ANAIS do V Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva - CBTA 2025 e do *First International Congress on Research and Development in Assistive Technology - 1st ICRDAT*

Inovação e a Inclusão em **Tecnologia Assistiva**

VOLUME 4

Da Autonomia no Espaço ao Suporte no Aprender

canal6 editora

ANAIS do V Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva - CBTA 2025 e do *First International Congress on Research and Development in Assistive Technology - 1st ICRDAT*

Inovação e a Inclusão em **Tecnologia Assistiva**

VOLUME 4
Da Autonomia no Espaço ao Suporte no Aprender

Organizadores

Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto
Anderson Roges Teixeira Góes
Flávio Issao Kubota
Mari Inês Piekas
Heliza Colaço Góes
Ângela Maria dos Santos
Vanessa Teixeira
Álvaro Ricardo Ferreira Bento Júnior
Vinícius Luiz Lisboa Miguel

canal6 editora

1ª EDIÇÃO 2026

canal6 editora
Rua Noé Onofre Teixeira, 4-13
Jd. Dona Lili | CEP 17032-500 | Bauru, SP
www.canal6editora.com.br

ABEC BRASIL
Associação Brasileira de Editores Científicos

ASSOCIADO CBL Câmara Brasileira do Livro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(BENITEZ Catalogação Ass. Editorial, MS, Brasil)

I58 Inovação e a inclusão em tecnologia assistiva : da autonomia no espaço ao
1.ed. suporte no aprender. – 1.ed. – Bauru, SP : Canal 6 Editora, 2026.
440 p.; 16 x 23 cm. -- (Inovação e a inclusão em tecnologia assistiva ; v. 4)

Vários autores.
Vários organizadores.
Bibliografia.
ISBN 978-85-7917-713-2
DOI 10.52050/9788579177132

1. Acessibilidade. 2. Educação inclusiva. 3. Inclusão escolar. 3. Inovações educacionais. 4. Pesquisa científica. 5. Tecnologia assistiva. I. Série.

07-2026/131 CDD 371.904334

Índice para catálogo sistemático:
1. Inclusão social : Inovações : Tecnologia assistiva : Educação 371.904334

Aline Graziele Benitez – Bibliotecária – CRB-1/3129

COMITÊ ORGANIZADOR - V CBTA - 1st ICRDAT
Incluindo Membros da ABPTA e NAPI-TA

Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto - UFPR - Presidente
José Aguiomar Foggiatto - UTFPR - Vice-presidente

A Equipe de Apoio ao Comitê Organizador é constituída por Membros fundadores da Associação Brasileira de Pesquisadores em Tecnologia Assistiva (ABPTA) e do Comitê gestor do NAPI-TA, e as demais atividades estão divididas em comissões:

Membros fundadores da ABPTA:
Anderson Roges Teixeira Góes - UFPR
Flávio Issao Kubota - UFPR
Eugenio Andrés Diaz Merino - UFSC
Giselle Schmidt Alves Díaz Merino - UDESC
José Aguiomar Foggiatto - UTFPR
Fausto Orsi Medola - UNESP-FAAC
Luís Carlos Pasquarella - UNESP-FAAC
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira - UDESC
Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto - UFPR
Susana Cristina Domenech - UDESC

Comitê gestor do NAPI-TA
Anderson Roges Teixeira Góes - UFPR
Angela Maria dos Santos - IFPR
Débora Ribeiro Carvalho - UFPR
Fátima Aparecida da Cruz Padoan - Coordenadora UENP
José Marcelino - UENP - Vice-coordenadora UENP
Guilherme Nogueira - PUC-Pr
Heliza Colaço Góes - Coordenadora - IFPR
Jones Schaefer - PUC-Pr
José Aguiomar Foggiatto - UTFPR - Coordenador UTFPR
Luciano Zart Olanyk - Coordenador UTFPR
Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto - UFPR - Coordenador Geral
Osiris Canciglieri - PUC-PR
Percy Nohama - Coordenador PUC-PR
Quelen Coden - Representante SEDEF-PR
Roberta Targa Stramandinoli Zanicotti - HT

COMISSÃO ORGANIZADORA DO V CBTA - 1st ICRDAT (todos os integrantes)

Titulação	Nome	Curso/ Instituição
MSc	Amaury Dudcoschi Junior	Doutorando PPGMEC UFPR
Dr.	Anderson Roges Teixeira Góes	UFPR
MSc	André Luís de Oliveira Lima	Doutorando PPGDesign UFPR
Graduada	Caroline Revay Franciosi	Mestranda PPGDesign
Dr.	Deborah Ribeiro Carvalho	UFPR
Dr.	Eugenio Andrés Díaz Merino	UFSC
Dr.	Fausto Orsi Medola	UNESP
Dr.	Flávio Issao Kubota	UFPR
Dr.	Giselle Schmidt Alves Díaz Merino	UDESC
Graduada	Isabela Inês Nunes Cabreira	Mestranda PPGE UFPR
Dr.	Jones Luís Schaefer	PUC-PR
Dr.	José Aguiomar Foggiatto	UTFPR
Especialista	José Osmar Klein	Técnico Adm. UFPR
Dr.	Kelli Cristine Assis Silva Smythe	UFPR
Dr.	Luis Carlos Pasquarella	UNESP- Bauru
Dr.	Marcelo Gitirana Gomes Ferreira	UDESC
Ensino Medio	Maria Eduarda Rosa de Souza	Discente Expressão Gráfica UFPR
Dr.	Maria Lílian de Araújo Barbosa	UFPR
Dr.	Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto	UFPR
Dr.	Osiris Canciglieri Junior	PUC-PR
Graduado	Paulo Alexandre Correia de Jesus	Mestrando PPGEPS - PUC-PR
Dr.	Percy Nohama	PUC-PR
Dr.	Roberta Targa Stramandinoli Zanicotti	UTFPR
Dr.	Susana Cristina Domenech	UDESC
Ensino Médio	Vanessa Teixeira	Discente Engenharia Mecânica -UFPR
Ensino Médio	Vinicius Luiz Lisboa Miguel	Discente Engenharia Mecânica -UFPR

COMISSÃO DE COMUNICAÇÃO E REGISTRO

Isabela Cabreira - Mestranda PPGEM-UFPR

MSc. André Luís Oliveira de Lima - doutorando PPGdesign

Carolina Revay Franciosi - Mestranda PPGDesign

Vinicius Luiz Lisboa Miguel - Bolsista de Apoio Técnico - Fundação Araucária - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

Prof. Anderson Roges Teixeira Góes - UFPR

MSc. Helen Cristina Nogueira - Doutoranda PPGDesign-UFPR

Paulo Alexandre Correia - Mestrando PPGTS-PUC-PR

Prof. Kelli Cristine Assis Silva Smythe - Departamento de Design-UFPR

MSc. Amaury Dudcoschi Júnior - Doutorando PGMec-UFPR

COMISSÃO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

Profª. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto - UFPR

Profª. Fátima Aparecida da Cruz Padoan - UENP

MSc. Quelen Coden - SEDEF

Prof. Anderson Roges Teixeira Góes - UFPR

Vinicius Luiz Lisboa Miguel - Bolsista de Apoio Técnico - Fundação Araucária - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

José Osmar Klein Junior - Técnico Administrativo - DEMEC-UFPR

COMISSÃO DE GESTÃO FINANCEIRA

Prof. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto - UFPR

Prof. Percy Nohama - PUC-PR

Prof. Anderson Roges Teixeira Góes - UFPR

Prof. Flávio Issao Kubota - UFPR

APOIO TÉCNICO

MSc. Amaury Dudcoschi Júnior - Doutorando PGMec-UFPR

MSc. André Luís Oliveira de Lima - Doutorando PPGDesign-UFPR

José Osmar Klein Junior - Técnico Administrativo - DEMEC-UFPR

MSc. Thiago Lobo - Doutorando PPGDesign-UFPR

Dra Maria Lílian de Araujo Barbosa - Estágio Pós-doutoral - PGMec-UFPR

Isabela Cabreira - Mestranda PPGEM-UFPR

Maria Eduarda Rosa de Souza - Graduação em Expressão Gráfica - UFPR

Vanessa Teixeira - Bolsista de Apoio Técnico - Fundação Araucária - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

Vinicius Luiz Lisboa Miguel - Bolsista de Apoio Técnico - Fundação Araucária - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

Alvaro Ricardo Ferreira Bento Júnior - Bolsista de Iniciação Científica - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

Piter Pauvelz Cusatis - Bolsista de Iniciação Científica - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

Daniel Carvalho Micol - Bolsista de Iniciação Científica - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

Kenzo Piekas Fukushima - Bolsista de Iniciação Científica - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

COMISSÃO DE ACESSIBILIDADE

MSc. Amaury Dudcoschi - Implementação Digital - Doutorando PGMec-UFPR

Profa Kelli Cristine Assis Silva Smythe - Departamento de Design-UFPR

Dra Mari Inês Piekas - Estágio pós-doutoral - PPGDesign-UFPR

COMISSÃO DE GESTÃO DA PLATAFORMA DE SUBMISSÃO DE ARTIGOS

Drª Maria Lílian de Araujo Barbosa - Estágio Pós-doutoral UFPR

Prof. Flávio Issao Kubota - UFPR

Prof. José Aguiomar Foggiatto - UTFPR

MSc. Amaury Dudcoschi - Implementação Digital - Doutorando PGMec-UFPR

Profa Deborah Ribeiro Carvalho - UFPR

COMISSÃO DE GESTÃO DA CONFECÇÃO DOS ANAIS

Prof. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto - UFPR

Prof. Anderson Roges Teixeira Góes - UFPR

Profa Heliza Colaço Góes - IFPR

Profa Angela Maria dos Santos - IFPR

Prof. Flávio Issao Kubota - UFPR

Prof. José Aguiomar Foggiatto - UTFPR

Vanessa Teixeira - Bolsista de Apoio Técnico - Fundação Araucária - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

Alvaro Ricardo Ferreira Bento Júnior - Bolsista de Iniciação Científica - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

Vinicius Luiz Lisboa Miguel - Bolsista de Apoio Técnico - Fundação Araucária - Graduação em Engenharia Mecânica - UFPR

COMISSÃO DE CLASSIFICAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS

Prof. Anderson Roges Teixeira Góes - UFPR

Profa Heliza Colaço Góes - IFPR

Profa Angela Maria dos Santos - IFPR

COMITÊ CIENTÍFICO - V CBTA & 1st ICRDAT

Titulação	Membros do Comitê Científico	Instituição
Dr.	Alison Alfred klein	UFPR/ KINEBOT
Dr.	Anderson Roges Teixeira Góes	UFPR
Drª.	Angela Maria dos Santos	IFPR
Dr.	Antônio Verguetz Silva	UTFPR
Drª.	Arabella Natal Galvão da Silva	UFPR
Drª.	Bruna Brogin	Empresa
Dr.	Carlos Alberto da Costa	UCS
Dr.	Carlos Felipe Urquizar Rojas	UNIVILLE / UFPR
Drª.	Caroline Paganan	UEMG
Dr.	Cleyton Fernandes Ferrarini	UFSCAR
Dr.	Danilo Corrêa Silva	UNIVILLE
Drª.	Deborah Ribeiro Carvalho	UFPR
Drª.	Dominique Adam	Empresa
Dr.	Edson Teixeira	IFSC
Dr.	Elton Moura Nickel	UDESC
Drª.	Emília Christie Picelli Sanches	UFPR
Dr.	Eugênio Andres Diaz Merino	UFSC
Drª.	Fátima Aparecida da Cruz Padoan	UENP
Dr.	Fausto Orsi Medola	UNESP
Dr.	Flávio Issao Kubota	UFPR
Dr.	Gabriel Rosenmann	UFPR
Drª.	Gabriela Cordeiro Correa do Nascimento	UFPR

Titulação	Membros do Comitê Científico	Instituição
Drª.	Giselle Schmidt Alves Díaz Merino	UDESC
Dr.	Guilherme Nogueira	PUC-PR
Drª.	Heliza Colaço Góes	IFPR
Drª.	Isabella de Souza Sierra	UFPR
Dr.	Jones Luís Schaefer	PUC-PR
Dr.	José Aguiomar Foggiatto	UTFPR
Dr.	José Guilherme Santa Rosa	UFRN
Drª.	Juliana Bueno	UFPR
Drª.	Kelli Cristine Assis Silva Smythe	UFPR
Drª.	Lizandra Lupi Vergara	UNESP
Dr.	Lucas José Garcia	UFPE
Dr.	Luciano Zart Olanyk	UTFPR
Dr.	Luís Carlos Paschoarelli	UNESP
Dr.	Marcelo Gitirana	UDESC
Dr.	Marcelo Henrique Stoppa	UFCAT
Drª.	Mari Inês Piekas	UFPR
Drª.	Maria Lilian de Araujo Barbosa	UFPR
Drª.	Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto	UFPR
Dr.	Miguel Ángel Aires Borrás	UFSCAR
Dr.	Milton José Cinelli	UDESC
Drª.	Nelma de Cássia Silva Sandes Galvão	UFRB
Dr.	Osiris Canciglieri	PUC-PR
Drª.	Paloma Poier Hohmann	UFPR
Dr.	Paulo Eduardo Capel Cardoso	USP
Dr.	Percy Nohama	PUC-PR
Drª.	Roberta Targa Stramandinoli Zanicotti	HT
Drª.	Rosimeri Franck Pichler	UFPE
Drª.	Sandra Regina Marchi	Empresa
Dr.	Sérgio Fernando Lajarin	UFPR
Drª.	Susana Cristina Domenech	UDESC
Dr.	Teófilo Alves Galvão Filho	UFRB
Dr.	Yago Weschenfelder Rodrigues	UDESC

V Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva
(V CBTA 2025) e o *First International Congress on Research and Development in Assistive Technology (1st ICRDAT)*

Local: Universidade Federal do Paraná - Campus Rebouças
Período: 30 de setembro a 03 de outubro de 2026.
Av. Sete de Setembro, 2645 - Rebouças, Curitiba - PR, 80230-085
https://abpta.com.br/cbta/

Sumário

12 Prefácio

EIXO TEMÁTICO | Treino de Capacidades
RELATOS TÉCNICOS

18 Fabricação digital e tecnologia assistiva: soluções inovadoras para a inclusão de pessoas com deficiência visual
Reis, Lucas Santos; Batista, Mariane de Jesus; Galvão, Nelma de Cássia Silva Sandes; Santos, Leandro Brito; De Souza, Nilmar

EIXO TEMÁTICO | Treino de Capacidades
RESUMO

29 Desenvolvimento de um parapodium de baixo custo para crianças com paralisia cerebral
Tebas, Maria Luísa Lopes; Dantas, Laura Sousa; Ribeiro, Bárbara Bernadelli; De Oliveira, Nayara Rodrigues Gomes; Gonçalves, Pedro Henrique

EIXO TEMÁTICO | Mobiliários e Adaptações para Residências, Escolas e Outros Imóveis
ARTIGOS COMPLETOS

32 Aplicação da digitalização e impressão 3D na otimização de produtos assistivos
Zigmund, Laura Gadonski; Muniz, Laura Pardinho; Foggiatto, José Aguiomar

45 Produção de Tecnologia Assistiva para inclusão escolar de crianças com deficiência motora
Marcelino, Juliana Fonsêca de Queiroz; Costa, Mirely Freitas; Ferreira, Leticia Rodrigues; Amaral, Manoele de Fatima da Silva; Silva, Geovanna Gabryele dos Santos; Da Silva, Suellen Maria

EIXO TEMÁTICO | Mobiliários e Adaptações para Residências, Escolas e Outros Imóveis
RELATO TÉCNICO

59 Design Espacial: proposta de levantamento de requisitos para acessibilidade sensorial em banheiros para pessoas idosas
Maria Lílian A. Barbosa; Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto

EIXO TEMÁTICO | Mobiliários e Adaptações para Residências, Escolas e Outros Imóveis
RESUMO

68 Avaliação da satisfação de terapeutas ocupacionais a respeito de produtos assistivos produzidos por manufatura aditiva (Impressão 3D)
Nascimento, Gabriela Cordeiro Corrêa do; Poier, Paloma Hohmann; Lajarin, Sérgio Fernando

EIXO TEMÁTICO | Recursos Pedagógicos Escolares
ARTIGOS COMPLETOS

71 3D Fitting Cells: desenvolvimento de modelo tátil acessível para o ensino de citologia no ensino fundamental
Góes, Anderson Roges Teixeira; Benkendorf, Isabella Vieira; Fiatcoski, Daiana Aparecida Stresser; Góes, Heliza Colaço

82 Anatomia Tátil 3D: avanços na construção de recursos táteis para pessoas com deficiência visual
Góes, Anderson Roges Teixeira; Pinheiro, Poliana Batista; Cabreira, Isabela Inês Nunes

91 ***Braille Blocks*: manual aberto para reprodução de um recurso tátil de Tecnologia Assistiva**
Cabreira, Isabela Inês Nunes; Góes, Anderson Roges Teixeira

EIXO TEMÁTICO | Recursos Pedagógicos Escolares

RELATOS TÉCNICOS

104 **Comunicação aumentativa e alternativa como tecnologia assistiva no contexto escolar: relato de experiência no atendimento educacional especializado**
Castro, Rosicléia Siqueira de; Hummel, Eromi Izabel

114 **Desenvolvimento de tabuleiro para ensino de vetores na Física: uma tecnologia assistiva construída pelos princípios do Desenho Universal**
Góes, Heliza Colaço; Santos, Angela Maria dos; Tunnir, Viviana Jenife; Coelho, José Ricardo Dolenga; Góes, Anderson Roges Teixeira

124 **Explorando materiais têxteis e estímulos sensoriais da obra 'Valquíria Miss Dior' para a aprendizagem de cores de forma inclusiva**
Lanzarin, Bibiana Wittmann; Blender, Clariana Fischer

134 **Formação docente para práticas inclusivas: aplicação do Desenho Universal, do Desenho Universal para Aprendizagem e de Tecnologias Assistivas Educacionais**
Jeremias, Sandra Maria Ferreira; Góes, Anderson Roges Teixeira

145 **Jogos pedagógicos e suas características: "Taco gato cabra queijo pizza" para pessoas com TDAH**
Campos, Flávia Maria Gomes; Felix, Carlos Eduardo Trigo Nasser; Leite, Flávia Piva Almeida

159 **Jogos táteis em parques: inclusão, aprendizagem e acessibilidade**
Figueiredo, Luiz Fernando Gonçalves de; Ourives, Eliete Auxiliadora Assunção; Dias, Franciele Vieira; Rocha, Luís Cláudio de Melo Brito; Vieira, Milton Luiz Horn; Martins, Gleyston Barbosa; Figueiredo, Attílio Bolivar Ourives; Schimmel, Daniel Rodrigues

168 **Levantamento de projetos de dispositivos de facilitação para escrita manual utilizando manufatura aditiva**
Valadão, Júlia Romão; Sime, Mariana Midori

181 **Livro digital acessível: perspectiva para prevenção da violência sexual da criança surda**
Silva, Daniele Rosa de Arruda da; Hummel, Eromi Izabel

190 **Make para todos: criação de recursos pedagógicos inclusivos com impressão 3D e corte a laser**
Figueiredo, Luiz Fernando Gonçalves; Ourives, Eliete Auxiliadora Assunção; Dias, Franciele Vieira; Rocha, Luís Cláudio de Melo Brito; Vieira, Milton Luiz Horn; Martins, Gleyston Barbosa; Figueiredo, Attílio Bolivar Ourives; Schimmel, Daniel Rodrigues

201 **Metodologias assistivas no ensino de biologia: uma revisão sistemática de literatura**
Gomes, Alícia de Carvalho; Mendes, Maricleide Pereira de Lima

211 **Modelos anatômicos falantes: inovação para o ensino de anatomia**
Siviero, Fábio; Francisco, Kellinton José Mendonça; Cardoso, Paulo Eduardo Capel

222 **Mouse de cabeça como recurso pedagógico em oficinas de eletrônica: formação técnica para meninas em STEM**
Costa, Andressa Borges; Santos, Alice Bispo dos; Oliveira, Amanda Leão de; Campos, Helen de Souza; Reis, Lucas Santos; Queiroga, Raissa Tavares Vieira

232 **Panorama dos estudos de educação alimentar e nutricional para crianças com transtorno do espectro autista na educação infantil**
Martins, Gabriela de Oliveira; Fonseca, Karina Zanoti; Galvão, Nelma de Cassia Silva Sandes

246 Quadro de representações tridimensionais (QRT): desenvolvimento de um recurso didático inclusivo para o ensino de matemática
Góes, Anderson Roges Teixeira; Liberti, Vinícius; Silva, Aline Cristina Barbosa da; Nogueira, Clélia Maria Ignatius

266 Re-pensar las matemáticas: impacto de métodos manipulativos y formación docente inclusiva
Rodríguez-García, Alejandro; González-Tejerina, Sara; Arias-Gago, Ana Rosa

280 Uso da fabricação digital no desenvolvimento de materiais pedagógicos para pessoas com deficiência visual: uma revisão de escopo
Carvalho, Pedro Garcia de; Gomes, Júlia da Costa Taveira; Pasquarella, Luis Carlos; Medola, Fausto Orsi; Faust, Fernanda Gomes; dos Santos, Aline Darc Piculo

292 Análise de interface do portal da Brasil Júnior: teste de usabilidade
Zagonel, José Eduardo; Cinelli, Milton José

303 A comunicação aumentativa e alternativa para promoção da aprendizagem no contexto do atendimento educacional especializado
Castro, Rosicléia Siqueira; Hummel, Eromi Izabel

310 Audiodescrição de ambiente escolar para a inclusão do estudante com deficiência visual
Maciel, Suely

320 Brinquedo de contação de histórias para estimular habilidades socioemocionais de crianças com o uso da tecnologia de impressão 3D
Silva, Clarice Lima da; Santos, July Victoria Almeida; Cerqueira, Nicoly Paixão; Oliveira, Patrícia Alcantara de; Costa, Diogo Pontes; Merino, Eugenio Andrés Díaz; Giracca, Cesar Nunes

329 Desenvolvimento de um compasso adaptável com manufatura aditiva
Pita, Marlon Coelho; Batista, Mariane de Jesus; Reis, Lucas Santos; Santos, Leandro Brito; Mota, Renata de Sousa; Souza, Nilmar de

338 Digitavox USP: ensino de digitação acessível e gratuito através de tecnologia assistiva multiplataforma para inclusão digital de pessoas com deficiência visual
Capel Cardoso, Paulo Eduardo; Venturini, Marcelo Mikley; Okamoto Junior, Jum; Ferreira, João Eduardo

344 Dispositivos táteis para o ensino de música para pessoas com deficiência visual
Ott, Ellen Carolina, Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro, Negrelli, Leônia Gabardo, Miguel, Vinícius Luiz Lisboa, Santos, André Vitkoski Diogo dos, Teixeira, Vanessa, Cusatis, Piter Pauvelz, Bento Junior, Álvaro Ricardo Ferreira

353 Duolibras: uma plataforma gamificada para letramento e alfabetização em libras
Jasse, Thais Faucz

362 Elaboração de recurso digital para a alfabetização de estudantes com necessidades complexas de comunicação
Avelan, Danielly Nogueira Mantana; Pedro, Ketilin Mayra; Leite, Lúcia Pereira

368 Ensino de desenho acessível: materiais didáticos para pessoas com deficiência visual
Piekas, Mari Ines; Fukushima, Kenzo Piekas; Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro; Teixeira, Vanessa

376 Implementação de Recursos de Tecnologia Assistiva a partir de demandas pedagógicas de uma professora do Atendimento Educacional Especializado
Gonçalves, Adriana Garcia Gonçalves; Andressa Lopes; Gerusa, Ferreira Lourenço

382 Jogo Música Tátil: desenvolvimento de produtos 3D na educação musical inclusiva
Oviedo, Jesús Alberto López; Freitas, Luiz Alberto Amorim de; Olanyk, Luciano Zart; Foggiatto, José Aguiomar

390 Livro de artista: potencial didático e metodológico como tecnologia assistiva
Souza, Maria Aparecida de; Borges, Douglas Andrade

399 O estudo de cinemática por meio de gráficos audiodescritos
Crispim, Gabriela; Santos, Angela Maria Dos; Góes, Heliza Colaço

404 Sala Multifuncional e Regulação Emocional: percepções de professores sobre uso, formação e impacto em estudantes neurodivergentes
Franciosi, Caroline Revay; Carvalho, Gislene; Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro

411 URC – Unidade Robótica Cúbica: uma solução acessível para educação e tecnologia assistiva
Seixas, Gabriel; Reis, Lucas; Batista, Mariane; Moura, Ian; Brito Leandro

419 Jardim sensorial: possibilidades pedagógicas
Watashi, Marilia Daniela Tessarin; Hickmann, Darlene Taís;

428 Understanding two-dimensional representations of human figure by people with congenital blindness in different cultural backgrounds
Piekas, Mari Ines; Marek, Bogusław; Szubielska, Magdalena

EIXO TEMÁTICO | Recursos Pedagógicos Escolares

RESUMO

439 Ensino de desenho para crianças com deficiência: estratégias inclusivas com linhas e formas geométricas básicas a partir de pictogramas
Piekas, Mari Inês; Oleques, Liane Carvalho

Prefácio

É uma honra apresentar os anais do **V Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva-CBTA 2025: "Inovação e a Inclusão", e o *First International Congress on Research and Development in Assistive Technology* – 1st ICRDAT,** resultantes de eventos que se consolidam como o principal fórum de debate, inovação e partilha de conhecimento técnico-científico no campo da acessibilidade e inclusão no Brasil.

Esta edição é fruto de uma construção coletiva, promovida pela **Associação Brasileira de Pesquisadores em Tecnologia Assistiva (ABPTA)** e pelo **Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva (NAPI-TA) da Fundação Araucária**. E olhar para o presente exige reconhecer as nossas raízes, e a trajetória do CBTA deve-se à **Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA)** iniciada em 2015 por um grupo de professores de distintas instituições, cujo legado de integração entre a academia e a sociedade permanece ativo e atuante neste ideal.

Desta forma foi a partir da "RPDTA - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva: ações integradas entre Engenharia Mecânica e Design" entre um dos objetivos específicos, o de fomentar e disseminar a pesquisa em Tecnologia Assistiva. Este objetivo foi articulado com pesquisadores vinculados à UFPR – Universidade Federal do Paraná, UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, UNESP – Universidade Estadual Paulista, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná e UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina, e nesta década de atuação expande-se e se amplia em seus objetivos, constituindo-se em uma **Associação Brasileira de Pesquisadores em Tecnologia Assistiva (ABPTA)** no ano de 2025. E novos projetos de redes surgem, entre eles o **Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva (NAPI-TA) da Fundação Araucária** no ano de 2023, com uma gestão de pesquisadores da UFPR, UTFPR, IFPR, UENP, Hospital do Trabalhador e SEDEF-PR (Secretaria do Desenvolvimento Social e Família do Governo do Paraná). Assim esta 5ª. edição bianual do CBTA, foi organizada pelos Pesquisadores do NAPI-TA conjuntamente com a ABPTA, sediando o V CBTA 2025 & 1*st ICRDAT* em Curitiba, que foi realizado no Campus Rebouças na Universidade Federal do Paraná no período de 30 de setembro a 3 de outubro de 2025.

O Contexto da Quinta Edição

O V CBTA 2025 & 1st ICRDAT ocorre em um momento de profundas transformações na sociedade, decorrentes da rápida evolução de áreas como a manufatura aditiva, a Inteligência Artificial e a Internet das Coisas (IoT), dos sistemas digitais de comunicação muito mais econômicos, entre outros fatores, têm aberto fronteiras inéditas para o desenvolvimento de soluções personalizadas e de baixo custo de Tecnologia Assistiva. Desta forma, abre-se oportunidades de pesquisa e o desenvolvimento de Tecnologia Assistiva, percebida não apenas como um simples produto, mas como um processo interdisciplinar que envolve conhecimentos das diversas áreas, englobando tais como: a saúde, educação, engenharia, design, ciência da computação, entre outras áreas.

Assim, neste contexto, o comitê gestor do CBTA propõe um contínuo pensar e refletir crítico sobre os problemas que afetam as Pessoas com Deficiências (PcD) em busca de soluções nas suas necessidades básicas de alimentação, ensino, transporte, qualidade de vida, entre tantas outras inúmeras necessidades. Assim, a cada nova edição deste evento somam-se os esforços, frutos de pesquisa, para o avanço do conhecimento visando a inclusão das PcD. Entretanto, sabemos que há imensos desafios ainda a vencer, para que tenhamos a igualdade de condições e de oportunidades para uma efetiva inclusão das PcD.

Nesta edição, tem-se como temática "Inovação e inclusão" com o evento dedicado ao campo da Tecnologia Assistiva. E nessa jornada de inovação e inclusão, reunimos os jovens e experientes pesquisadores, profissionais e entusiastas nacionais e internacionais para divulgar seus estudos e insights inovadores.

O V CBTA 2025 & 1st ICRDAT 2025: "Inovação e a Inclusão", e o 1st ICRDAT, eventos com cunho científico, tecnológico e social, nesta dupla edição, objetivou o diálogo e a troca de saberes, e a promoção da divulgação científica relacionada à pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias voltadas à melhoria da qualidade de vida de pessoas com deficiência, incapacidade e mobilidade reduzida, favorecendo ou ampliando a sua comunicação, mobilidade, controle do ambiente, habilidades de seu aprendizado, trabalho e inclusão junto à família, amigos e sociedade.

> A Tecnologia Assistiva é compreendida como: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que tenham como objetivo promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência

ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (Brasil, 2015)[1].

Destaques dos Anais

Os artigos e relatos de experiência reunidos neste volume refletem o estado da arte da pesquisa brasileira. Os leitores encontrarão investigações que cruzam as fronteiras da Engenharia, do Design, da Saúde e da Educação, abordando desde a reabilitação física e sensorial até o suporte à longevidade ativa e à educação inclusiva.

A diversidade dos trabalhos aqui apresentados demonstram a força da cooperação nacional e internacional. As parcerias estratégicas entre universidades, centros de saúde e o setor produtivo nos permite transformar a pesquisa científica em ferramentas reais de mudança social. Para o V CBTA 2025 & 1*st ICRDAT* foram submetidos 210 artigos.

Salientamos, que os textos de todos os capítulos deste volume foram submetidos ao V CBTA 2025 & 1*st ICRDAT* 2025, foram avaliados em sistema *peer-review* (revisão por pares) com uso de critérios qualitativos e quantitativos; e aprovados por um comitê científico composto por 55 (cinquenta e cinco) Professores e Pesquisadores com o Titulação de Doutor, vinculados às importantes universidades brasileiras e algumas organizações internacionais. Foram submetidos ao evento, 210 (duzentos e dez) artigos, tendo sido aprovados 190 (cento e noventa) artigos para a apresentação oral e para a publicação. Os 20 (vinte) melhores artigos foram selecionados e encaminhados em sua versão completa para a sua publicação na Revista Human Factors in Design, e se encontram apenas os resumos nos volumes dos anais do V CBTA 2025 -1*st ICRDAT*. E na área da educação inclusiva foram selecionados os melhores autores, os quais foram convidados a submeter um novo artigo para as seguintes revistas: " [2]Revista *Benjamin* Constant, [3]Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial (RDPEE, e [4]Revista Saber Incluir (RSI).

---

1 BRASIL, 2015, Lei n. 13.146, de 6 de jul. de 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm; acesso em: 10 Jan 2025.

2 Revista Benjamin Constant, https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/about.

3 Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial (RDPEE), https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/dialogoseperspectivas/about

4 Revista Saber Incluir (RSI), https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistasaberincluir/about

A série de livros "**Inovação e Inclusão | Tecnologia Assistiva**" - Anais do V CBTA 2025 & 1st *ICRDAT*, é composta dos seguintes conteúdos:

- **Volume 1 - Produtos de Apoio para a Autonomia e Inclusão -** Neste volume inclui as seguintes categorias: Ajudas para Mobilidade Pessoal, Comunicação, Informação e Sinalização e Cuidados Domésticos e Escolares;
- **Volume 2 - Participação, Ambiente e Inovação -** Este volume destacamos as seguintes categorias**:** Cuidados e Proteção Individual, Esporte, Recreação e Lazer, Melhoria Ambientais, Ferramentas e Máquinas, e Tecnologia Assistiva emergentes e com IA (inteligência artificial);
- **Volume 3 - Órteses, Próteses e Cuidado Clínico Individualizado.** Apresentamos neste volume as categorias e Órteses e Próteses; e Tratamento Clínico Individual;
- **Volume 4 - Da Autonomia no Espaço ao Suporte no Aprender.** Este volume aborda as seguintes temáticas: Treino de Capacidades; Mobiliários e Adaptações para Residências, Escolas e Outros Imóveis; e Recursos Pedagógicos Escolares.

Em cada um dos volumes estão reunidos uma coletânea de artigos, versando sobre as temáticas das categorias inseridas no V CBTA & 1st *ICRDAT*.

Apesar do extenso trabalho de avaliação, seleção e edição dos capítulos dos volumes que compõem os anais do do V CBTA 2025 & 1st *ICRDAT*, os propósitos e o conteúdo de cada capítulo são exclusivamente de responsabilidade de seus autores e não expressam a opinião dos revisores e /ou organizadores da obra.

Agradecimentos

Expressamos nossa profunda gratidão aos autores, cujas pesquisas dão vida a estas páginas, e aos revisores, pelo rigor que qualifica este registro histórico. A Fundação Araucária e o CNPq, patrocinadores deste evento. Um agradecimento especial às equipes do NAPI-TA e da ABPTA, que mantêm viva a chama da RPDTA, unindo pesquisadores de todas as regiões do país em prol de uma sociedade mais equânime. Agradecemos aos nossos apoiadores a UNILEHU, Instituto Paranaense de Cegos- IPC, o Complexo de Saúde Pequeno Cotolengo, a UNIMED, Hospital INC, TECHSOLUTION, que nos proporcionaram um evento de repleto de experiências e oportunidades de convivências sociais.

Convidamos todos à leitura atenta destes anais, certos de que as ideias aqui compartilhadas servirão de semente para novas inovações que permitam promover à participação social, cultural, educacional e de empregabilidade das PcD.

Comissão Organizadora
V *Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva*

Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto,
Presidente da ABPTA
Coordenadora do NAPI-TA da Fundação Araucária
Professora Titular do Departamento de Engenharia Mecânica e do Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica e do Programa de Pós Graduação em Design da Universidade Federal do Paraná

EIXO TEMÁTICO | Treino de Capacidades

RELATOS TÉCNICOS

Fabricação digital e tecnologia assistiva: soluções inovadoras para a inclusão de pessoas com deficiência visual

Reis, Lucas Santos[*1]; Batista, Mariane de Jesus [2]; Galvão, Nelma de Cássia Silva Sandes[3]; Santos, Leandro Brito [4]; De Souza, Nilmar[5]

1 – Brailista, UFRB, lucasreis@ufrb.edu.br

2 – Graduanda em Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, UFRB, marianebatista@aluno.ufrb.edu.br

3 – Professora Associada, UFRB, nelma.galvao@ufrb.edu.br

4 – Professor Adjunto, UFRB, lbsantos@ufrb.edu.br

5 – Professor Adjunto, UFRB, nilmar@ufrb.edu.br

* -Correspondência: Rua General Mendes Pereira, 339, Ponto Central, Feira de Santana, Bahia, Brasil, 44075-355.

DOI 10.52050/9788579177132-01

RESUMO

Este trabalho explora o uso da fabricação digital como ferramenta para o desenvolvimento de recursos de tecnologia assistiva voltados para pessoas com deficiência visual. Seu objetivo é apresentar soluções de tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual em situações de escrita e leitura. A metodologia utilizou manufatura aditiva e cortadoras a laser, com modelos digitais processados por softwares e materiais acessíveis. Resultados incluem o desenvolvimento de tiposcópios, guias de assinatura e réguas de leitura, criados de forma personalizada. A fabricação digital é uma ferramenta poderosa para inclusão, permitindo prototipagem rápida, baixo custo e cocriação, gerando soluções eficazes.

Palavras-chave: tecnologia assistiva, cultura maker, fabricação digital.

ABSTRACT

This work explores the application of digital fabrication as a tool for developing assistive technology resources aimed at individuals with visual impairments. Its objective is to present assistive technology solutions for visually impaired people in reading and writing situations. The methodology utilized additive manufacturing and laser cutters, with digital models processed by specialized software and using accessible materials. Results include the development of personalized typiscopes,

signature guides, and reading rulers. Digital fabrication proves to be a powerful tool for inclusion, enabling rapid prototyping, low-cost production, and co-creation, ultimately generating effective solutions.
Keywords: *assistive technology, maker culture, digital fabrication.*

1. INTRODUÇÃO

A deficiência visual afeta aproximadamente 7 milhões de brasileiros, que relataram ter grande dificuldade ou a total impossibilidade de enxergar, conforme dados da Pesquisa Nacional de Saúde de 2019 (PNS 2019) (IBGE, 2021). Assim como outras pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, esse grupo depende de recursos de tecnologia assistiva para realizar atividades cotidianas com maior independência e autonomia, permitindo a superação de barreiras e a promoção da inclusão social.

