

Make para todos: criação de recursos pedagógicos inclusivos com impressão 3D e corte a laser

Figueiredo, Luiz Fernando Gonçalves^{*1}; Ourives, Eliete Auxiliadora Assunção²; Dias, Franciele Vieira³; Rocha, Luís Cláudio de Melo Brito⁴; Vieira, Milton Luiz Horn⁵; Martins, Gleyston Barbosa⁶; Figueiredo, Attílio Bolivar Ourives⁷; Schimmel, Daniel Rodrigues⁸

1 – UFSC, lffigueiredo2009@gmail.com

2 – UFSC, elieteourives@gmail.com

3 – UFSC, franciele.vd@outlook.com

4 – UFMA, claudiobrito_@hotmail.com

5 – UFSC, milton.vieira@ufsc.br

6 – UFSC, gleystonbm@yahoo.com.br

7 – UFSC, gastronomia.cosine@gmail.com

8 – UFSC, daniel.schimmel@ufsc.br

* -Correspondência: Rua João Pio Duarte Silva, 682, bloco A1 apart 404, Córrego Grande, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 88037-001.

DOI 10.52050/9788579177132-16

RESUMO

Este trabalho propõe o desenvolvimento de recursos pedagógicos inclusivos com tecnologias de fabricação digital, como impressora 3D e corte a laser, em espaços maker. O objetivo foi criar materiais acessíveis e de fácil replicação para apoiar a aprendizagem de crianças com deficiência visual e múltiplas deficiências, por meio de jogos táteis sem eletrônica embarcada e suporte auditivo. A metodologia adotou o design centrado no usuário, com modelagem digital, produção e testes exploratórios. Os resultados evidenciam que os espaços maker promovem autonomia e inclusão no ambiente escolar, com contribuições para a Educação e Tecnologia Assistiva, ao viabilizar soluções acessíveis, funcionais e interdisciplinares.

Palavras-chave: educação inclusiva, espaço maker, jogos táteis.

ABSTRACT

This work proposes the development of inclusive educational resources using digital fabrication technologies such as 3D printing and laser cutting in maker spaces. The goal was to create accessible materials to support the learning of children with visual and multiple disabilities through tactile games without embedded electronics. The methodology followed user-centered design principles, including digital modeling, production, and exploratory testing. The results show that maker spaces promote autonomy and inclusion in the school environment, with contributions to Education, and Assistive Technology by enabling accessible, functional, and interdisciplinary solutions.

Keywords: education, maker space, tactile games.

1. INTRODUÇÃO

A educação inclusiva busca garantir o direito de todos os estudantes à aprendizagem em ambientes escolares comuns, independentemente de suas condições físicas, sensoriais, intelectuais ou sociais (MANTOAN, 2006). Trata-se de uma abordagem que rompe com o paradigma da homogeneização, defendendo que a diversidade é constitutiva do processo educativo e que o ensino deve ser adaptado às particularidades de cada aluno. Segundo a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), é dever dos sistemas educacionais se adaptarem às necessidades dos alunos, e não o contrário. Essa diretriz fundamenta políticas educacionais inclusivas em todo o mundo.

No Brasil, a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008) estabelece que escolas regulares devem assegurar o atendimento educacional especializado (AEE), a oferta de recursos acessíveis e a formação docente para lidar com a diversidade na sala de aula. O princípio da equidade implica garantir não apenas o acesso físico à escola, mas também a permanência e a aprendizagem efetiva por meio de metodologias diferenciadas e recursos pedagógicos acessíveis (OLIVEIRA; PRIETO, 2011).

Nesse contexto, os espaços maker representam ambientes inovadores que estimulam o “aprender fazendo”, a criatividade, a colaboração e a resolução de problemas (BLIKSTEIN, 2014; MARTINEZ; STAGER, 2013). Inspirados na cultura do fazer (maker culture), esses espaços possibilitam que os estudantes se envolvam em experiências práticas, com protagonismo e autoria. Quando articulados com práticas inclusivas, os ambientes maker se tornam potentes aliados na criação de soluções educacionais acessíveis e personalizadas.

