Manufatura Aditiva Aplicada à Educação Inclusiva: Confecção e Análise do Alfabeto Manual em Libras por Impressão 3D

Ana Paula Pinheiro | ana.pinheiro@ifsc.edu.br[1]
Vitoria Viana Teixeira | vitoria.v2009@aluno.ifsc.edu.br[2]
Fábio de Souza Alves |fabio.alves@ifsc.edu.br[3]

Edital de fomento do trabalho
Trabalho de Ensino
Formação Geral

Resumo:
A aprendizagem da Língua Brasileira de Sinais (Libras) exige recursos que respeitem sua natureza visual-espacial. O alfabeto manual utilizado para a datilologia e para a comunicação em diversas situações de aprendizagem, costuma ser ensinado por meio de imagens bidimensionais ou vídeos, nem sempre acessíveis a todos os estilos de aprendizagem. Este trabalho relata a confecção do alfabeto em Libras utilizando manufatura aditiva, com filamento PLA e impressora Flashforge. O objetivo foi verificar a viabilidade técnica e o potencial pedagógico da impressão 3D na produção das 26 letras do alfabeto manual. Os resultados alcançados demonstram que a impressão 3D se configura como um ótimo recurso para materializar as configurações de mão, permitindo que cada letra se torne um objeto físico manipulável. Ao mesmo tempo, o processo evidenciou problemas operacionais, como a necessidade de suportes, a aderência à mesa de impressão, o tempo de produção e a fragilidade de estruturas finas, que precisam ser considerados. Conclui-se que a tecnologia oferece uma contribuição relevante para a acessibilidade e para o ensino de Libras, desde que acompanhada de uma compreensão cuidadosa das características da língua e das necessidades reais dos aprendizes.

Palavras-chave: Libras; alfabeto manual; impressão 3D; manufatura aditiva; educação inclusiva.

Introdução

A inclusão das pessoas surdas passa pelo reconhecimento da Libras como língua legítima e completa. No Brasil, a Lei nº 10.436/2002 e o Decreto nº 5.626/2005 garantiram esse reconhecimento legal, determinando que o poder público e as instituições de ensino assegurem formas de acesso à comunicação (Brasil, 2002; Brasil, 2005), bem como a inserção da Educação

[1] Professora EBTT - Educação Especial - IFSC - Campus Xanxerê
[2] Estudante do Ensino Médio Técnico Integrado em Alimentos IFSC - Campus Xanxerê
[3] Professor EBTT - Física - IFSC - Campus Xanxerê

Bilíngue como uma modalidade, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), (Brasil, 2021). Apesar desse avanço, a realidade cotidiana ainda é marcada por barreiras significativas: escassez de intérpretes, falta de materiais didáticos adequados e compreensão limitada sobre o que significa uma língua de modalidade visual-espacial (Moraes *et al.*, 2025). Para o usuário da Libras, o mundo está organizado de modo predominantemente oral-auditivo, o que cria obstáculos não apenas comunicacionais, mas também estruturais. O acesso à informação, à educação e aos serviços públicos frequentemente exige mediações que nem sempre estão disponíveis (Gesser, 2009). Nesse cenário, qualquer recurso que amplie as possibilidades de mediação e de aprendizagem adquire relevância.

Entre os primeiros conteúdos ensinados a quem se aproxima da Libras está o alfabeto manual, também chamado de datilologia. Trata-se do conjunto de 26 configurações de mão que correspondem às letras do alfabeto português, utilizado para soletrar nomes próprios, palavras ainda não incorporadas à língua ou termos técnicos (Quadros; Karnopp, 2004). Apesar de sua aparente simplicidade, o alfabeto manual exige do aprendiz uma compreensão precisa da configuração dos dedos, da orientação da palma e da posição da mão — informações que, em materiais impressos bidimensionais, podem ser difíceis de interpretar.

É nesse contexto que a manufatura aditiva — em especial a impressão 3D por FDM — surge como possibilidade concreta. Trata-se de uma tecnologia que constrói objetos camada por camada a partir de um modelo digital (Silva; Santos, 2022). Sua principal vantagem é a produção sob demanda, personalizada e de baixo custo relativo. Este trabalho parte da seguinte questão: é possível utilizar a impressão 3D para confeccionar o alfabeto em Libras de forma viável e pedagogicamente útil?