A Tecnologia Assistiva (TA) é definida como um conjunto de produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços voltados para a funcionalidade e participação da pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida. Seu objetivo central é garantir autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (GALVÃO FILHO et al., 2009). Os recursos de TA, sejam fabricados em série ou sob medida, compreendem qualquer equipamento, componente, produto ou sistema projetado para ampliar, manter ou aprimorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência.

No contexto educacional, a utilização de recursos de TA contribuem no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência. A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), embora não foque exclusivamente em equipamentos, orienta os sistemas de ensino a promoverem respostas às necessidades educacionais especiais, garantindo a acessibilidade, que inclui mobiliários e equipamentos adequados. O Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE) - Escola Acessível destina recursos financeiros diretamente às escolas públicas para promover a acessibilidade física, incluindo a compra de materiais e equipamentos de tecnologia assistiva. Nesse sentido, a fabricação digital entra como suporte a recursos de tecnologia assistiva, principalmente na produção personalizada para cada estudante. Para pessoas com deficiência visual, estes recursos são utilizados, especialmente para acessar informações que são predominantemente visuais no ensino (BRASIL, 2024).

Em alguns casos, recursos comercializados podem não atender totalmente às necessidades específicas, necessitando de adaptações. Nesse cenário, a Tecnologia Assistiva de Baixa Tecnologia (TABT) surge como uma alternativa viável. Essa estratégia busca desenvolver produtos similares aos industrializados,

mas com custos reduzidos e adaptados às especificidades individuais, utilizando materiais de baixo custo disponíveis (MORAES et al., 2024).

Um facilitador significativo na produção desses recursos especialmente em ambientes educacionais, é a Fabricação Digital e a Cultura Maker. O movimento maker e os equipamentos de fabricação digital permitem que qualquer pessoa materialize seus projetos. Essa abordagem possibilita a criação e fabricação de diversos produtos a custos reduzidos, de acordo com desejos e necessidades específicas. A fabricação digital é uma proposta para produzir e adaptar recursos de TA, tornando-a uma alternativa para incentivar a fabricação de recursos de baixo custo no contexto educacional (CORDEIRO, GUÉRIOS e PAZ, 2019).

A fabricação digital, ao possibilitar a prototipagem rápida e barata de diversas versões do mesmo produto, facilita esse processo de cocriação e teste com usuários reais. Dessa forma, a cultura maker e a fabricação digital se apresentam como ferramentas poderosas para tornar a educação e o mundo mais acessíveis e inclusivos para pessoas com deficiência visual, permitindo que informações e conceitos visuais sejam explorados de forma tátil e audível, e que barreiras do dia a dia sejam superadas com soluções personalizadas e de baixo custo (CORDEIRO, GUÉRIOS e PAZ, 2019).

Nesse sentido, esse relato técnico explora as possibilidades da fabricação digital, como uma aliada na resolução de problemas educacionais, por meio do desenvolvimento de recursos de tecnologia assistivas, transformando ideias em soluções reais. Com isso, nosso objetivo é apresentar as soluções de tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual em situações de escrita e leitura.

2. DESENVOLVIMENTO

Antes de iniciar o desenvolvimento dos produtos, é fundamental definir dois processos essenciais à fabricação digital: impressão 3D e corte a laser.

A impressão 3D é um método de manufatura aditiva que permite a criação de objetos físicos a partir de modelos digitais. No processo mais comum, o objeto é construído por meio da deposição sucessiva de camadas de material. Para viabilizar essa produção, é necessário um modelo tridimensional, que é convertido em linguagem de máquina (GCODE) por um software de fatiamento. Esse programa fragmenta o objeto em camadas e gera comandos que orientam os movimentos da impressora, além de definir parâmetros como temperatura e velocidade.

As cortadoras a laser são equipamentos de alta precisão que empregam um feixe de luz concentrado para cortar ou gravar materiais diversos, seguindo comandos numéricos baseados em um projeto digital. Esse processo computacionalmente controlado possibilita a criação de peças detalhadas e

com acabamento refinado, sendo amplamente utilizado em áreas como design, marcenaria, publicidade e artesanato. Sua versatilidade permite o trabalho com uma ampla gama de materiais, incluindo madeira, acrílico, papel, tecido, couro, metal e vidro.

Os laboratórios da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) contam com equipamentos avançados que auxiliam na fabricação digital de recursos de tecnologia assistiva. Entre as máquinas disponíveis, destacam-se as impressoras 3D: Creality CR10 V2, GTMAX CORE H4 e Creality K1, além das cortadoras a laser Visutec VS1390-SMART-130W e VS9060AL. Esses equipamentos são operados pelos discentes da universidade sob a supervisão de professores, engenheiros ou técnicos responsáveis.

Os materiais utilizados na confecção dos produtos incluem principalmente Ácido Polilático (PLA), um polímero termoplástico biodegradável, derivado de fontes renováveis como amido de milho e cana-de-açúcar; filamento ABS (*Acrilonitrila Butadieno Estireno*), um termoplástico amplamente utilizado na impressão 3D devido ao equilíbrio entre resistência, flexibilidade, alta durabilidade e resistência ao impacto e ao calor; folhas de acetato; e MDF (*Medium Density Fiberboard*), um material composto por fibras de madeira prensadas com resina sintética em alta temperatura e pressão.

Para o desenvolvimento digital dos recursos de tecnologia assistiva, foram utilizados softwares como *Fusion*360 e *FreeCAD* para modelagem em impressão 3D, além de *CorelDRAW* e *Autolaser* para soluções em 2D. No contexto da manufatura aditiva, os projetos digitais são exportados em formato STL e convertidos para GCODE por meio de softwares de fatiamento como *UltimakerCura*, *OrcaSlicer* e *CrealtyPrint*. Após o fatiamento, os arquivos são transferidos para as impressoras via pendrive ou cartão SD, iniciando-se o processo de impressão 3D.

Para o uso da máquina de corte a laser, a primeira etapa é o desenho bidimensional vetorial em software de design gráfico, com as ferramentas de desenho do CorelDraw ou AutoLaser. Uma vez elaborado o desenho se faz necessário utilizar um sistema de comunicação com a máquina de corte a laser, que convertem as coordenadas em comandos numéricos que são interpretados pela máquina. O programa padrão fornecido pelo fabricante da máquina utilizada no laboratório é o *AutoLaser*, por esse motivo ao elaborar desenho em qualquer outra plataforma os arquivos são convertidos em DXF para que sejam lidos no programa padrão. Quando os programas são elaborados no próprio *AutoLaser* não há necessidade de conversão, podem ser enviados à máquina diretamente da tela de trabalho. No *Autolaser* o projeto é configurado, considerando a posição

do desenho no espaço das máquinas, a velocidade e as taxas de potência de gravação e corte.

Para esse relato técnico foram selecionados alguns recursos de tecnologia assistiva para pessoas com deficiência visual (cegueira e baixa visão). São eles: tiposcópios, guia de assinatura e régua de leitura.

3. RESULTADOS

Os recursos de TA apresentados abaixo foram desenvolvidos dentro das experiências dos docentes e discentes do curso de Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, com os materiais e maquinários presentes dentro do LabMaker. Estes recursos são considerados de baixa tecnologia por não envolverem conhecimentos elevados nas áreas de engenharia, são simples e acessíveis, em oposição à alta tecnologia, que é complexa e avançada.

1- Tiposcópio

Este recurso de TA também é chamado de grade de leitura ou grade de escrita, por sua característica visual semelhante a uma grade, muito utilizado nos Centros Pedagógicos por pessoas com cegueira ou baixa visão para treino de assinatura. O presente tiposcópio foi desenvolvido com folha de acetato por sua flexibilidade e durabilidade e seu tamanho é de 182mm x 269 mm com o tamanho das grades de 160mm x 11mm. O projeto deste recurso foi realizado no software CorelDraw com as ferramentas de forma retangular e linhas (figura 01 e 02). Em seguida foi exportado no formato DXF e importado para o *Autolaser*, onde foi configurado para que a máquina de corte a laser VS1390-SMART- 130W pudesse recortar a folha de acetato com a velocidade de 20 m/s e potência equivalente a 30% do total.

Figura 01 - Tiposcópio.



Esta versão do produto difere da original por conta dos detalhes de rasgos em formato de traços nas verticais e horizontais, feitos com o propósito de indicar à pessoa com perda visual a altura mediana da grande (traço na horizontal) e a indicação da metade da linha de escrita (traço na vertical). O tiposcópio pode ser facilmente personalizado de acordo com as necessidades do usuário. Não é recomendado que ele seja confeccionado em materiais dúcteis, pois dificulta o movimento de escrita realizado pela pessoa com perda visual. Apesar do tiposcópios desenvolvido ser transparente por causa do acetato, é recomendado que ele seja com cores que causem destaques para usuários com baixa visão. Atualmente o LabMaker segue fazendo a doação desse recurso para os Centros de Apoio Pedagógicos Especializado da cidade.

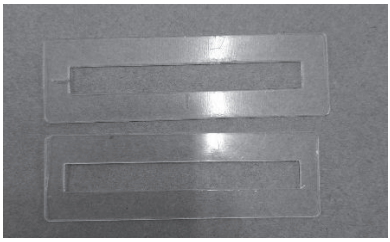
2- Guia de Assinador para RG

As pessoas com perda visual utilizam este recurso para possibilitar a assinatura cursiva em documentos físicos. Durante o estágio curricular de um engenheiro de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade houve uma demanda em que pessoas cegas precisaram de um assinador específico para treinar sua assinatura para o documento de identificação (RG), na qual a linha disponibilizada é menor do que as linhas de assinaturas dos assinadores convencionais. Sabendo que o tamanho da linha para os documentos de RG são de 8cm e não existia uma guia de assinador como essa característica específica, projetou-se este recurso a partir dessa singularidade.

O guia foi desenhado no software CorelDraw nas dimensões 94 mm x 30 mm e com o tamanho da grade interna de 9mm x 80mm e exportado para DXF

e inserido no software *AutoLaser* para ser enviado à máquina de corte a laser (imagem 00). Como era uma folha de acetato foi utilizado a velocidade de 20 m/s com a potência de 30% da sua potência original (Figura 03 e 04)

Figura 02- Guia de Assinador para RG



Realizada a primeira versão do assinador para RG, posteriormente foi projetada uma segunda versão, na qual foram inseridas linhas horizontais e verticais com o mesmo propósito do tiposcópio. Nessa versão, se produziu um assinador maior para a necessidade de nomes extensos, com isso foi inserido um assinador de tamanhos 180 mm x 40 mm com o tamanho da grade interna de 9 mm x 160 mm. O traço na horizontal identifica o meio da grade interna e os dois traços na vertical indicam duas medianas: o primeiro traço indica a metade da linha de 80 mm e o segundo traço indica a metade da linha de 160mm. Dessa forma, esse assinador consegue atender a necessidade de assinaturas para RG e assinaturas de nomes extensos com uma área de escrita de 160 mm. Este recurso também segue sendo doado para as instituições.

3- Régua de Leitura

Algumas pessoas com deficiência visual do tipo baixa visão possuem dificuldades em acompanhar as leituras em livros físicos, seja por causa do tamanho da letra ou pelo reflexo da luz causada pelas páginas. Este recurso vem com a proposta de auxiliar esse público na leitura de livros físicos, como também pessoas com déficit de atenção que acabam se confundindo com as diversas frases de uma página (Figura 06). Em alguns casos a régua de leitura também é utilizada para treino de assinatura.

Figura 06 - Vista diagonal das réguas de leitura

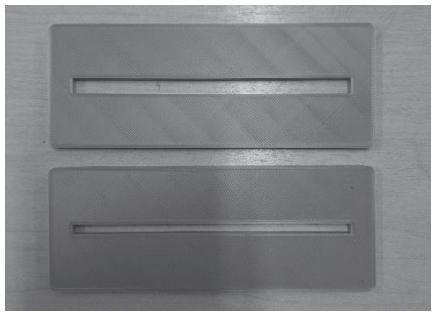


Para o desenvolvimento de uma régua de leitura, deve-se considerar duas características: o material não pode refletir a luminosidade e as dimensões da linha do texto no livro que o recurso será utilizado. Sendo assim, ela pode ser totalmente personalizada para cada livro ou documento onde será utilizado, necessitando ser de fácil construção e prototipação.

A régua de leitura para esse relato foi projetada no Fusion 360 com as dimensões 136,6 cm x 46,5 cm utilizando as ferramentas como: criar forma retangular, extrusão e arredondamento de cantos. Depois de sua modelagem o arquivo é exportado em formato STL e direcionado para um software de fatiamento, onde serão configurados os parâmetros de impressão como preenchimento, tipo de material e altura de camada e velocidade de impressão, parâmetros que interferem diretamente no tempo de impressão.

Neste caso a régua possui a densidade de 20% com o preenchimento do tipo grade. A régua de leitura também pode ser feita em MDF, trazendo as mesmas especificações de tamanho para um software de desenho em 2D, exportando o arquivo em DXF para se comunicar com uma máquina de corte a laser.

Figura 03 - Réguas de leitura impressas em 3D



4. CONCLUSÕES

A fabricação digital, por meio de equipamentos como impressoras 3D e cortadoras a laser, revelou-se um elemento fundamental no desenvolvimento

desses recursos de TA, viabilizando a produção personalizada para as necessidades específicas de cada usuário, evidenciando como a cultura maker e a fabricação digital são ferramentas poderosas para tornar a educação e o mundo mais acessíveis e inclusivos para pessoas com deficiência visual.Este é um aspecto importante, visto que muitos recursos comercializados podem não atender plenamente às demandas individuais. Além disso, a fabricação digital impulsiona a produção de Tecnologia Assistiva de baixa complexidade, permitindo a criação de produtos com custos reduzidos e materiais acessíveis, superando a barreira financeira imposta por dispositivos industrializados. Também possibilita a prototipagem rápida e acessível de diferentes versões, essencial no processo de cocriação e validação ativa com os usuários finais, assegurando maior eficácia e promovendo aprimoramentos contínuos.

As inovações dos produtos estão presentes em detalhes que foram inseridos durante o processo de desenvolvimento, entre eles podemos citar os cantos arredondados do tiposcópios, as linhas de orientação mediana na horizontal e vertical do espaço de escrita presentes no guia de assinatura do RG e no tiposcópio e o uso de um material flexível e durável para ambos os produtos. Além disso, o guia de assinatura para RG contou com uma versão para nomes extensos.

Posteriormente, os produtos passarão por uma avaliação de usabilidade com usuários finais e acredita-se que no futuro, com os avanços da inteligência artificial, espera-se que o design digital e a materialização de ideias se tornem ainda mais acessíveis e automatizadas, ampliando significativamente o alcance e impacto dessas soluções.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*, Brasília, 2008. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf. Acesso em 26 de maio de 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. *Programa Dinheiro Direto na Escola* (PDDE), Brasília, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/secom/pt-br/acesso-a-informacao/comunicabr/lista-de-acoes-e-programas/programa-dinheiro-direto-na-escola-pdde. Acesso em 26 de maio de 2025.

CORDEIRO, L. F.; GUÉRIOS, S. C.; PAZ, D. P.. MOVIMENTO MAKER E A EDUCAÇÃO: A TECNOLOGIA A FAVOR DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO. Revista Mundi Sociais e Humanidades, Curitiba, PR, v. 4, n.1, p. 1-17, 2019. Disponível em: https://revistas.ifpr.edu.br/index.php/mundisociais/article/view/720/556 Acesso em: 28 maio 2025.

GALVÃO FILHO, T. et al. Conceituação e estudo de normas. In: BRASIL, Tecnologia Assistiva, Brasília, CAT/SEDH/PR, 13-39, 2009. Disponível em: www.galvaofilho.net/livro-tecnologia-assistiva_CAT.pdf. Acesso em 21 de maio de 2025.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PNS 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência in: Agência IBGE, Brasília, 2021. Disponível em: https://agencia-denoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-denoticias/releases31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia. Acesso em 28 de maio de 2025.

MORAES, A. B. da S. et al. Guia tecnologia assistiva: a Tecnologia Assistiva é fundamental para promover a Inclusão, a autonomia e a equidade de pessoas com deficiência na sociedade, Belém, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2461/1/Guia%20tecnologi a%20assistiva.pdf. Acesso em 26 de maio de 2025.

EIXO TEMÁTICO | Treino de Capacidades

RESUMO

Desenvolvimento de um parapodium de baixo custo para crianças com paralisia cerebral

Tebas, Maria Luísa Lopes [*1]; Dantas, Laura Sousa [2]; Ribeiro, Bárbara Bernadelli [3]; De Oliveira, Nayara Rodrigues Gomes [4]; Gonçalves, Pedro Henrique [5]

1 – Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, UFG, maria_tebas@discente.ufg.br
2 – Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, UFG, lauradantas@discente.ufg.br
3 – Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, UFG, barbara_bernadelli@hotmail.com
4 – Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, UFG, nayrgomes@ufg.br
5 – Faculdade de Artes Visuais, UFG, pedrogoncalves@ufg.br
* -Correspondência: Av. Esperança, s/n, FAV UFG – Campus Samambaia, Goiânia, Goiás, Brasil, 74690-900.

Artigo aprovado e selecionado pelo comitê científico do V CBTA para *Special Edition*.

RESUMO

O parapodium é uma tecnologia assistiva que apresenta muitos benefícios, mas possui sua adesão limitada devido seu alto custo, por isso, percebeu-se a necessidade de projetar um equipamento acessível. Nesse sentido, o objetivo deste estudo de desenvolvimento tecnológico foi relatar a elaboração de um parapodium de baixo custo para Paralisia Cerebral. Os materiais utilizados foram MDF, tecido neoprene e parafusos, com auxílio da máquina de corte a laser e de costura, e sua construção ocorreu a partir do protótipo criado. Sendo possível a construção do parapodium por R$170,40. De modo, a alcançar os objetivos estabelecidos de forma satisfatória.
Palavras-chave: Paralisia cerebral, Postura ortostática, Tecnologia assistiva.

ABSTRACT

The parapodium is an assistive technology that offers many benefits, but its adoption is limited due to its high cost. Therefore, the need to design an affordable device was identified. In this sense, the objective of this technological development study was to report the development of a low-cost parapodium (assistive technology). The materials used were MDF, neoprene fabric and screws, with the help of a laser cutting and sewing machine, and its construction was based on the prototype created. It was possible to build a parapodium for R$ 170.40. In order to achieve the established objectives satisfactorily.

***Keywords*:** Cerebral palsy, Orthostatic posture, Assistive technology.

EIXO TEMÁTICO | Mobiliários e Adaptações para Residências, Escolas e Outros Imóveis

ARTIGOS COMPLETOS

Aplicação da digitalização e impressão 3D na otimização de produtos assistivos

Zigmund, Laura Gadonski[1]; Muniz, Laura Pardinho[2]; Foggiatto, José Aguiomar[3]

1 – Departamento de Mecânica, UTFPR, laurazigmund@utfpr.alunos.edu.br
2 – Departamento de Mecânica, UTFPR, lauramuniz@alunos.utfpr.edu.br
3 – Departamento de Mecânica, UTFPR, foggiatto@utfpr.edu.br
* - Correspondência: Rua Deputado Heitor de Alencar Furtado, 5000, Sala EM-101, Ecoville, Curitiba, PR, Brasil, 81280-340.

DOI 10.52050/9788579177132-02

RESUMO

A crescente demanda por tecnologias assistivas reforça a necessidade de soluções personalizadas e acessíveis. Este estudo teve como objetivo aplicar a união da digitalização com a impressão 3D, para otimizar a fabricação de um produto assistivo. Foi realizado o escaneamento da geometria de um objeto já existente, seguido de modelagem digital e impressão 3D. O resultado mostra redução de custos, maior precisão dimensional, agilidade na entrega do dispositivo e maior personalização para atender cada indivíduo. Concluiu-se que essa abordagem contribui diretamente para a inclusão, autonomia e reabilitação de pessoas com deficiência.
Palavras-chave: digitalização 3D, impressão 3D, produto assistivo.

ABSTRACT

The growing demand for assistive technologies reinforces the need for customized and accessible solutions. This study aimed to apply the combination of digitalization with 3D printing to optimize the manufacturing of assistive products. The geometry of an existing object was scanned, followed by digital modeling and 3D printing. The result shows cost reduction, greater dimensional accuracy, agility in device delivery, and increased customization to meet each individual's needs. It was concluded that this approach directly contributes to the inclusion, autonomy, and rehabilitation of people with disabilities.
Keywords: *3D digitalization, 3D printing, assistive device.*

1. INTRODUÇÃO

Mais de 2,5 bilhões de pessoas necessitam de um ou mais produtos de tecnologia assistiva (UNICEF, 2022, p. VII). Sendo assim, os produtos de tecnologia assistiva são de suma importância para pessoas com deficiência, pois são considerados extensões do próprio indivíduo. Por meio desses recursos, é possível ampliar e aprimorar atividades do dia a dia, mobilidade e comunicação, bem como a participação social e política (GARCÍA, 2017, p. 36). Dessa forma, tais tecnologias contribuem diretamente para a autonomia e inclusão dessas pessoas em diferentes contextos da vida cotidiana. O acesso a esses produtos, portanto, não deve ser visto como um privilégio, mas como um direito essencial para garantir equidade e dignidade a todos.

No entanto, a obtenção desses importantes produtos pode apresentar desafios. Além de certo desconhecimento sobre a existência desses recursos (GARCÍA, 2017, p. 39), há também a falta de personalização, uma vez que os produtos comerciais tradicionais nem sempre são projetados para atender às necessidades específicas de cada indivíduo. Outro ponto importante é a baixa acessibilidade, decorrente do alto custo de aquisição desses produtos (DEGERLI et al., 2020). Essa realidade acaba por limitar o acesso e o uso efetivo dessas tecnologias por grande parte das pessoas que mais necessitam delas.

Nesse contexto, em que a personalização se torna cada vez mais necessária e, também, visando acessibilidade por baixo custo, a tecnologia 3D se apresenta como uma excelente solução (VENNAM et al., 2024). Além dessas vantagens, essa tecnologia permite melhorias que favorecem uma adaptação mais fácil e rápida (DEGERLI et al., 2020). Outro aspecto relevante é sua flexibilidade, que possibilita o desenvolvimento de soluções sob medida, atendendo com maior precisão às demandas individuais. Assim, é possível unir, a manufatura aditiva (impressão 3D) por extrusão de material e por fotopolimerização em cuba, com o uso da digitalização 3D, que permite captar com precisão medidas de partes do corpo ou de objetos já existentes, para, então, otimizar e adaptar produtos assistivos conforme cada necessidade específica (VENNAM et al., 2024). Essa combinação tecnológica amplia as possibilidades de criação, ao mesmo tempo em que reduz custos e acelera processos.

A impressão 3D por extrusão de material (material extrusion - MEX) tem como base o processo em que o material é extrudado com dimensão menor do que a do filamento alimentador por meio de um cabeçote extrusor, sendo, então, depositado sobre uma plataforma ou sobre uma camada previamente realizada. Convencionalmente, a impressora é montada de forma que o cabeçote se movimente nos planos X e Y, enquanto a plataforma se desloca no plano Z (VOLPATO, 2024, p. 68). Dessa maneira, a impressão 3D por extrusão de material

permite a fabricação de peças com geometrias variadas, oferecendo infinitas possibilidades conforme a necessidade, usabilidade e criatividade aplicadas. Além disso, seu uso tem se destacado por unir precisão, acessibilidade e potencial de personalização em diversas áreas, inclusive na produção de produtos assistivos.

Outra Tecnologia bastante difundida atualmente é o processo de fotopolimerização em cuba (vat photopolymerization – VPP), que consiste na solidificação de objetos por meio da irradiação de luz ultravioleta ou visível sobre resinas poliméricas líquidas. A solidificação ocorre por meio de uma reação química denominada fotopolimerização, também conhecida como processo de cura. Como a resina é utilizada em estado líquido, é possível formar camadas extremamente finas, com espessura na ordem de micrômetros, o que resulta em alta precisão dimensional e excelente acabamento superficial da peça final (AHRENS, 2024, p. 43).

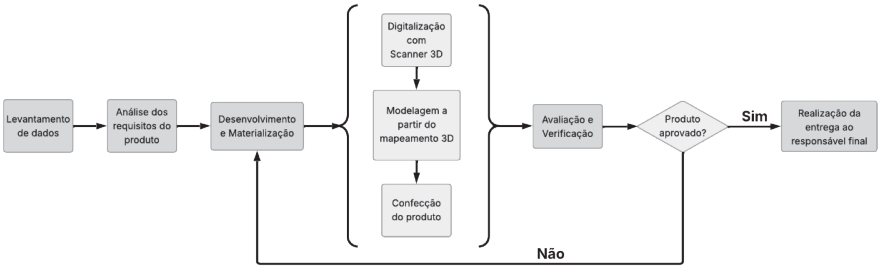
O escâner é utilizado para a digitalização 3D de peças, por meio do mapeamento de superfícies (GARCIA et al., 2022). Essa digitalização possui diversas aplicabilidades, sendo uma delas na área de tecnologia assistiva. O escâner pode ser empregado para obter medidas precisas da superfície corporal, sem a necessidade de exames de imagem da parte mutilada ou amputada que irá receber uma prótese (VENNAM et al., 2024). Além disso, também pode ser utilizado para capturar a geometria de um produto assistivo já existente, possibilitando seu aprimoramento ou adaptação, e até mesmo a redução de custos, tornando-o mais acessível às pessoas com deficiência. Essa tecnologia, portanto, amplia as possibilidades de inovação e personalização de forma prática e eficiente.

A junção da impressão 3D com a digitalização 3D representa um avanço significativo na produção de produtos assistivos. Enquanto a impressão 3D permite a criação de peças personalizadas com baixo custo e alta flexibilidade, a digitalização contribui com a obtenção precisa das medidas de partes do corpo ou da geometria de produtos já existentes, sem a necessidade de exames de imagem ou processos complexos. A impressão por fotopolimerização em cuba, em especial, se destaca pela alta precisão dimensional e excelente acabamento superficial, sendo ideal para a produção de peças detalhadas e com bom desempenho funcional em aplicações assistivas. Essa combinação tecnológica possibilita o desenvolvimento de soluções sob medida, adaptadas às necessidades específicas de cada indivíduo, além de permitir ajustes e melhorias em modelos previamente criados. Dessa forma, aliar essas duas tecnologias potencializa a personalização, a agilidade na produção e a acessibilidade, contribuindo diretamente para a inclusão e autonomia de pessoas com deficiência.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Como forma de otimização e aprimoramento dos produtos assistivos, as etapas desse processo de união da digitalização 3D com a impressão 3D é demonstrado no fluxograma na Figura 01.

Figura 01 - Fluxograma do processo começando no levantamento de dados até entrega do produto assistivo



Fonte: O autor (2025)

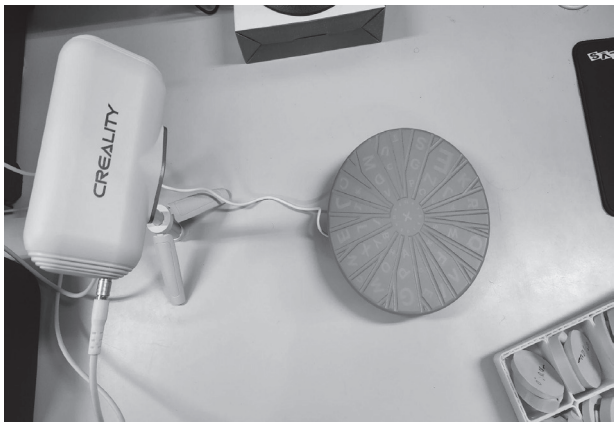
O desenvolvimento desse produto adotou um fluxo otimizado, fundamentado na metodologia GODP (Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos), que prioriza a integração entre usuário, produto e contexto de uso (MERINO, 2014). A jornada projetual iniciou-se com a fase de Levantamento de Dados e Informacional do GODP. Nesta etapa, buscou-se compreender profundamente o problema e as necessidades do usuário, conduzindo pesquisas que embasaram a concepção e validação inicial de um acessório para maçanetas capaz de permitir a abertura de portas sem o uso das mãos. Esta investigação preliminar foi crucial para direcionar as fases subsequentes do projeto. Na sequência, a fase de Análise e Síntese concentrou-se na interpretação dos dados levantados, na definição precisa dos requisitos do produto e no detalhamento do conceito do acessório. Com o conceito consolidado, avançou-se para a etapa de Desenvolvimento e Materialização.

O início da etapa de desenvolvimento parte da digitalização 3D onde é necessário que o equipamento esteja devidamente montado e nivelado. Os escâneres utilizam diferentes tecnologias para capturar a geometria do objeto, sendo os métodos mais comuns: luz estruturada, luz pulsada, digitalização a laser e fotogrametria. A luz estruturada projeta padrões geométricos sobre a superfície do objeto, e as deformações desses padrões são captadas por sensores para gerar a malha tridimensional. A luz pulsada, por sua vez, mede o tempo que a luz leva para atingir o objeto e retornar ao sensor, sendo eficiente para capturas rápidas e em ambientes com maior interferência luminosa. A digitalização a laser

utiliza feixes de laser que percorrem a superfície do objeto, medindo a distância entre o escâner e os pontos escaneados com alta precisão, o que a torna ideal para detalhes complexos. Já a fotogrametria reconstrói o modelo 3D a partir de múltiplas imagens em ângulos diferentes, sendo uma alternativa acessível, embora com menor precisão em superfícies uniformes ou com pouca textura. A escolha do método depende do tipo de objeto, do nível de detalhamento desejado e dos recursos disponíveis.

Um exemplo é o escâner CR-Scan Lizard da Creality. O CR-Scan Lizard funciona por meio de um sistema de digitalização 3D que utiliza um projetor e duas câmeras para capturar a luz refletida pelo objeto. Com suporte a diferentes modos de escaneamento, como o Modo Tabela (ideal para objetos pequenos), mostrado na Figura 02, e o Handscan (para objetos maiores ou de superfícies irregulares), ele realiza a digitalização utilizando luz infravermelha, o que permite seu uso em diferentes condições de iluminação, inclusive sob luz solar. O escâner é conectado ao computador via USB, e o processo é feito por meio de um software próprio, que coleta os dados, processa e gera o modelo 3D com alta precisão, chegando a capturar detalhes de até 0,05 mm.

Figura 02 - Escâner CR-Scan Lizard montado no Modo Tabela

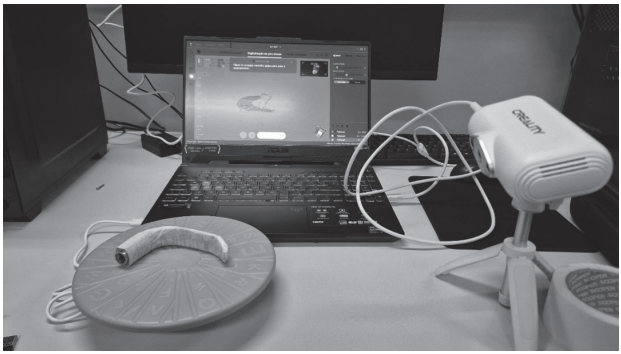


Fonte: O autor (2025)

A digitalização é realizada por meio do programa da própria marca do escâner (Creality), que permite ao usuário escolher entre a digitalização da geometria ou da textura do objeto. No caso dos produtos assistivos, opta-se pela digitalização da geometria, conforme demonstrado na Figura 03 onde uma maçaneta de porta foi digitalizada para auxiliar na geração de um acessório usado para facilitar o seu acionamento.

Após a digitalização, o modelo pode ser exportado em formatos como OBJ, STL e PLY, ficando pronto para ser utilizado ou modificado conforme a necessidade. Esse arquivo é então transferido para programas de modelagem, como o Meshmixer (Figura 04) — software gratuito voltado para modelagens com superfícies irregulares, superfícies com geometrias orgânicas — ou o SolidWorks (Figura 05), mais indicado para modelos com parametrização e maior controle dimensional.

Figura 03 - Escaneamento de geometria



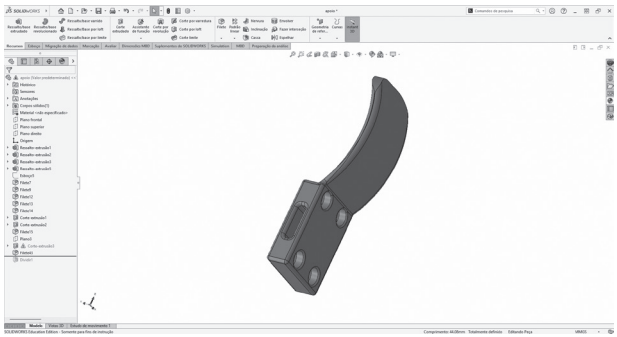
Fonte: O autor (2025)

Figura 04 - Exemplo de maçaneta de porta modelada no Meshmixer após escaneamento 3D



Fonte: O autor (2025)

Figura 05 - Exemplo de acessório para maçaneta modelada no Solidworks



Fonte: O autor (2025)

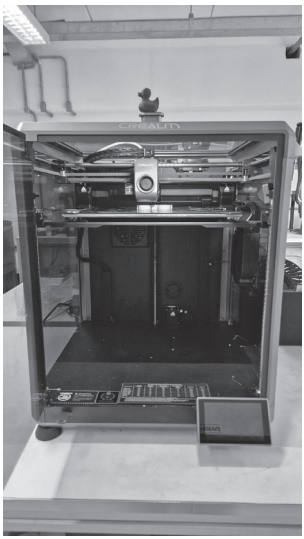
Após a digitalização, o arquivo foi utilizado num programa de modelagem, onde foram feitas as modificações necessárias, garantindo que o produto assistivo atendesse de forma mais precisa às demandas da pessoa que irá utilizá-lo.

Durante a fase de fabricação do produto, pode-se definir se a própria impressão por extrusão será o produto final ou se ela servirá como um molde para a fabricação posterior com outros métodos. Nesse segundo caso, o molde gerado pela impressão pode ser utilizado em processos como laminação com resina e fibras de vidro ou carbono — recomendada para produtos que exigem maior resistência mecânica — ou ainda com silicone, ideal para aplicações com foco mais estético.

Após a obtenção do modelo digital e sua preparação para fabricação, o próximo passo envolve, por exemplo, a manufatura aditiva por extrusão de material (MEX), que pode ser realizada com uma impressora 3D Creality K1 Max, como a mostrada na Figura 06. A escolha do material do filamento dependerá da avaliação do uso pretendido do produto e dos esforços mecânicos aos quais ele será submetido.

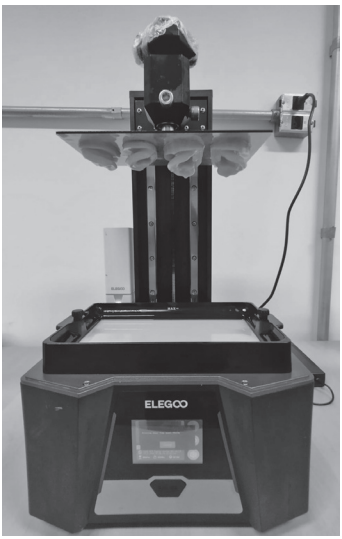
Os polímeros mais utilizados incluem o PLA, que é fácil de imprimir e biodegradável, ideal para protótipos ou produtos com baixa exigência estrutural; o TPU, um material flexível e resistente, indicado para itens que exigem elasticidade; e o ABS, conhecido por sua durabilidade e resistência ao impacto, sendo mais adequado para peças funcionais que resistem a maiores solicitações mecânicas. Uma alternativa à impressão 3D por extrusão de material é a impressão por fotopolimerização em cuba (VPP), numa impressora como a mostrada na Figura 07.

Figura 06 - Exemplo de uma impressora MEX



Fonte: O autor (2025)

Figura 07 - Exemplo de impressora VPP



Fonte: O autor (2025)

Concluída a confecção do produto, ele deve passar por uma etapa de verificação para avaliar se atende plenamente às necessidades previstas e se está em conformidade com os critérios de funcionalidade, conforto e usabilidade. Essa averiguação é essencial para garantir que o produto assistivo realmente cumpra seu papel de forma eficaz e foi realizada pela equipe de projeto. Caso o item não seja aprovado nessa avaliação, é necessário retornar à etapa de modelagem, realizando os ajustes necessários até que o resultado seja satisfatório. Por outro lado, se o produto for validado, ele estará pronto para ser entregue à pessoa com deficiência, promovendo mais autonomia e qualidade de vida.

Como estudo de caso da aplicação dessa metodologia, destaca-se o desenvolvimento de um acessório para maçanetas, que permite abrir portas sem o uso das mãos. Este dispositivo foi projetado para situações em que o contato manual direto com a maçaneta não é possível ou recomendável. É especialmente útil para pessoas com deficiência ou limitações motoras nos membros superiores, que enfrentam dificuldades ao manusear maçanetas convencionais. Além disso, seu uso é altamente recomendado em ambientes como hospitais, escritórios e locais públicos, onde o contato frequente com maçanetas pode favorecer a proliferação de microrganismos e, consequentemente, de doenças — já que mãos contaminadas podem transferir patógenos ao rosto. O acessório tem, portanto, o objetivo de interromper essa cadeia de contaminação, ao mesmo tempo que promove maior autonomia, segurança e acessibilidade.