A utilização de tecnologias de fabricação digital, como impressoras 3D, cortadoras a laser e softwares de modelagem, possibilita o desenvolvimento de

materiais adaptados às necessidades de alunos com deficiência, favorecendo o aprendizado multissensorial e

promovendo a equidade educacional (GERSHENFELD, 2012; BERSCH, 2017). Para alunos com deficiência visual, por exemplo, os jogos táteis são uma estratégia que estimula a percepção háptica, o raciocínio lógico e a exploração ativa do conhecimento (RODRIGUES; AMORIM, 2016).

Nesse sentido, os jogos táteis desenvolvidos com impressoras 3D podem incorporar formas geométricas, texturas variadas e elementos de narrativa que incentivem a interação e a aprendizagem contextualizada. A literatura destaca que a aprendizagem através do tato é fundamental para estudantes com deficiência visual, pois substitui a visão como canal primário de percepção do mundo (FERREIRA; SANTAROSA, 2014). Tais recursos, ao mesmo tempo em que ampliam o repertório pedagógico, valorizam a experiência sensorial e cultural dos estudantes, o que se alinha à perspectiva de educação anti capacitista (DINIZ; BARROS, 2020).

Com base nos resultados esperados, espera-se que a inserção dos jogos táteis e recursos digitais acessíveis nos espaços escolares promova maior engajamento, inclusão efetiva e o fortalecimento do vínculo entre escola, família e comunidade. A proposta também visa contribuir para formação de professores e gestores quanto às possibilidades pedagógicas dos ambientes maker na educação inclusiva, promovendo uma cultura escolar mais aberta às inovações tecnológicas e sociais.

Segundo Rocha, Ferreira e Lima (2021) O enfoque estratégico e funcional do design deve orientar a pesquisa, permitindo abrir um amplo leque de possibilidades e conduzir todo o processo de valorização das interações e experiências, tanto em sua dimensão social quanto conceitual.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo principal desenvolver recursos pedagógicos inclusivos, especificamente jogos táteis, utilizando tecnologias de fabricação digital, com foco em crianças com deficiência visual ou múltipla. Além de atender aos estudantes, busca oferecer soluções acessíveis a professores e famílias, sem a exigência de conhecimentos prévios em eletrônica ou programação, e a partir de estudos que reforçam a importância do acesso a materiais multissensoriais na aprendizagem de alunos com deficiência visual (NERY; SÁ, 2019), este trabalho também investiga a sua integração a sistemas de audiodescrição.

A audiodescrição, como reforço auditivo e melhoria do entendimento de conteúdos visuais convertidos para o tátil, contribuindo para uma experiência mais completa e imersiva de aprendizagem, o que amplia sua aplicabilidade e alcance social. A abordagem adotada dialoga com os princípios do design

universal e da tecnologia assistiva, priorizando a funcionalidade, a simplicidade e o baixo custo, conforme recomendações de Cook e Polgar (2015).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

