ganhos pontuais em engajamento, autonomia e compreensão de conteúdo. O Estudo 2 evidencia avanços na escrita em português com o uso da ferramenta e-Sinais; o Estudo 6 aponta maior interesse infantil com materiais visuais interativos; e o Estudo 7, único com validação empírica em contexto escolar, indica melhora na compreensão textual por meio do sistema AVTS.

Outros trabalhos registram percepções positivas sem dados mensuráveis. Embora haja indícios de efeitos benéficos, faltam estudos longitudinais e avaliações padronizadas de aprendizagem. Pesquisas futuras devem adotar métodos mistos, articulando resultados pedagógicos e desenvolvimento linguístico.



5. Conclusões

Este estudo identificou e analisou as principais tendências e lacunas na alfabetização de pessoas surdas, com base em uma amostra de oito estudos. Embora a limitação numérica e a concentração em quatro bases internacionais restrinjam a generalização dos resultados, o conjunto analisado oferece um panorama consistente sobre o estado atual da área. A heterogeneidade metodológica e o predomínio de delineamentos exploratórios evidenciam um campo ainda em consolidação, carente de investigações sistemáticas e validadas em contextos escolares reais.

Os achados mostram que não existe uma abordagem única para a alfabetização de pessoas surdas. As soluções variam conforme o contexto sociocultural, a formação docente e a infraestrutura disponível, revelando desafios persistentes como a escassez de recursos, a baixa participação da comunidade surda no desenvolvimento das tecnologias e a ausência de padronização metodológica.

Nos últimos anos, observa-se um avanço no uso de recursos visuais e digitais na Informática na Educação, indicando um movimento promissor de inovação. No entanto, tais iniciativas precisam ser acompanhadas de uma perspectiva crítica e participativa, que reconheça a centralidade da Libras e o protagonismo da comunidade surda no processo de criação e validação das soluções.

Recomenda-se que futuras pesquisas adotem métodos mistos e promovam a participação ativa de pessoas surdas em todas as etapas, do design à validação. Também é fundamental fortalecer a colaboração entre universidades, escolas e comunidades surdas, investir em formação docente e consolidar políticas públicas que sustentem práticas bilíngues e inclusivas. O avanço na área depende não apenas da inovação tecnológica, mas do compromisso político, institucional e comunitário com a inclusão linguística e educacional.

Referências

- BENTO, S. Tecnologia assistiva: recursos e estratégias para a inclusão de pessoas com deficiência. [S.l.]: WAK Editora, 2012.
- BRASIL. Decreto n. 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Dispõe sobre a regulamentação da Libras e a formação de profissionais para atendimento de pessoas surdas. Brasília, DF, 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm.
- CAMPOS, J.; LIMA, T.; ROCHA, F. Trilhas multissensoriais para alfabetização de crianças surdas: uma proposta com recursos táteis e visuais. In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE). Manaus, Brasil: SBC, 2023. p. 289–300. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/25581>.
- FERNANDES, E. L. Cultura surda, identidade e educação: desafios e possibilidades. [S.l.]: Editora UFSC, 2013.
- FERREIRO, E.; TEBEROSKY, A. Psicogênese da língua escrita. [S.l.]: Artmed, 1986.
- HUMPHRIES, T. et al. Language acquisition for deaf children: reducing the harms of zero tolerance to the use of alternative approaches. Harm Reduction Journal, London: BioMed Central, v. 9, n. 1, p. 16, 2012.



IBGE. Pessoas com deficiência no Brasil: principais resultados. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua). Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. [S.l.], 2004. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>.

MARTINS, J.; COSTA, B. Tangram digital acessível: uma proposta bilíngue para crianças surdas. In: ANAIS DO WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE). Natal, Brasil: SBC, 2020. p. 99–110. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/18543>.

MASCIO, T. D.; VITTORINI, P. Participatory design for inclusive education: a systematic review. In: SEFFAH, A. et al. (org.). Human-centered software engineering. [S.l.]: Springer, 2020. p. 31–49.

MEYER, A.; ROSE, D. H.; GORDON, D. Universal design for learning: theory and practice. [S.l.]: CAST Professional Publishing, 2014.

MOURA, D.; GOMES, R.; SILVA, A. P. Roteiro de produção de objetos digitais bilíngues com participação da comunidade surda. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE). Manaus, Brasil: SBC, 2023. p. 455–466. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/cbie/article/view/25643>.

MURRAY, J.; FRIEDNER, M. Deaf gain and technology. In: BAUMAN, D.; MURRAY, J. (org.). Deaf gain: raising the stakes for human diversity. [S.l.]: University of Minnesota Press, 2018. p. 285–302.

OLIVEIRA, M.; SILVA, D. Jogo digital educativo para o ensino da dactilologia da língua de sinais brasileira. In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE). Online: SBC, 2022. p. 123–134. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/23891>.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, London: BMJ Publishing Group, v. 372, p. n71, 2021.

QUADROS, R. M. Educação de surdos: a aquisição da linguagem. [S.l.]: ArtMed, 2006.

REIS, A. C. Educação de surdos e inclusão linguística: fundamentos e práticas. [S.l.]: Editora Vozes, 2019.

SKLIAR, C. A surdez: um olhar sobre as diferenças. [S.l.]: Editora Mediação, 1997.

SOARES, M. Alfabetização e letramento. [S.l.]: Contexto, 2004.

UNESCO. Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais. Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais: Acesso e Qualidade. Paris, 1994. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098427_por.