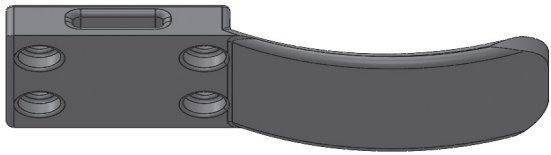
O desenvolvimento do Estudo de Caso começou com o escaneamento da superfície da maçaneta (Figuras 03 e 08), gerando a geometria base. Seguiu-se a modelagem tridimensional do acessório no programa Meshmixer (Figura 04) e, posteriormente, sua modelagem no programa SolidWorks (Figuras 05 e 09), ajustando-o aos requisitos funcionais e de fabricação. O produto impresso, resultado da fase de materialização, possibilitou uma Avaliação e Verificação inicial de sua eficácia e adequação. Toda a sequência de desenvolvimento, guiada pelos princípios e etapas do GODP e ilustrada no fluxograma da Figura 01, evidencia um ciclo de projeto consistente e focado na solução eficaz das necessidades identificadas.

Figura 08 - Superfície da maçaneta escaneada



Fonte: O autor (2025)

Figura 09 - Modelo do acessório



Fonte: O autor (2025)

3. RESULTADOS

A união entre a digitalização 3D e a impressão 3D demonstrou resultados significativos no desenvolvimento de um produto assistivo personalizado. A aplicação integrada dessas tecnologias permitiu uma redução considerável no tempo de produção pela supressão de etapas convencionais. A fase de medição manual da peça base para o desenvolvimento do estudo de caso foi inteiramente substituída pela captura digital, agilizando significativamente o fluxo de desenvolvimento.

Além dos ganhos em agilidade, outro benefício observado foi a viabilidade econômica do processo. A impressão 3D, associada ao uso de softwares gratuitos e materiais de baixo custo, apresentou despesas muito inferiores quando comparada à aquisição de produtos comerciais ou à fabricação por métodos convencionais. Essa acessibilidade favorece, de forma decisiva, a democratização do acesso a tecnologias assistivas.

O processo foi desenhado para ser eficiente e replicável, resultando em um produto com duas características principais: alta adaptabilidade para diferentes formatos de maçaneta e custo reduzido. A adaptabilidade a diferentes maçanetas é uma consequência direta do escaneamento 3D. Considerando apenas o gasto com o material, o custo de fabricação, de aproximadamente 4 reais por unidade, foi alcançado pelo uso de apenas 40 gramas de filamento PLA, sendo que o preço médio de um quilograma desse filamento é de 100 reais. Este polímero foi selecionado por apresentar — com alto grau de preenchimento na extrusão — a rigidez necessária para suportar os esforços mecânicos exigidos. Trata-se, portanto, de uma solução de baixo custo, escalável e de alto impacto social.

De forma geral, conforme apresentado no fluxo esquemático da Figura 01, o processo que abrange desde a digitalização até a modelagem e impressão final comprova a praticidade e eficiência desse método. Como consequência, o produto desenvolvido (Figura 10) atendeu plenamente o objetivo proposto, promovendo benefícios não apenas funcionais, mas também sociais e emocionais. O resultado contribuirá diretamente para o aumento da autonomia em pessoas amputadas com dificuldade para acionar maçanetas de portas.

Figura 10 - Acessório instalado



Fonte: O autor (2025)

4. DISCUSSÃO

Com base na análise do resultado do dispositivo de adaptação da maçaneta, observa-se que a utilização combinada da digitalização 3D com a impressão 3D, apresenta impacto significativo na autonomia de indivíduos que fazem uso de produtos assistivos fabricados por esse método (DEGERLI et al., 2020). Esses efeitos positivos se refletem em aspectos fundamentais como mobilidade, comunicação e a realização de atividades cotidianas, além de melhorias no convívio social e na autoestima - fatores essenciais para uma inclusão plena e com qualidade. Nesse contexto, o ganho de autonomia observado no projeto da maçaneta não é apenas um resultado técnico, mas a própria manifestação desses benefícios, validando o potencial transformador da tecnologia assistiva personalizada.

Além da personalização, outro ponto de destaque é a agilidade no fornecimento dos dispositivos assistivos personalizados. A tecnologia permite acelerar o processo de produção, reduzindo prazos de entrega, o que é especialmente benéfico para pacientes que necessitam de soluções rápidas para manter ou recuperar sua autonomia (VENNAM et al., 2024).

O dispositivo desenvolvido ilustra essa eficiência: o uso do escâner 3D eliminou a etapa de medição manual, otimizando o tempo de criação. Além disso, o design demonstrou ser altamente adaptável, exigindo apenas um novo mapeamento digital para futuras adaptações para outros modelos de maçanetas.

No entanto, algumas limitações devem ser consideradas. O uso de escâneres mais acessíveis, que funcionam por meio da captura de fotos, pode comprometer a fidelidade da geometria escaneada, principalmente em casos mais delicados, superfícies mais irregulares ou brilhantes (DEGERLI et al., 2020). Essa falha na digitalização pode gerar uma incompatibilidade dimensional entre a peça e a maçaneta, comprometendo a fixação e a transferência de torque. Situação semelhante pode ocorrer com impressoras 3D de baixo custo, que, por sua limitação técnica, nem sempre reproduzem com precisão o modelo digital.

Além disso, é importante destacar que todo esse processo — desde a digitalização até a impressão final — exige conhecimento técnico específico. O domínio de ferramentas de escaneamento, modelagem e impressão é fundamental para garantir bons resultados, o que pode ser um obstáculo quando não há profissionais capacitados (VENNAM et al., 2024).

5. CONCLUSÕES

A união entre o escâner 3D e a impressão 3D, otimiza significativamente o tempo de produção, uma vez que ao acelerar a etapa de aquisição da geometria necessária para o desenvolvimento do dispositivo assistivo. Além disso, essa combinação melhora a qualidade dos produtos assistivos, já que possibilita a criação de peças sob medida, o resultado é um produto totalmente personalizado, adaptado às atividades e necessidades específicas de cada pessoa. Outro fator importante é a viabilidade econômica desses processos, que geralmente apresentam custo menor do que a aquisição de produtos prontos.

Um dispositivo assistivo, projetado conforme as particularidades do usuário, impacta positivamente a vida do usuário em múltiplas frentes: Ajuda na mobilidade, viabiliza atividades diárias e fortalece tanto a autoestima quanto os vínculos sociais. O acessório para maçaneta desenvolvido é um exemplo prático disso: ao permitir que um indivíduo com amputação de membro superior execute uma tarefa fundamental como abrir uma porta, o dispositivo restaura não apenas uma capacidade motora, mas devolve uma parcela essencial de autonomia e privacidade.

Em última análise, este exemplo demonstra que o poder do fluxo de trabalho digital, unindo escaneamento e impressão 3D, reside não apenas na sua eficiência técnica, mas, principalmente, em sua capacidade de gerar ferramentas de alto impacto para a integração de pessoas com deficiência, reforçando sua autonomia, participação ativa e senso de pertencimento.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação Araucária pelo apoio financeiro do NAPI-TA (Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva), ao CNPq pela bolsa de produtividade em desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora, ao Departamento de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Núcleo de Manufatura Aditiva e Ferramental (NUFER) a oportunidade de aprimoramento de estudos por meio da iniciação de pesquisa. E, ainda agradeço aos professores e colegas pelo suporte durante o desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

DEGERLI, Y. I.; DOGU, F.; OKSUZ, C. Manufacturing an assistive device with 3D printing technology - a case report. *Applied materials today*, V. 40, out. 2024.

GARCÍA, J. C. D. *Livro branco da tecnologia assistiva no Brasil*. São Paulo: IT'S BRASIL, 2017. p. 36-42.

GARCIA, T. R.; MACEDO, R. M.; VAZ, M. H. V.; BORGES, G. H. I.; ZENDRON, I. M.; ARRUDA, J. T. Impressão 3D de peças anatômicas como ferramentas de educação e auxílio na prática clínica. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 13. 2022.

MERINO, G. S. A. D. *Metodologia para a prática projetual do design:* com base no Projeto Centrado no Usuário e com Ênfase no Design Universal. 2014. 212p.Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

UNICEF, *Global report on assistive technology*. 2022.

VENNAM, S.; KN, V.; PATI, F. 3D printed personalized assistive devices: A material, technique, and medical condition perspective. *Assistive Technology*, 34(1), 121-125. 2020. p. VII.

VOLPATO, N.; AHRENS, C. H. *Tecnologias e aplicações da manufatura aditiva*. Curitiba: Blucher, 2024. p. 43–115.

Produção de Tecnologia Assistiva para inclusão escolar de crianças com deficiência motora

Marcelino, Juliana Fonsêca de Queiroz[*1]; Costa, Mirely Freitas [2]; Ferreira, Leticia Rodrigues[3]; Amaral, Manoele de Fatima da Silva [4]; Silva, Geovanna Gabryele dos Santos[5]; Da Silva, Suellen Maria[6]

1 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE, juliana.marcelino@ufpe.br*
2 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE, mirely.freitas@ufpe.br
3 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE, leticia.rodriguesf@ufpe.br
4 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE, manoele.amaral@ufpe.br
5 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE, geovanna.gabryele@ufpe.br
6 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE, suellen.maria@ufpe.br
* -Correspondência: Av. Jornalista Aníbal Fernandes, no 273, Recife, Pernambuco, Brasil, 50740-560.

DOI 10.52050/9788579177132-03

RESUMO

A inclusão escolar de crianças com deficiência motora é marcada por diversas barreiras. O objetivo deste artigo é descrever a produção de tecnologia assistiva (TA) para inclusão escolar de crianças com deficiência motora matriculadas nos anos iniciais do ensino fundamental na rede pública da Região Político Administrativa 4 de Recife- Pernambuco. Foi realizada uma pesquisa de campo do tipo quase experimental de natureza quanti-qualitativa, retrospectiva e prospectiva, associada a um projeto de extensão. Foram levantadas demandas de TA e desenvolvidos produtos, em sua maior parte, para adequação postural e escrita, na perspetiva da Terapia Ocupacional no Contexto Escolar.
Palavras-chave: Inclusão Escolar, Tecnologia Assistiva, Terapia Ocupacional.

ABSTRACT

The school inclusion of children with motor disabilities is marked by several barriers. The objective of this article is to describe the production of assistive technology (AT) *for the school inclusion of children with motor disabilities enrolled in the initial years of elementary school in the public school system of the Political Administrative Region 4 of Recife, Pernambuco. A quasi-experimental field research of a quantitative-qualitative, retrospective and prospective nature was carried out,*

associated with an extension project. Demands for AT were raised and products developed, mostly for postural and writing adaptation, from the perspective of Occupational Therapy in the School Context.
Keywords: *School Inclusion, Assistive Technology, Occupational Therapy.*

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (2006) define que a Pessoa com Deficiência (PCD) é aquela que apresenta dificuldades a longo prazo, sendo elas de ordem física, mental, intelectual ou sensorial. Esses impedimentos, ao interagir com diferentes barreiras, podem interferir na sua participação plena na sociedade. Assim, o conceito da pessoa com deficiência contém os domínios da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), no que tange a estrutura e função do corpo, atividade e participação social (OMS, 2020).

De acordo com o censo de 2022, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, existem aproximadamente 14,4 milhões de pessoas com deficiência no Brasil, e, dentre estas, cerca de 47 mil crianças e adolescentes com deficiência, na faixa etária de 2 a 14 anos, vivem no estado de Pernambuco (IBGE, 2023). Muitas delas necessitam de dispositivos de mobilidade, dentre eles cadeiras de rodas (CR), bem como têm dificuldade em desempenhar a atividade da escrita/ grafismo. Entretanto, a CR, muitas vezes, não permite uma postura ergonômica, o que afeta seu desempenho escolar .

Segundo Cook e Polgar (2015, p.197), a deficiência pode comprometer na alteração de tônus muscular, fraqueza muscular e movimentos descoordenados, o que traz limitações, nas quais prejudicam o indivíduo em adotar uma postura ereta na CR. Além disso, os mesmos autores mencionam que, em específico, a postura sentada, pode interferir em diversas questões na saúde em geral, como: compressão de órgãos do sistema respiratório e digestório, deformidades esqueléticas e lesões por pressão. Diante disso, os recursos de Tecnologia Assistiva (TA) podem funcionar como facilitadores ambientais, conforme a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde- CIF (OMS, 2020).

De acordo com Bersch (2017, p.4), a TA é categorizada conforme os objetivos funcionais a que se destinam e, dentre as áreas da TA, está a de auxílios para vida diária e vida prática, que envolvem recursos voltados à promoção da autonomia em atividades cotidianas, inclusive nas tarefas escolares, incluindo materiais que facilitam o acesso à escrita, como adaptadores para lápis e pulseiras estabilizadoras de mão. Há também a área de adequação postural, que apresenta recursos que garantem posturas estáveis e com boa distribuição do peso corporal, prevenindo deformidades corporais.

O direito à educação é garantido pela Constituição Federal Brasileira e reforçado pela Lei Brasileira de Inclusão. Esse direito também está alinhado com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o 4- Educação de Qualidade- que visa assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade (ONU, 2015). Nesse contexto, muitas vezes, são necessárias adaptações, adequações metodológicas, pedagógicas, infraestruturais e comunicativas, bem como a utilização de recursos materiais ou de equipamentos de TA (SILVA; CARVALHO, 2017).

A inclusão de PCDs nas escolas do Brasil é garantida por leis e documentos oficiais, destaca-se o Decreto nº 6.094/2007, que estabelece nas diretrizes do Compromisso Todos pela Educação, a garantia do acesso e permanência no ensino regular e o atendimento às necessidades educacionais especiais dos alunos, fortalecendo seu ingresso nas escolas públicas (BRASIL, 2007). Entretanto, existe uma lacuna no processo de formação, pois não abarca conhecimentos tão específicos e diversificados que possam apoiar o uso de recursos de TA e, assim, a aplicação desses dispositivos não ocorre de forma efetiva, trazendo prejuízos ao desenvolvimento desses estudantes (CALHEIROS *et al*., 2018, p.8).

O Decreto nº 36.309 de 30 de janeiro de 2023, que institui a Política Pública de Educação Especial Inclusiva para os estudantes da Rede Municipal de Ensino do Recife, aponta, em seu Art. 2º, como um de seus objetivos "fomentar o desenvolvimento de recursos pedagógicos, didáticos e tecnológicos que eliminem as barreiras no processo de ensino e aprendizagem" (RECIFE, 2023). No entanto, segundo o Observatório Nacional de Educação Especial (ONEESP), a implementação da TA se depara com barreiras que deixam os equipamentos encaixotados à espera de um profissional técnico, que faça as suas devidas instalações. Assim, mesmo com a necessidade e indicação de uso dos recursos de TA, vários estudantes continuam privados desse acesso (CALHEIROS *et al*., 2018, p.10).

De acordo com Calheiros *et al.* (2018, p.10), existem outros fatores que contribuem para a efetivação desses dispositivos no contexto escolar, sendo estes o treinamento e acompanhamento, que devem ser realizados por um profissional capacitado. Há mais de 80 anos, é possível identificar o papel do terapeuta ocupacional junto à TA (PELOSI, 2010, p.2), com o objetivo de promover autonomia e independência ao usuário, por meio da seleção, indicação, treinamento e acompanhamento do uso de TA (COFFITO, 2015).

Alguns estudos citam a intervenção do Terapeuta Ocupacional nessa área, como, por exemplo, a obra de Teixeira *et.al* (2003) no contexto da Reabilitação Física. Pelosi (2010, p.4) também aborda, em seu estudo, achados de outros autores que descreveram o trabalho conjunto entre terapeutas ocupacionais

e professores da educação especial, visando o desenvolvimento de estratégias para a sala de aula.

Esse estudo apresenta dados de um projeto de extensão sobre Tecnologia Assistiva para inclusão escolar de crianças com deficiência motora a partir de demandas levantadas pelo Projeto de Pesquisa fomentado pelo CNPQ "Inovação tecnológica no âmbito da educação inclusiva: Ergonomia e Tecnologia Assistiva para a adequação da postura sentada e para a escrita de estudantes com deficiência motora dos anos iniciais do ensino fundamental da Rede Pública". Sendo assim, o objetivo deste trabalho é descrever os produtos assistivos indicados e desenvolvidos a partir do levantamento de demandas de crianças com deficiência motora matriculadas nos anos iniciais do ensino fundamental em 2024, na rede pública escolar da Região Político Administrativa (RPA) 4 do Recife- Pernambuco.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa se caracteriza por ser de campo, do tipo quase experimental, de natureza quantitativa e qualitativa, retrospectiva e prospectiva. O estudo é centrado no usuário, que está no centro do processo e, para isso, terá como respaldo o Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP) (MERINO; MERINO, 2016).

Os participantes foram estudantes com deficiência motora matriculados no ensino fundamental anos iniciais em Escolas da RPA 4 de Recife-PE, cuja amostra foi definida a partir de sorteio do quantitativo indicado pelo cálculo amostral. O período do estudo foi de Setembro de 2024 a Maio de 2025.

Os procedimentos foram realizados em 5 etapas:

Etapa 1: Foram levantadas as demandas de TA a partir da aplicação da Avaliação da funcionalidade das crianças e fatores ambientais no contexto escolar (instrumento desenvolvido pela pesquisadora). O instrumento apresenta os seguintes tópicos, sendo alguns extraídos de avaliações padronizadas: dados pessoais; diagnóstico, terapias e outras atividades que realiza; medicamentos; descrição do nível de funcionalidade (motora grossa, manual e de comunicação); barreiras e facilitadores ambientais (incluindo tecnologia assistiva à qual o usuário tem acesso, mobiliários ergonômicos, acessibilidade ambiental e atitudinal); desempenho ocupacional nas atividades de vida diária (dependente, precisa de ajuda ou independente); atividades de interesse; funções escolares relacionadas a uso de materiais em sala de aula; participação nos diversos ambientes da escola. Por fim, o avaliador indica as demandas para a inclusão escolar do estudante: adaptações escolares, de tecnologia assistiva e assistência na rede de cuidados.

Etapa 2: Os dados das demandas de TA foram lançados em uma tabela e discutidas em equipe, que seguiu para a pesquisa de mercado e de literatura de produtos que respondiam aos requisitos encontrados.

Etapa 3: A equipe selecionou os produtos e definiu suas configurações, como dimensões, superfície e materiais, dentre outras características.

Etapa 4: Foi realizada a compra de materiais e confecção dos produtos.

Etapa 5: Os produtos foram levados às escolas para testes com os estudantes e entrega (processo que ocorreu em mais de um ciclo, na maioria das vezes, pela necessidade de ajustes ou capotaria).

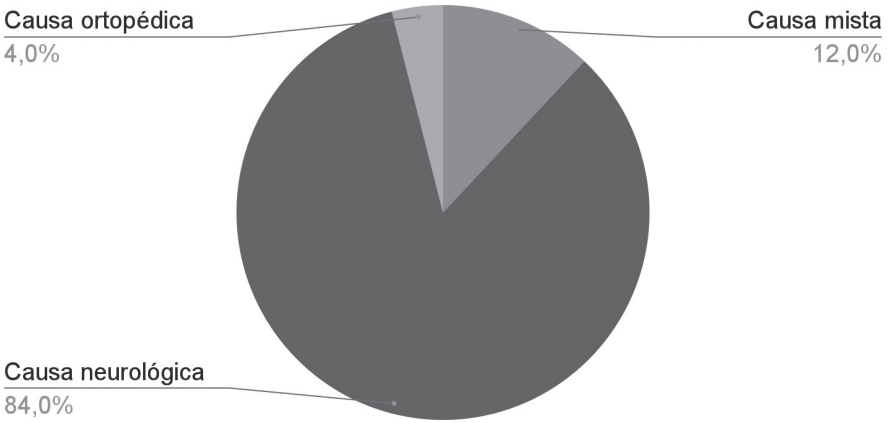
Os locais principais do estudo foram as unidades escolares onde estão matriculadas as crianças com deficiência motora (etapas 1 e 5), bem como o Laboratório de Tecnologia Assistiva e Terapia Ocupacional (LabTATO) da UFPE (etapas 2 a 4), do qual a pesquisadora responsável por esse projeto é membro. A coleta de dados para levantamento de demandas em TA ocorreu nas Salas de Aula, Salas de Recursos Multifuncionais e outros espaços de circulação dos estudantes nas Escolas, e o planejamento e desenvolvimento dos recursos assistivos ocorreram no LabTATO.

3. RESULTADOS

A avaliação foi realizada com 25 estudantes com deficiência motora (física) matriculados na RPA 4 do Recife. A partir dos resultados obtidos foi possível levantar dados pertinentes acerca da funcionalidade dos alunos. Dos 25 alunos avaliados, 18 utilizam cadeira de rodas (CR), sendo 14 usuários de CR manual (77,8 %) e 4 CR postural (22,2 %).

Em relação aos diagnósticos clínicos, constatou-se que 21 estudantes apresentaram uma condição neurológica que provocou a deficiência motora. Entre os principais diagnósticos destacam-se a paralisia cerebral, síndrome congênita do Zika Vírus, encefalopatia e síndromes genéticas. Além desses, 3 alunos possuem causas mistas, de origem neurológica e ortopédica, e apenas 1 aluno apresenta causa exclusivamente ortopédica.

Figura 01 - Perfil dos estudantes contemplados



Fonte: autoras, 2025

Ademais, foi observado que, dos 25 alunos, todos possuem a necessidade de algum recurso de TA. Os recursos identificados foram separados em duas categorias: Auxílios para a vida diária e vida prática, compreendendo os recursos para escrita, e Adequação postural. No que se refere aos auxílios para escrita, 14 estudantes necessitam de adaptadores. Entre os recursos identificados, destaca-se a demanda de adaptador universal e outros tipos de adaptadores para lápis disponíveis no mercado, além da pulseira de peso, que apesar de ter um uso mais geral, pode favorecer a atividade da escrita.

Quanto à categoria de adequação postural, foram identificados 20 estudantes com essa demanda, sendo 13 adequações no próprio mobiliário escolar e 7 na cadeira de rodas. Nessa categoria, os recursos ofertados foram: assento e encosto, bloco abdutor, cinto pélvico e apoios para os pés, sendo este último o item que representou maior demanda, contemplando 12 estudantes. Amostras de testes de adequação no mobiliário escolar e na cadeira de rodas podem ser visualizadas pelas figuras 02 e 03, respectivamente.

Figura 02 - Adequação postural em mobiliário



Fonte: autoras, 2025

Figura 03 - Adequação postural em CR



Fonte: autoras, 2025

Para confecção desses recursos foram respeitadas as medidas antropométricas de cada criança, e foram utilizados os seguintes materiais: tecidos neoprene e acquablock e fechos, utilizados na confecção de cintos, adaptador para lápis, pulseiras de peso e capotaria dos itens de adequação postural; chapas de chumbo para as pulseira estabilizadoras (de peso); bloco de EVA (Etileno Vinil Acetato), cola de contato e fita antiderrapante para a produção de apoio para os pés; EVA e espumas para produção de bloco abdutor (também associado à faixa), assento e encosto. Para isso, durante a oficina de confecção dos produtos de TA de baixo custo e individualizado, foram utilizadas, pelas estudantes, equipamentos e ferramentas como: máquina de costura, faca elétrica, estilete, trena, fita métrica, régua, tesoura, espátula e adesivos.

Tabela 01 - Recursos produzidos

Recurso	Propósito	Dificuldade do estudante/ barreira ambiental
Pulseira de peso	Estabilizar o punho para a escrita	Presença de movimentos involuntários
Adaptador para lápis	Possibilitar atividade grafomotora	Dificuldade em realizar preensão funcional
Apoio para pé	Apoiar os pés visando uma postura ergonômica	Mobiliário com dimensões superiores às medidas dos estudantes
Assento e encosto	Adequar a postura sentada	Dificuldade na estabilização da postura e estrutura de mobiliário inadequado
Cinto pélvico	Estabilizar a cintura pélvica e promover segurança	Dificuldade para controle da pelve que provoca deslizamento na cadeira
Faixa abdutora	Abduzir joelhos, coxas, quadris	Adução de quadris por espasticidade

Fonte: autoras, 2025

Figura 04 - Alguns recursos confeccionados



Fonte: autoras, 2025

4. DISCUSSÃO

Alinhado com o retratado na literatura, de acordo com Nunes *et al.* (2024), o processo de inclusão e acessibilidade no ambiente escolar representa um contexto complexo que é marcado por diversas dificuldades e barreiras, mas na contemporaneidade temos encontrado mais oportunidades a partir do que possibilita a TA, como vivenciado nos resultados da presente pesquisa.

As ações de TA realizadas não se restringiram à perspectiva assistencialista, elas se alinham à visão de promoção e prevenção em saúde, além de serem motivadas, sob a ótica do contexto escolar, para além do ambiente de ensino dissociado dos outros fatores, a compreensão da escola enquanto contexto do desenvolvimento das habilidades e competências humanas, uma vez que ela não se limita apenas ao processo de aprendizagem acadêmica, mas sim à emancipação do indivíduo, através da promoção do convívio social e da sua autonomia (NUNES *et al.*, 2024, p. 12-13).

Nesse cenário, os produtos das ações desenvolvidas de acordo com a Portaria Interministerial Nº 362, de 24 de outubro de 2012, são parte da área macro: Auxílios para a vida diária e a vida prática, que são definidos como recursos de TA que possibilite ou beneficie o indivíduo no desempenho em tarefas, bem como no cuidado de pessoas em situação de dependência para realização de atividades, como alimentação. Ademais, incluem-se nessa área recursos de atividades de vida prática, utilizados no apoio a ações como as da escola, que corresponde ao realizado no presente estudo (BRASIL, 2012).

O mapeamento das demandas de TA foi realizado pela equipe de estudantes e pela profissional da Terapia Ocupacional, em ações desenvolvidas com os estudantes com deficiência motora. Esse processo considerou a funcionalidade, bem como os fatores do contexto escolar, possibilitando a realização da produção de maneira assertiva as necessidades observadas. Foram considerados aspectos

como a adequação, funcionalidade, durabilidade e usabilidade dos produtos, com o intuito de garantir que as soluções de Tecnologia Assistiva sejam realmente eficazes, visando a autonomia e o processo de inclusão nas atividades escolares. Assim, evidencia-se a necessidade de uma equipe multidisciplinar voltada para uma atenção especializada, de modo que se garanta o adequado planejamento e elaboração de produtos (FIORINI; ARAÚJO, 2015).

Dentre as atividades exercidas pelo estudante, a escrita destaca-se como uma ação que assume um importante papel para seu desenvolvimento amplo, pois a aquisição dessa habilidade repercute na sua comunicação e interação, contudo o desempenho dessa atividade é atrelado às questões motoras, perceptivas e linguísticas (TINÓS, 2022).

Por essa complexidade, torna-se fundamental o desenvolvimento científico a respeito de adaptações de baixo custo, que visem a criação de oportunidades para facilitação da escrita. Entre as possibilidades para indicação de recursos com esse fim, há os Adaptadores de lápis e Adaptadores Multiuso que têm a função de favorecer ou alterar a preensão, contribuindo para o melhor desempenho em variadas atividades manuais. O primeiro tipo trata-se de um recurso que se encaixa facilmente em lápis ou canetas comuns, podendo ser do tipo redondo, quadrado ou triangular, enquanto o segundo acomoda uma variedade de ferramentas, como talheres e escovas de dentes, podendo ser confeccionado em diferentes formatos, de acordo com a necessidade do usuário (BRASIL, 2012). No projeto, foram indicados alguns adaptadores comercializados e outros foram confeccionados, sob critério do design do produto atender ao tipo de preensão do lápis apresentado pela criança.

Além de adaptações do material escolar, os estudantes apresentaram necessidades específicas para conseguir realizar atividades escolares manuais, requerendo acessórios como a pulseira de peso, que tem como objetivo principal a redução de movimentos involuntários, condição presente em muitos diagnósticos de deficiência física. Essas pulseiras podem ser utilizadas nas áreas dos braços ou das pernas e podem ser adaptadas quanto às suas dimensões. Contudo, sua prescrição requer uma avaliação detalhada e crítica, sendo necessárias medidas de cuidado quanto à medida do peso utilizado, o tempo de uso do produto e à sua estética, para que nenhum desses fatores interfiram no ensino-aprendizagem ou no estado de saúde do usuário (AMARAL, *et al.*, 2014).

Outrossim, no que se refere aos produtos para adequação postural realizados nas ações, sendo eles a) cinto pélvico, b) adaptação da cadeira de rodas (assento e encosto) e c) apoio para os pés, faz-se necessário considerar seu benefício ao público em questão, visto que esses equipamentos possibilitam um posicionamento que permite maior funcionalidade e conforto, podendo

diminuir a probabilidade de lesão por pressão e maximizar a sua participação e interação com o ambiente, além de acomodar as deformidades e compensações musculoesqueléticas que podem estar associadas em casos complexos de deficiência motora (LANGE; MINKEL, 2018, p.37, 345).

Em concordância, esses produtos contribuem para a minimização de problemas no mobiliário escolar brasileiro, que, como exposto na literatura, muitas vezes apresenta proporções não compatíveis com as dimensões de crianças, afetando diretamente no conforto e no desempenho escolar. Oliveira *et al.* (2011) abordaram essa questão ao identificar que estudantes mais velhos apresentam mais conforto na posição sentada em sala de aula do que crianças menores. Nessa perspectiva, é importante refletir sobre as crianças com deficiência física que, devido às suas características de saúde, apresentam proporções antropométricas menores, o que provoca a incompatibilidade ergonômica do mobiliário escolar (ARAÚJO; SILVA, 2013; XIMENES *et al.*, 2024).

Segundo Iida e Guimarães (2016), ao desenvolver ou escolher cadeiras e assentos, é fundamental considerar as medidas antropométricas dos usuários para identificar a altura ideal do mobiliário, com destaque para a altura poplítea. Assentos muito altos podem causar fadiga e desconforto, já que impedem o contato completo dos pés com o chão, podendo favorecer problemas musculoesqueléticos devido a uma postura inadequada. Isso justifica a produção de diversos produtos, incluindo o apoio para os pés, na tentativa de favorecer um melhor posicionamento. Em nosso levantamento, evidencia-se uma desproporção ainda maior com relação às crianças com deficiência física, pois esse público apresenta necessidades específicas e complexas em relação à postura, sendo necessário recursos de TA, principalmente no contexto de adequação postural.

Este estudo teve como foco a elaboração de recursos a partir do levantamento de demandas em TA no contexto escolar, apresentando as principais necessidades dos estudantes com deficiência física de Recife. Contudo, um fator limitante foi a ausência de dados quanto à satisfação dos usuários com os produtos, o que pode ser alcançado pelo acompanhamento desses estudantes contemplados em estudos futuros.

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, é possível concluir que o objetivo de descrever os produtos assistivos indicados e desenvolvidos a partir do levantamento de demandas de crianças com deficiência motora matriculadas nos anos iniciais do ensino fundamental em 2024, na rede pública escolar da RPA 4 do Recife

- Pernambuco foi atingido, visto que foram fornecidos produtos individualizados, adaptados às necessidades do estudante com deficiência motora.

Notou-se a necessidade de iniciativas que visem a interdisciplinaridade entre profissionais da saúde e da educação, para garantir o melhor entendimento das reais necessidades que fazem parte da realidade de cada estudante. Além disso, destaca-se a importância de implementar esses recursos no ambiente escolar, visando a promoção de um ambiente de aprendizagem acessível e adequado para todos os estudantes.

A iniciativa contribuiu para a inclusão escolar das crianças, gerando benefícios diretos para os estudantes atendidos e, indiretos, para a comunidade. Além disso, esse projeto forneceu subsídios relevantes para o desenvolvimento de ações da Terapia Ocupacional nesse campo de estudo.

É essencial que futuros estudos sejam desenvolvidos, buscando maior aprofundamento em relação ao uso desses produtos assistivos em sala de aula a longo prazo, para possibilitar investigações e ajustes tanto na escolha de materiais para confecção de produtos assistivos, quanto nas dimensões de mobiliário e dos materiais escolares.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), (Processo 303194/2023-5), pela concessão de bolsas de produtividade e taxa de bancada. À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de iniciação científica (processo BIC- 1267-6.12/24); à PROEXT (PJ232-2024) e PROPESQI (PIG1427-2024) UFPE pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, M. S. *et al.* Adaptação para escrita de paciente com paralisia cerebral. *Encontro de Pesquisa em Design*, Anais. Gramado, p. 2-10, set./out. 2014.

ARAÚJO, L. A.; SILVA, L. R. Avaliação antropométrica dos pacientes com paralisia cerebral: quais as curvas mais adequadas? *Jornal de Pediatria*, v. 89, n. 3, p. 307–314, Rio de Janeiro, 2013.

BERSCH, R. *Introdução à Tecnologia Assistiva*. CEDI (Centro de Estudos e Desenvolvimento em Inclusão), Porto Alegre, v. 21, p. 4, 2017.

BRASIL. DECRETO n° 6.094, de 24 de abril de 2007. *Dispõe sobre o Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação*. Brasília - DF, 2007.

BRASIL. Portaria Interministerial MF/MCTI/SDH n° 362, de 24 de outubro de 2012. República Federativa do Brasil, Brasília, out. 2012.

CALHEIROS, D. S.; MENDES, E. G.; LOURENÇO, G. F. Considerações acerca da tecnologia assistiva no cenário educacional brasileiro. *Revista Educação Especial*, *Santa Maria*, v. 31, n. 60, p. 229–244, jan./mar. 2018.

COFFITO. Resolução nº 458, de 20 de Novembro de 2015. *Dispõe sobre o uso da Tecnologia Assistiva pelo terapeuta ocupacional e dá outras providências.* Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Brasília, dez. 2015.

COOK. A. M.; POLGAR, J.M. *Assistive technologies:* principles and practice. Elsevier, 4. ed. p.197, USA, 2015.

FIORINI, B. S.; ARAÚJO, R. C. T. Apoio de Terapia Ocupacional para a participação escolar de criança com artrogripose múltipla congênita: um estudo de caso. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 28, n. 5, p. 209-224, jan./abr. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Demográfico 2022:* Resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>

LANGE, M. L.; MINKEL, J. L. *Seating and Wheeled Mobility:* A Clinical Resource Guide. Slack Incorporated. USA, 2018.

LIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. M. *Ergonomia:* Projeto e produção, 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

MERINO, G. S. A. D.; MERINO E. A. D. *Gestão de Design aplicada* (material didático – acervo NGD). Florianópolis: NGD/LDU, 2016.

NUNES, G. S. I.; BARROS FILHO, E. M.; COUTINHO, E. F. A tecnologia assistiva na inclusão de alunos com deficiência no ambiente escolar: uma revisão sistemática. *Colloquium Humanarum*, Presidente Prudente, v. 21, n. 1, p. 1-17, set. 2024.

OLIVEIRA, J. M.; LÚCIA, R. M. D.; SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; NOCE, R. *Ergonomia de carteiras escolares e sua influência no estresse físico de alunos do ensino fundamental. Revista Estudos em Design*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p.1-15, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência.* Nova Iorque, 2006.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.* Agenda 2030. Organização das Nações Unidas, Brasília, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *CIF:* Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2020.

PELOSI, Miryam Bonadio. O Papel do Terapeuta Ocupacional na Tecnologia Assistiva. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, v. 13, n. 1, p. 39-45, São Carlos, mar. 2010.

RECIFE. Decreto nº 36.309 de 30 de janeiro de 2023, *Política Pública de Educação Especial Inclusiva para os estudantes da Rede Municipal de Ensino do Recife.* Prefeitura do Recife, jan. 2023.

SILVA, N. C.; CARVALHO, B. G. E. Compreendendo o Processo de Inclusão Escolar no Brasil na Perspectiva dos Professores: uma Revisão Integrativa. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v.23, n.2, p. 293-308. Marília, abr./jun., 2017.

TEIXEIRA, E *et al*. *Terapia Ocupacional na Reabilitação Física*. Roca, 1. ed. São Paulo, 2003.

TINÓS, S. H. A produção gráfica da escrita: apontamentos teóricos. In: ANTERO, K. F. (org.). *Formação inicial e continuada de professores e a identidade docente* 2. p. 58–66. Ponta Grossa, set. 2022.

XIMENES, M. C. N. V. *et al*. Avaliação das dimensões de cadeiras escolares a partir de diretrizes ergonômicas e normas técnicas. In: *Congresso Brasileiro de Ergonomia e Fatores Humanos* (ABERGO), XXIV, 2024, Goiânia: Even3, dez. 2024.