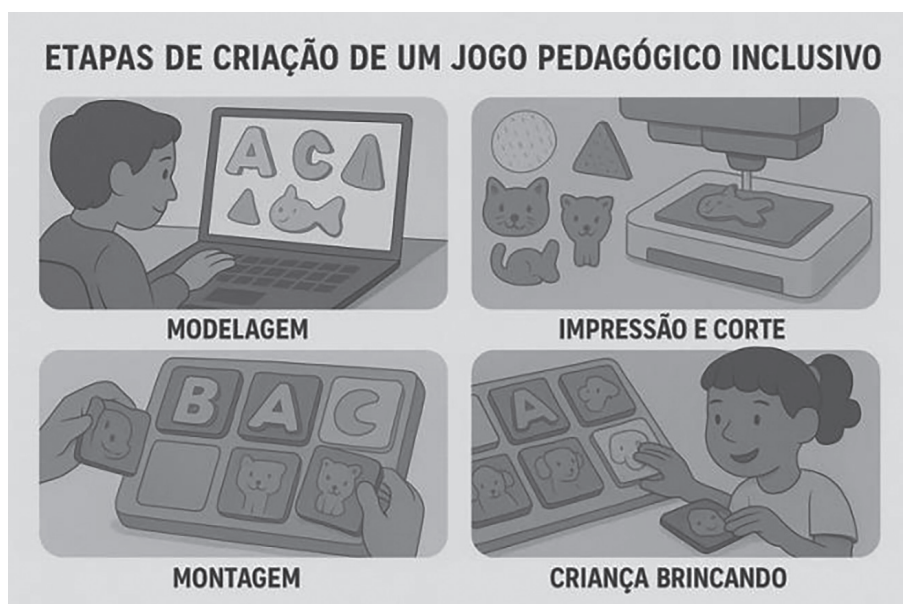
A pesquisa seguiu abordagem qualitativa e exploratória, com base em princípios do design participativo e do design universal para aprendizagem. O processo metodológico foi dividido em quatro etapas principais:

1. **Modelagem e Design:** Foram criadas peças táteis com letras em alto-relevo (A, E, I, O, U), formas geométricas (círculo, quadrado, triângulo) e figuras de animais (gato, cachorro, peixe, pássaro, sapo), com o auxílio do software gratuito Blender. Os modelos foram projetados considerando proporções adequadas ao manuseio infantil e princípios de contraste tátil, com diferentes texturas aplicadas às superfícies para facilitar a identificação pelo tato.
2. **Fabricação Digital:** As peças foram impressas em PLA, um material biodegradável, com relevo de 2 mm para promover melhor percepção háptica. Os tabuleiros base foram confeccionados em MDF de 3 mm utilizando corte a laser, com encaixes ajustados por meio de testes iterativos para garantir estabilidade e facilidade de montagem. Foram incluídas texturas contrastantes, formatos em relevo, indicações em Braille, adoção de práticas de economia de material e redução de desperdício durante o processo fabril. Os protótipos passaram por testes físicos de resistência e segurança, assegurando durabilidade em ambientes escolares.
3. **Materiais de Apoio e Documentação:** Foram elaborados dois manuais de uso com instruções acessíveis: um voltado para professores, com orientações pedagógicas e sugestões de atividades interdisciplinares; e outro para familiares, com instruções de uso e estratégias de mediação em casa. Roteirização da audiodescrição dos materiais. Os materiais foram organizados em linguagem acessível e acompanhados de imagens ilustrativas. Também foram produzidos áudios e vídeos curtos demonstrando o uso dos kits, hospedados em plataforma gratuita com acesso via QR Code nas instruções impressas, respeitando as diretrizes da ABNT NBR 15290/2016.
4. **Validação Preliminar e Análise:** Validação e revisão da audiodescrição dos materiais com audiodescritores consultores. Validação preliminar com professores da educação infantil e familiares de crianças com deficiência visual e múltipla, por meio de encontros presenciais e questionários abertos. Os participantes avaliaram aspectos como clareza das

formas, adequação das texturas, facilidade de manipulação e potencial pedagógico dos jogos. As respostas foram analisadas por codificação temática, conforme orientações de Bardin (2011), gerando categorias que subsidiaram ajustes no design das peças e nos materiais de apoio. A receptividade positiva dos participantes demonstrou a viabilidade da proposta e a importância de incorporar a escuta dos usuários no processo de desenvolvimento.

A seguir, pode ser visualizado pela figura 01 e 02 um esquema de elaboração do projeto.

Figura 01 - etapas do jogo pedagógico inclusivo



Fonte: Os autores.