Fundamentação teórica

A Libras é uma língua de modalidade visual-espacial, o que significa que sua comunicação se organiza a partir de parâmetros como configuração de mão, ponto de articulação, movimento, orientação e expressões faciais (Quadros; Karnopp, 2004). O alfabeto manual, embora seja um recurso de soletração e não uma estrutura gramatical completa, participa dessa lógica visual-espacial: cada letra é definida por uma configuração específica dos dedos e da palma.

Reconhecer essa diferença é fundamental para pensar qualquer recurso didático. Um material que trate o alfabeto em Libras como simples "gestos" ou "mímicas" falha em capturar sua complexidade (Gesser, 2009). A literatura sobre ensino de Libras têm destacado a importância de recursos visuais e táteis que permitam ao aprendiz observar a configuração da mão de múltiplos ângulos, o que nem sempre é possível em imagens estáticas.

Do ponto de vista da acessibilidade, as barreiras enfrentadas pelos surdos não são apenas comunicativas, mas também atitudinais e materiais (Moraes *et al*., 2025). A ausência de recursos que acompanhem a aprendizagem da Libras é uma dessas barreiras. É aqui que a impressão 3D se insere como ferramenta: ao transformar cada letra do alfabeto manual em objeto físico, ela cria uma ponte entre a representação abstrata e a experiência concreta, permitindo que o aprendiz observe, manipule e sinta a configuração dos dedos.

Além disso, a manufatura aditiva tem sido explorada em contextos de tecnologia assistiva e educação inclusiva, justamente por permitir a produção local de recursos que seriam inviáveis em modelos industriais de larga escala (Silva; Santos, 2022). Professores e instituições podem adaptar os modelos às necessidades específicas de seus alunos, promovendo uma personalização que a produção em massa não oferece.

Procedimentos metodológicos

A prática foi conduzida com uma impressora 3D Flashforge, utilizando filamento PLA de 1,75 mm. A escolha do PLA se deu por suas características: baixa temperatura de impressão, boa estabilidade dimensional, menor risco de empenamento e ausência de odores irritantes, o que o torna adequado a ambientes educacionais (Flashforge, 2023). O processo foi organizado em três etapas distintas, descritas a seguir.

Na primeira etapa, denominada modelagem digital, as 26 letras do alfabeto manual em Libras foram modeladas em software de modelagem 3D, buscando representar a configuração das mãos e a posição dos dedos de forma reconhecível (Quadros; Karnopp, 2004). O desafio central foi "congelar" a configuração de cada letra em uma forma estática que preservasse sua identidade visual e permitisse a identificação inequívoca, uma vez que o alfabeto manual é composto por configurações de mão que, no uso real, são produzidas em movimento e transição rápida entre si.

Na segunda etapa, realizou-se o fatiamento e a parametrização dos modelos. Utilizou-se altura de camada de 0,2 mm, preenchimento entre 10% e 15% e estrutura de preenchimento do tipo Gyroid, equilibrando resistência e economia de material (Flashforge, 2023). Suportes foram gerados para as partes suspensas dos dedos, uma vez que as configurações abertas e cruzadas exigiam estruturas de apoio para manter a estabilidade durante a impressão.

Na terceira e última etapa, procedeu-se à impressão e ao pós-processamento. Após a impressão, os suportes foram removidos manualmente e as superfícies foram inspecionadas quanto a falhas e rebarbas. Cada letra foi identificada e organizada para compor o conjunto completo do alfabeto, permitindo a verificação da viabilidade técnica do recurso e a análise de suas potencialidades e limitações pedagógicas (Silva; Santos, 2022).

Resultados e discussões

Os resultados demonstram que a impressão 3D é um ótimo recurso para a confecção do alfabeto em Libras. As 26 letras foram impressas com boa definição das configurações de mão, permitindo a identificação de cada sinal e sua manipulação física. A produção sob demanda mostrou-se viável: cada letra pode ser modelada e impressa em poucas horas, e o mesmo arquivo pode ser reimpresso quantas vezes forem necessárias, sem custo adicional de molde (Silva; Santos, 2022).

Do ponto de vista pedagógico, o alfabeto tátil oferece um canal de acesso diferente da imagem bidimensional ou do vídeo. Para o aprendiz, poder segurar cada letra, girá-la e observá-la de diferentes ângulos amplia as possibilidades de compreensão da configuração dos dedos (Gesser, 2009). Essa materialidade não substitui a vivência da língua em uso, mas a complementa, especialmente para aprendizes que se beneficiam de experiências táteis.