EIXO TEMÁTICO | Mobiliários e Adaptações para Residências, Escolas e Outros Imóveis

RELATO TÉCNICO

Design Espacial: proposta de levantamento de requisitos para acessibilidade sensorial em banheiros para pessoas idosas

Maria Lílian A. Barbosa*[1]; Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto[2]

1 – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica , UFPR, lilianbarbosa.designer@gmail.com

2 – Departamento de Engenharia Mecânica , UFPR,, lucia.demec@ufpr.br

* - Correspondência: Rua, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 230 Centro Politécnico, Bloco IV | Curitiba | PR

DOI 10.52050/9788579177132-04

RESUMO

Este relato técnico apresenta o Design Espacial como uma abordagem para o desenvolvimento de ambientes acessíveis. O objetivo é propor um modelo de levantamento de requisitos sensoriais para o projeto de um banheiro residencial acessível para pessoas idosas. A metodologia foi estruturada em três fases: compreensão, sistematização e proposição, a partir da revisão da literatura, entrevistas e análise do banheiro de um imóvel em um condomínio residencial para idosos no Paraná. Os resultados apresentam diretrizes aplicáveis à etapa inicial de projetos acessíveis. A proposta contribui para o campo da Tecnologia Assistiva, no contexto de adaptações residenciais.

Palavras-chave: design espacial, acessibilidade sensorial, pessoa idosa.

ABSTRACT

This technical report presents Spatial Design as an approach to the development of accessible environments with the aim of proposing a model for gathering sensory requirements for the design of an accessible residential bathroom for the elderly. The methodology was structured into three phases: understanding, systematization and proposition, based on a literature review, interviews and analysis of a bathroom in a residential condominium for the elderly in Paraná. The results present guidelines applicable to the initial stage of accessible projects. The proposal contributes to the field of Assistive Technology, in the context of residential adaptations

Keywords: *spatial design, sensory accessibility, elderly people.*

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, entre 24% e 33% dos acidentes domésticos associados a quedas com pessoas idosas ocorrem no banheiro. Não há dados estratificados com o número de acidentes ocorridos em banheiros residenciais com pessoas idosas no estado do Paraná. No entanto, segundo os dados da Secretaria de Saúde do Estado do Paraná, 12 mil casos de acidentes com pessoas idosas no ambiente doméstico foram registrados pelo Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) (Correia *et al.*, 2010; Ferretti, Lunardi, Bruschi, 2013; Filho *et al.* 2019; Hammes, 2023).

Em geral, as causas de acidentes na residência da pessoa idosa ocorrem devido às perdas sensoriais em decorrência do envelhecimento. Esse cenário reforça a necessidade de repensar estratégias para tornar os ambientes domésticos mais seguros para a população idosa, em especial os banheiros, ao se fornecer recursos com estímulos sensoriais (Mello, 2021).

No entanto, projetos de Arquitetura e Design de Interiores em geral priorizam os aspectos funcionais, estéticos e técnicos, deixando em segundo plano os requisitos de estímulos sensoriais dos usuários (Mello, 2021).

Considerando que o envelhecimento está associado a uma diminuição nas capacidades cognitivas, como a atenção, a memória, a velocidade de processamento de informações, diminuição da acuidade visual e sensibilidade ao contraste, é importante que estes elementos sejam previsto no desenvolvimento de ambientes acessíveis (Exner, Pressel, 2017; Dias, 2009).

Neste sentido, abordagens que integrem funcionalidade, segurança e estímulos sensoriais no ambiente do banheiro, podem contribuir com a diminuição de ocorrências de quedas entre pessoas idosas neste ambiente (Mello, 2021).

O Design Espacial é uma abordagem que considera relevantes os aspectos sensoriais na etapa de levantamento de requisitos de projetos de ambientes. Neste sentido, pode suprir a lacuna da falta de priorização dos aspectos sensoriais em projetos de Arquitetura e Design de interiores, em especial para projeto de ambientes acessíveis para pessoas idosas (Exner e Ressel, 2017).

Segundo a NBR 9050, contrastes visuais, táteis e sonoros são elementos sensoriais e recursos assistivos com alerta e informações acessíveis por diferentes canais, e cada dispositivo deve atender a pelo menos dois canais sensoriais (ABNT, 2020).

Os aspectos sensoriais contribuem para que pessoas idosas com diferentes perdas sensoriais ampliem sua capacidade de interagir, perceber e compreender as informações e alertas no ambiente. Assim, estes alertas podem ser percebidos por diferentes canais sensoriais, tais como tátil (mudança de texturas), sonoro

(botões de pânico), visuais (contraste de elementos). Portanto, a sensorialidade é um critério normativo estabelecido na NBR 9050 e deve ser considerado em projetos acessíveis (ABNT, 2020).

Na abordagem do Design espacial, a especificação de elementos sensoriais que constituem o ambiente é intencional e visa estimular a percepção sensorial do ambiente. Neste sentido, beneficia a pessoa idosa, contribuindo para sua segurança, bem-estar e qualidade de vida no ambiente residencial e, por conseguinte, sua longevidade em casa (Exner, Pressel, 2017; Alfirević, Simonović, 2019, Acre, Wyckmans, 2014).

1.1 Objetivo e Justificativa

A abordagem do Design Espacial é pouco explorada no contexto de projeto de ambientes residenciais acessíveis no Brasil.

O banheiro está relacionado ao aumento da taxa de queda por idosos em residências, justificando sua relevância. Portanto, este relato técnico tem como objetivo apresentar uma proposta de levantamento de requisitos sensoriais, com base na abordagem do Design Espacial, para um banheiro residencial acessível destinado a pessoas idosas(Correia *et al.*, 2010; Ferretti, Lunardi, Bruschi, 2013; Filho *et al.* 2019; Hammes, 2023).

2. DESENVOLVIMENTO

A metodologia foi estruturada em 3 fases: Fase 1 - Compreensão: Revisão da literatura, entrevistas com os moradores idosos e análise do ambiente de uma residência em um condomínio habitacional voltado a pessoas idosas de baixa renda no município de Prudentópolis, estado do Paraná.

Foram realizadas 12 entrevistas com pessoas idosas de 62 a 78 anos para entender o contexto dos moradores, seguindo as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos e protocoladas no comitê de ética.

Fase 2 - Sistematização: Identificação, organização e categorização de termos e necessidade de recursos sensoriais e assistivos, citados na literatura e pelos entrevistados, tais como contrastes visuais, táteis e sonoros para definição de diretrizes de projeto.

Fase 3 - Proposição de requisitos sensoriais para projetos acessíveis de banheiro para pessoas idosas.

3. RESULTADOS

Os resultados apresentam uma proposta de levantamento de requisitos sensoriais, com base na abordagem do Design Espacial para o desenvolvimento de ambientes residenciais acessíveis voltados a pessoas idosas. Demonstra-se de maneira prática a elaboração da proposta em suas 3 fases (tabela 1).

Tabela 1 - Desenvolvimento e produtos de cada fase

Fase	Desenvolvimento	Produto
1. Compreensão	Contexto exploratório com revisão teórica, entrevistas e observação do ambiente.	Entendimento teórico e do contexto do usuário no ambiente para o desenvolvimento da fase 2.
2. Sistematização	Identificação, organização e categorização de análise e organização de dados coletados.	Análise e refinamento dos achados para o desenvolvimento de diretrizes sensoriais e assistivas para a fase 3.
3. Proposição	Elaboração de requisitos sensoriais para ambientes com abordagem do design espacial.	Tabela com requisitos aplicáveis a ambientes acessíveis para pessoas idosas com aplicação prática no ambiente do banheiro.

Fonte: as autoras 2025

Na fase 1 de compreensão, foram identificados diferentes termos que tratam sobre a sensorialidade com base no levantamento teórico, organizados no Quadro 2.

Tabela 2 - Conceitos relacionados à sensorialidade

Canais sensoriais de entrada.	Visão, audição, olfato, paladar ou tato se comunicam com o córtex sensorial para iniciar a fase de percepção (Ries, 2004).
Percepção sensorial do ambiente	A percepção é uma interpretação pessoal dos estímulos captados pelos diferentes canais sensoriais, interpretados conforme a aprendizagem, vivência, cultura, etc. (Ries, 2004; OPAS, 2012).
Sensorialidade	Capacidade de perceber e interpretar os estímulos sensoriais do ambiente, transformando-os em sensações processadas pelo sistema nervoso central e interpretadas pelo sistema cognitivo (Schoell; Tauke, 2011; Exner; Pressel, 2017; Mello, 2021 Ries, 2004)
Elementos de alerta e estímulo sensorial	Elementos devem atender ao “princípio dos dois sentidos” que estimulem a visão, audição, tato, olfato e paladar, influenciando ações dos usuários no ambiente (Exner e Pressel, 2017; ABNT, 2020).

Acessibilidade Sensorial	As soluções para ambientes acessíveis estão relacionadas ao entendimento da sensorialidade e habilidades humanas (Story, Mueller e Mace, 1998).

Fonte: as autoras 2025

Na fase 1, foi possível a compreensão do contexto dos moradores e suas necessidades devido às suas perdas sensoriais em decorrência da idade. Na fase 2, a "sistematização" se refere à organização dos descobrimentos teóricos e empíricos a partir das entrevistas e observação no local para a proposição de diretrizes (fase 3) para ambientes acessíveis com base em requisitos sensoriais, segundo a abordagem do Design Espacial.

A proposição de requisitos sensoriais para elaboração do programa de necessidades projetuais priorizou o "princípio dos dois sentidos", como orientado na NBR 9050. Os requisitos foram organizados no Quadro 3.

Tabela 3 - Requisitos sensoriais dos usuários e de acessibilidade do ambiente

Elemento	Requisitos de recurso sensorial e assistivo	Atender a função
Barras de apoio	Alto contraste com revestimento e textura com maior aderência de pega. Dois sentidos: visão e tato.	Apoio físico
Tampa do vaso sanitário	Melhora a percepção tátil noturna. Contraste de cor e textura superficial perceptível mesmo com o ambiente com pouca luz. Dois sentidos: visão e tato.	Identificação da tampa aberta ou fechada.
Botão de pânico	Informação perceptível com sinal sonoro e luminoso conectado à portaria e alarme local externo. Dois sentidos: audição e visão.	Alerta de emergência
Sensor de queda no teto	Redundância de alerta multissensorial. Disparo conjunto com botão de pânico (luz e som). Dois sentidos: audição e visão.	Alerta automático em caso de queda
Banco de banho articulado	Esforço físico reduzido e segurança com textura antiderrapante e revestimento com material térmico. Dois sentidos: tato e termopercepção.	Apoio seguro e conforto térmico
Cesto de roupas com rodízios	Alto contraste e rodízios para contraste visual e mobilidade.	Transporte seguro de objetos
Lavatório com espaço livre	Ausência de obstruções no espaço inferior	Aproximação com cadeira de rodas
Torneira temporizada	Segurança hídrica. Acionamento por pressão, topo colorido com contraste. Dois sentidos: visão e tato.	Uso controlado de água

Elemento	Requisitos de recurso sensorial e assistivo	Atender a função
Porta e Maçaneta da porta	Contraste na cor e textura de madeira da porta em relação ao revestimento. Segurança para evacuação com abertura para fora (evita aprisionamento em queda), maçaneta alavanca. Dois sentidos: visão e tato.	Abertura com dimensões para cadeira de rodas. Maçaneta com baixo esforço físico.
Nicho embutido com contraste	Substitui acessórios. Os contrastes visuais, superfícies de apoio dos produtos com texturas táteis, melhoram a percepção, mesmo sob vapor. Em caso de quedas, reduzem impactos e lesões.	Apoio de produtos e prevenção de contusões por impacto.
Tapete do box	Tapete no box com alto contraste, textura e material drenante permite identificar limites e zonas de risco, mesmo com vapor ou baixa acuidade visual.	Prevenção de escorregamento no banho.

Fonte: as autoras (2025)

4. CONCLUSÕES

O relato técnico teve como propósito apresentar uma proposta para o levantamento de requisitos sensoriais, fundamentada na abordagem do Design Espacial, para o desenvolvimento de um banheiro residencial acessível destinado a pessoas idosas, com metodologia estruturada nas fases de compreensão, sistematização e proposição.

A proposta traz a sensorialidade do usuário como base para o levantamento de requisitos no desenvolvimento de ambientes para o envelhecimento. Destaca-se como contribuição prática deste estudo a abordagem do Design Espacial com integração de elementos sensoriais (visuais, táteis e sonoros) alinhados às diretrizes da NBR 9050, que podem contribuir para o desenvolvimento de projetos de acessibilidade sensorial para este perfil etário.

Salienta-se que as limitações para as especificações dos recursos sensoriais e de acessibilidade respeitaram a realidade demográfica e social dos moradores e os aspectos normativos do estatuto do condomínio habitacional no município de Prudentópolis, estado do Paraná.

A proposta contribui para o campo das Tecnologias Assistivas no contexto da temática de "Melhorias Ambientais e Adaptações para Espaços" ao permitir identificar como pequenos ajustes espaciais com base na sensorialidade podem prover recursos assistivos para pessoas idosas no ambiente residencial.

Recomenda-se o aprofundamento da abordagem do Design Espacial na elaboração de programas de necessidades para projetos acessíveis a partir da identificação das perdas sensoriais dos usuários para especificações que

se traduzem em formas, texturas, luz e cor para estimular os sentidos, como propõem Exner e Pressel (2017).

Sugere-se ainda, como desdobramentos futuros, a realização de estudos de usabilidade com pessoas idosas após a adaptação do ambiente e a análise da aplicabilidade do modelo conceitual em diferentes contextos culturais e regionais. Assim, será possível o levantamento e formulação de indicadores de risco de quedas de pessoas idosas especificamente no ambiente de banheiros.

AGRADECIMENTOS

Programa de Pós-Graduação em Design - UFPR, Laboratório de Ergonomia e Usabilidade – LabErg/UFPR, Núcleo de Pesquisa em Tecnologia Assistiva (NAPI-TA) da Fundação Araucária.

NOTA SOBRE O USO DE IA

Em conformidade com as diretrizes éticas sugeridas por Sampaio, Sabbatini e Limongi (2024), informa-se que a ferramenta LanguageTool e a IA generativa ChatGPT (OpenAI) versão 4o foram utilizadas para a revisão da estrutura gramatical do texto, sob supervisão e revisão crítica dos autores, e a IA não foi empregada como fonte de conteúdo.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050 - *Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.* 2020. Rio de Janeiro, 2020.

ACRE, Fernanda; WYCKMANS, Annemie. Dwelling renovation and spatial quality: The impact of the dwelling renovation on spatial quality determinants. In: *International Journal of Sustainable Built Environment,* Volume 4, Issue 1, pages 12-41. 2015 DOI: 10.1016/j.ijsbe.2015.02.001

ALFIREVIĆ, Đorđe; SIMONOVIĆ ALFIREVIĆ, Sanja. Design Principles for Achieving Interior Spatiality. In: *Proceedings from 1st International conference* „SmartArt–Art and Science Applied: "From Inspiration to Interaction"". Belgrade: Faculty of Applied Arts, University of Arts in Belgrade, p.140-150. Serbia, 2019.

CORREIA, J. J. A., SATIKO, F., FUCAHORI, C. K. D. S.; TRELHA, C. S. Análise do risco de quedas no banheiro domiciliar de idosos da comunidade. *Anais do XIX EAIC*–28 a, 30. 2010.

DIAS, Maria Regina Álvares Correia. *Percepção dos materiais pelos usuários:* modelo de avaliação Permatus.Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2009

EXNER, Ulrich; PRESSEL, Dietrich. *Basic Spatial Design.* Basel, Switzerland: German National Library. 2017

FERRETTI, F.; LUNARDI, D.; BRUSCHI, L. Causas e consequências de quedas de idosos em domicílio. *Fisioterapia em Movimento,* v. 26, n. 4, p. 753–762, set. 2013.

FILHO, J. E.; BOREL, W. P.; DIZ, J. B. M.; et al. Prevalence of falls and associated factors in community-dwelling older Brazilians: a systematic review and meta-analysis. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 35, n. 8, 2019. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz..

HAMMES, Bárbara. O Paraná tem mais de 12 mil quedas de idosos. BandNews FM Curitiba, *Coluna Paraná Geral,* 27 out. 2023. Disponível em: https://bandnewsfmcuritiba.com/parana-tem-mais-de-12-mil-quedas-de-idosos/. Acesso em: 30 maio 2025.

MELLO, Norton. *Senior Living*: Conceito, Mercado Global e Empreendimentos de Sucesso. Curitiba. Bioeng Books: 2021

SAMPAIO, Rafael Cardoso; SABBATINI, Marcelo; LIMONGI, Ricardo. *Diretrizes para o uso ético e responsável da inteligência artificial generativa [livro eletrônico]*: um guia prático para pesquisadores. São Paulo: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação – Intercom, 2024.

SCHOELL, David; TAUKE, Beth. The sensory house. In: *Universal design handbook.* Second Edition. New York. Mc Graw Hill, 2011.

STORY, Molly Follette; MUELLER, James L.; MACE, Ronald L. *The universal design file:* Designing for people of all ages and abilities. Nc State University, North Carolina, 1998.

EIXO TEMÁTICO | Mobiliários e Adaptações para Residências, Escolas e Outros Imóveis

RESUMO

Avaliação da satisfação de terapeutas ocupacionais a respeito de produtos assistivos produzidos por manufatura aditiva (Impressão 3D)

Nascimento, Gabriela Cordeiro Corrêa do[1]*; Poier, Paloma Hohmann[2]; Lajarin, Sérgio Fernando[3]

1 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPR, gabriela.correa@ufpr.br

2 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPR, paloma.poier@ufpr.br

3 – Departamento de Engenharia Mecânica, UFPR, espanhol@ufpr.br

* -Correspondência: Av. Lothário Meissner, 632. Departamento de Terapia Ocupacional. Universidade Federal do Paraná. Bairro Jardim Botânico, Curitiba, Paraná, Brasil, 80210-170.

Artigo aprovado e selecionado pelo comitê científico do V CBTA para *Special Edition*.

RESUMO

A Manufatura Aditiva (MA) na Tecnologia Assistiva (TA) é promissora, mas ainda necessita de pesquisas que comprovem as vantagens de sua utilização. Este estudo avaliou a satisfação de Terapeutas Ocupacionais (TOs) com TAs produzidas por impressão 3D em um projeto de extensão que envolve docentes e discentes de TO e Engenharia Mecânica. A satisfação geral dos TOs, medida pelo questionário B-QUEST 2.0, foi positiva (4,5/5), indicando aceitação dos produtos. Isso reforça o potencial da MA para atender às necessidades dos TOs no que diz respeito a TA. Entretanto há necessidade de melhorias em fatores como a entrega.

Palavras-chave: tecnologia assistiva, impressão em 3D, atividades cotidianas.

ABSTRACT

Additive Manufacturing (AM) in Assistive Technology (AT) is promising but still requires research to confirm the advantages of its use. This study evaluated the satisfaction of Occupational Therapists (OTs) with ATs produced through 3D printing by an extension project involving faculty and students from OT and Mechanical Engineering. Overall satisfaction, measured by the BQUEST 2.0 questionnaire, was positive (4.5/5), indicating acceptance of the products.

This reinforces the potential of AM to meet OTs' needs regarding AT. However, improvements are needed in aspects such as delivery.
Keywords: *self-help devices1, 3D printing, activities of daily living.*

EIXO TEMÁTICO | Recursos Pedagógicos Escolares

ARTIGOS COMPLETOS

3D Fitting Cells: desenvolvimento de modelo tátil acessível para o ensino de citologia no ensino fundamental

Góes, Anderson Roges Teixeira*[1]; Benkendorf, Isabella Vieira[2]; Fiatcoski, Daiana Aparecida Stresser[3]; Góes, Heliza Colaço[4]

1 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, artgoes@ufpr.br
2 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, isabella.benkendorf@ufpr.br
3 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, daianastresser@hotmail.com
4 – Instituto Federal do Paraná, IFPR, heliza.goes@ifpr.edu.br
*Correspondência: Rua Cel. Francisco Heráclito dos Santos, 100 - Jardim das Américas - Curitiba -PR.

DOI 10.52050/9788579177132-05

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento, redesenho e reestruturação do material didático tátil "3D Fitting Cells", voltado ao ensino de citologia em perspectiva inclusiva, sobretudo para estudantes com deficiência visual, no ensino fundamental. O objetivo é promover o acesso ao conteúdo por meio da impressão 3D de modelos físicos das células animal e vegetal. A metodologia envolveu modelagem tridimensional, impressão dos protótipos, identificação tátil e preparação para testes de usabilidade. Os resultados incluem melhorias na produção das organelas e na legibilidade tátil dos modelos. Conclui-se que o material apresenta potencial como recurso inclusivo, alinhado aos princípios do Desenho Universal (DU).

Palavras-chave: Citologia, Modelagem 3D, Educação Inclusiva.

ABSTRACT

The abstract *should be presented in a single paragraph, with at maximum 100 words. The first sentence should present a synthesis of the context/object of study. The second sentence should present the objectives of the study. The third sentence should present a summary of the methodological procedures used. The fourth sentence should present a summary of the results achieved. The fifth sentence should provide a summary of conclusions or contributions to the area of the Engineering, Design, Health, Education, and Assistive Technology.*

***Keywords*:** *Cytology, 3D Modeling, Inclusive Education.*

1. INTRODUÇÃO

A busca por uma educação inclusiva tem impulsionado a criação de recursos didáticos que atendam às diferentes necessidades dos estudantes, especialmente aqueles com deficiência visual. A escassez de materiais pedagógicos acessíveis, como livros em braile e recursos táteis e tecnológicos, compromete significativamente o processo de aprendizagem e a participação efetiva desses alunos nas atividades escolares (TRAVENSOLI et al., 2019). De acordo com Carpi (2024), os principais obstáculos enfrentados por estudantes cegos ou com baixa visão incluem o alto custo, a baixa disponibilidade de materiais adequados e a limitada integração desses recursos aos métodos de ensino adotados nas escolas. Esse cenário é particularmente desafiador nas escolas públicas, onde muitas vezes faltam recursos para adquirir modelos táteis e adaptados.

No ensino de Biologia, e especificamente na abordagem do conteúdo de Citologia, essas dificuldades se intensificam devido à predominância de representações visuais nos materiais didáticos convencionais. Considerando essa demanda, foi desenvolvido o material didático "3D Fitting Cells", voltado ao ensino de estruturas celulares para estudantes do ensino fundamental com deficiência visual. Utilizando tecnologia de impressão 3D, o recurso permite a exploração tátil das células animal e vegetal, tornando o conteúdo mais acessível e intuitivo. Como evidenciado por Kolitsky (2014), modelos tridimensionais são eficazes para esse público, pois possibilitam a manipulação e a compreensão do conteúdo de forma prática e significativa. A manipulação de modelos físicos também contribui para uma melhor atenção e percepção espacial, conforme apontado por Justina e Ferla (2007).

Este projeto se fundamenta nos princípios da Tecnologia Assistiva (TA), definida como o conjunto de produtos, recursos, metodologias e estratégias que visam promover a funcionalidade e a autonomia de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (CAT, 2007). Também se baseia no conceito de Desenho Universal (DU), que propõe a criação de produtos e ambientes utilizáveis por todas as pessoas, na maior extensão possível, sem necessidade de adaptações específicas (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

A proposta relatada neste artigo consiste na reestruturação, redesenho e aprimoramento de um projeto apresentado no CTBA 2023. Durante a fase inicial de impressão dos protótipos das células, foram identificados problemas técnicos que comprometeram a funcionalidade dos modelos. A partir dessas falhas, foram implementadas melhorias na modelagem 3D, tornando os modelos mais versáteis, funcionais e acessíveis. As principais atualizações incluem a modelagem

separada das organelas e da base da célula animal, bem como a substituição das peças de encaixe por placas individuais com identificação em braille e escrita ampliada, permitindo o manuseio por estudantes com deficiência visual.

Dessa forma, este estudo apresenta a versão atualizada do material didático "3D Fitting Cells", descreve seu processo de desenvolvimento e destaca sua relevância como ferramenta pedagógica acessível para todos. A pesquisa foi desenvolvida e implementada por pesquisadores do Laboratório de Tecnologias Assistivas Educacionais (LabTAE) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com fomento do Novo Arranjo em Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva (NAPI-TA), parceria da Fundação Araucária. A proposta busca ampliar o acesso ao conteúdo de Citologia de maneira equitativa, prática e inclusiva, alinhando-se aos princípios da Tecnologia Assistiva e do Desenho Universal.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Tecnologia Assistiva (TA) emerge como uma ferramenta essencial. A TA é definida como uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidade ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (CAT 2007). O principal objetivo da TA é, portanto, proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social.

No campo educacional, a Tecnologia Assistiva Educacional (TAE) e o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) são abordagens complementares. A TAE, conforme Bersch (2013), é compreendida como qualquer ferramenta ou sistema que contribua para desenvolver ou aprimorar as capacidades funcionais de pessoas com deficiência, impulsionando a inclusão social e tornando mais prático o aprendizado mediante a prática pedagógica. Contudo, é necessário distinguir a TA da tecnologia educacional de uso comum.

Embora a tecnologia educacional por si só nem sempre seja assistiva, ela adquire esse caráter no contexto educacional quando seu propósito é romper barreiras sensoriais, motoras ou cognitivas que limitam/impedem seu acesso às informações ou limitam/impedem o registro e expressão sobre os conhecimentos adquiridos por ele; quando favorecem seu acesso e participação ativa e autônoma em projetos pedagógicos; quando possibilitam a manipulação de objetos de estudos; quando percebemos que sem este recurso tecnológico a participação ativa do aluno no desafio da aprendizagem seria restrito ou inexistente (Bersch 2017). Ela propõe ainda três perguntas-chaves para determinar se um recurso tem função assistiva: "O recurso está sendo utilizado

por um aluno que enfrenta alguma barreira em função de sua deficiência (sensorial, motora ou intelectual) e este recurso/estratégia o auxilia na superação desta barreira? O recurso está apoiando o aluno na realização de uma tarefa e proporcionando a ele a participação autônoma no desafio educacional, visando sempre chegar ao objetivo educacional proposto? Sem este recurso o aluno estaria em desvantagem ou excluído de participação? Se as respostas forem afirmativas, o recurso pode ser classificado como Tecnologia Assistiva, mesmo que também seja uma tecnologia educacional comum.

Por outro lado, o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), segundo Zerbato (2018, p. 150), fundamenta-se em "princípios, baseados na pesquisa, e constitui um modelo prático que objetiva maximizar as oportunidades de aprendizagem para todos os estudantes (...)". Esta abordagem visa criar métodos de ensino flexíveis e acessíveis desde planejamento inicial, diferindo da TAE, ao focar na eliminação de barreiras para todos os alunos, e não apenas no apoio específico para o aprendizado de pessoas com deficiência, atuando como apoio ao aprendizado através de recursos adequados e específicos que se baseiam em princípios de Representação, Engajamento, Ação e Expressão. O DUA é também definido como:

> O DUA propõe estratégias que eliminam barreiras e garantem a participação equitativa através de currículos flexíveis e diversos. Essa abordagem incentiva a criação de práticas pedagógicas, recursos e soluções de forma colaborativa e relacional, fortalecendo as interações entre professores e alunos. Além disso, promove a flexibilidade na apresentação de informações e reduz as barreiras ao ensino, oferecendo apoio e desafios apropriados. Isso garante altas expectativas de sucesso para todos os alunos, independentemente de suas habilidades ou limitações linguísticas" (Góes, Costa e Góes, 2023, p.2).

Com base em uma necessidade levada ao nosso conhecimento, foi criado um material didático tátil para o ensino de Citologia. Essas elaborações podem representar desafios para deficientes visuais em razão da ampla quantidade de representações visuais nos materiais comuns utilizados. Diante do cenário apresentado, foi proposto o desenvolvimento e aplicação de um material didático acessível, integrando tecnologia, design e inclusão. A finalidade vai além de apenas atender às necessidades específicas de estudantes com deficiência, mas também ampliar o acesso à aprendizagem de forma igualitária.

3. METODOLOGIA

Este estudo relata o processo de criação, redesenho e aprimoramento de um material didático acessível para o ensino de citologia a estudantes do ensino fundamental, no contexto de um projeto de Iniciação Científica. A metodologia adotada envolveu modelagem tridimensional, impressão 3D e adequações táteis com escrita em braille, visando à construção de um recurso educativo inclusivo.

Inicialmente, foi desenvolvida uma versão preliminar do projeto, com foco na contextualização e na modelagem básica de estruturas celulares. Contudo, essa etapa foi interrompida devido ao desligamento da bolsista responsável, resultando em pausa temporária das atividades. Com a entrada de um novo bolsista, iniciou-se uma segunda versão, que retomou o projeto, porém os arquivos anteriormente criados apresentavam falhas técnicas e não puderam ser aproveitados para a impressão. A partir disso, iniciou-se uma terceira versão, dedicada à reestruturação completa do material.

As novas modelagens tridimensionais foram realizadas utilizando o software Blender 4.2, escolhido por ser gratuito e amplamente utilizado para fins educacionais. Foram modeladas as estruturas da célula animal e vegetal, bem como organelas como núcleo, retículo endoplasmático liso e rugoso, complexo golgiense, mitocôndria, centríolos, entre outras.

A impressão 3D foi realizada com filamento PLA em impressoras do tipo K1C. O primeiro protótipo impresso apresentou falhas e incompatibilidades com o projeto, mas permitiu identificar limitações e orientar ajustes posteriores. Algumas estruturas, como mitocôndrias e nucléolo, foram reaproveitadas; outras, como os centríolos, complexo de golgi, núcleo e retículos endoplasmáticos, precisaram ser refeitas. Elementos como ribossomos, peroxissomos, lisossomos, microtúbulos, cloroplastos e vacúolos foram modelados desde o início.

Com base na análise dos protótipos impressos e considerando os princípios de acessibilidade, foi adotado um sistema de placas individuais padronizadas para cada organela, com identificação em fonte ampliada e em braille. As inscrições foram criadas por modelagem vetorial e convertidas em relevo tridimensional, respeitando as proporções, espaçamento e recomendações das normas técnicas para acessibilidade tátil.

Posteriormente, foram desenvolvidas as estruturas-base das células vegetal e animal. A célula vegetal, já em estágio avançado, passou por ajustes para adequação tátil. A célula animal foi completamente redesenhada, adotando-se contornos mais arredondados e espessura reduzida para facilitar a diferenciação dos componentes ao toque.

Após a impressão, as peças foram lixadas manualmente e coladas nas placas com adesivo instantâneo de cianoacrilato. As inscrições em relevo

foram destacadas com aplicação de verniz de unhas branco, a fim de facilitar a visualização por pessoas com baixa visão. As organelas foram organizadas funcionalmente sobre as bases celulares, respeitando sua posição relativa no interior da célula.

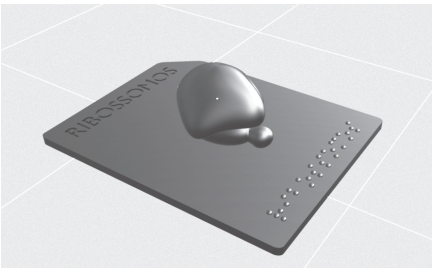
O conteúdo apresentado nas modelagens foi baseado em livros didáticos e artigos científicos de biologia. Até o momento, não foram realizados testes formais de usabilidade com o público-alvo; essa etapa está prevista para a próxima fase do projeto, que incluirá a aplicação do material em turmas do ensino fundamental e a participação de docentes.

4. RESULTADOS

A versão atualizada do material didático 3D Fitting Cells apresentou avanços significativos na organização, detalhamento e acessibilidade das representações tridimensionais de células, com base nos princípios do DU. As modificações realizadas tornaram o recurso mais funcional e acessível a diferentes perfis de estudantes, incluindo pessoas com deficiência visual.

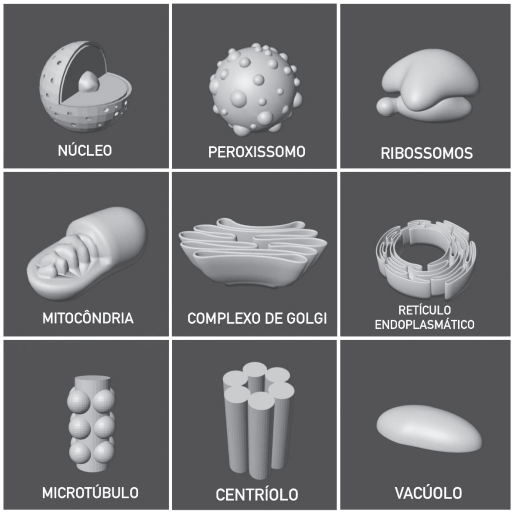
A principal inovação foi a criação de placas individuais para cada organela celular. Em cada placa, a organela foi posicionada ao centro, com uma das pontas em diagonal para direção de posição da placa, identificação em fonte ampliada e em escrita braille. Esse formato possibilitou uma exploração tátil mais estável, previsível e independente, além de permitir o estudo isolado de cada componente celular. A Figura 1 apresenta um exemplo da disposição das organelas sobre as placas, com destaque para a identificação tátil.

Figura 01 - Exemplo de placa individual com organela ao centro e identificação em braille.



A Figura 2 mostra as organelas modeladas em 3D incluindo núcleo, mitocôndria, retículo endoplasmático, complexo golgiense, centríolo, ribossomos, microtúbulo, peroxissomo e vacúolo.

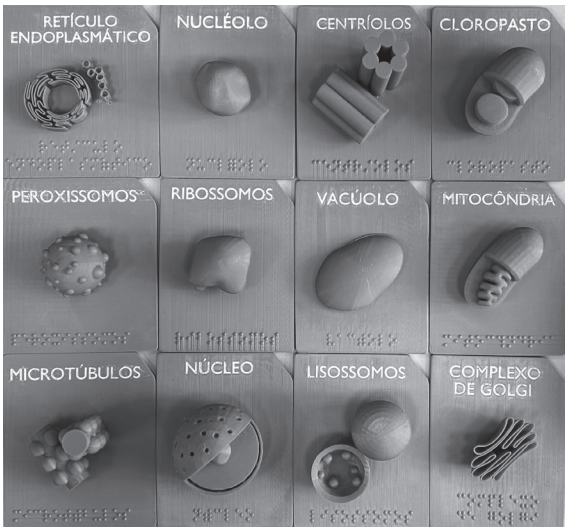
Figura 02 - Organelas modeladas em 3D.



Fonte: Acervo LabTAE, 2025.

Todas organelas foram modeladas tridimensionalmente, impressas em 3D, fixadas em suas respectivas placas e finalizadas com verniz branco sobre as inscrições em relevo para facilitar a leitura por pessoas com baixa visão. A Figura 3 apresenta o conjunto completo das organelas sobre suas placas individuais.

Figura 03 - Conjunto de organelas celulares modeladas e distribuídas em placas individuais.

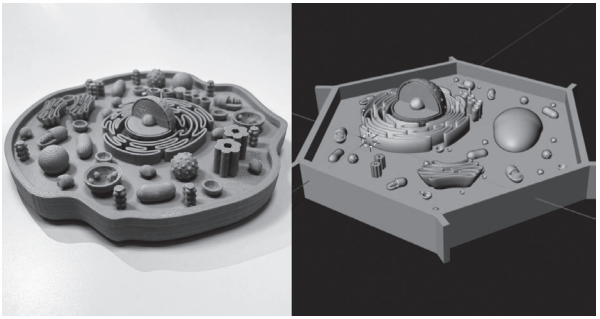


Fonte: Acervo LabTAE, 2025.

As estruturas-base das células animal e vegetal também foram redesenhadas. A base da célula animal foi completamente remodelada, apresentando contornos mais arredondados e espessura reduzida, a fim de facilitar a diferenciação tátil. Já a célula vegetal passou por ajustes técnicos na proporção e definição dos contornos. As bases foram impressas separadamente das células e depois foram fixadas.

Durante o processo de impressão, foram aplicados ajustes técnicos importantes, como o reforço das espessuras e a correção de fragilidades identificadas em versões anteriores. Após a impressão, todas as peças foram lixadas manualmente para o acabamento e coladas nas placas com adesivo instantâneo à base de cianoacrilato. As organelas foram impressas separadamente, organizadas e fixadas nas bases celulares respeitando uma lógica funcional aproximada, favorecendo a compreensão espacial da célula. A Figura 4 exibe o resultado da célula animal completa impressa e a célula vegetal completa modelada em 3D.

Figura 4 - Resultado da célula animal completa impressa (à esquerda) e célula vegetal completa modelada em 3D (à direita).



O material está finalizado para ser submetido à próxima etapa do projeto, que compreenderá testes de usabilidade com estudantes com deficiência visual e professores da educação básica. Essa fase será essencial para verificar a eficácia do recurso em contextos pedagógicos reais e levantar informações para possíveis melhorias futuras.

5. DISCUSSÃO

A atualização do material didático "3D Fitting Cells" representa um avanço significativo no desenvolvimento de recursos pedagógicos acessíveis, ao integrar princípios do Desenho Universal (DU) e propor soluções concretas para a inclusão de estudantes com deficiência visual no ensino de citologia. A substituição do modelo original, baseado em estruturas tridimensionais encaixáveis e com limitações de manuseio, por placas planas com organelas em

relevo e identificação em braille promoveu melhorias substanciais em termos de usabilidade, clareza e acessibilidade.