Figura 02 - esquema do projeto do jogo pedagógico inclusivo

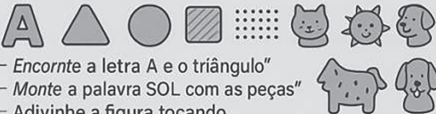
**Projeto: Jogo Tátil Inclusivo –
„Formas e Letras no Toque**

■ **Objetivo**
Criar um jogo pedagógico acessível para crianças com deficiência visual ou múltipla, que permiterem reconhecer a letras, as formas e texturas por meio do tato, podendo ser usado em casa por professores.

■ **Público-alvo**
Crianças de 4 a 9 anos com deficiência visual, cegueira ou múltiplas deficiências
Pais e professores do ensino infantil e fundamental I

■ **Materiais e tecnologias necessárias**
Impressora 3D (para peças em relevo)
Máquina de corte a laser (para base e organização)
EVA, velcro ou fita dupla-face
Cola quente

■ **Componentes do jogo**
Tabuleiro base (20x20 cm) com espaços para encaixe.
Peças em relevo com:
– Letras do alfabeto (em caixa alta e braille).
– Figuras geométricas (círculo, quadrado, triângulo, etc.)
– Texturas diferentes (impressa com relevo ou aplicadas com EVA/textura adesiva)



– Encornte a letra A e o triângulo”
– Monte a palavra SOL com as peças”
– Adivinhe a figura tocando

Fonte: Os autores.

3. RESULTADOS

Foram desenvolvidos dois kits principais adaptados às necessidades de aprendizagem tátil:

- Kit 1 – “Formas e Letras no Toque”: composto por letras e formas geométricas básicas, com e sem braille, e instruções com audiodescrição dos componentes do jogo. As atividades associadas incluem identificação tátil, associação fonêmica e construção de palavras simples.
- Kit 2 – “Animais em Relevo”: inclui figuras de animais com formatos e texturas distintas e instruções com audiodescrição dos componentes do jogo. As propostas pedagógicas envolvem adivinhação pelo tato, organização sequencial e contação de histórias com base nas peças.

As figuras 03 e 04 apresentam os resultados dos kits 1 e 2:

Figura 03 - Kit 1 “Formas e Letras ao Toque” com letras em Braille e formas geométricas em relevo



Fonte: Os autores.

Figura 04 - Kit 2 Figuras de animais com formas e texturas distintas



Fonte: Os autores.

4. DISCUSSÃO

A literatura destaca que a criação de materiais táteis adaptados tem impacto direto na aprendizagem e na motivação de estudantes cegos, especialmente quando os conteúdos são personalizados e incluem estratégias de apoio auditivo ou verbal (See; Advincula, 2021). A ausência de tecnologia embarcada não é um limitador, desde que as estratégias didáticas valorizem a percepção háptica, a linguagem simples e o uso de materiais que despertem o interesse e a exploração ativa (Nunes; Dutra, 2021).

Por esse motivo, a experiência mostrou que o uso de tecnologias de fabricação digital em ambientes maker pode ser uma via eficaz para criação de materiais acessíveis e personalizados. Segundo Costa (2021), os espaços maker ampliam a possibilidade de criação colaborativa de recursos educacionais adaptados à diversidade dos estudantes. Moran (2015) destaca que o valor pedagógico dessas tecnologias depende da intencionalidade no planejamento das atividades e na mediação docente. No presente estudo, verificou-se que a combinação entre design centrado no usuário, baixo custo e foco multissensorial contribuiu para promover uma prática pedagógica mais inclusiva.

Essa integração entre inovação tecnológica e educação inclusiva reforça a importância de práticas pedagógicas flexíveis e adaptáveis, que considerem as singularidades de cada estudante. A adoção de uma abordagem maker permitiu, além do desenvolvimento de habilidades cognitivas e motoras, o fortalecimento da autonomia e da autoestima dos alunos com deficiência, como também apontam os estudos de Blikstein (2014). Ao possibilitar a construção ativa do conhecimento, os ambientes maker ampliam o potencial de aprendizagem ao fomentar a autoria e o protagonismo estudantil.