Além disso, o conjunto completo do alfabeto impresso permite a montagem de atividades práticas: ordenação das letras, formação de palavras soletradas, jogos de associação entre a letra impressa e sua correspondência visual. Essas possibilidades ampliam o repertório didático do professor e tornam o aprendizado mais concreto (Quadros; Karnopp, 2004).

Apesar do potencial, a prática revelou problemas que precisam ser considerados. O primeiro diz respeito aos suportes: as partes suspensas dos dedos, especialmente nas letras que exigem configurações mais abertas ou cruzadas, exigem estruturas de apoio que, ao serem removidas, podem deixar marcas ou fragilizar o modelo (Flashforge, 2023). Isso significa que o

design de cada letra precisa ser pensado em função das restrições da impressão FDM, e não apenas da forma do sinal.

O segundo problema é a aderência à mesa de impressão. As estruturas finas dos dedos são particularmente sensíveis a falhas de primeira camada, e variações de temperatura ou sujeira na mesa podem comprometer toda a impressão (Flashforge, 2023). O terceiro é o tempo: a produção do alfabeto completo pode levar muitas horas, o que exige planejamento em contextos escolares.

Há ainda uma limitação de natureza linguística: o modelo impresso é estático e não captura o movimento, o ritmo e as expressões faciais que fazem parte da gramática da Libras (Quadros; Karnopp, 2004). No caso do alfabeto manual, essa limitação é menor, já que as letras são configurações relativamente estáveis, mas ainda assim é importante lembrar que a soletração em uso real envolve transições rápidas entre letras. Portanto, o alfabeto impresso deve ser entendido como um recurso complementar, e não como substituto da interação com usuários fluentes ou de materiais audiovisuais (Gesser, 2009). As figuras abaixo mostram o resultado obtido na impressão 3D.

Figura 1 - Peças em Impressão 3D do alfabeto em Libras



Fonte: Os autores (2026)

Considerações finais

A experiência confirma que a impressão 3D com filamento PLA e impressora Flashforge é uma alternativa viável e promissora para a produção do alfabeto em Libras. O recurso se mostrou capaz de transformar as configurações de mão em objetos táteis, ampliando as formas de acesso ao conhecimento e contribuindo para a inclusão de estudantes surdos (Silva; Santos, 2022).

Ao mesmo tempo, os problemas observados — suportes, aderência, tempo de impressão e limitações da representação estática — indicam que a tecnologia deve ser utilizada com consciência de suas restrições (Flashforge, 2023). O êxito da proposta depende não apenas do

domínio técnico da impressão, mas também do conhecimento da língua e das necessidades dos aprendizes (Quadros; Karnopp, 2004).

Por fim, a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão se manifesta aqui de forma clara: a pesquisa sobre materiais acessíveis alimenta o ensino de Libras, que por sua vez se estende à comunidade surda por meio de recursos concretos (Moraes et al., 2025). A continuidade desse trabalho pode explorar modelos articulados, o uso de filamentos flexíveis e a produção de kits completos para alfabetização em Libras.

Referências

BRASIL. **Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002.** Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm. Acesso em: 28 set. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005**. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Brasília, DF: Presidência da República, 2005.

BRASIL. **Lei nº 14.191, de 3 de agosto de 2021**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para dispor sobre a modalidade de educação bilíngue de surdos. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em:https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14191.htm. Acesso em: 30 set. 2026.

FLASHFORGE. **Flashforge Guider 2S: User Manual**. [S.l.]: Flashforge, 2023.

GESSER, Audrei. **Libras? Que língua é essa?***: crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda. São Paulo: Parábola, 2009.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos**. Florianópolis: IFSC, 2025. Disponível em: https://www.ifsc.edu.br/documents/d/documentos-uteis/manual-de-normalizacao_rev_08abr25-pdf. Acesso em: 28 set. 2026.

MORAES, Rafael Rodrigues de; PEREIRA, Laura Sabrinny de Sá; FRANCISCO, Priscila Maria Stolses Bergamo; PICO, Giovana Astolfi; VIANNA, Nubia Garcia. Desafios vividos por pessoas surdas que utilizam Libras. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: https://periodicos.fiocruz.br. Acesso em: 28 set. 2026.

QUADROS, Ronice Müller de; KARNOPP, Lodenir Becker. **Língua de sinais brasileira**: estudos linguísticos. Porto Alegre: Artmed, 2004.

SILVA, A. B.; SANTOS, C. D. A inclusão de estudantes surdos no ensino superior: barreiras comunicacionais e desafios institucionais. **Revista Brasileira de Educação Especia**l, Marília, v. 28, p. 1-18, 2022.