As modificações realizadas ampliaram as possibilidades de exploração tátil e visual de forma simultânea. O uso de braille em cada placa individual se destaca como uma solução efetiva de acessibilidade, suprindo uma carência amplamente apontada na literatura, como em Carpi (2024) e Travensoli et al. (2019), que evidenciam a escassez de materiais didáticos com escrita tátil apropriada para o ensino de conteúdos científicos. Além disso, o uso de fontes ampliadas e o contraste visual com verniz branco respondem às necessidades de estudantes com baixa visão, alinhando-se às recomendações das normas técnicas voltadas à acessibilidade comunicacional.

Comparado ao modelo apresentado anteriormente no CTBA 2023, a versão atual solucionou falhas técnicas como fragilidade estrutural, falhas de impressão e baixa previsibilidade no manuseio. A opção por placas padronizadas e modelagem vetorial permitiu um melhor controle das proporções, melhorando a diferenciação tátil entre as organelas. Essa escolha não apenas contribuiu para a integridade física do material, como também possibilitou um processo de fabricação mais reprodutível e modular, ampliando o potencial de replicação em outros contextos escolares.

A adoção de tecnologias de fabricação digital fortalece o caráter interdisciplinar do projeto ao unir conhecimentos de biologia, design e tecnologia assistiva. Essa convergência de áreas é coerente com a abordagem defendida por Aguiar et al. (2020) e Verasto e Vicente (2017), que destacam a importância de soluções didáticas multissensoriais para o desenvolvimento cognitivo de estudantes com deficiência visual.

A análise à luz dos princípios do Desenho Universal evidencia que o material atende a critérios centrais de um ambiente de aprendizagem inclusivo: o uso equitativo, permitindo que cegos e videntes utilizem o mesmo recurso; a flexibilidade de uso, ao possibilitar a exploração por diferentes meios sensoriais; e a perceptibilidade da informação, com o uso de braille, relevo e contraste. Além disso, o projeto contempla o esforço físico reduzido, por meio de peças estáveis e de fácil manipulação, e a tolerância ao erro, ao permitir a exploração segura e independente sem risco de desmontagem acidental. Tais características colocam o 3D Fitting Cells como um exemplo de prática pedagógica acessível embasada em princípios de equidade no ensino.

No entanto, apesar dos avanços apontados, destaca-se que os modelos ainda não passaram por testes sistemáticos de usabilidade com o público-alvo. A ausência dessa etapa limita, neste momento, a validação prática das escolhas de design, ergonomia e clareza. A realização desses testes, com a participação de estudantes com deficiência visual e o acompanhamento de docentes da

educação básica, será fundamental para identificar pontos fortes, limitações e possibilidades de melhoria do material. Essa etapa é decisiva para garantir que o recurso atenda efetivamente às demandas reais do contexto escolar, assegurando sua aplicabilidade como ferramenta didática acessível, sendo este o próximo passo da pesquisa.

6. CONCLUSÕES

A reestruturação do material didático "3D Fitting Cell" representa um grande avanço para a construção de práticas pedagógicas inclusivas no ensino de Biologia. As melhorias realizadas na modelagem 3D, a inclusão de placas táteis e a inscrição de informações em braille tornaram o material mais acessível e funcional para estudantes com deficiência visual, ampliando também a experiência dos demais alunos.

A realização do material proporcionou uma experiência de aprendizado valiosa e significativa. Ao longo do processo e da atualização de suas versões, foi possível desenvolver e aprimorar habilidades como organização, pesquisa e o domínio de ferramentas. Enfrentamos desafios relacionados às técnicas de modelagem, o que exigiu a reformulação de espessuras e formatos para alcançar um acabamento mais adequado durante a realização da impressão. Na parte escrita, foi preciso reforçar o contraste de cores para melhorar a acessibilidade de pessoas com baixa visão, o que contribuiu para considerar as diferentes condições dos usuários. Essa trajetória evidenciou a importância da prática, da identificação de defeitos, da escolha adequada de ferramentas, da revisão e atenção aos detalhes no momento de produção e da compreensão sobre visão no desenvolvimento de projetos.

O projeto demonstra que o uso de tecnologias acessíveis educacionais, associadas aos princípios do DU e DUA, pode diminuir as barreiras e criar oportunidades de inclusão. Os próximos passos envolvem a aplicação do material em sala de aula e os testes de usabilidade com estudantes e professores, bem como a documentação dessas etapas e dos resultados alcançados.

Este trabalho oferece um modelo replicável de recurso educacional acessível, que pode ser adequado para outros conteúdos curriculares e níveis de ensino, fortalecendo o compromisso com a educação para todos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária (FA) para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BERSCH, Rita. *Introdução à Tecnologia Assistiva.* Porto Alegre: Assistiva Tecnologia e Educação, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. *Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille.* Elaboração: DOS SANTOS, Fernanda Christina; OLIVEIRA, Regina Fátima Caldeira de. 3. ed. Brasília, DF, 2018. 120 p.

CARLETTO, Ana Claudia; CAMBIAGHI, Silvana. *Desenho universal: um conceito para todos.* Realização de Mara Gabrilli. São Paulo: [s.n.], [2007].

CARPI, Rafael F. Denúncia: escassez de material didático em braille prejudica educação inclusiva no Brasil. *Jornalista Inclusivo*, 20 fev. 2024.

GALVÃO FILHO, T. A formação em Tecnologia Assistiva no Brasil: pressupostos, demandas e perspectivas. In: GALVÃO FILHO, T. (org.). *Tecnologia Assistiva:* um itinerário da construção da área no Brasil. Curitiba: Editora CRV, 2022. p. 101–130.

GALVÃO FILHO, T. A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. *Revista da FACED* - Entreideias: Educação, Cultura e Sociedade, Salvador, v. 2, n. 1, p. 25–42, jan./jun. 2013.

GÓES, Anderson Roges Teixeira; COSTA, Priscila Kabbaz Alvez da; GÓES, Heliza Colaço. A proposal for initial and continuing education based on the universal design for learning approach: an experience in Brazilian higher education. *The Educational Review,* USA, v. 9, n. 3, p. 262–273, 2025.

GÓES, Anderson Roges Teixeira; COSTA, Priscila Kabbaz Alvez da. *Desenho universal e desenho universal para aprendizagem:* fundamentos, práticas e propostas para educação inclusiva. São Carlos: Pedro e João Editores, 2021.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; FERLA, Marcio Ricardo. *A utilização de modelos didáticos no ensino de genética:* exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. Arq Mudi, v. 10, n. 1, p. 35–40, 2007.

KOLITSKY, Michael A. *3D printed tactile learning objects:* proof of concept. J Blindness Innovation and Research, v. 4, n. 1, 2014.

MANTOAN, Maria Teresa. *Inclusão escolar:* o que é? por quê? Como fazer? São Paulo: Moderna, 2003.

SANTOS PALAIO, Sueny Calazans dos; ALMEIDA, Marcus Vinicius Lima de; PATREZE, Camila Maistro. Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências: Development of 3D printed models for science teaching. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, set./dez. 2018.

VERASTO, Estéfano Vizconde; VICENTE, Nathália Elisa Ferreira. Desenvolvimento de atividades de ensino de citologia para alunos com deficiências visuais: ações de educação inclusiva a partir da teoria dos contextos comunicacionais. *Revista de Estudos Aplicados em Educação*, [S.l.], v. 2, n. 4, p. 33–48, jul. 2017.

TRAVENSOLI, J. C. et al. Desafios dos deficientes visuais no contexto escolar: reflexões sobre a inclusão. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento,* São Paulo, v. 2, n. 7, p. 1–8, dez. 2019.

Anatomia Tátil 3D: avanços na construção de recursos táteis para pessoas com deficiência visual

Góes, Anderson Roges Teixeira[1]; Pinheiro, Poliana Batista[2]; Cabreira, Isabela Inês Nunes[3]

1 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, artgoes@ufpr.br.
2 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, poliana.pinheiro@ufpr.br.
3 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, isabelainesnunes@ufpr.br.
*Correspondência: Rua Cel. Francisco Heráclito dos Santos, 100 – Jardim das Américas – Curitiba – PR.

DOI 10.52050/9788579177132-06

RESUMO

A ausência de recursos acessíveis para o ensino de anatomia dificulta a participação plena de estudantes com deficiência visual em cursos da área da saúde. Este estudo teve como objetivo desenvolver peças anatômicas tridimensionais voltadas ao ensino inclusivo, com foco na acessibilidade tátil. Foram utilizadas técnicas de modelagem no Blender e impressão 3D, baseadas em imagens anatômicas e nos princípios do Desenho Universal. O resultado foi a criação de protótipos com texturas táteis e identificação em Braille e tinta. Conclui-se que a iniciativa contribui para práticas pedagógicas acessíveis e inclusivas no ensino superior em saúde e design.
Palavras-chave: Material didático, Impressão 3D, Desenho Universal

ABSTRACT

The lack of accessible resources for teaching anatomy hinders the full participation of visually impaired students in health-related higher education. This study aimed to develop three-dimensional anatomical models focused on tactile accessibility and inclusive learning. Modeling techniques using Blender and 3D printing were employed, based on anatomical images and the principles of Universal Design. The result was the creation of prototypes with tactile textures and identification in both Braille and ink. It is concluded that the initiative contributes to accessible and inclusive pedagogical practices in higher education, particularly in the fields of health and design.

Keywords: *Educational material, 3D printing, Universal Design*

1. INTRODUÇÃO

O projeto "Anatomia Tátil 3D" configura-se como uma Tecnologia Assistiva (TA) voltada à promoção da aprendizagem de conteúdos de anatomia humana de forma equitativa, interativa e autônoma. Seu desenvolvimento está fundamentado nos princípios do Desenho Universal (DU), abordagem que propõe a concepção de produtos, ambientes e serviços acessíveis a todas as pessoas, independentemente de suas capacidades físicas, sensoriais ou cognitivas, sem a necessidade de adaptações posteriores (BRASIL, 2015). O DU visa garantir que todos os indivíduos possam usufruir das mesmas oportunidades de acesso, participação e aprendizagem, promovendo a acessibilidade e a inclusão de maneira natural, integrada e efetiva (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

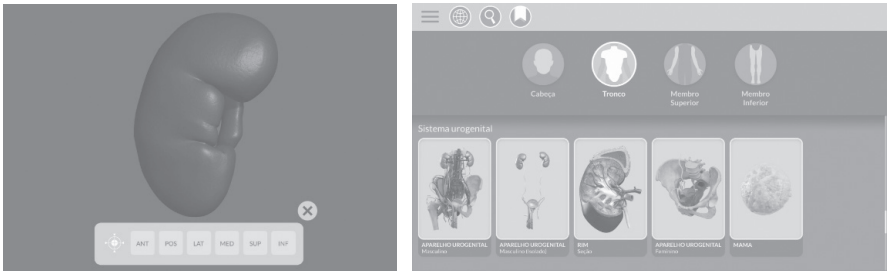
A iniciativa resulta de uma cooperação entre a Secretaria Municipal de Educação de São José dos Pinhais, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e o Instituto Federal do Paraná (IFPR), articulada por meio do fomento da Fundação Araucária, no âmbito do programa Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva (NAPI-TA). Essa parceria visa promover a inovação tecnológica aplicada à educação inclusiva, desenvolvendo recursos que atendam às diversas necessidades educacionais dos estudantes. Por meio do uso de TAs pedagógicas, o projeto busca oferecer condições de aprendizagem que respeitem a diversidade do público escolar, ampliando as possibilidades de participação ativa e significativa dos estudantes no processo de ensino de aprendizagem, como sugerido por Góes, Costa e Góes (2025).

O "Anatomia Tátil 3D" foi anteriormente apresentado no Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva (CBTA), edição de 2023. Nesta nova submissão, objetiva-se divulgar os resultados posteriores e os avanços obtidos na fase mais recente do desenvolvimento, incluindo aspectos técnicos, pedagógicos e os impactos observados na prática educativa, especialmente em contextos inclusivos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto intitulado "Anatomia Tátil 3D" consiste no desenvolvimento de peças anatômicas dos órgãos do tronco humano, por meio de técnicas de modelagem tridimensional e impressão 3D, com foco na acessibilidade e no apoio ao ensino de anatomia em contextos inclusivos. O processo tem início com a obtenção de imagens anatômicas a partir de diferentes vistas — frontal, lateral, superior e inferior — as quais são essenciais para a criação de modelos com fidelidade morfológica.

Figura 01 - Captura de tela do aplicativo "Anatomia 3D - Atlas" com as vistas anatômicas utilizadas

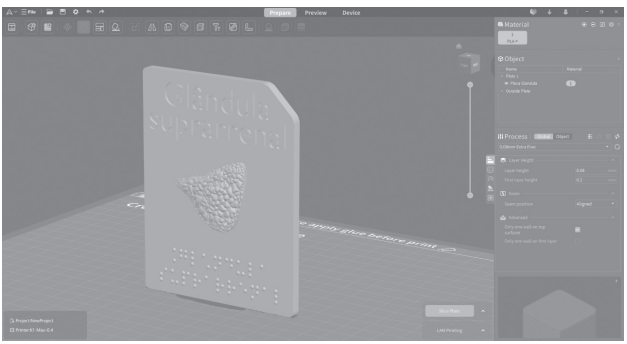


Para isso, utiliza-se o aplicativo "Anatomia 3D – Atlas", que em sua versão paga oferece representações detalhadas de órgãos e tecidos humanos. Para garantir a precisão das proporções durante a modelagem, é fundamental que a visualização do órgão no aplicativo esteja centralizada na tela e mantenha uma escala uniforme. A partir disso, realiza-se a captura de tela de cada vista anatômica, a qual servirá como referência visual para a modelagem no software Blender, uma ferramenta de código aberto amplamente utilizada na criação de objetos tridimensionais.

No ambiente do Blender, inicia-se o processo de modelagem com a inserção da imagem da vista frontal, que é alinhada e fixada na interface para evitar desalinhamentos ao longo da edição. Em seguida, adiciona-se uma geometria básica — geralmente uma esfera com malha subdividida — e inicia-se o processo de escultura digital (Sculpting).

As vistas superior e inferior também são inseridas e alinhadas posteriormente, a fim de validar a conformidade do modelo nas diferentes perspectivas. Durante a escultura, são reproduzidas as características táteis do tecido, o que favorece a identificação sensorial da peça por usuários com deficiência visual. A modelagem também contempla a criação de placas de legenda padronizadas, destinadas à identificação textual e tátil do órgão.

Figura 02 - Modelo da placa com o cubo dimensionado e o chanfro no canto superior direito



Em seguida, é inserido o nome do órgão em baixo relevo, utilizando o alfabeto tradicional em tinta, de modo que não interfira na leitura do Braille ou na percepção tátil da textura anatômica. A representação em Braille é construída com base em semiesferas, modeladas conforme os parâmetros estabelecidos pela ABNT ("Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille", 2006).

Ao centro da placa, uma miniatura do órgão em relevo tridimensional é incorporada. Além disso, são aplicados arredondamentos nos cantos da peça, com o intuito de tornar o manuseio mais ergonômico, seguro e estéticamente agradável. Após a finalização da modelagem, o arquivo é exportado no formato .STL e aberto no software Cura, que realiza a etapa de fatiamento (slicing). Concluída essa etapa, o arquivo é convertido para o formato G-Code, compatível com a impressora 3D, e transferido para um dispositivo removível.

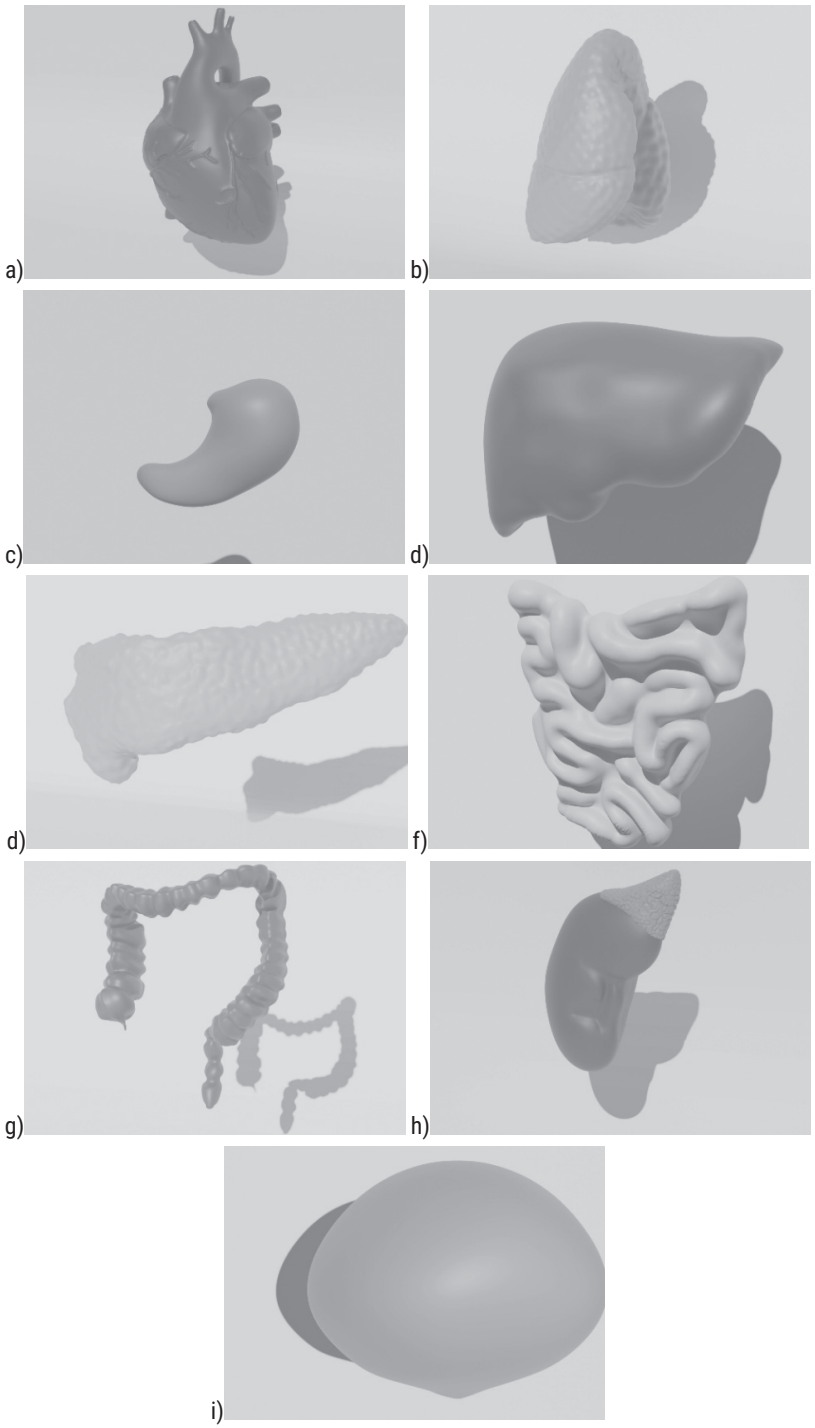
Para a impressão, é essencial realizar o nivelamento da mesa de impressão, além de verificar a integridade do filamento PLA. A máquina deve ser previamente aquecida, tanto na mesa quanto no bico extrusor. Ao término, a peça pode passar por uma fase de pós-produção, que inclui a remoção de suportes, aplicação de acabamentos e pintura. Assim, destacamos o processo geral de produção de cada órgão que compõe a Anatomia Tátil 3D.

3. RESULTADOS

Como desdobramento das etapas de modelagem e impressão anteriormente descritas, foram desenvolvidos os primeiros protótipos do conjunto didático "Anatomia Tátil 3D". Esta fase contempla a construção de representações anatômicas tridimensionais voltadas à aprendizagem tátil e inclusiva, em consonância com os princípios do DU. Os resultados apresentados a seguir incluem tanto os órgãos modelados quanto as respectivas placas de legenda, concebidas para favorecer o reconhecimento morfológico e a identificação textual e em Braille por parte dos estudantes, especialmente aqueles com deficiência visual.

Foram modelados, até o presente momento, nove órgãos do sistema digestório, urinário e circulatório, a saber: coração (Figura 03a), pulmão (Figura 03b), estômago (Figura 03c), fígado (Figura 03d), pâncreas (Figura 03e), intestino delgado (Figura 03f), intestino grosso (Figura 03g), rim (Figura 03h) e bexiga (Figura 03i).

Figura 03 - a) coração; b) pulmão; c) estômago; d) fígado; e) pâncreas; f) intestino delgado; g) intestino grosso; h) rim; i) bexiga



Para cada um desses órgãos apresentados na Figura 03, foi desenvolvida uma placa de legenda padronizada, contendo o nome em tinta, a representação em Braille e uma miniatura tridimensional com relevo anatômico.

Além da modelagem dos órgãos em si, foi projetada uma adequação nas placas de legenda, que agora incorporam uma seção do próprio órgão modelado. Essa escolha visa representar fielmente a textura anatômica em escala reduzida, de forma que o usuário possa associar o nome e o Braille à sensação tátil do tecido correspondente. Essa estratégia amplia o potencial pedagógico e sensorial das peças, especialmente para pessoas com deficiência visual.

Nesta primeira etapa de produção, as peças modeladas e impressas serão submetidas a um teste de usabilidade, que será realizado antes da inserção de detalhes adicionais, como a textura interna dos órgãos e o encaixe das peças em um tronco anatômico modular — elemento ainda em desenvolvimento.

4. DISCUSSÃO

A proposta "Anatomia Tátil 3D" se fundamenta nos princípios do Desenho Universal (DU), conforme estabelecido por autores como Carletto e Cambiaghi (2007) e pelas diretrizes nacionais (Brasil, 2015), que propõem o desenvolvimento de produtos, ambientes e serviços acessíveis a todas as pessoas, independentemente de suas condições físicas, sensoriais, cognitivas ou sociais. A seguir, discutem-se os aspectos do material desenvolvido à luz dos sete princípios do DU.

- Igualitário: O conjunto de peças busca garantir a acessibilidade por meio da incorporação simultânea de recursos visuais, táteis e tátil-visuais. O uso do sistema Braille, da escrita em fonte ampliada, da aplicação de cores contrastantes e da diferenciação de texturas possibilita que estudantes com e sem deficiência utilizem o mesmo recurso em situações de aprendizagem inclusiva. Essa abordagem evita a segregação de materiais e promove a equidade no acesso às informações, elemento central do DU.
- Adaptável: O material foi concebido para ser modular e versátil, permitindo sua adaptação a diferentes contextos pedagógicos. As placas de legenda e os órgãos podem ser utilizados de forma isolada ou articulada, possibilitando que professores adaptem sua utilização conforme os objetivos da aula, o nível de ensino e as características dos alunos. Essa flexibilidade está em consonância com o princípio da adaptabilidade, que prevê a personalização de recursos sem comprometer sua funcionalidade ou estética.

- Conhecido (ou intuitivo): As peças foram desenvolvidas com base em elementos essenciais à compreensão anatômica, evitando informações supérfluas que poderiam dificultar a aprendizagem, especialmente para estudantes com deficiência intelectual ou visual. A seleção dos elementos anatômicos foi orientada pela etapa de ensino do público-alvo, priorizando estruturas com relevância didática e formas que possam ser reconhecidas pelo tato ou pela visão.
- Óbvio: A representação tridimensional dos órgãos visa comunicar informações de forma clara e acessível. O uso de texturas específicas para simular diferentes tipos de tecido, juntamente com a diferenciação por cores, contribui para tornar o material facilmente compreensível. A clareza na organização das informações e a padronização visual reforçam a previsibilidade e a facilidade de uso — aspectos fundamentais para a inclusão de estudantes com deficiência.
- Seguro: As placas de legenda e as peças anatômicas foram projetadas com arestas arredondadas, evitando riscos durante o manuseio, especialmente por crianças ou pessoas com comprometimentos motores. Além disso, as dimensões das peças seguem parâmetros ergonômicos, permitindo uma manipulação confortável e segura.
- Sem esforço: O material é produzido em ácido polilático (PLA), um biopolímero leve e resistente, facilitando o transporte e o uso em atividades didáticas. A leveza das peças, combinada com o formato anatômico ajustado ao tamanho das mãos do público-alvo, minimiza o esforço físico necessário para o manuseio, contribuindo para a autonomia do estudante.
- Abrangente: O projeto foi idealizado considerando diferentes perfis de estudantes, incluindo aqueles com deficiências sensoriais, motoras e intelectuais, além de pessoas com baixa visão. No entanto, para garantir a eficácia do DU, será necessário aprofundar a análise de diversos fatores que podem influenciar na usabilidade do material. Um ponto central de investigação será o impacto da textura gerada pela impressão 3D em camadas, considerando que essa característica pode interferir na percepção tátil de detalhes anatômicos. Pretende-se avaliar, portanto, se a textura de cada órgão, estrutura ou tecido permite uma diferenciação tátil adequada e se está corretamente dimensionada para a percepção das suas características morfológicas.

Outro aspecto a ser examinado refere-se às proporções do Braille utilizado nas placas. Será analisado se os pontos estão dispostos em conformidade com os

padrões da ABNT (2006), possibilitando uma leitura fluida e precisa por usuários cegos. A avaliação também incluirá o tamanho e a clareza da fonte em tinta, a fim de verificar sua legibilidade por pessoas com baixa visão, respeitando os critérios de contraste e altura de caracteres.

Também será analisada a dimensão das peças anatômicas e das placas de legenda, com o objetivo de verificar sua adequação ao manuseio por parte do público-alvo, especialmente crianças ou estudantes com mobilidade reduzida. Por fim, o uso de cores diferenciadas será avaliado quanto à sua contribuição para tornar o material mais atrativo, interativo e funcional no processo de diferenciação de estruturas anatômicas.

Essa discussão evidencia que o material apresenta um alto potencial de aplicabilidade em contextos inclusivos. No entanto, sua validação dependerá da realização de estudos com usuários finais, em especial testes de usabilidade com estudantes e professores, os quais poderão oferecer subsídios para ajustes futuros no design das peças e no aprimoramento da acessibilidade.

5. CONCLUSÕES

A criação de materiais didáticos pautados no Desenho Universal é fundamental para garantir um acesso equitativo ao conhecimento, portanto, é essencial que esses materiais sejam projetados para atender as necessidades dos estudantes, independentemente de suas habilidades ou deficiências. A união da modelagem 3D, Impressão 3D e Desenho Universal permite a criação desses materiais e a reprodução pela própria escola, que em muitos casos possui impressoras 3D. Esses recursos permitem criar materiais que permitem que os estudantes explorem conceitos de forma autônoma e interativa, possibilitando um aprendizado pleno.

A contribuição do presente estudo para a área do Design é a possibilidade de integrar as tecnologias de modelagem, impressão 3D e Desenho Universal para o desenvolvimento de produtos mais inclusivos e acessíveis, abrindo novas possibilidades na forma de projetar e de pensar no usuário.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária (FA) para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

CARLETTO, Ana Claudia; CAMBIAGHI, Silvana. *Guia Desenho Universal*: um conceito para todos, 2007.

GOMES, Francisca Cibele da Silva. TECNOLOGIA ASSISTIVA: apontamentos iniciais para uma educação inclusiva. *Revista História em Curso*, Belo Horizonte, v. 5, n. 7, p. 325-345, jun. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 9050*: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2020.

Braille Blocks: manual aberto para reprodução de um recurso tátil de Tecnologia Assistiva

Cabreira, Isabela Inês Nunes[1]; Góes, Anderson Roges Teixeira[2]

1 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, isabelainesnunes@ufpr.br

2 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, artgoes@ufpr.br

*Correspondência: Rua Cel. Francisco Heráclito dos Santos, 100 – Jardim das Américas – Curitiba – PR.

DOI 10.52050/9788579177132-07

RESUMO

A escassez de materiais pedagógicos acessíveis evidencia a necessidade de soluções que possam ser livremente replicadas e adaptadas para contextos educacionais diversos. Este estudo teve como objetivo desenvolver e sistematizar um manual de reprodução do *Braille Blocks*, recurso de tecnologia assistiva tátil. A metodologia adotada incluiu mapeamento técnico, padronização visual e produção de materiais em diferentes formatos, seguindo diretrizes normativas e princípios do Desenho Universal. Como resultado, obteve-se uma documentação clara, acessível e funcional, disponível em formatos impressos, digitais e audiovisuais. Conclui-se que a sistematização aberta contribui para a democratização das tecnologias assistivas e sua apropriação em larga escala.
Palavras-chave: Tecnologia Assistiva Educacional, Desenho Universal, Documentação Acessível.

ABSTRACT

The scarcity of accessible educational materials highlights the need for solutions that can be freely replicated and adapted to diverse educational contexts. This study aimed to develop and systematize a reproduction manual for Braille Blocks, a tactile assistive technology resource. The adopted methodology included technical mapping, visual standardization, and the production of materials in multiple formats, following normative guidelines and Universal Design principles. As a result, a clear, accessible, and functional documentation was produced, available in print, digital, and audiovisual formats. It is concluded that open systematization contributes to the democratization of assistive technologies and their large-scale appropriation.

***Keywords*:** *Educational Assistive Tecnology, Universal Design, Accessible Documentation.*

1. INTRODUÇÃO

A Tecnologia Assistiva (TA) constitui uma área interdisciplinar voltada à promoção da funcionalidade, autonomia e inclusão de pessoas com deficiência, incapacidade ou mobilidade reduzida. Compreendendo produtos, recursos, estratégias e serviços, a TA busca minimizar barreiras no cotidiano e ampliar a participação social dos indivíduos nos mais diversos contextos (BRASIL, 2009). No âmbito educacional, a TA apresenta relevante contribuição para a promoção de condições equitativas de acesso à informação, à comunicação e à aprendizagem (BERSCH, 2017).

Apesar dos avanços em políticas públicas voltadas à inclusão escolar, estudantes com deficiência visual ainda enfrentam barreiras no acesso ao conhecimento. A ausência de recursos pedagógicos acessíveis e funcionais compromete não apenas o acesso à informação, mas também sua participação ativa nas atividades escolares (Bersch, 2017). Essa limitação pode restringir o desenvolvimento da autonomia e impactar negativamente o processo de aprendizagem desses estudantes.

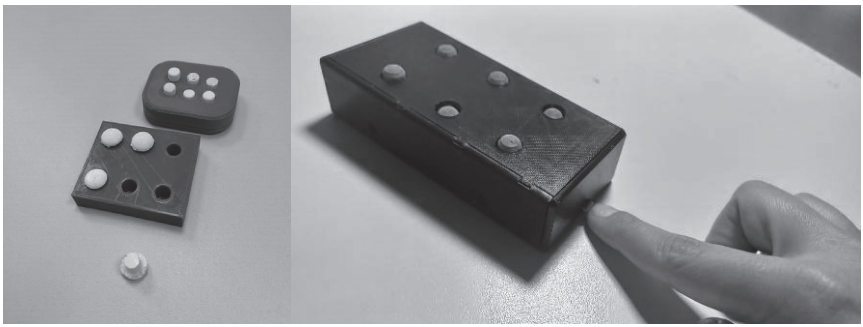
Embora existam iniciativas que visem à produção de recursos pedagógicos acessíveis, observa-se que grande parte desses recursos apresenta elevado custo de aquisição ou limitada disponibilidade no mercado, dificultando sua implementação (ZULIANI E BERGHAUSER, 2017). A escassez de alternativas viáveis e economicamente acessíveis evidencia a necessidade de desenvolvimento de soluções que, além de atenderem aos princípios da acessibilidade e da usabilidade, sejam compatíveis com a realidade das instituições escolares brasileiras.

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo democratizar o acesso ao *Braille Blocks*, um recurso de tecnologia assistiva, por meio da disponibilização de documentação aberta, clara e acessível, contribuindo para a ampliação do uso dele em diversos contextos educacionais, culturais e sociais.

A *Braille Blocks* incorpora um sistema de acoplamento magnético, que permite que diferentes células sejam conectadas lateralmente, ampliando suas possibilidades de uso em diferentes propostas pedagógicas, culturais e formativas.

A Figura 1 apresenta, à esquerda, a versão inicial do *Braille Blocks*, e, à direita, a versão redesenhada, na qual são perceptíveis as melhorias realizadas em termos de usabilidade, segurança, ergonomia e funcionalidade.

Figura 01 - Versão Inicial do *Braille Block* (à esquerda) e versão redesenhada (à direita)



Neste contexto, o presente artigo apresenta um relato do processo de elaboração de um manual de reprodução, que sistematiza as orientações necessárias para que qualquer pessoa, mesmo sem experiência técnica, possa replicar o recurso de forma acessível, funcional e com qualidade.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A proposta apresentada neste artigo se ancora em uma perspectiva que compreende a tecnologia assistiva não como um elemento isolado, mas como parte de um processo mais amplo de promoção da acessibilidade, da equidade e da participação social e educacional de pessoas com deficiência. Ao olhar para a produção e a circulação de recursos acessíveis, parte-se do entendimento de que a acessibilidade não se concretiza apenas na oferta de produtos, mas na garantia de que esses produtos sejam pensados, desenvolvidos e disponibilizados dentro de uma lógica que prioriza a diversidade, a autonomia e a replicabilidade.

Esse olhar se alinha aos princípios do Desenho Universal (DU) que propõem a eliminação de barreiras por meio de práticas, ambientes e recursos que sejam acessíveis desde sua concepção. Trata-se de compreender que soluções acessíveis não são respostas pontuais às deficiências, mas práticas que valorizam a diversidade humana e ampliam as possibilidades de participação de todas as pessoas (CARLETTO E CAMBIAGHI, 2007; JEREMIAS, GÓES E HARACEMIV, 2021).

No contexto das pessoas com deficiência visual, essa abordagem se materializa especialmente na produção de recursos táteis e manipulativos, fundamentais para garantir o acesso à informação, à comunicação e aos processos de construção do conhecimento. A exploração concreta, sensorial e manual não apenas viabiliza o desenvolvimento de conceitos, como também fortalece a autonomia, a participação e a inclusão, em consonância com as diretrizes da educação inclusiva (MANTOAN, 2006).

Contudo, observa-se que, mesmo reconhecendo a importância desses recursos, ainda persistem desafios significativos no que diz respeito à sua acessibilidade material. Grande parte dos materiais disponíveis é de alto custo, de difícil acesso, ou está condicionado a modelos comerciais que não dialogam com as realidades econômicas e estruturais de muitas instituições, sobretudo no contexto brasileiro (ZULIANI E BERGHAUSER, 2017).

É nesse cenário que se insere a perspectiva da cultura maker, dos processos de fabricação digital e, especialmente, da documentação aberta como práticas alinhadas à democratização da tecnologia assistiva. Essa abordagem rompe com a lógica de consumo passivo, permitindo que educadores, instituições, coletivos e indivíduos possam acessar, reproduzir e, quando necessário, aprimorar os recursos de acordo com suas demandas.

Assim, este trabalho é orientado por uma compreensão de que a produção de recursos acessíveis vai além do desenvolvimento físico do objeto. Ela passa, necessariamente, pela sistematização dos processos, pela construção de manuais claros e acessíveis, e pela disponibilização pública desses materiais, de modo que possam ser reproduzidos por qualquer pessoa, com ou sem conhecimento técnico avançado. Trata-se de um compromisso ético, político e educacional com a democratização da tecnologia assistiva.

3. METODOLOGIA

O *Braille Blocks* é um recurso pedagógico tátil composto por células modulares ampliadas, que reproduzem a estrutura da célula Braille e permitem configurar diferentes combinações de pontos em relevo. Sua manipulação possibilita a formação de letras, números e símbolos, que combinados permitem a representação tátil de sentenças, sequências numéricas e equações favorecendo processos de alfabetização e letramento por meio da exploração tátil.

A proposta de redesenho do recurso surgiu a partir da demanda de uma instituição pública de ensino, que identificou limitações nos modelos existentes de células Braille ampliadas, principalmente no que diz respeito à segurança, ergonomia e durabilidade. Diante disso, o redesenho do *Braille Blocks* foi orientado por dois princípios fundamentais: acessibilidade e reprodutibilidade. O objetivo foi desenvolver uma solução de baixo custo, de fácil reprodução e adaptada às necessidades práticas dos usuários em contextos educacionais.

O desenvolvimento do novo modelo foi pautado pelos sete princípios do Desenho Universal (CARLETTO E CAMBIAGHI, 2007), visando garantir funcionalidade inclusiva desde a concepção. O dimensionamento seguiu as recomendações da NBR 9050 (ABNT, 2015), assegurando proporções adequadas à percepção tátil. Também foi incorporado um sistema de acoplamento magnético

entre as células, ampliando as possibilidades de uso do recurso em diferentes contextos pedagógicos.