Além disso, o envolvimento de professores e familiares no processo de validação destacou a importância do diálogo entre inovação tecnológica e contextos sociais e escolares reais. Essa escuta ativa dos usuários finais, princípio fundamental do design centrado no usuário, possibilitou ajustes significativos nos recursos produzidos, aumentando sua funcionalidade e relevância pedagógica. Como ressaltam Rodrigues e Amorim (2016), o sucesso de tecnologias assistivas está diretamente relacionado à sua aderência ao cotidiano dos usuários e à sua aceitação pela comunidade escolar.

A experiência também evidenciou a viabilidade de implementação dos kits em diferentes contextos educacionais, inclusive em instituições com infraestrutura limitada. O uso de materiais de baixo custo e de fácil replicação demonstra que práticas inovadoras não precisam, necessariamente, estar atreladas a investimentos elevados. Pelo contrário, a criatividade, o conhecimento técnico acessível e a colaboração entre diferentes atores da comunidade escolar são elementos centrais para a sustentabilidade de projetos educacionais inclusivos e inovadores. em ambientes maker pode ser uma via eficaz para criação de materiais acessíveis e personalizados.

Segundo Costa (2021), os espaços maker ampliam a possibilidade de criação colaborativa de recursos educacionais adaptados à diversidade dos estudantes. Moran (2015) destaca que o valor pedagógico dessas tecnologias depende da intencionalidade no planejamento das atividades e na mediação docente. No presente estudo, verificou-se que a combinação entre design centrado no

usuário, baixo custo e foco multissensorial contribuiu para promover uma prática pedagógica mais inclusiva. Além disso, o envolvimento de professores e familiares no processo de validação destacou a importância do diálogo entre inovação tecnológica e contextos sociais e escolares reais.

5. CONCLUSÕES

A criação de jogos táteis inclusivos em ambiente maker mostrou-se uma estratégia eficaz para apoiar a aprendizagem de crianças com deficiência. A combinação entre design acessível, fabricação digital e mediação pedagógica ampliou o potencial de participação e autonomia dos estudantes.

A partir do desenvolvimento e aplicação dos kits táteis, constatou-se que é possível

integrar metodologias ativas, princípios de acessibilidade e uso de tecnologias simples para promover a inclusão de forma concreta no cotidiano escolar. A utilização de materiais acessíveis e a participação de professores e familiares no processo de validação reforçaram o caráter colaborativo e contextualizado da proposta, evidenciando que a escuta e o envolvimento da comunidade são essenciais para o sucesso de ações inclusivas.

Além disso, a metodologia empregada demonstra que a acessibilidade pode ser promovida por meio de soluções simples, replicáveis e de baixo custo, com forte embasamento pedagógico e social. Nesse sentido, os resultados indicam que os espaços maker, ao aliar criatividade, experimentação e tecnologia, podem ser adaptados para atender às demandas de alunos com diferentes necessidades educacionais. Essa perspectiva amplia a visão do fazer pedagógico, demonstrando que práticas inclusivas não precisam ser complexas ou de alto custo, mas sim sensíveis às realidades locais e fundamentadas em princípios de equidade.

O projeto evidencia que é possível implementar práticas inovadoras e inclusivas com recursos acessíveis e replicáveis, fomentando uma cultura escolar mais equitativa e democrática. A proposta também inspira novas ações educacionais em formato digital que incluam processos multissensoriais e continue a integrar design participativo, valorizar o protagonismo estudantil e a inclusão como eixo estruturante da prática docente.