3.1 Desenvolvimento do Manual de Reprodução

A documentação técnica para a reprodução do *Braille Blocks* foi elaborada conforme a norma ABNT NBR ISO/IEC 82079-1:2023, que estabelece diretrizes para a criação de manuais claros, acessíveis e eficazes. O processo foi conduzido em etapas sistemáticas, conforme descrito a seguir:

- Mapeamento dos Componentes: identificação, nomenclatura e descrição técnica de todas as partes do *Braille Blocks*, com foco na padronização das informações e clareza terminológica.
- Levantamento de Materiais e Insumos: compilação dos elementos necessários à reprodução do recurso, incluindo arquivos digitais, materiais de impressão, componentes auxiliares, ferramentas e equipamentos.
- Definição dos Parâmetros de Impressão 3D: especificação técnica dos ajustes recomendados para a produção das peças, considerando altura de camada, preenchimento, temperatura, suportes e disposição das peças na mesa de impressão.
- Sistematização do Processo de Montagem: elaboração de uma sequência lógica e precisa para a montagem do recurso, abrangendo desde a preparação dos componentes até a verificação funcional final.
- Produção de Conteúdo Visual: criação de diagramas, registros fotográficos e vídeos demonstrativos para apoiar as instruções textuais, garantindo acessibilidade e clareza na compreensão por diferentes perfis de usuários.
- Estruturação do Manual: organização final dos conteúdos em formato de manual, com linguagem acessível, hierarquia clara de informações e recursos visuais integrados, conforme preconiza a ABNT NBR ISO/IEC 82079-1:2023.

3.2 Organização do Conteúdo do Manual

O manual foi estruturado em 7 seções, dispostas de forma progressiva para orientar todas as etapas da reprodução do recurso, desde a apresentação inicial até os cuidados de manutenção. As seções incluem: informações de segurança, descrição técnica do produto, lista de materiais, instruções de impressão e montagem, orientações de manutenção, diretrizes de licenciamento. Além de elementos gerais de um manual como identificação visual (capa/contracapa),

definição de escopo, sumário navegável, créditos e canais de comunicação. A estrutura busca garantir acessibilidade, clareza e autonomia no uso do recurso por diferentes públicos.

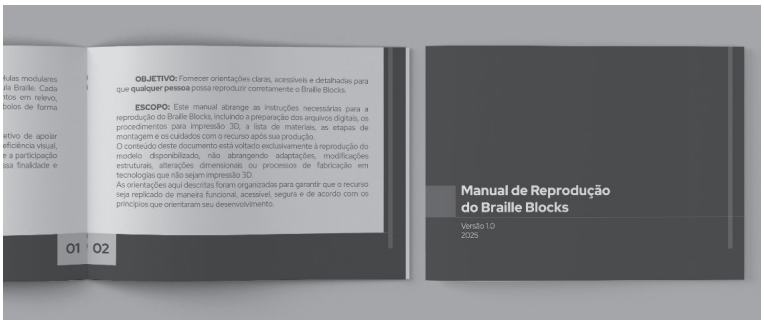
4. RESULTADOS

O principal resultado do processo metodológico foi a elaboração do Manual de Reprodução do Braille Blocks – Versão 1.0, um documento técnico estruturado para orientar a replicação autônoma do recurso. O manual é composto por seções organizadas de forma sequencial e lógica, com foco em promover autonomia, segurança e reprodutibilidade. Sua construção foi guiada por princípios de comunicação acessível, priorizando linguagem clara, organização visual (listas, tabelas e sequências numeradas) e o uso de imagens explicativas, o que contribui para sua aplicação por usuários com diferentes níveis de familiaridade técnica.

As seções do manual abrangem desde a contextualização até a finalização do processo de montagem:

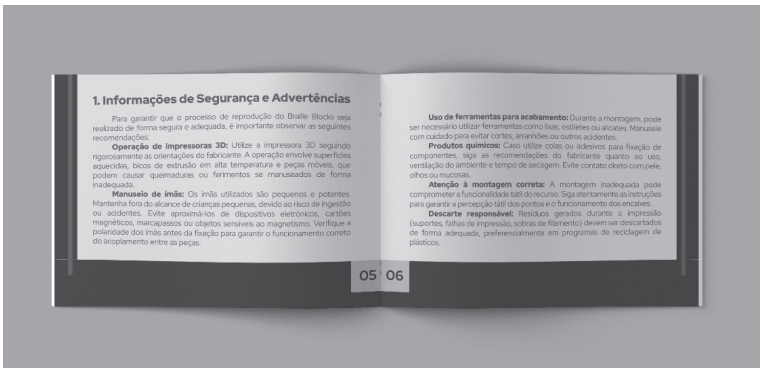
- Capa e Contracapa: identificação visual do documento, versão, ano, objetivo e escopo (Figura 02);

Figura 02 - Mockup da capa e contracapa da versão impressa do Manual



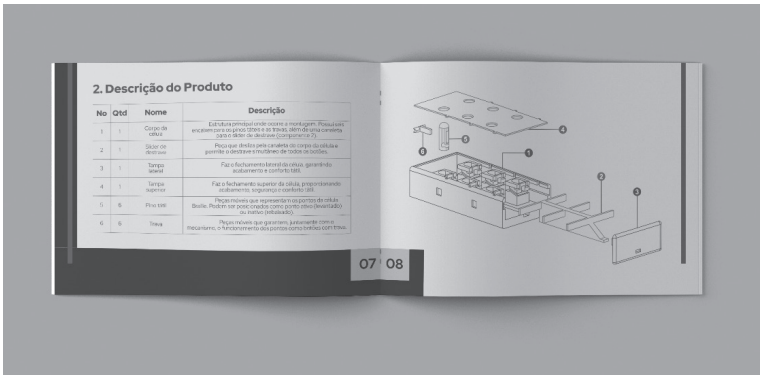
- Sumário: estrutura navegável com links interativos (na versão digital) e referências de página (na versão impressa);
- Informações de Segurança: orientações para o uso seguro de materiais e ferramentas, com atenção a riscos relacionados à impressão 3D, ímãs e elásticos (Figura 03);

Figura 03 - Mockup da seção de Informações de Segurança da versão impressa do Manual



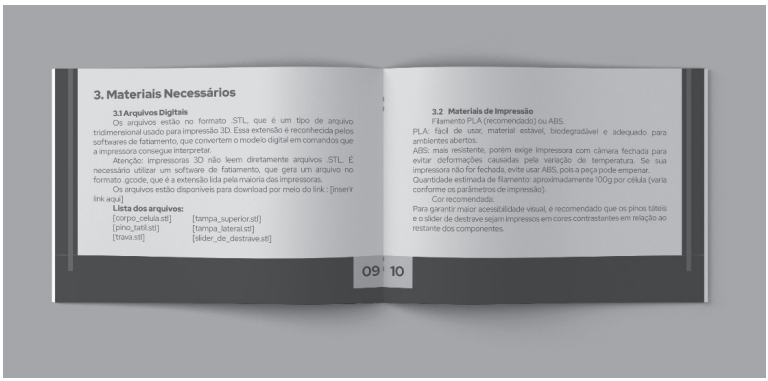
- Descrição do Produto: vista explodida ilustrativa e especificação técnica dos componentes que compõem o *Braille Blocks* (Figura 04);

Figura 04 - Mockup da seção de descrição do produto da versão impressa do Manual



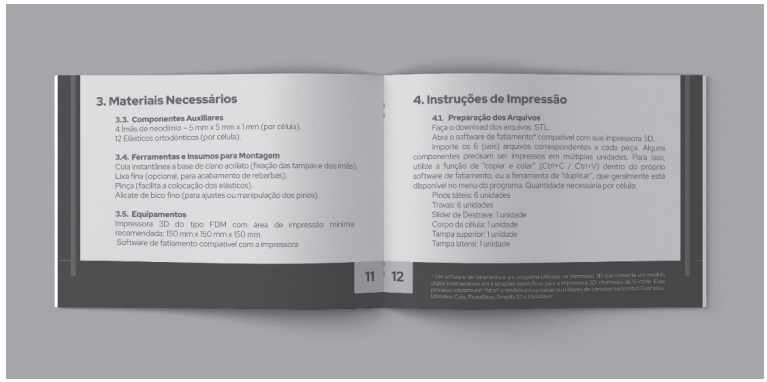
- Materiais Necessários: inventário detalhado de itens essenciais, como arquivos digitais (.STL), materiais de impressão, componentes não impressos, ferramentas e equipamentos (Figura 05);

Figura 05 - Mockup da seção de Materiais Necessários da versão impressa do Manual



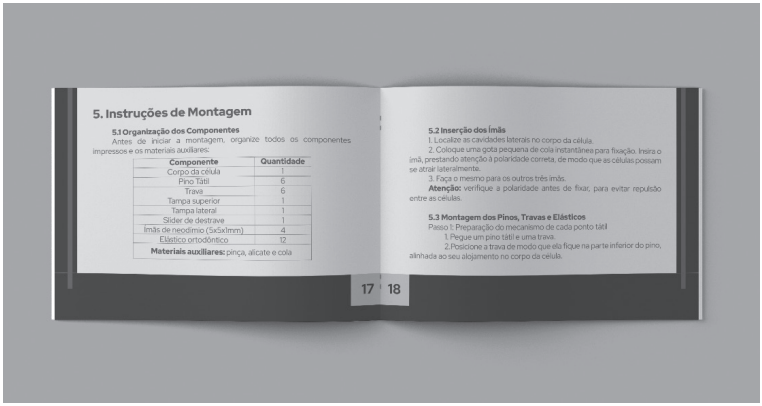
- Instruções de Impressão: parâmetros técnicos para cada etapa da impressão 3D, incluindo preparação dos arquivos, organização da mesa, configurações do fatiador e checklist pós-impressão (Figura 06);

Figura 06 - Mockup da seção de Instruções de Impressão da versão impressa do Manual



- Instruções de Montagem: passos orientados por imagens, desde a separação dos componentes até a verificação funcional da célula montada, com destaque para a polaridade dos ímãs e o encaixe correto das peças móveis (Figura 07);

Figura 07 - Mockup da seção de Instruções de Montagem da versão impressa do Manual



- Cuidados e Manutenção: recomendações para limpeza, armazenamento e substituição de partes móveis, visando à durabilidade do recurso;
- Licenciamento e Compartilhamento: explicação sobre a licença *Creative Commons* (CC BY-NC-SA 4.0) adotada, incentivando a replicação e adaptação para fins educacionais e não-comerciais.
- Créditos e Contato: reconhecimento institucional e canais de comunicação disponíveis.

A versão digital do manual foi disponibilizada em formato acessível e inclui QR *Code* para o *download* direto dos arquivos 3D. Além disso, foi produzido um vídeo instrucional com audiodescrição, que apresenta todas as etapas do processo de montagem do *Braille Blocks*, ampliando o alcance e a compreensão do conteúdo por diferentes perfis de usuários. A documentação consolidou os aspectos técnicos e operacionais necessários para que o recurso possa ser replicado em diferentes contextos educacionais, com alto grau de fidelidade ao projeto original.

Como resultado, obteve-se uma documentação robusta que não apenas viabiliza a reprodução do recurso com precisão técnica, mas também amplia sua aplicabilidade e acessibilidade, alinhando-se aos princípios do Desenho Universal e ao compromisso com a democratização da tecnologia assistiva.

5. DISCUSSÃO

A elaboração do manual de reprodução do *Braille Blocks* visou consolidar, de forma sistemática, o conhecimento técnico gerado durante o processo de redesenho do recurso. Esse esforço buscou assegurar que qualquer pessoa, mesmo sem familiaridade com impressão 3D, pudesse replicá-lo de maneira funcional, segura e acessível. A organização do conteúdo técnico seguiu uma

estrutura metodológica ancorada nas diretrizes da ABNT NBR ISO/IEC 82079-1:2023, priorizando clareza, precisão e navegabilidade.

O conteúdo técnico foi organizado de forma a facilitar sua utilização por diferentes perfis de usuários. Essa abordagem se alinha aos princípios do Desenho Universal, conforme proposto por Mace (apud The Center for Universal Design, 1997) e reafirmado na LBI (BRASIL, 2015), que preconiza a criação de produtos e ambientes utilizáveis por todos, sem a necessidade de adaptação posterior.

A utilização de impressão 3D como meio de produção está ancorada na lógica da cultura *maker*, que, segundo Dougherty (2012, p. 12, tradução nossa), "promove uma mentalidade de participação ativa, criatividade e aprendizagem por meio da prática, em contraste com o consumo passivo". No contexto educacional, a fabricação digital potencializa a inclusão ao permitir a customização e a produção descentralizada de recursos específicos, promovendo soluções que atendem às necessidades dos usuários (Smith et al., 2015). Este é o caso do *Braille Blocks*, cuja disponibilização dos arquivos abertos permite a livre reprodução, uso e eventuais adaptações, contribuindo para a disseminação de práticas inclusivas sustentáveis.

Do ponto de vista da usabilidade, a estrutura do manual prioriza clareza textual, organização visual e uso de imagens ilustrativas, conforme orienta a ABNT NBR ISO/IEC 82079-1:2023, favorecendo a compreensão por usuários com diferentes níveis de letramento técnico e tecnológico. A adoção de uma licença aberta (CC BY-NC-SA 4.0) também reforça o compromisso com o acesso amplo e não comercial, alinhando-se às diretrizes de Bersch (2013) sobre a importância da disseminação de recursos assistivos para fins educacionais.

Esta primeira versão do manual foi desenvolvida considerando critérios de acessibilidade informacional, contando com uma versão física impressa, uma versão digital em PDF (compatível com leitores de tela) e um vídeo, que apresenta todas as etapas do processo, acompanhado de audiodescrição. Essa multiplicidade de formatos amplia significativamente as possibilidades de acesso, garantindo que a documentação seja funcional tanto no formato impresso quanto nos ambientes digitais e audiovisuais, em consonância com os princípios do Desenho Universal.

A experiência prática revelou ainda que o detalhamento técnico contribui não apenas para a montagem correta do recurso, mas também para a formação de professores e técnicos, ampliando as possibilidades de apropriação da tecnologia no ambiente escolar. Segundo Góes, Costa e Góes (2023), a inclusão exige não apenas recursos adequados, mas também práticas formativas que considerem a diversidade do público escolar.

Embora validado internamente, reconhece-se que a ausência de testagem formal com usuários finais limita, neste momento, a compreensão da efetividade do material em condições reais de uso. Futuras etapas devem incluir oficinas e experimentações com estudantes, educadores e técnicos para aprimorar a adequação comunicacional e funcional da documentação.

6. CONCLUSÕES

Este artigo teve como propósito democratizar o acesso ao *Braille Blocks*, um recurso de tecnologia assistiva, por meio da elaboração de um manual aberto, acessível e tecnicamente fundamentado. Considera-se que o objetivo foi atendido, resultando na produção de uma documentação que sistematiza cada etapa da reprodução do recurso, com linguagem clara, visual didático e formatos diversos, que garantem acessibilidade e reprodutibilidade.

Mais do que instruções técnicas, o manual representa uma estratégia concreta de compartilhamento de saberes, permitindo que diferentes sujeitos – com ou sem experiência técnica – se apropriem da proposta e a adaptem aos seus contextos. Trata-se de um esforço que não apenas amplia o alcance do *Braille Blocks*, mas também reforça uma ética de inclusão baseada no acesso livre à informação e à tecnologia.

A incorporação de diferentes formatos — versão impressa, PDF acessível e vídeo com audiodescrição — evidencia o compromisso com uma acessibilidade plena, que considera diferentes modos de percepção e uso. Essa multiplicidade fortalece o papel do manual como ferramenta de formação e disseminação de práticas pedagógicas inclusivas.

Contudo, esta entrega representa uma etapa dentro de um processo contínuo. Embora o material tenha sido validado internamente, não passou ainda por testagem com usuários finais. As próximas fases envolverão oficinas de validação, visando aperfeiçoar o material com base em experiências concretas e diversos perfis de usuários.

Como contribuição, o trabalho reafirma que tecnologias assistivas não devem ser privilégio de poucos, mas patrimônio comum acessível. Ao documentar e compartilhar o processo de reprodução do *Braille Blocks*, abre-se espaço para que mais sujeitos se envolvam na criação, adaptação e disseminação de recursos inclusivos, fortalecendo redes de colaboração e práticas educativas que reconhecem e valorizam a diversidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária (FA) para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9050*: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

BERSCH, R. *Tecnologia Assistiva*: Recursos e serviços. 3. ed. Porto Alegre: Moradas, 2017.

BERSCH, R. A importância da Tecnologia Assistiva na educação e na vida da pessoa com deficiência. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, n. 42, p. 5-12, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. *Tecnologia Assistiva*: Área de atuação e produtos. Brasília: MEC/SEESP, 2009.

CARLETTO, R. C.; CAMBIAGHI, S. R. *Desenho Universal*: Caminhos da acessibilidade no Brasil. São Paulo: Annablume, 2007.

DOUGHERTY, D. The Maker Movement. *Innovations*: Technology, Governance, Globalization, v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012.

GÓES, A. R. T.; COSTA, F. C.; GÓES, A. P. R. Desenho Universal para Aprendizagem e estudantes com deficiência visual: caminhos inclusivos para a educação básica. In: JEREMIAS, R. C. M. et al. (Org.). *Desenho Universal para Aprendizagem*: diferentes perspectivas e práticas educativas. Curitiba: CRV, 2023. p. 2991–3010.

JEREMIAS, R. C. M.; GÓES, A. R. T.; HARACEMIV, S. M. C. Desenho Universal para Aprendizagem como base para práticas pedagógicas inclusivas. In: JEREMIAS, R. C. M. et al. (Org.). *Desenho Universal para Aprendizagem*: diferentes perspectivas e práticas educativas. Curitiba: CRV, 2021. p. 3001–3017.

MANTOAN, M. T. E. *Educação Inclusiva*: em construção. São Paulo: Memnon, 2006.

SMITH, P. J. et al. 3D Printing in assistive technology: prototyping and development of devices for individuals with disabilities. *Technology and Disability*, v. 27, n. 3, p. 95–104, 2015.

THE CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. *The principles of Universal Design*. Raleigh: North Carolina State University, 1997.

ZULIANI, M. F.; BERGHAUSER, R. L. S. Jogos e atividades pedagógicas adaptadas para estudantes com deficiência visual: uma experiência no ensino fundamental. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, n. 48, p. 27–33, 2017.L

EIXO TEMÁTICO | Recursos Pedagógicos Escolares

RELATOS TÉCNICOS

Comunicação aumentativa e alternativa como tecnologia assistiva no contexto escolar: relato de experiência no atendimento educacional especializado

Castro, Rosicléia Siqueira de[1]; Hummel, Eromi Izabel [2]

[1]Mestra em Educação Inclusiva - PROFEI -Universidade Estadual do Paraná – Campus Apucarana. E-mail: rsiqueiradecastro@gmail.com

[2]Doutora em Educação, Universidade Estadual do Paraná--Campus Apucarana. E-mail: eromi.hummel@unespar.edu.br

DOI 10.52050/9788579177132-08

RESUMO

A Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) é essencial para incluir estudantes com limitações na fala funcional. Este artigo descreve a implantação da CAA no Atendimento Educacional Especializado (AEE) em Araucária/PR, com produção de materiais personalizados, formação docente e uso de recursos tecnológicos. A experiência, realizada em 2024 com 15 estudantes, evidenciou melhora na comunicação, autonomia e participação escolar. A CAA mostrou-se ferramenta eficaz para ampliar a expressão e promover a inclusão. Destaca-se a importância da formação continuada de professores e de investimento para garantir direitos comunicativos e educacionais.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Comunicação Aumentativa e/ou Alternativa, Ausência ou dificuldade de comunicação, Letramento, PECS.

ABSTRACT

Augmentative and Alternative Communication (AAC) is essential for including students with functional speech limitations. This article describes the implementation of AAC in Specialized Educational Assistance (SEA) in Araucária/PR, involving the development of personalized materials, teacher training, and the use of technological resources. The experience, conducted in 2024 with 15 students, showed improvements in communication, autonomy, and school participation. AAC proved to be an effective tool for enhancing expression and promoting inclusion.

The importance of ongoing training and investment to ensure communicative and educational rights is emphasized.
Keywords: *Assistive Technology, Augmentative and/or Alternative Communication, Absence or Difficulty of Communication, Literacy, PECS1-INTRODUÇÃO*

1. INTRODUÇÃO

No contexto da educação inclusiva, é fundamental que os profissionais da educação tenham acesso a informações e recursos necessários para efetivar o trabalho com os estudantes com deficiência, os quais possuem necessidades educacionais singulares. É essencial garantir que esses estudantes possam ser autores do seu próprio conhecimento e participar efetivamente do contexto escolar, da mesma forma que os estudantes sem deficiência. Para isso, é necessário o conhecimento e uso adequado dos recursos de Tecnologia Assistiva, em especial os de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), indispensáveis para o desenvolvimento da aprendizagem.

Para que crianças e/ou estudantes com ausência ou limitações na comunicação verbal possam participar com autonomia, de forma igualitária e significativa nas aulas, muitas vezes é necessária a utilização de recursos de Tecnologia Assistiva, os quais têm a função de auxiliar e proporcionar a efetiva inclusão. Neste artigo, pretende-se elencar elementos teóricos e implicações práticas referentes à Tecnologia Assistiva, com ênfase na Comunicação Aumentativa e Alternativa, que possam efetivamente contribuir com os processos de inclusão e letramento de estudantes com ausência ou limitações na expressão verbal no contexto escolar.

A comunicação é base para a aprendizagem. Toda criança e/ou estudante tem o direito de se comunicar e de ser compreendida na escola. É necessário reconhecer que, para ultrapassar a barreira da comunicação, somos nós, profissionais da educação, que precisamos conhecer, estruturar e disponibilizar na escola os recursos de Tecnologia Assistiva necessários, sejam eles simples, impressos ou de alta tecnologia, como dispositivos móveis e aplicativos, computadores com diferentes formas de acesso e softwares que garantam acessibilidade às informações e à expressão.

A Comunicação Aumentativa e Alternativa faz parte de um escopo maior, que é a Tecnologia Assistiva, está garantida por lei a todas as pessoas com deficiência que necessitem de seus recursos. A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência) apresenta, em seus artigos, dispositivos específicos sobre comunicação:

A Comunicação Aumentativa e Alternativa faz parte de um escopo maior que é a Tecnologia Assistiva, que por sua vez é um direito garantido a toda pessoa

com deficiência que precisar dos seus recursos.A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência),apresenta em seus artigos um que é específico a comunicação:

> **Art. 74.** É garantido à pessoa com deficiência acesso a produtos, recursos, estratégias, práticas, processos, métodos e serviços de tecnologia assistiva que maximizem sua autonomia, mobilidade pessoal e qualidade de vida.

Quando o professor utiliza uma única forma de se comunicar ou de obter respostas dos estudantes durante as atividades ou avaliações, acaba por ignorar os estilos de aprendizagem de cada um, desvalorizando aqueles que não podem responder oralmente ou por meio do registro escrito formal. A padronização dos recursos didático-pedagógicos e das formas de comunicação configura uma prática educativa excludente.

Em diferentes contextos, reproduz-se esse modelo único, que pretende padronizar e, consequentemente, acaba por contemplar apenas um grupo de sujeitos. Esse procedimento, na maioria das vezes, invisibiliza a pessoa com deficiência e perpetua a exclusão nos ambientes que deveriam ser inclusivos (BÖCK, GESSER & NUERNBERG, 2020, p. 368).

A falta de reconhecimento das diferenças e das necessidades pedagógicas e comunicacionais das crianças e/ou estudantes têm impactos decisivos sobre as oportunidades, capacidades e liberdades que endossam uma compreensão ética sobre o justo. Com hábitos e crenças normatizadas, a ação docente supervaloriza determinadas habilidades em detrimento de outras, produzindo "currículos capacitistas que hierarquizam e elegem um único modo de aprender" (BÖCK, GESSER & NUERNBERG, 2020, p. 364).

É necessário superar essa lógica por meio da valorização dos estilos de aprendizagem, do conhecimento sobre as deficiências e das potencialidades de cada estudante, principalmente daqueles que não conseguem ou têm limitações na comunicação oral. Sem os recursos da Comunicação Aumentativa e Alternativa, dificilmente esses estudantes conseguirão se fazer entender, expor seus pensamentos e necessidades e, no âmbito pedagógico, demonstrar o que aprenderam, tirar dúvidas e participar efetivamente do contexto da sala de aula.

Diante disso, este artigo tem como objetivo descrever a implantação da Comunicação Aumentativa e Alternativa no Atendimento Educacional Especializado (AEE) no município de Araucária/Paraná, destacando as ações desenvolvidas com estudantes com ausência ou limitações na fala funcional, a produção de materiais personalizados, a formação docente e o uso de recursos tecnológicos que contribuíram para a promoção da inclusão e do letramento.

A pesquisa foi aprovada pelo CEP - sob o parecer nº 6223.909.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro Municipal de Atendimento Educacional Especializado – Área Intelectual Joelma do Rocio Túlio (CMAEE-AI) e no CMAEE-TGD, ambos localizados no município de Araucária - Paraná. Participaram da experiência professoras do Atendimento Educacional Especializado (AEE), educadoras da Educação Infantil, profissionais do ensino regular e familiares das crianças e adolescentes atendidos, configurando um trabalho de caráter interdisciplinar.

O público-alvo foi composto por estudantes com ausência ou limitações significativas na expressão oral, que necessitam de suporte por meio da Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) para expressar suas vontades, necessidades e pensamentos. Foi aplicado um questionário aos pais ou responsáveis, com o objetivo de identificar as preferências individuais das crianças em áreas como alimentação, lazer e brincadeiras. A partir da tabulação dos dados, foram confeccionadas pastas individuais de CAA com cartões pictográficos personalizados, além de pastas coletivas destinadas a atividades em grupo.

Os materiais foram elaborados com imagens provenientes de softwares e acervos específicos, como o ARASSAC, assegurando acessibilidade e compreensão visual. Os recursos incluíram cartões impressos e plastificados, pranchas com velcro para fixação e dispositivos digitais, cuja utilização foi condicionada à disponibilidade tecnológica da instituição.

As atividades ocorreram semanalmente, respeitando a rotina escolar e adaptando-se às necessidades individuais dos estudantes. A utilização da CAA foi incorporada tanto nos atendimentos individualizados quanto nos coletivos, promovendo a socialização, a expressão e o desenvolvimento da autonomia.

Para capacitar os profissionais envolvidos, foram realizadas três formações ao longo de seis períodos distintos, promovendo discussões teóricas e orientações práticas sobre tecnologia assistiva e CAA. As formações contaram com a parceria das professoras do serviço de itinerância, responsáveis por realizar a mediação entre o AEE e o ensino regular.

3. RESULTADOS

As atividades foram desenvolvidas conforme um calendário previamente estabelecido, ajustado à rotina escolar dos estudantes. A duração e a frequência

dos atendimentos foram definidas em conjunto com as professoras e a equipe pedagógica, respeitando as especificidades de cada criança e adolescente.

Foram utilizados sistemas de CAA de baixa e alta tecnologia. Os recursos de baixa tecnologia incluíram cartões de comunicação plastificados e pranchas individuais e coletivas com velcro para fixação dos cartões, facilitando a comunicação funcional e as interações sociais. A alta tecnologia foi representada pelo uso compartilhado de um tablet e de um celular, ambos equipados com aplicativos de CAA adaptados às necessidades dos estudantes.

O sistema Picture Exchange Communication System (PECS) foi aplicado com algumas crianças, apresentando resultados positivos na comunicação por meio da troca de figuras para solicitar objetos ou expressar pensamentos.

As figuras a seguir ilustram diferentes formas de uso da CAA durante o estudo, evidenciando sua aplicação tanto em contextos coletivos quanto individualizados.

Figura 01 - estudante no momento de interpretação de texto,utilizando para seu registro a marcação com canetinha na resposta correta. A pergunta é composta por palavras e também por imagens pictóricas de CAA



Fonte: Autores.

Figura 02 - quadro de CAA com velcro autocolante,no qual são colocados os cartões de comunicação compostos de imagens pictóricas e com fotos para formar a frase desejada e assim realizar a solicitação



Fonte: Autores.

Figura 03- Tira de sentença PECS. O estudante formou uma frase utilizando os cartões de CAA,com a finalidade de solicitação de algo do seu interesse



Fonte: Autores.

Figura 04 - Expositor dos lanches do dia, colocado próximo ao local da entrega do lanche. Na parte da frente são fixadas,com velcro autocolante,os cartões de CAA correspondente ao que será servido. O estudante faz a sua escolha apontado para o cartão desejado ou retirando-o e entregando-o à pessoa responsável pela entrega do lanche



Figura 05 - quadro individual de rotina diária escolar ,composto por foto,pelo nome do estudante e por cartões de CAA com imagens do que será feito durante a aula em um dia específico



4. DISCUSSÃO

O trabalho desenvolvido e o presente artigo evidenciam que a Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) é uma ferramenta imprescindível para o atendimento de crianças e adolescentes com limitações na comunicação oral, promovendo a inclusão efetiva no contexto escolar. A utilização de recursos de baixa tecnologia, acessíveis e customizados, mostrou-se eficaz para atender às

demandas específicas dos estudantes, em consonância com as orientações de Basil-Almirall et al. (2003) e Bersch (2009).

As formações destinadas aos profissionais foram fundamentais para o sucesso das intervenções, promovendo a compreensão sobre a tecnologia assistiva e reforçando a importância de uma abordagem colaborativa entre o Atendimento Educacional Especializado (AEE) e o ensino regular (Giroto, Poker & Omote, 2012). Essa articulação favorece o desenvolvimento de práticas pedagógicas inclusivas e contribui para a valorização das diferenças e das potencialidades individuais (Gesser, Böck & Lopes, 2020).

A limitação do uso de recursos de alta tecnologia, em razão da reduzida disponibilidade de dispositivos, aponta para a necessidade de maior investimento em tecnologias assistivas nas escolas, a fim de ampliar as possibilidades de comunicação para estudantes com necessidades complexas (Brasil, 2007b).

5. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo analisar a aplicação da Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) no contexto do Atendimento Educacional Especializado (AEE) no município de Araucária- Paraná, evidenciando que os objetivos propostos foram plenamente alcançados. A experiência demonstrou que a implementação da CAA, com o uso de recursos personalizados, acessíveis e adaptados às necessidades individuais dos estudantes, aliada à formação de profissionais da educação, contribui significativamente para a promoção da inclusão escolar, do letramento e do desenvolvimento da autonomia de crianças e adolescentes com ausência ou limitações na fala funcional.

Constatou-se que a CAA não apenas viabiliza a participação ativa dos estudantes nas atividades pedagógicas, recreativas e interativas, mas também se configura como um instrumento de representação simbólica essencial, oferecendo a esses sujeitos uma "voz" que lhes permite expressar desejos, sentimentos, opiniões e aprendizagens. Ao se apropriarem dos sistemas de CAA, os estudantes passam a ser reconhecidos como sujeitos comunicativos competentes, protagonistas de suas trajetórias escolares. Tal processo impacta diretamente na forma como se estabelecem as relações entre professores, pares e comunidade escolar, promovendo maior empatia, respeito à diversidade e corresponsabilidade na construção de ambientes educacionais verdadeiramente inclusivos.

A valorização da diversidade comunicacional no cotidiano escolar reafirma o papel da escola como um espaço de garantia de direitos, conforme preconiza a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. A articulação entre os profissionais do AEE, do ensino regular e das famílias

revelou-se como elemento chave para o êxito das ações desenvolvidas, reforçando a importância da atuação colaborativa e do planejamento compartilhado para a efetivação de práticas pedagógicas acessíveis e significativas.

A principal contribuição deste trabalho reside na demonstração prática da viabilidade e do impacto positivo da CAA no contexto da escola pública, sobretudo quando há intencionalidade pedagógica, planejamento individualizado e investimento na formação continuada dos profissionais. A utilização combinada de recursos de baixa e alta tecnologia, mesmo diante de limitações estruturais e tecnológicas, mostrou-se possível e eficaz quando sustentada por ações colaborativas e pelo compromisso ético com a inclusão.

Recomenda-se, portanto, que políticas públicas educacionais ampliem os investimentos em tecnologias assistivas e garantam condições para a formação permanente de professores, bem como para a aquisição e manutenção dos recursos necessários. Sugere-se também que estudos futuros aprofundem a análise sobre o impacto da CAA no desenvolvimento comunicativo, social e acadêmico dos estudantes, por meio de avaliações longitudinais e com a inclusão de múltiplas vozes, como a dos próprios estudantes, seus familiares e professores.

REFERÊNCIAS

ASHA – American Speech-Language-Hearing Association. Definição atual da ASHA acerca da CSA. Disponível em: http://www.asha.org/policy/KS2002-00067/>. Acesso em: 04/11/2024.

BASIL-ALMIRALL, C.; AGUILLAR, A.; SUÁREZ, D.M. Ajudas de Alta tecnologia para o acesso à comunicação e à escrita. In: BASIL-ALMIRALL, C.; SOROCAMATS, E.; BULTÓ, R.C. *Sistemas de Sinais e ajudas Técnicas para a Comunicação Alternativa e a Escrita.* Princípios teóricos e aplicações. São Paulo: Santos, 2003.

BERSCH, R.C. *Tecnologia Assistiva: metodologia para estruturação de serviço em escolas públicas.* 2009. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós- Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BERSCH, R.C. *Recursos Pedagógicos Acessíveis.* Tecnologia Assistiva (TA) e Processo de Avaliação nas escolas. Porto Alegre, 2013.

BRASIL. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Comitê de Ajudas Técnicas. *Ata da VII reunião do Comitê de Ajudas Técnicas* (CAT)- CORDE/SEDH/PR realizada nos dias 13 e 14 dez.2007. 2007b. Disponível em: . Acesso em: 21/11/2024.

BRASIL. *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva.* Brasília/DF, 2008 (b). Disponível em: . Acesso em: 21/11/2024.

GESSER, M.; BOCK, G. L. K.; LOPES, P. H. (Org.). *Estudos da Deficiência*: anticapacitismo e emancipação social. 1ed. Curitiba: CRV. v. 01, p. 129-144, 2020.

GIROTO, C. R. M.; POKER, R. B.; OMOTE, S. (Org.). As tecnologias nas práticas pedagógicas inclusivas. Marília/SP: Cultura Acadêmica, 2012.

NUNES, L. E se não podemos falar? A comunicação alternativa para portadores de distúrbios da fala. *Consciência.* Boletim Informativo do Conselho Regional de Psicologia do Rio de Janeiro, 1999.

Desenvolvimento de tabuleiro para ensino de vetores na Física: uma tecnologia assistiva construída pelos princípios do Desenho Universal

Góes, Heliza Colaço[1]; Santos, Angela Maria dos[2]; Tunnir, Viviana Jenife[3]; Coelho, José Ricardo Dolenga [4]; Góes, Anderson Roges Teixeira[5]

1 – Instituto Federal do Paraná, IFPR, heliza.goes@ifpr.edu.br
2 – Instituto Federal do Paraná, IFPR, angela.dossantos@ifpr.edu.br
3 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, tunniviviana@gmail.com
4 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, dolengacoelho@gmail.com
5 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, artgoes@ufpr.br
* -Correspondência: Rua João Negrão, 1285 – Rebouças – Curitiba – PR.

DOI 10.52050/9788579177132-09

RESUMO

A análise dos baixos desempenhos pelos instrumentos de avaliação pelo Brasil e internacional evidencia desafios na aprendizagem de Física para grande parte dos estudantes do ensino médio, inclusive estudantes com deficiência. Este estudo teve como objetivo desenvolver um recurso assistivo para o ensino de vetores, na perspectiva do Desenho Universal. Foi elaborado um tabuleiro didático, impresso em 3D, com elementos táteis, visuais e adaptáveis, avaliado com uma professora. Os resultados indicaram boa funcionalidade, com sugestões para aprimorar sua acessibilidade. Conclui-se que o material contribui para práticas inclusivas em educação e Tecnologia Assistiva, promovendo aprendizagem em diversos contextos.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Ensino da Física, Educação Básica.

ABSTRACT

The analysis of low performance in national and international assessment tools highlights challenges in learning Physics for many high school students, including those with disabilities. This study aimed to develop an assistive resource for teaching vectors, based on the principles of Universal Design. A didactic board was created, 3D-printed with tactile, visual, and adaptable elements, and evaluated by a teacher. The results indicated good functionality, along with suggestions to

enhance its accessibility. It is concluded that the material contributes to inclusive practices in education and Assistive Technology, promoting learning in diverse contexts.
Keywords: *Assistive Technology, Physics Education, Basic Education.*

1. INTRODUÇÃO

A análise dos dados mais recentes do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) (2023) e do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, 2022) revela um cenário complexo do desempenho educacional dos estudantes brasileiros. Em especial, os resultados em matemática e ciências chamam atenção: 68% e 45% dos jovens, respectivamente, estavam em níveis críticos de aprendizado (MAIA; APPELT, 2021).

Essa situação apresenta a urgência de compreender as dificuldades enfrentadas pelos estudantes nessas disciplinas, sobretudo para desenvolver recursos pedagógicos que auxiliem os professores na superação desses desafios em sala de aula. Também é fundamental refletir sobre os obstáculos enfrentados por alunos cujas dificuldades são agravadas por deficiências — sobretudo em disciplinas que exigem maior nível de abstração, como física e matemática.