Por fim, a inclusão de audiodescrição impressa e áudio acessível por meios simples (como QR Code em etiquetas) mostrou-se eficiente para guiar o uso dos jogos em sala de aula ou em casa, promovendo autonomia dos alunos e confiança dos mediadores. A ausência de eletrônicos não comprometeu a eficácia dos materiais; ao contrário, facilitou sua replicação em diferentes contextos

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BERSCH, R. A. *Tecnologias assistivas e inclusão: acessibilidade nos espaços, materiais e recursos didáticos*. São Paulo: Memnon, 2017.
- BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (org.). *FabLabs: Of machines, makers and inventors*. Bielefeld: Transcript, 2014. p. 203-222.
- BLIKSTEIN, Paulo. *FabLabs e Makerspaces na educação: novos espaços de aprendizagem para o século XXI*. São Paulo: Fundação Telefônica Vivo, 2014.
- BRASIL. *Ministério da Educação*. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília: MEC/SEESP, 2008.
- BRASIL. *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*. MEC/SEESP, 2008.
- CAST. *Universal Design for Learning Guidelines version 2.0*. Wakefield, MA: Center for Applied Special Technology, 2011.
- COOK, A. M.; POLGAR, J. M. *Assistive technologies: principles and practice*. 4. ed. St. Louis: Mosby, 2015.
- COSTA, Marli E. D. da. *Espaços maker na educação básica: potencialidades e desafios*. Revista Educação e Tecnologia, 2021.
- DINIZ, D.; BARROS, D. D. Deficiência, capacitismo e a produção da exclusão. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 35, n. 103, 2020.
- FERREIRA, F. C.; SANTAROSA, L. M. C. O uso de jogos táteis como recursos pedagógicos para alunos com deficiência visual. *Revista Educar em Revista*, Curitiba, n. 53, p. 129-148, 2014.
- GERSHENFELD, N. *FAB: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication*. New York: Basic Books, 2012.
- MANTOAN, M. T. E. *Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?* São Paulo: Moderna, 2006.
- MANTOAN, Maria Teresa Eglér. *Educação inclusiva: em construção*. São Paulo: Summus, 2006.
- MARTINEZ, S.; STAGER, G. *Invent to learn: making, tinkering, and engineering in the classroom*. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.
- MORAN, José Manuel. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Campinas: Papirus, 2015.
- NERY, Érica Santana Silveira; SÁ, Antônio Villar Marques de. A deficiência visual em foco: estratégias lúdicas na Educação Matemática Inclusiva. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 32, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1984686X35402>. Acesso em: 14 jun. 2025.
- NUNES, Rose Cristina Alves; DUTRA, Carlos Maximiliano. Constelações: Jogo de cartas táteis para o ensino de alunos com deficiência visual. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 5, e18110514691, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14691>. Acesso em: 14 jun. 2025.

OLIVEIRA, M. A.; PRIETO, R. C. Educação inclusiva e tecnologia assistiva: possibilidades de acessibilidade. *Revista Benjamin Constant*, v. 17, n. 1, p. 9-19, 2011.

PAPERT, Seymour. *A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artmed, 2008.

ROCHA, Luís Cláudio de Melo Brito; FERREIRA, Diêgo Jorge Lobato; LIMA, Rosilene Martins. Design e arte para acessibilidade dos museus do Centro Histórico de São Luís: diagnósticos e soluções. In: ROCHA, Luís Cláudio de Melo Brito (org.). *Design em convergência: articulações multidisciplinares para criação de soluções*. São Luís: Editora IFMA, 2021. p. 111–130.

RODRIGUES, D. C.; AMORIM, T. C. A. Design inclusivo e tecnologias assistivas: práticas colaborativas no desenvolvimento de produtos acessíveis. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Design*, 2016.

RODRIGUES, David. *Educação Inclusiva: teoria, políticas e práticas*. São Paulo: Vozes, 2011.

UNESCO. *Declaração de Salamanca e Linha de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais*. Salamanca: UNESCO, 1994.

UNESCO. *Declaração de Salamanca e Linha de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais*. Brasília: CORDE, 1994.

VALENTE, José Armando. *Tecnologia e educação: o papel do professor na integração das TICs*. Revista Brasileira de Informática na Educação, 2013.