No Brasil, o número de estudantes com deficiência matriculados na Educação Básica, com atendimento educacional especializado, tem crescido de forma considerável, indicando avanços no processo de escolarização inclusiva. De acordo com o Censo Escolar (2023), divulgado pelo Ministério da Educação (MEC) e o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), entre 2019 e 2023 houve um aumento de 41,6% nas matrículas. Esse cenário reforça a urgência de desenvolver alternativas que promovam uma educação verdadeiramente inclusiva, garantindo a todos os estudantes, independentemente de suas necessidades específicas, o acesso igualitário ao conhecimento (FRANÇA; SIQUEIRA, 2019). Considerando esse contexto, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um recurso pedagógico acessível. Trata-se de um tabuleiro educativo sobre vetores, concebido para tornar mais acessível e engajador o ensino desse conteúdo na disciplina de Física.

A proposta surgiu de uma demanda específica de uma professora do Instituto Federal do Paraná – campus Curitiba (IFPR), que buscava estratégias mais eficazes para aulas práticas sobre vetores com estudantes do primeiro ano do ensino médio. A docente elaborou um protótipo inicial com isopor, posteriormente encaminhado ao Laboratório de Tecnologia Assistiva Educacional (LabTAE), com fomento do NAPI-TA, para refinamento técnico e desenvolvimento final.

O *design* do modelo foi orientado pelos princípios do Desenho Universal (DU), buscando atender à diversidade de habilidades e estilos de aprendizagem.

Entre os elementos incorporados, destacam-se as marcações em Braille, que tornam o recurso acessível a estudantes com deficiência visual. O processo de desenvolvimento incluiu também uma análise de recursos pedagógicos existentes para o ensino de vetores, com o objetivo de identificar boas práticas e oportunidades de inovação.

2. DESENVOLVIMENTO

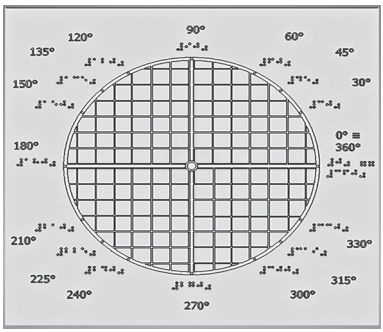
O desenvolvimento do tabuleiro e das setas para o ensino de grandezas vetoriais seguiu uma sequência estruturada de etapas, iniciando-se pela identificação da demanda e pela concepção inicial do projeto. O primeiro passo consistiu na compreensão das necessidades dos futuros usuários, com base na análise do protótipo elaborado pela professora solicitante, feito com isopor e cola colorida para demarcar os relevos. Em paralelo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre materiais existentes voltados ao ensino de vetores, com o objetivo de mapear abordagens já utilizadas e identificar lacunas. Com isso, desenvolveu-se um croqui inicial representando um círculo trigonométrico com pino central para o encaixe de setas, cuja rotação permitiria simular o comportamento de vetores e facilitar a compreensão de seus componentes e do movimento associado.

O design do recurso educacional foi aprimorado com sugestões do LabTAE, resultando na inclusão de uma malha cartesiana e marcações a cada 15 graus para auxiliar na decomposição vetorial e ângulos notáveis. Os eixos x e y foram engrossados para destaque.

As dimensões finais do círculo são 30 cm de diâmetro com borda de 5 cm, contendo inscrições em hindu-arábicos e Braille. A malha tem espaçamento de 1,4 cm, considerando o Desenho Universal e a impressora 3D. As setas foram diferenciadas por cor e espessura (vetores originais e de projeção) para facilitar a identificação.

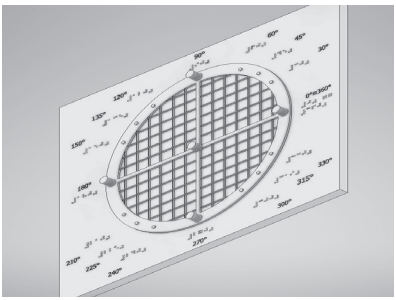
A modelagem 3D foi feita no Autodesk Inventor (software paramétrico) para precisão e flexibilidade. Uma base quadrada foi adicionada ao círculo para acomodar melhor as inscrições, resolvendo um problema inicial de legibilidade.

Figura 01 - Versão pré expansão



A pedido da professora, o modelo passou a contemplar também o ensino de força centrípeta, exigindo a expansão da funcionalidade do tabuleiro. Para isso, a base quadrada teve sua dimensão horizontal ampliada em 5 cm, resultando em medidas finais de 29,9 x 35 x 1 cm, com a inclusão de quatro novos pinos de encaixe nas extremidades dos eixos x e y , conforme a Figura 1. O diâmetro do círculo trigonométrico foi, então, redefinido para 20 cm, para melhor se ajustar à nova base na Figura 2.

Figura 02 - Versão com expansão para ensino de força centrípeta



A preparação do modelo para impressão 3D foi realizada utilizando o software Creality Print, compatível com a impressora da marca Creality. Este software permitiu o fatiamento do modelo em formato STL e a conversão automática para o código G necessário à impressão no processo FDM (Fused Deposition Modeling). A configuração foi ajustada para gerar suportes apenas nas regiões dos pinos, reduzindo o uso de material e facilitando o acabamento. Para garantir a nitidez das informações em Braille, o modelo foi orientado verticalmente na impressora, e a espessura da camada foi definida em 0,12 mm. O primeiro protótipo impresso serviu como modelo de teste para verificação de dimensões, disposição dos elementos, textura e encaixe das setas.

O *design* do tabuleiro e das setas buscou integrar efetivamente os princípios do Desenho Universal. O princípio do Uso Equitativo foi contemplado ao se propor um recurso utilizável por estudantes com diferentes habilidades, evitando segregações por meio de uma proposta lúdica e inclusiva. A Informação Perceptível foi assegurada pela adoção de cores de alto contraste, fontes legíveis, marcações em baixo-relevo e Braille, além da diferenciação de setas por cor e espessura, o que também contribui para o uso simples e intuitivo. A capacidade do modelo em abranger conceitos como decomposição vetorial e força centrípeta evidencia sua Flexibilidade no Uso, tornando-o aplicável a diferentes conteúdos da Física. Por fim, o Tamanho e Espaço para Acesso e Uso foram cuidadosamente definidos para garantir que o material seja visualmente acessível e de fácil manipulação.

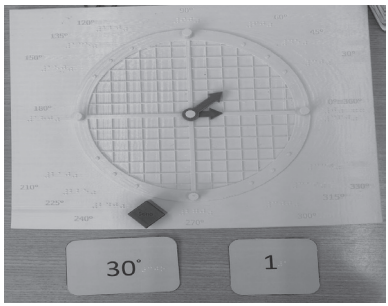
3.1 Esquema de utilização do tabuleiro pedagógico para ensino de vetores - Foco em decomposição de vetores

O objetivo desta atividade é auxiliar os estudantes na compreensão do processo de decomposição de um vetor em suas componentes horizontal (eixo x) e vertical (eixo y), por meio da utilização do recurso pedagógico "Círculo dos Vetores e Movimento".

Para a realização da dinâmica, são utilizados os seguintes materiais: o tabuleiro pedagógico, cartas de Magnitude (com diferentes valores para representar a intensidade dos vetores), cartas de Ângulo (com diversos valores angulares), um dado com faces indicando as funções trigonométricas "seno" e "cosseno", e um conjunto de setas que representam os vetores. As setas são diferenciadas por cor e espessura, sendo algumas destinadas ao vetor original e outras às suas componentes projetadas.

A atividade começa com a definição do vetor original, a partir do sorteio de cartas de Magnitude e Ângulo, que indicam a intensidade e direção do vetor. O estudante posiciona a seta no tabuleiro conforme os valores sorteados. Em seguida, lança um dado que determina qual componente do vetor será analisada: "cosseno" para a horizontal (eixo x) ou "seno" para a vertical (eixo y). A partir do ângulo sorteado e do resultado do dado, o estudante deve identificar e posicionar as setas correspondentes às projeções do vetor ao longo dos eixos cartesianos, conforme a Figura 3.

Figura 03 - Dinâmica do jogo, sobre determinar componente x do vetor



O tamanho desses componentes pode ser estimado visualmente no próprio tabuleiro, por meio da projeção do vetor original nos eixos, ou calculado com base nas funções trigonométricas: cosseno para a componente adjacente ao ângulo e seno para a componente oposta. Em ambos os casos, o estudante utiliza as setas adequadas para representar graficamente os vetores de projeção sobre os eixos x e y, consolidando, assim, sua compreensão do conceito de decomposição vetorial.

3.2 Esquema de utilização do tabuleiro pedagógico para ensino de vetores - Força Centrípeta

A atividade proposta tem como objetivo levar o estudante a compreender que, em todo movimento circular, existe uma aceleração direcionada para o centro da circunferência — a aceleração centrípeta. A partir da visualização das direções da força centrípeta e da velocidade no movimento circular, espera-se que o estudante entenda que essa força é a responsável por causar a aceleração centrípeta, mantendo o objeto em trajetória circular.

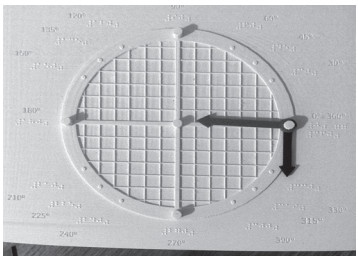
Para a realização da atividade, são utilizados o tabuleiro pedagógico "Círculo dos Vetores e Movimento", que representa a trajetória circular, além de setas radiais (que simbolizam a força ou aceleração centrípeta), setas tangenciais (para representar a velocidade) e cartas de Intensidade (para definir a magnitude da força centrípeta em cada situação proposta).

A dinâmica se inicia com o posicionamento de uma seta tangencial em um dos pinos localizados nas extremidades dos eixos x ou y localizados na circunferência do tabuleiro, representando o vetor velocidade do corpo em movimento circular. Em seguida, o professor ou um dos estudantes sorteia uma carta de Intensidade, que define o valor da força centrípeta necessária para manter o objeto naquela trajetória com a velocidade previamente estabelecida.

Com base nessa informação, o estudante posiciona a seta radial no mesmo ponto da circunferência onde foi colocada a seta tangencial, direcionando-a para

o centro do círculo. Essa seta representa a força centrípeta (Fc), responsável por manter o objeto em sua trajetória curva, conforme a Figura 4.

Figura 04 - Aplicação no estudo de Movimento Circular



Após posicionar as setas, ocorre uma discussão orientada sobre a relação entre força e aceleração centrípeta. Explica-se que a força centrípeta, sempre direcionada ao centro, é responsável pela aceleração (ac = Fc/m) e que ela atua perpendicularmente à velocidade tangencial, alterando apenas a direção do movimento circular uniforme.

3. RESULTADOS

Após o posicionamento das setas, é realizada uma discussão orientada para que os estudantes compreendam a relação entre a força centrípeta e a aceleração centrípeta. Destaca-se que a força centrípeta é a resultante que provoca a aceleração centrípeta, expressa pela fórmula (ac=Fc/m) , sendo sempre direcionada para o centro da trajetória. Além disso, enfatiza-se que essa força é perpendicular à velocidade tangencial, atuando exclusivamente na mudança da direção do movimento — e não em sua intensidade —, característica fundamental do movimento circular uniforme.

O protótipo inicial do tabuleiro pedagógico Círculo dos Vetores e Movimento foi apresentado à professora do Instituto Federal do Paraná (IFPR), idealizadora da proposta, com o objetivo de avaliar a viabilidade da dinâmica didática desenvolvida. A avaliação foi de forma exploratória e verificar a aplicabilidade do recurso para a compreensão da decomposição de vetores e visualização da força centrípeta em movimentos circulares.

Apesar da avaliação positiva, algumas oportunidades de melhoria foram identificadas. Um dos apontamentos feitos pela professora foi a sugestão de incluir um chanfro em um dos cantos do tabuleiro, na versão definitiva. Essa modificação teria como objetivo auxiliar estudantes com deficiência visual na correta orientação do recurso, funcionando como um elemento tátil de referência. Outra alteração que será realizada será aplicar arredondamento

em todas as arestas do tabuleiro, para garantir um manuseio mais seguro e consequentemente se alinhar ao princípio de tolerância ao erro.

Foi sugerida a substituição do dado por um modelo com inscrições em alto relevo, para torná-lo acessível a estudantes com deficiência visual. Também se apontou um vício no lançamento do dado atual, comprometendo a aleatoriedade, o que evidencia a importância de considerar todos os componentes do jogo segundo os princípios do Desenho Universal.

As sugestões levantadas durante o teste foram fundamentais para orientar os ajustes subsequentes no modelo, evidenciando o caráter interativo, colaborativo e centrado no usuário que norteou o processo de desenvolvimento. O compromisso com a acessibilidade plena e com a usabilidade do recurso esteve presente em todas as fases, reafirmando o alinhamento do projeto com os princípios do Desenho Universal.

A avaliação inicial apresentou que a dinâmica proposta pelo jogo Círculo dos Vetores e Movimento é viável e eficaz para abordar conceitos fundamentais da Física, como a decomposição vetorial e a força centrípeta. A interação física com o tabuleiro, aliada ao uso das cartas e do dado, tornou a aprendizagem mais concreta e envolvente, facilitando a compreensão de conteúdos complexos por meio de uma abordagem visual e tátil.

O *design* do recurso incorpora os princípios do Desenho Universal, promovendo a inclusão de estudantes com diferentes perfis. O Uso Equitativo é garantido por uma atividade acessível a todos, estimulando a participação conjunta de estudantes com e sem deficiência. A Informação Perceptível é assegurada por cores contrastantes, marcações em Braille e representação clara dos ângulos. A diferenciação das setas facilita o Uso Simples e Intuitivo, e a Flexibilidade no Uso permite abordar diferentes conteúdos. O Tamanho e Espaço foram pensados para facilitar a manipulação e visualização, respeitando diferentes habilidades motoras e perceptivas.

Como etapa futura, propõe-se a realização de uma avaliação formal da eficácia do tabuleiro em contextos reais de ensino. Essa avaliação deve envolver a aplicação do recurso em sala de aula, seguida da coleta de dados sobre o desempenho e a percepção dos estudantes. Recomenda-se que essa nova fase de testes ocorra após a implementação das melhorias sugeridas: a inclusão do chanfro e dado com inscrições em alto relevo, de modo a mensurar o impacto dessas adaptações na acessibilidade e na usabilidade do material.

4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento do tabuleiro pedagógico Círculo dos Vetores e Movimento representa uma contribuição relevante para o ensino de Física no

contexto da educação básica, especialmente ao abordar conteúdos abstratos como vetores e força centrípeta. A proposta alia recursos visuais, táteis e interativos, possibilitando uma aprendizagem mais concreta e significativa por meio de uma dinâmica lúdica e acessível.

Guiado pelos princípios do Desenho Universal, o recurso foi concebido com o objetivo de atender à diversidade de estilos de aprendizagem e às necessidades de estudantes com diferentes habilidades. A integração de informações em Braille, a diferenciação tátil e visual das peças e a atenção à usabilidade do tabuleiro revelam o compromisso com a inclusão desde as etapas iniciais de concepção. Assim, a avaliação exploratória realizada com a professora idealizadora da proposta confirmou a viabilidade do recurso tanto do ponto de vista pedagógico quanto funcional. Além disso, o arredondamento das arestas do tabuleiro será implementado para assegurar um manuseio mais seguro, o que, por sua vez, contribuirá para a aderência ao princípio de tolerância ao erro.

Podemos afirmar que o projeto se destaca por sua coerência com os princípios do Desenho Universal, evidenciada por sua flexibilidade de uso, clareza na transmissão da informação e equidade no acesso. Esses elementos fortalecem o potencial do recurso para promover práticas pedagógicas mais inclusivas, contribuindo com a superação de barreiras no ensino de conteúdos tradicionalmente desafiadores.

Como próximos passos, haverá a aplicação sistemática do recurso em contextos reais de sala de aula, acompanhada da coleta de dados sobre desempenho e percepção dos estudantes. Essa etapa será essencial para validar empiricamente os benefícios do tabuleiro, aprimorando continuamente sua eficácia didática e sua acessibilidade.

Acredita-se que o Círculo dos Vetores e Movimento possa se consolidar como uma ferramenta pedagógica inovadora e inclusiva, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem em Física, com especial atenção à construção de ambientes educacionais mais equitativos e acessíveis para todos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI-PR), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária (FA) para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, V. M. ; dos Santos, A.M. ; RIBEIRO, G. C. ; RIBAS, G. C. B. . Aprendendo trigonometria e vetores: um protótipo de jogo didático e inclusivo. *Anais da IX Feira de Inovação Tecnológica do Instituto Federal do Paraná* - IFTech - Campus Curitiba. Curitiba: IFPR, v.1. 2021.

FRANÇA, S.; SIQUEIRA, M. Propostas didáticas no ensino de física para deficientes visuais: análise de trabalhos em periódicos e eventos nacionais (2000-2018). *Latin-American Journal of Physics Education*, Bogotá, v. 13, n. 4, 2019.

GÓES, A. R. T.; COSTA, P. K. A.; GÓES, H. C. *A proposal for initial and continuing education based on the Universal Design for Learning approach: an experience in Brazilian higher education. The Educational Review*, USA, 2025. p. 262–273. Disponível em: https://www.hillpublisher.com/ArticleDetails/4504. Acesso em: 13 jun. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Divulgados os resultados do Pisa 2022. *Agência Gov.*, 05 dez. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022. Acesso em: 28 abr. 2025.

MAIA, D. L.; DE CARVALHO, R. A.; APPELT, V. K. Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. *Revista Tecnologia e Sociedade*, Curitiba, v. 17, n. 49, p. 68-88, 2021.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (BRASIL). Matrículas na educação especial chegam a mais de 1,7 milhão. *Agência Gov.*, 18 mar. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/marco/matriculas-na-educacao-especial-chegam-a-mais-de-1-7-milhao. Acesso em: 28 abr. 2025.

Explorando materiais têxteis e estímulos sensoriais da obra 'Valquíria Miss Dior' para a aprendizagem de cores de forma inclusiva

Lanzarin, Bibiana Wittmann*[1]; Blender, Clariana Fischer [2]

1 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, bibianaw.design@gmail.com

2 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, clariana.brendler@ufrgs.br

DOI 10.52050/9788579177132-10

RESUMO

Este artigo explora como os recursos sensoriais utilizados na instalação Valquíria Miss Dior (2013), de Joana Vasconcelos, podem fundamentar práticas pedagógicas no ensino de cores para pessoas com deficiência visual. A pesquisa identifica elementos sensoriais da obra, como texturas, materiais e estímulos olfativos, e investiga adaptações desses recursos para o desenvolvimento de metodologias acessíveis. Defende-se que o ensino de cores vá além da percepção visual, abrangendo tato, olfato e audição. A análise busca contribuir para a implementação de tecnologias assistivas na educação em design, destacando a relevância de práticas pedagógicas sensoriais e inclusivas.

Palavras-chave: Acessibilidade, ensino de cores, multissensorial

ABSTRACT

This article explores how the sensory resources used in Joana Vasconcelos's installation Valquíria Miss Dior (2013) can serve as a foundation for pedagogical practices in teaching color to individuals with visual impairments. The study identifies sensory elements such as textures, materials, and olfactory stimuli, and investigates how these can be adapted to develop accessible methodologies. It argues that color education should go beyond visual perception, engaging touch, smell, and hearing. The analysis aims to contribute to the implementation of assistive technologies in design education, highlighting the importance of inclusive and sensory-based pedagogical practices.

Keywords: *Accessibility, color teaching, multisensory.*

1. INTRODUÇÃO

A educação inclusiva tem se consolidado como um campo de estudo essencial no cenário contemporâneo, com ênfase na adaptação de métodos pedagógicos e recursos para garantir a participação ativa de todos os indivíduos, independentemente de suas limitações. No contexto da educação para pessoas com deficiência visual, a criação de experiências que envolvam múltiplos sentidos é fundamental para o desenvolvimento de um repertório sensorial e cognitivo que permita a construção de significados e a apreensão do mundo ao seu redor.

Neste cenário, a arte se apresenta como um potente veículo de comunicação e aprendizado, sendo capaz de proporcionar uma experiência sensorial rica e diversificada. A obra 'Valquíria Miss Dior', da artista portuguesa Joana Vasconcelos, serve como um exemplo marcante de arte contemporânea que vai além da percepção visual, ao incorporar elementos táteis, sonoros, criando uma experiência imersiva e multisensorial.

A proposta deste artigo é investigar como a obra "Valquíria Miss Dior", com sua imensidão e complexidade de estímulos sensoriais, pode ser interpretada como um recurso educacional inclusivo, no intuito de proporcionar aos alunos cegos uma experiência sensorial capaz de ampliar seus repertórios imagéticos, especialmente no que se refere à percepção e compreensão das cores. A obra oferece um campo fértil para explorar novas formas de interação e aprendizagem que vão além do estímulo visual, permitindo que deficientes visuais possam experienciar a arte de maneira mais abrangente.

No entanto, para que essa experiência seja efetiva, é necessário que o público-alvo, neste caso os cegos, desenvolvam um repertório sensorial que os possibilite não apenas entender, mas também interpretar as cores e os materiais presentes na obra. Deste modo, a proposta central deste estudo é a de explorar a utilização de materiais têxteis e experiências sensoriais na educação inclusiva, enfatizando a importância de construir um repertório tátil e sensorial que viabilize a compreensão e o prazer estético, em particular no que diz respeito à cor, tema central do trabalho de Vasconcelos.

O artigo parte da análise da "Valquíria Miss Dior" para discutir a relevância de se pensar em formas de integrar os deficientes visuais ao universo da arte contemporânea, sem que a experiência seja limitada pela ausência do sentido da visão. A partir dessa reflexão, pretende-se fornecer subsídios para futuras investigações e propostas práticas de criação de recursos educacionais inclusivos que possam ser aplicados no ensino de artes e outras disciplinas, promovendo uma verdadeira inclusão sensorial e cultural.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A obra Valquíria Miss Dior e seu potencial sensorial

Joana Vasconcelos é uma artista portuguesa reconhecida por suas instalações monumentais que articulam arte, artesanato e crítica cultural. Sua produção se caracteriza pelo uso de objetos cotidianos e técnicas manuais como crochê, tricô e bordado, promovendo diálogos entre tradição, identidade e feminilidade.

No contexto desta pesquisa, interessa-nos especialmente a obra Valquíria Miss Dior (2013), criada por encomenda da Maison Dior e exibida no Brasil em 2024, no Museu Oscar Niemeyer.

Com cerca de 7 metros de altura e 24 metros de extensão, a instalação apresenta uma estrutura têxtil orgânica, composta por 20 padrões diferentes de tecidos fornecidos pela Dior, provenientes da coleção Outono-Inverno 2023-2024. Além dos tecidos, foram utilizados elementos como crochê de lã, bordados de Viana do Castelo, pedrarias e centenas de luzes LED. A estrutura monumental, com cerca de 24 metros de extensão e 7 metros de altura, pesa mais de uma tonelada e é composta por 25 elementos, incluindo um núcleo central azul suspenso e vários braços coloridos que se estendem em todas as direções.

Esses dados são relevantes para a pesquisa, pois evidenciam a diversidade e a riqueza dos materiais utilizados na obra, permitindo a criação de experiências multissensoriais. A variedade de texturas e elementos táteis pode ser explorada pedagogicamente para o ensino de cores a pessoas cegas, por meio de recursos como catálogos táteis e maquetes sensoriais. A inclusão dessas informações no texto fortalece a análise da obra como um recurso potencial para práticas pedagógicas inclusivas, destacando a importância da multissensorialidade no ensino da cor.

2.2 A multissensorialidade como mediação para o ensino inclusivo

A arte contemporânea vem se transformando em um espaço para a experimentação sensorial e a inclusão. Ao romper com o paradigma da experiência puramente visual, muitos artistas têm buscado ampliar as formas de interação com suas obras, mobilizando sentidos como o tato, a audição, o olfato e, em alguns casos, até mesmo o paladar. Esse movimento amplia a acessibilidade das experiências artísticas e aproxima a arte de públicos, como as pessoas com deficiência visual.

A multissensorialidade, nesse estudo, é compreendida como a integração intencional de diferentes estímulos sensoriais para proporcionar experiências imersivas e significativas. Trata-se de uma estratégia que não apenas enriquece

a experiência estética, mas também cria pontes com os campos da educação e da inclusão. Nesse sentido, a arte multissensorial se conecta ao campo da educação sensorial, que defende uma abordagem mais ampla e integrada na formação de sujeitos sensíveis, críticos e conscientes de sua relação com o mundo.

Em contextos pedagógicos, os recursos sensoriais são fundamentais para a aprendizagem de pessoas cegas ou com baixa visão, especialmente em áreas tradicionalmente visuais como o ensino das artes, do design, das cores e da estética. Tocar, ouvir, cheirar e manipular são ações que transformam a percepção em experiência e, por consequência, em conhecimento.

Museus e instituições culturais têm investido em iniciativas que visam promover a inclusão sensorial, transformando a experiência estética em um processo acessível para todos. O Museu de Arte do Rio (MAR), por exemplo, oferece visitas táteis e audiodescrição, permitindo que pessoas com deficiência visual possam desfrutar das exposições por meio do toque e de informações sonoras detalhadas. O MAR busca, com esses recursos, tornar a arte acessível e inclusiva, proporcionando um contato direto com as obras e ampliando a percepção sensorial dos visitantes (Museu de Arte do Rio, 2021). O Museu do Café, em Santos, oferece uma experiência sensorial rica, explorando não apenas os aspectos visuais das exposições, mas também sons, aromas e texturas do café, criando uma imersão sensorial completa. É um exemplo de como um espaço cultural pode se tornar inclusivo para pessoas com deficiência sensorial, estimulando diversos sentidos ao mesmo tempo (Museu do Café, 2020).

Projetos como o "Ver com as mãos" adaptam obras tridimensionais para o toque, permitindo que visitantes com deficiência visual possam interagir diretamente com as peças de arte, explorando-as de maneira tátil. Iniciado no Brasil, esse projeto exemplifica como a arte pode ser remodelada para proporcionar uma experiência sensorial completa para o público com deficiência visual (Guia Olá SP, 2021). Artistas como Lygia Clark, que investigaram o uso de objetos manipuláveis e experiências sensoriais, também desempenham um papel fundamental nesse movimento. Suas obras, como os "objetos sensoriais", desafiaram as fronteiras tradicionais da arte, convidando o público a tocar e interagir com as obras, criando experiências sensoriais que vão além do visual (Portal Lygia Clark, 2021).

Essas experiências demonstram que o estímulo de sentidos como o tato e o olfato pode ser profundamente significativo — especialmente no contexto da deficiência visual.

Em vez de restringir o acesso ao conhecimento e à sensibilidade artística, a limitação visual pode, com os recursos adequados, abrir caminhos alternativos de vivência estética, marcada pela riqueza das experiências táteis, sonoras e

afetivas. Assim, o contato com obras como a de Joana Vasconcelos não apenas amplia o acesso à arte, mas também fortalece os caminhos para um ensino inclusivo, sensorial e comprometido com a diversidade das formas de perceber o mundo.

Pensar a educação inclusiva implica reconhecer que os processos de ensino e aprendizagem não se baseiam exclusivamente na visão, sendo necessário integrar outros sentidos para garantir o acesso de pessoas com deficiência visual ao conhecimento. Segundo Silva e Pimentel (2022), a multisensorialidade é um caminho potente para ampliar a compreensão de conteúdos tradicionalmente ancorados na linguagem visual. Quando aplicada ao ensino de cores, essa abordagem permite o uso de texturas, cheiros, sons e temperaturas como recursos capazes de evocar sensações cromáticas, aproximando pessoas cegas de conceitos que, à primeira vista, poderiam parecer inacessíveis.

Na educação de pessoas com deficiência visual, o uso de materiais táteis e de estímulos sensoriais variados tem sido defendido por autores como Lima, Martins e Braz (2024), que demonstraram a eficácia de modelos impressos, audiodescrição e elementos olfativos na aprendizagem de conteúdos complexos como a anatomia. Esse princípio também pode ser aplicado no ensino de cor, ao utilizar elementos multissensoriais para representar atributos como temperatura, intensidade, contraste e sensação emocional das cores.

É nesse contexto que a obra Valquíria Miss Dior, de Joana Vasconcelos, se torna um objeto de estudo relevante. Mais do que uma peça artística de impacto estético, ela revela como os materiais têxteis, os aromas e a escala monumental podem criar experiências imersivas que extrapolam o sentido da visão. A presença de tecidos com diferentes gramaturas, pelúcias, bordados, rendas, crochês e materiais industriais, associados à ambientação com fragrância e ao convite ao deslocamento físico no espaço, ativa outros sentidos como o tato, o olfato e a propriocepção (percepção corporal ou consciência do corpo no espaço), tornando-se um exemplo potente de estímulo sensorial aplicado à arte.

Para Vigotski (1997), a mediação é um elemento central na construção do conhecimento, e pode se dar por objetos, signos e práticas sociais. Ao aplicar essa perspectiva à educação sensorial, é possível reconhecer obras como a de Vasconcelos como mediadoras que mobilizam sensações e memórias, potencializando o aprendizado por caminhos alternativos. A arte, nesse sentido, não é apenas conteúdo, mas linguagem acessível, capaz de provocar experiências de aprendizado inclusivo.

Dessa forma, a escolha da obra não visa utilizá-la diretamente como recurso pedagógico, identificando em sua construção os elementos e princípios que possam fundamentar

propostas multissensoriais no ensino de cores. A observação da sua materialidade, composição e efeitos sensoriais contribui para a elaboração de métodos e recursos pedagógicos que se alinhem ao Desenho Universal para a Aprendizagem (CAST, 2018), reforçando a importância de oferecer múltiplas formas de representação, engajamento e expressão para estudantes com deficiência visual.

Diante das reflexões apresentadas sobre o potencial da multissensorialidade no ensino inclusivo, especialmente no contexto da educação de pessoas com deficiência visual, torna-se necessário compreender de que forma esses princípios podem ser analisados e aplicados na prática. A seguir, descreve-se a metodologia adotada nesta pesquisa.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza qualitativa e caráter exploratório, fundamentando-se em revisão bibliográfica e análise interpretativa. O objeto de estudo é a instalação Valquíria Miss Dior (2013), da artista Joana Vasconcelos, selecionada por sua forte carga multissensorial e por seu potencial como referência para práticas educativas inclusivas.

A investigação utiliza a obra como um estudo de caso, com foco na identificação de elementos táteis, visuais e olfativos que possam ser apropriados pedagogicamente para o ensino da cor a pessoas com deficiência visual. A análise considera aspectos como os materiais utilizados (tecidos, bordados, rendas, LEDs), a disposição espacial da obra, suas escalas e texturas, bem como os estímulos sensoriais que ela oferece ao público.

A pesquisa é estruturada em três etapas principais:

- Revisão teórica sobre multissensorialidade, acessibilidade cultural e estratégias inclusivas no ensino de arte e design, com ênfase na experiência estética de pessoas cegas;
- Análise interpretativa da instalação, com base em registros visuais, materiais disponíveis sobre a obra e referências curatoriais, destacando suas potencialidades sensoriais e pedagógicas;
- Proposição de estratégias didáticas fundamentadas na análise da obra, como: elaboração de uma maquete tátil, criação de um catálogo de texturas com amostras dos tecidos utilizados, visitas mediadas com audiodescrição e estímulos olfativos, entre outros recursos acessíveis.

A metodologia não prevê a validação empírica das propostas sugeridas, mas sim o levantamento e a sistematização de possibilidades pedagógicas baseadas na obra analisada. Ao estabelecer relações entre arte, design e educação sensorial,

o estudo busca contribuir com caminhos possíveis para o ensino da cor a partir de experiências multissensoriais, sensíveis e sustentáveis.

A seguir, serão discutidos os principais achados resultantes da análise da obra em diálogo com os referenciais teóricos levantados. O foco recai sobre o potencial multissensorial da obra como elemento de mediação artística e educativa, bem como sobre as possibilidades de adaptação e aplicação de recursos inclusivos no ambiente pedagógico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A visita da autora à exposição Joana Vasconcelos: Extravagância, realizada em 2024 no Museu Oscar Niemeyer, em Curitiba, possibilitou uma vivência direta da obra Valquíria Miss Dior, aprofundando a análise sensorial aqui proposta. A experiência presencial permitiu observar a complexidade material da instalação, incluindo a variedade de texturas, o impacto da escala monumental da peça no corpo do observador e a ambientação espacial que ampliava a percepção sensorial da obra. Além disso, a observação atenta dos comportamentos e interações do público com a instalação evidenciou o potencial pedagógico de estratégias multissensoriais. A vivência confirmou a relevância de recursos como o tato, o cheiro, a dimensão espacial e a presença física da obra como elementos significativos para pensar práticas educativas acessíveis a pessoas com deficiência visual, especialmente no ensino de conceitos tradicionalmente visuais, como a cor.

A escolha da instalação Valquíria Miss Dior, de Joana Vasconcelos se justifica por sua complexidade estética, potência simbólica e, sobretudo, pelas múltiplas camadas sensoriais que oferece ao público. Constituída por uma composição exuberante de tecidos coloridos, rendas, bordados, flores artificiais, estruturas infláveis e LEDs, a escultura têxtil ocupa o espaço com força e delicadeza, revelando-se como uma experiência que transcende o visual.

Do ponto de vista da acessibilidade e da educação inclusiva, esses elementos oferecem oportunidades para repensar o ensino de cor a pessoas com deficiência visual. A diversidade de materiais e texturas presentes na obra permite construir um repertório multissensorial que vincula cor, tato e até olfato. A análise interpretativa da instalação propõe, assim, sua "tradução" para uma linguagem sensorial mais ampla, que se afasta do apelo unicamente visual e incorpora dimensões corporais e afetivas.

Nesse sentido, destaca-se a proposição de um mapa tátil de texturas, que documente e relacione os tecidos utilizados na obra, explorando variações de textura, peso, temperatura e densidade como analogias sensoriais possíveis para o ensino da cor. Essa estratégia dialoga com a necessidade de expandir

o vocabulário tátil dos estudantes com deficiência visual, utilizando tecidos descartados da indústria têxtil como recurso sustentável e pedagógico.

Além disso, a construção de uma maquete tátil da instalação permitiria uma leitura tridimensional do espaço ocupado pela obra, possibilitando a apreensão de forma e escala por meio do toque. A criação de um catálogo de amostras têxteis, organizado

cromaticamente e com apoio de legendas em braille e descrições táteis, representaria uma ferramenta concreta para o ensino da cor em cursos de arte e design, por exemplo. A proposta de visitas guiadas com mediação sensorial e audiodescrição poética reforça o potencial da linguagem verbal na evocação de imagens mentais e sensações. Descrições que traduzam não apenas formas e cores, mas também atmosferas e emoções, podem ser valiosas na construção de um imaginário visual por parte de pessoas cegas ou com baixa visão, favorecendo sua autonomia interpretativa e apreciação estética. Essas proposições se inspiram em práticas já implementadas por instituições como o Museu de Arte do Rio (MAR), que oferece visitas sensoriais e audiodescrição com foco em acessibilidade cultural, e o Museu do Café, em Santos (SP), que incorpora aromas, sons e texturas em suas exposições. O projeto "Ver com as Mãos", desenvolvido por museus como o MAM-SP e o Instituto Tomie Ohtake, também reforça a legitimidade do tato como meio de fruição estética. Já no campo artístico, obras interativas e sensoriais como as de Lygia Clark, com seus "objetos relacionais", demonstram a potência da experiência corporal na arte contemporânea.

Dessa forma, a análise da obra Valquíria Miss Dior não apenas evidencia sua densidade estética e simbólica, mas também aponta caminhos metodológicos para a criação de recursos pedagógicos multissensoriais, voltados à democratização do ensino de arte e cor. Ao reunir aspectos sensoriais, sustentáveis e afetivos, a instalação de Vasconcelos se revela um ponto de partida para repensar práticas didáticas mais acessíveis, poéticas e inclusivas.

A fim de atender ao objetivo de sistematizar os caminhos possíveis para o ensino da cor por meio de estímulos multissensoriais, apresenta-se a seguir um quadro com as principais propostas pedagógicas derivadas da análise da obra "Valquíria Miss Dior". Cada proposição está associada a elementos sensoriais específicos da instalação e busca demonstrar como a riqueza material da arte pode ser adaptada em estratégias inclusivas no contexto educacional.

Quadro 1 - Sistematização das Propostas Pedagógicas com base na obra "Valquíria Miss Dior

Elemento sensorial	Estratégia pedagógica associada	Objetivo da estratégia
Variedade de tecidos e texturas	Catálogo tátil com amostras reais dos tecidos	Ampliar o vocabulário tátil e associar sensações às cores
Escala monumental da obra	Maquete tátil tridimensional	Compreensão espacial e formal da instalação
Cores e organização visual	Organização cromática no catálogo, com legendas em Braille	Relacionar cores a estímulos táteis e narrativas sensoriais
Aromas associados à obra	Uso de fragrâncias relacionadas a cores (como o perfume Miss Dior)	Estímulo olfativo como forma de evocar sensações cromáticas
Disposição no espaço	Visita guiada com roteiro sensorial e audiodescrição poética	Estimular a percepção espacial e emocional da obra

A sistematização apresentada no quadro evidencia que, mesmo sem a validação empírica das propostas neste artigo, é possível delinear caminhos concretos e viáveis para a construção de recursos didáticos inclusivos a partir da análise de obras de arte. No caso da Valquíria Miss Dior, os elementos sensoriais utilizados pela artista — como texturas, escalas, aromas e composição espacial — não apenas enriquecem a experiência estética, mas também oferecem subsídios tangíveis para práticas pedagógicas voltadas ao ensino da cor para pessoas com deficiência visual.

Essas proposições reforçam a importância de um olhar atento e interpretativo sobre os materiais e experiências oferecidas no campo da arte, sobretudo quando o objetivo é ampliar o acesso ao conhecimento por meio de abordagens sensoriais. Assim, a obra analisada não se encerra em sua função artística, mas amplia seu potencial como referência para práticas educativas inclusivas e sustentáveis.

A seguir, apresentam-se as considerações finais deste estudo, com destaque para as contribuições da pesquisa ao campo do ensino inclusivo de design e às futuras etapas previstas na tese em desenvolvimento.

5. CONCLUSÕES

Este estudo analisou a obra Valquíria Miss Dior, de Joana Vasconcelos, como estudo de caso para identificar elementos sensoriais relevantes à construção de estratégias pedagógicas inclusivas, com foco no ensino da cor para pessoas com deficiência visual. A análise interpretativa destaca recursos como texturas, aromas, escalas e composição espacial, propondo possibilidades de adaptação didática, tais como maquetes táteis, catálogos de tecidos e mediações multissensoriais.

Essas proposições dialogam com práticas acessíveis já adotadas em espaços culturais e reforçam o papel da arte como aliada no desenvolvimento de materiais didáticos sensíveis e sustentáveis. Os achados oferecem subsídios teórico-práticos para o avanço da tese de doutorado da autora, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias assistivas e metodologias educacionais fundamentadas no desenho universal da aprendizagem.

REFERÊNCIAS

CAST. *Universal Design for Learning.* Disponível em: https://www.cast.org/what-we-do/universal-design-for-learning/. Acesso em: 10 fev. 2025. GUIA OLÁ SP. *Projeto Ver com as Mãos.* 2021. Disponível em: https://guiaolasp.com.br. Acesso em: 14 set. 2024.

LIMA, Tatiana A. de; MARTINS, Luciane C. A.; BRAZ, Ruth M. M. *Produção de e-book e livro falado de anatomia visando uma educação inclusiva no ensino superior na área da saúde.* SciELO Preprints. Disponível em: https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/7826. Acesso em: 14 set.

MUSEU DO CAFÉ. *Experiência sensorial no Museu do Café.* 2020. Disponível em: https://www.museudocafe.org.br. Acesso em: 14 set. 2024.

MUSEU DE ARTE DO RIO. *Visitas inclusivas:* acessibilidade no MAR. 2021. Disponível em: https://museudeartedorio.org.br. Acesso em: 14 set. 2024.

MUSEU OSCAR NIEMEYER. *Joana Vasconcelos*. Disponível em: https://www.museuoscarniemeyer.org.br/exposicoes/joana-vasconcelos. Acesso em: 16 abr. 2025. PORTAL LYGIA CLARK. *Objetos Sensoriais.* 2021. Disponível em: https://portal.lygiaclark.org.br. Acesso em: 14 set. 2024.

SILVA, Jailma; PIMENTEL, Adriana. *A inclusão no ensino superior:* vivências de estudantes com deficiência visual. Revista Brasileira de Educação Especial, Bauru, v. 28, p. 121-138, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbee/a/s67gJtctqKBykNL64mZhwqC. Acesso em: 14 set. 2024.

VASCONCELOS, Joana. *Valquíria Miss Dior.* Disponível em: https://www.joanavasconcelos.com/pt/artworks/valquirias/valquiria-miss-dior. Acesso em: 16 abr. 2025.

VYGOTSKY, Lev. *A construção do pensamento e da linguagem.* 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

Formação docente para práticas inclusivas: aplicação do Desenho Universal, do Desenho Universal para Aprendizagem e de Tecnologias Assistivas Educacionais

Jeremias, Sandra Maria Ferreira[*1]**;**
Góes, Anderson Roges Teixeira[2]

1 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, sandra.maria@ufpr.br
2 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, artgoes@ufpr.br

DOI 10.52050/9788579177132-11

RESUMO

Este estudo relata a experiência de formação continuada em Desenho Universal (DU) e Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) para profissionais da educação de Mandirituba-PR. É uma pesquisa qualitativa que teve como objetivo dialogar com a comunidade escolar, oferecendo formação para a construção de materiais didáticos para aplicação prática do DUA em sala de aula. A metodologia envolveu revisão bibliográfica, encontros formativos e capacitação. Os resultados iniciais incluem a apresentação de conceitos e o levantamento de demandas e prevê etapas futuras e a avaliação do impacto dessa formação na promoção de um ensino mais equitativo e acessível.
Palavras-chave: Formação continuada, Desenho Universal, Desenho Universal para Aprendizagem.

ABSTRACT

This study reports on a continuing education experience in Universal Design (UD) and Universal Design for Learning (UDL) for education professionals in Mandirituba-PR. It is a qualitative research that aimed to dialogue with the school community, offering training for the creation of didactic materials for the practical application of UDL in the classroom. The methodology involved a literature review, formative meetings, and capacity building. Initial results include the presentation of concepts and the identification of demands. The project foresees future stages

and the evaluation of the impact of this training on promoting more equitable and accessible education.
Keywords: *Continuing education, Universal Design, Universal Design for Learning*

1. INTRODUÇÃO

Este estudo apresenta a experiência de formação continuada desenvolvida com professores do Atendimento Educacional Especializado (AEE), pedagogos e diretores que atuam na Rede Pública do município de Mandirituba-PR. Trata-se de uma ação realizada pelo Laboratório de Tecnologias Assistivas Educacionais (LabTAE) da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A metodologia do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) é aqui considerada uma Tecnologia Assistiva Educacional (TAE), pois engloba "produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços" aplicados no contexto escolar, visando à promoção da acessibilidade e da inclusão. E busca proporcionar autonomia a estudantes com ou sem deficiências. Contudo, em sua aplicação, utiliza materiais didáticos concebidos sob os princípios do Desenho Universal (DU) que tem como base a "concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva". (Brasil, 2015).

Destaca-se que a formação inicial permite aos docentes experienciarem os conceitos do DU e DUA tais abordagens objetivam promover acessibilidade, minimizando barreiras pedagógicas de estudante com ou sem deficiência.

A formação visa instrumentalizar professores do AEE, pedagogos e diretores para aplicarem os princípios do DU no planejamento pedagógico, além de orientar os docentes da sala comum, superando o discurso da inexperiência frente aos estudantes da inclusão (Mantoan, 2003). Nesse sentido, a formação continuada pode corroborar para práticas mais assertivas com base na experiência dos professores alicerçados nos princípios do DU e DUA.

A pesquisa foi desenvolvida e implementada por pesquisadores do LabTAE da UFPR, com fomento do Novo Arranjo em Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva (NAPI-TA) em parceria com a Fundação Araucária em colaboração com a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI-PR) e tem como objetivo estabelecer diálogo com a comunidade escolar, oferecendo formação e capacitação, construindo materiais didáticos e promovendo a aplicação prática do DUA em sala de aula.

2. FUNDAMENTAÇÃO

A formação docente deve ser contínua, Nóvoa, (2017) para que os professores ampliem sua formação, construindo suas trajetórias a partir da formação inicial e continuada com base nas vivências práticas e nas trocas entre pares. Tais práticas corroboram para a construção da identidade docente e contribuem para o planejamento da ação, definindo objetivos claros para a melhoria da qualidade do ensino, compreendendo a prática docente crítica como um "movimento dinâmico, dialético entre o fazer e o pensar sobre o fazer" (FREIRE, 1996, p. 21).

Contudo, a profissão docente enfrenta desafios como a "desprofissionalização" (Nóvoa, 2017, p. 1007), marcada por baixos salários e intensificação do trabalho. Processos formativos podem amenizar esses desafios, capacitando os docentes a vivenciar mudanças de práticas pedagógicas balizadas por meio de uma variabilidade de estratégias para atender à diversidade e promover a inclusão educacional.

A proposta de formação inclui palestras, oficinas e rodas de conversa sobre TAEs, visando sua aplicação no auxílio à aprendizagem de estudantes com e sem deficiência, promovendo uma educação mais equitativa. As TAEs devem ser elaboradas alinhadas aos princípios do DU, enquanto o planejamento didático deve incorporar as diretrizes do DUA.

O DU e do DUA apresentam contribuições significativas no desenvolvimento e implementação de artefatos e práticas pedagógicas potencialmente inclusivas, no entanto, sua disseminação no ambiente escolar ainda se mostra insuficiência, tendo ações realizadas de forma individualizadas como as pesquisas de Cassano (2022), Muzzio (2022), Coelho e Góes (2021), Tozato e Góes (2021), Berbetz (2019), Zerbato (2018) e Prais (2017). Destaca-se que este estudo desenvolvido será utilizado como instrumento para recrutamento de participantes de uma pesquisa de doutorado que está em desenvolvimento por meio do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da UFPR.

Os princípios do DU, conforme detalhado por Carletto e Cambiaghi (2007) – incluí uso igualitário, adaptabilidade e flexibilidade, uso óbvio e intuitivo, informação perceptível, segurança ou tolerância ao erro, baixo esforço físico e dimensões apropriadas, fundamentando a criação de produtos e ambientes intrinsecamente acessíveis a todos, dispensando adaptações específicas (GÓES; COSTa 2022).

Conforme Góes e Costa (2022), ao serem aplicados, esses princípios não apenas beneficiam pessoas com deficiências, mas também a população em geral, permitindo que cada um utilize os mesmos produtos e ambientes de forma autônoma e eficaz. Essa universalidade se estende à Tecnologia Assistiva, onde o

DU atua como um guia para o desenvolvimento de soluções que potencializam a acessibilidade no processo de design.

Em relação a abordagem do DUA visa otimizar o ensino e o aprendizado para cada estudante, apresentando uma variabilidade de estratégias a partir da compreensão de que o currículo não pode ter um tamanho único. Figura 1 - Princípios do DUA.

Figura 01 - Princípios do DUA



Fonte: CAST, 2024.

Com base no CAST (2024) o DUA propõe um design flexível dividido em seus três princípios a saber,

Múltiplos Meios de Engajamento (o "porquê" do aprendizado), refere-se a despertar o interesse dos estudantes por meio da motivação, engajando-os ao aprendizado. Fornecendo meios para despertar o interesse como temas do interesse dos estudantes, conectando o aprendizado com situações do cotidiano, propiciando um ambiente de aprendizagem acolhedor. Apresentando objetivos claros e oferecendo desafios adequados ao nível dos estudantes. A exemplo de desenvolver atividades em grupo, discussões, estabelecendo metas, dando feedbacks potencializando a aprendizagem de cada um.

Múltiplos Meios de Representação (o "quê" do aprendizado): Os estudantes diferem no modo como percebem e compreendem a informação que lhes é apresentada, assim é essencial fornecer múltiplos meios de opções para a representação do conteúdo para tornar a informação acessível a cada estudante. Fornecendo informações em diferentes formatos tais informações de modo visual, auditivo, representações táteis, explicar vocabulários e símbolos, usando diferentes linguagens gráficas, imagens, vídeos, áudio, objetos físicos entre outras possibilidades.

Múltiplos Meios de Ação e Expressão (o "como" do aprendizado): Os estudantes diferem no modo como expressam o que sabem, sendo essencial fornecer múltiplas formas para a ação e a expressão para os estudantes demonstrarem seu conhecimento e habilidades. A exemplo do uso de diferentes métodos para responder, falar, desenhar, digitar, manipular objetos, organizar gráficos, planilhas, entre outras possibilidades.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo é de abordagem qualitativa, ancorada em revisão de literatura sobre DU, DUA e TAE, além da realização de atividades formativas com professores da rede pública municipal de Mandirituba-PR.

A execução do projeto foi organizada em etapas sequenciais, planejadas para garantir tanto a formação continuada dos professores como a implementação de práticas pedagógicas inclusivas.

A primeira etapa consistiu no estabelecimento de parcerias institucionais e no fortalecimento do diálogo com a Secretaria Municipal de Educação, Esporte e Cultura (SMEEC) de Mandirituba, com o objetivo de alinhar expectativas, compreender as demandas locais e firmar um compromisso coletivo em prol de uma educação equitativa e acessível. Com isso, a proposta da formação foi apresentada a todos os profissionais da Educação do município durante a semana de formação acadêmica no início do ano letivo de 2025.

Em uma reorganização, a SMEEC decidiu, no primeiro momento realizar a formação com professores do AEE, pedagogos e diretores dos Anos Iniciais da rede pública municipal. A proposta formativa foi planejada com encontros mensais ao longo do ano letivo. No entanto, até o presente momento, foram realizados dois encontros, estruturados para atender às demandas emergentes identificadas nas conversas iniciais com a SMEEC.

O primeiro encontro teve caráter introdutório, contemplando uma roda de conversa mediada por apresentações, na qual foram explorados os fundamentos do DU e do DUA. Esse momento também foi dedicado à escuta ativa dos participantes, com o objetivo de mapear as principais dificuldades e desafios

enfrentados pela comunidade escolar no que se refere às práticas inclusivas. A promoção de roda de conversa propicia "um ambiente de troca de experiências que estimula a autorreflexão" (Bzunek et al., 2024, p. 72). As informações levantadas nesse encontro foram fundamentais para direcionar a continuidade da formação, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de materiais, práticas pedagógicas acessíveis e uso das TAEs no cotidiano escolar.

Durante a palestra inicial, o interesse dos participantes em manusear e compreender o processo de desenvolvimento de produtos do LabTAE direcionou o segundo encontro: uma visita imersiva à UFPR. Nessa imersão, os professores tiveram contato direto com diversos exemplos de Tecnologias Assistivas Educacionais (TAEs) desenvolvidas no LabTAE, incluindo materiais produzidos por impressão 3D e soluções de baixo custo, todos voltados para aplicação escolar. Para expandir ainda mais o conhecimento, a visita incluiu outros laboratórios da UFPR , onde puderam vivenciar a aplicação do metaverso com óculos 3D; o LABINC, que apresentou materiais didáticos inclusivos, para visualizar artefatos de diversas áreas de prototipagem e inovação.

Durante a formação, os professores demonstraram grande interesse nas possibilidades oferecidas pelos recursos, mas também relataram não se sentirem preparados para operar a impressora 3D disponível na escola, o que evidenciou uma demanda adicional por capacitação técnica específica nesse tipo de tecnologia.

Embora o projeto contempla etapas futuras, como a elaboração de oficinas, minicursos, desenvolvimento colaborativo de TAEs, aplicação das práticas nas salas de aula, socialização dos resultados e oferta de minicursos sobre modelagem 3D, essas ações ainda não foram efetivadas até o presente momento, estando previstas no cronograma de execução.

No entanto, os dois encontros já realizados proporcionaram resultados parciais significativos, com contribuições potentes para a formação continuada dos profissionais envolvidos. Esses resultados evidenciam avanços importantes na compreensão dos conceitos de DU, DUA e TAE, favorecendo a reflexão sobre práticas pedagógicas inclusivas no contexto escolar.

Por fim, o projeto prevê, como etapa conclusiva, a sistematização e a socialização dos resultados, incluindo a compilação das TAEs desenvolvidas e das práticas pedagógicas aplicadas, bem como a elaboração de relatórios e publicações científicas. Essas ações visam garantir a disseminação das experiências, fortalecer a cultura da inclusão no contexto escolar e fomentar a continuidade das práticas desenvolvidas, contribuindo assim para a construção de uma educação mais acessível, equitativa e de qualidade para todos os estudantes.

4. RESULTADOS

Embora o projeto contemple etapas futuras, como a realização de oficinas, minicursos, desenvolvimento colaborativo de TAEs, aplicação das práticas em sala de aula e socialização dos resultados, até o momento foram realizados dois encontros formativos que já proporcionam resultados parciais significativos, especialmente no fortalecimento da formação continuada dos profissionais envolvidos.

O primeiro encontro teve como foco a apresentação dos conceitos de DU, DUA e TAE, além de um espaço de escuta ativa dos participantes. Por meio desse diálogo, foram levantadas demandas essenciais que refletem tanto os desafios cotidianos enfrentados pelas escolas quanto às necessidades formativas dos docentes.

Entre as demandas mais expressivas, destaca-se a falta de formação continuada, apontada por 10 participantes, evidenciando uma carência significativa de processos formativos voltados às práticas inclusivas e ao desenvolvimento de competências relacionadas ao DU, DUA e TAE. Outras necessidades relevantes incluíram a realização de palestras para a comunidade escolar (7) e a elaboração de planejamentos pedagógicos mais eficazes (7), indicando não apenas a urgência de capacitar os docentes, mas também de sensibilizar a comunidade escolar como um todo para os princípios da inclusão.

Também foram destacadas dificuldades estruturais, como a falta de estrutura física adequada (5), a ausência de encaminhamento médico para avaliações dos estudantes (5) e a escassez de recursos pedagógicos (4), fatores que impactam diretamente a implementação de práticas pedagógicas acessíveis e inclusivas. Embora mencionada por um número menor de participantes (2), a percepção de preconceito, tanto familiar quanto docente, surge como um dado qualitativo de alta relevância, apontando para barreiras atitudinais que ainda persistem no contexto escolar.

Diante desse cenário, uma das estratégias definidas, em conjunto com os professores, foi a realização de uma visita técnica ao LabTAE. Essa atividade ocorreu no segundo encontro, quando os docentes tiveram a oportunidade de conhecer na prática exemplos de TAEs desenvolvidas no laboratório, confeccionadas a partir de impressão 3D e materiais de baixo custo, aplicáveis diretamente no contexto escolar.

A imersão no ambiente universitário não somente ampliou a compreensão dos professores sobre os recursos de tecnologia assistiva, como também possibilitou um espaço de troca de saberes, fortalecendo o entendimento sobre como essas tecnologias podem ser ressignificadas no planejamento pedagógico. Contudo, os docentes também expressaram a necessidade de aprofundar seus

conhecimentos no uso da impressora 3D, recurso já presente em algumas escolas, mas ainda subutilizado devido à insegurança técnica sobre sua operação.

Nessa perspectiva, a formação continuada pensada "para e com" os professores não se limita a uma lógica transmissiva de conhecimentos, mas sim, propõe uma construção colaborativa, sensível às demandas reais do território escolar, a partir da "colaboração, interdependência e aprendizado coletivo" (CAST, 2024). Essa abordagem dialógica permite que os próprios educadores sejam protagonistas do processo formativo, reconhecendo e valorizando seus saberes prévios, ao mesmo tempo em que ampliam suas práticas para atender a diversidade presente nas salas de aula.

Essa lógica formativa está profundamente alinhada às diretrizes do DUA, que compreende que os percursos de aprendizagem não são lineares, "mas como um sistema interconectado, em que as experiências individuais e coletivas se entrelaçam (RASKA, GÓES E GÓES, 2024, p. 170). Desse modo, as experiências de ensino devem oferecer múltiplos meios de engajamento, representação e expressão. Assim como o DUA propõe a flexibilização curricular para responder às diferentes formas de aprender dos estudantes, a formação continuada adotada neste projeto também se organiza de maneira flexível, dinâmica e responsiva às necessidades que emergem do grupo.

Diante disso, os próximos dois encontros foram definidos coletivamente, priorizando as seguintes temáticas: "Fundamentação sobre o DUA, aprofundando seus princípios, diretrizes e aplicabilidade no planejamento pedagógico, e uma "Oficina prática sobre a utilização pedagógica da impressão 3D", com foco no desenvolvimento de recursos acessíveis e na autonomia dos professores no uso dessa tecnologia como ferramenta de apoio às práticas inclusivas.

De forma geral, os resultados parciais obtidos até aqui já oferecem contribuições potentes e significativas para a formação continuada, impactando diretamente a reflexão, o fortalecimento e a reconstrução das práticas pedagógicas na rede pública de Mandirituba-PR. O diálogo estabelecido com os profissionais tem promovido não só a apropriação dos conceitos de DU, DUA e TAE, mas também o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre as barreiras físicas, pedagógicas e atitudinais presentes no cotidiano escolar, ao incentivar todos a agir de forma consciente, autêntica e proativa (CAST, 2024d). Tendo em vista que a imersão propiciada por processos formativos pode ser "uma oportunidade para atualização de conhecimentos e desenvolvimento pessoal" (GÓES, COSTA E GÓES, 2025, p. 268).

Esses primeiros movimentos do projeto evidenciam avanços concretos na construção de uma educação mais equitativa e inclusiva, e reforçam a importância de dar continuidade às próximas etapas, que incluem o

desenvolvimento de materiais, a aplicação das práticas nas salas de aula, a socialização dos resultados e a consolidação das aprendizagens por meio da produção de materiais formativos e publicações científicas, ampliando assim o impacto e a sustentabilidade da proposta.

5. CONCLUSÕES

A experiência formativa desenvolvida no âmbito deste projeto evidencia que a construção de práticas pedagógicas inclusivas exige mais do que a transmissão de conceitos: demanda um processo colaborativo, contínuo e responsivo às realidades do território escolar. A formação continuada proposta, ancorada nos princípios do DU, do DUA e no uso das TAE, tem se mostrado uma estratégia potente na promoção de reflexões, na ressignificação das práticas pedagógicas e na mobilização dos profissionais da educação para a inclusão.

Os resultados parciais já alcançados revelam que a escuta ativa, associada a momentos formativos teórico-práticos, fortalece a autonomia docente e favorece a superação de barreiras pedagógicas, atitudinais e estruturais. A abordagem formativa "para e com" os professores, alinhada ao próprio pressuposto de flexibilidade do DUA, permite que os docentes não sejam apenas receptores de conhecimento, mas cocriadores de soluções pedagógicas, materiais acessíveis e estratégias de ensino mais equitativas.

Apesar dos avanços obtidos, os desafios identificados, como a insegurança no uso de tecnologias como a impressão 3D, a falta de recursos, de estrutura física e de encaminhamentos especializados, reafirmam a importância da continuidade do processo formativo, da construção de redes colaborativas e do fortalecimento de políticas públicas que sustentem a cultura da inclusão no ambiente escolar.

Por fim, este projeto reafirma a relevância de processos formativos que sejam intencionais, dialógicos e sensíveis às necessidades do território, contribuindo não apenas para o desenvolvimento profissional dos educadores, mas, sobretudo, para a consolidação de uma educação que reconheça e valorize a diversidade. As etapas subsequentes, já previstas, permitirão aprofundar as aprendizagens construídas até aqui, potencializando o uso das TAEs e a consolidação dos princípios do DUA no planejamento pedagógico, com impacto direto na promoção de práticas mais inclusivas, acessíveis e de qualidade para todos os estudantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária (FA) para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BERBETZ, M. R. S. Educação Matemática Inclusiva – *O material didático na perspectiva do Desenho Universal para área visual*. 2019, 150 páginas. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal do Paraná, Setor de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Curitiba, 2019.

BRASIL. Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015- 2018/2015/lei/l13146.htm.

BZUNEK, D,. Proposta didática sobre impostos na perspectiva do DUA associado à teoria de Zabala. GÓES, A. R. T; COSTA, P. K.A. (Orgs.) *Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem:* fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva. vol 3. São Carlos: Pedro & João. 2024. p. 65-81.

CARLETTO, A. C.; CAMBIAGHI, S. *Guia Desenho Universal*: um conceito para todos. [S.l.: s.n.], 2007. Disponível em: https://www.maragabrilli.com.br/wpcontent/uploads/2016/01/universal_web1.pdf.

CASSANO, A. R. *A construção de jogos na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem: Caminhos possíveis para experiências de Aprendizagem na Educação Infantil*. 2022, 159 páginas. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal do Paraná, Setor de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Curitiba, 2022.

CAST. *Universal Design for Learning Guidelines version 3.0*, 2024. Disponível em: https://udlguidelines.cast.org.

COELHO, J. R. D.; GÓES, A. R. T. Geometria e Desenho Universal para Aprendizagem: uma revisão bibliográfica na Educação Matemática Inclusiva. *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 5, n. 11, p. 1–26, 2021. DOI: 10.46551/emd.e 2021 Disponível em: https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/article/view/4134.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GÓES, A. R. T; COSTA, P. K. A Do desenho universal ao Desenho universal para Aprendizagem In: GÓES, A. R. T; COSTA, P. K. A (Orgs) *Desenho universal e desenho universal para aprendizagem:* fundamentos, práticas e propostas para educação inclusiva. Vol. 1. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 23-33.

GÓES, A. R. T; COSTA, P. K. A; GÓES, H. C. A Proposal for Initial and Continuing Education Based on the Universal Design for Learning Approach: An Experience in Brazilian Higher Education, *The Educational Review*, USA, 2025. pp 262-273. Disponível em: https://www.hillpublisher.com/ArticleDetails/4504.

GALVÃO F. T. A *formação em Tecnologia Assistiva no Brasil: pressupostos, demandas e perspectivas*. In: GALVÃO FILHO, T. Tecnologia Assistiva: um itinerário da construção da área no Brasil. Curitiba: Editora CRV, 2022, p. 101-130. Disponível em: Disponível em: https://www.editoracrv.com.br/produtos/detalhes/36948-tecnologiaassistiva-brum-itinerario-da-construcao-da-area-no-brasil .

MANTOAN, M. T. E. *Inclusão Escolar: O que é? Por quê? Como fazer?* 1ª edição -Editora Moderna, 2003.

MUZZIO, A. L. *O jogo Matemático com princípios do Desenho Universal para Aprendizagem na perspectiva da Educação Inclusiva*. 2022, 160 p. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal do Paraná, Setor de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Curitiba 2022.

NÓVOA, A. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente, *Caderno de Pesquisa*. v. 47, p. 1106-1133, out./dez. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cp/a/WYkPDBFzMzrvnbsbYjmvCbd/ABSTRACT/?l ang=pt.

PRAIS, J. L. de S. *Formação de professores para o desenvolvimento de práxis inclusivas baseadas no Desenho Universal para a Aprendizagem: uma pesquisa colaborativa*. 2020. Tese Doutorado em Educação – Centro de Educação, Comunicação e Artes, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

Tozato, E.B.B., Silva, R. e Góes, A.R.T. 2021. Caixa de sensações – artes visuais na perspectiva do desenho universal para aprendizagem. *Revista Intersaberes.* 16, 37 (abr. 2021), 203–227. DOI:https://doi.org/10.22169/revint.v16i37.1854.

ZERBATO A. P. *Desenho universal para aprendizagem na perspectiva da inclusão escolar: potencialidades e limites de uma formação colaborativa*. Tese Doutorado em Educação Especial – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

Jogos pedagógicos e suas características: “Taco gato cabra queijo pizza” para pessoas com TDAH

Campos, Flávia Maria Gomes[1]; Felix, Carlos Eduardo Trigo Nasser[2]*; Leite, Flávia Piva Almeida[3]

1 – Departamento de Direito Público, UNESP FCHS, flavia.mg.campos@unesp.br
2 – Departamento de Direito Público, UNESP FCHS, carlos.nasser-felix@unesp.br
3 – Departamento de Direito Público, UNESP FCHS, flavia.leite@unesp.br. *
-Correspondência: Rua Jupira Cunha Marcondes, 2090 Prolongamento Jardim Dr. Antônio Petraglia, Franca, São Paulo, Brasil, CEP - 14409-192.

DOI 10.52050/9788579177132-12

RESUMO

Com o aprofundamento de pesquisas sobre o TDAH e a educação inclusiva, urgiu-se a necessidade de ferramentas pedagógicas que favorecessem a aprendizagem no ambiente escolar, nessa dinâmica os jogos educativos se mostraram significativos. Neste contexto, a presente pesquisa propõe identificar os critérios que caracterizam um jogo como pedagógico, e aplicá-los a um caso concreto. Emprega-se o método dedutivo, com objetivos exploratórios e descritivos, utilizando análise qualitativa bibliográfica e documental. Explicita-se que os parâmetros caracterizadores são os seguintes: acessibilidade, inventividade e sociabilidade. É demonstrado que o jogo estudado atende às exigências pedagógicas e pode servir de exemplo para futuras produções.
Palavras-chave: educação inclusiva, jogos pedagógicos, TDAH

ABSTRACT

With the advancement of research on ADHD and inclusive education, the need for pedagogical tools that support learning in the school environment has become urgent. In this context, educational games have proven to be significant. This study aims to identify the criteria that characterize a game as pedagogical and apply them to a concrete case. The research adopts the deductive method, with exploratory and descriptive objectives, employing a qualitative analysis based on bibliographic and documentary sources. The identified criteria are: accessibility,

inventiveness, and sociability. The study demonstrates that the analyzed game meets pedagogical requirements and may serve as a model for future developments.
Keywords: *ADHD, educational games, inclusive education.*

1. INTRODUÇÃO

O Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) tem uma história marcada por uma diversidade de sintomas e diagnósticos divergentes que chamaram atenção ao final do século XIX e início do século XX. Desde suas primeiras descrições, o TDAH foi caracterizado por uma "pletora de sintomas diferenciados", que envolvem desatenção, hiperatividade e impulsividade. Historicamente, o transtorno foi descrito com ênfases variadas em cada um desses sintomas dependendo do viés médico, político e social em voga, o que dificultou sua definição e contribuiu para a multiplicidade de classificações (CALIMAN, 2010, pp. 46-50).

O diagnóstico formal do TDAH teve suas bases clínicas inicialmente estabelecidas pelo médico inglês George Still, em 1902, durante conferências no Royal College of Physicians, posteriormente publicadas no The Lancet. Still foi pioneiro ao associar o transtorno a um defeito da vontade inibitória, lançando os fundamentos clínicos para o diagnóstico do TDAH. Contudo, sua análise era permeada por questões morais, políticas e legais da época, sem uma definição precisa do transtorno. Posteriormente, o diagnóstico evoluiu e se consolidou por pesquisadores como Virgínia Douglas, na década de 1970, e Russell A. Barkley, na década de 1990. (CALIMAN, 2010, p. 51-54). Porém, mudanças paradigmáticas somente ocorreram em decorrência da luta coletiva das pessoas com deficiência, inclusive aquelas com TDAH, em relação a sua inclusão e reconhecimento que acabaram por impactar em como o diagnóstico era visto socialmente.

Uma das grandes representações dessa mudança de paradigma foi a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência que reforçou a promoção da dignidade, autonomia e igualdade de oportunidades para as pessoas com deficiência. Nacionalmente o diploma foi incorporado ao ordenamento jurídico por meio do Decreto Legislativo nº 186/2008 e do Decreto nº 6.949/2009, deslocando o foco do modelo tradicional de integração para um modelo de inclusão, procurando eliminar as barreiras físicas, atitudinais e sociais que impedem a plena participação das pessoas na sociedade (BRASIL, 2016, pp. 17-22).

Contudo, a proibição de práticas excludentes e a previsão de políticas de inclusão não resultaram automaticamente na igualdade material prevista constitucionalmente (LEITE, 2025, p.25), as pessoas com TDAH ainda sofrem discriminação no ambiente escolar, especialmente aquelas com predomínio

de sintomas hiperativos/impulsivos (ROHDE et al., 2004, p.128). O sintoma da desatenção, característico nesse grupo, pode causar lapsos de memória e dificuldades para acompanhar o ritmo das atividades escolares, o que pode vir a gerar frustração e baixa autoestima, fatores que influenciam negativamente suas relações interpessoais e acadêmicas (SILVEIRA, et al., 2023, p.541-542).

Nesse contexto, os jogos pedagógicos vêm se consolidando como instrumentos eficazes no apoio ao processo de aprendizagem de estudantes com diagnóstico de TDAH, contribuindo para o aumento do engajamento e para a melhoria do desempenho escolar. Nesse sentido, a utilização de jogos digitais e atividades lúdicas favorece o desenvolvimento de competências socioeducacionais, como foco, concentração e planejamento de tarefas, as quais se mostram fundamentais para a superação das dificuldades inerentes ao transtorno. Ademais, a ludicidade, ao oferecer uma experiência educativa imersiva e motivadora, potencializa a atenção sustentada e o controle inibitório, ampliando as possibilidades de intervenção pedagógica junto a esse público (SANTOS et al., 2024, p. 6; OLIVEIRA et al., 2024, p. 6-7).

Estudos empíricos corroboram a eficácia dos jogos pedagógicos na estimulação cognitiva e comportamental desses alunos. Por exemplo, pesquisas indicam que o uso de jogos digitais como "Voo Educativo", "Mestre da Tabuada" e "Dino Tim" resultam em um aumento significativo da atenção e redução de comportamentos impulsivos (NUNES; ANDRADE, 2024, p. 5-6).

Estudos demonstram que aproximadamente 30% a 40% das crianças com TDAH repetem de ano, e pelo menos 35% não concluem o ensino médio, evidenciando a urgência de estratégias inclusivas eficazes (BARKLEY, 2023, p. 371). A aplicação de jogos pedagógicos têm mostrado a capacidade de atenuar tais prejuízos, proporcionando maior engajamento e melhores resultados acadêmicos. Observou-se que o jogo "Candy Night" promoveu melhorias na atenção e controle inibitório em crianças com TDAH, com avaliações positivas em níveis de atenção, relevância, confiança e satisfação durante as sessões de jogo. (RODRIGUES, A. N., et al, 2019, p. 2, 4, 13, 14, 15)

Nesse panorama, o jogo "Taco Gato Cabra Queijo Pizza" adentrou o Brasil através da empresa *PaperGames* afirmando que jogos de cartas e tabuleiro podem desempenhar um papel significativo no desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais em crianças e adolescentes (PAPERGAMES, 2022, s/p).

"Taco Gato Cabra Queijo Pizza" é um jogo de cartas com mecânicas de reconhecimento de padrão e tempo real, recomendado para maiores de 6 anos, e que, apesar de não ser rotulado expressamente como educativo, é dito favorecer o desenvolvimento de competências como atenção, agilidade e coordenação motora em um contexto lúdico. (PAPERGAMES, 2020, s/p).

A edição brasileira do jogo inclui 64 cartas ilustradas e um manual de regras, apresentando partidas com duração média de dez minutos, e de dois a oito participantes e baseia-se em mecânicas de reconhecimento de padrões e ação simultânea. Durante a partida, os jogadores jogam cartas em sequência enquanto repetem, em ordem fixa, as palavras "Taco", "Gato", "Cabra", "Queijo" e "Pizza". Quando a carta jogada coincide com a palavra pronunciada, todos devem rapidamente bater a mão no monte central, sendo que o último a o fazer recolhe todas as cartas. O vencedor é aquele que se livra de todas as cartas primeiro (PAPERGAMES, 2022, s/p).

Apresentado todas suas regras e possíveis benefícios indaga-se a possibilidade de considerá-lo como uma ferramenta educativa inferindo até que ponto seus materiais e sua dinâmica podem contribuir para o desenvolvimento do autocontrole e da concentração em contextos educativos para pessoas com TDAH e o que ainda pode ser aperfeiçoado para melhor aperfeiçoar sua efetividade.

Nesse sentido, o presente trabalho procura encontrar através da bibliografia especializada características definidoras ou em comum de um jogo pedagógico e identificar se elas se apresentam, ou como poderiam se apresentar, no jogo "Taco Gato Cabra Queijo Pizza".

Com isso, procura-se estudar um jogo amplamente distribuído no Brasil e verificar seus possíveis benefícios com o intento de utilizá-lo no ambiente escolar e favorecer o aprendizado de pessoas com TDAH, como também, almeja-se explicitar critérios sólidos para a criação ou adaptação de jogos educativos efetivos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Quanto à classificação metodológica baseada em seus objetivos gerais, o projeto adotou uma abordagem mista, com aspectos exploratórios e descritivos, com o intuito de proporcionar uma revisão geral das características de um jogo pedagógico e verificar se os achados se apresentam em "Taco Gato Cabra Queijo Pizza".

Em consonância, utilizou-se a abordagem dedutiva, com o intuito de observar as premissas encontradas para se chegar a uma conclusão quanto a um caso particular (MARCONI, LAKATOS, 2003, p.92). Para isso foram utilizados os procedimentos técnicos de documentação indireta para a coleta de dados, com aspectos qualitativos, utilizando-se a análise teórica e documental.

Os materiais estudados foram obtidos por meio de exemplares concedidos pela empresa *Paper Games* e por plataformas virtuais de indexação e disseminação de produções científicas.

Para a identificação das obras a serem estudadas, foi utilizado o site *Google Scholar*, empregando-se, de forma concomitante, as palavras-chave "JOGOS EDUCATIVOS" e "TDAH", por meio do operador booleano "AND", de modo que ambos os termos estivessem presentes nos resultados da busca. Também foram utilizados os filtros "Desde 2025"; "ordenar por relevância"; "pesquisar páginas em português"; "qualquer tipo", para se realizar uma pesquisa abrangente focada no âmbito nacional e atualizada. Os dados obtidos tiveram demarcação temporal de 1 de janeiro de 2025 até 9 de maio de 2025[1].

Ainda na fase de triagem, foram excluídos os resultados que não estivessem apropriadamente armazenados na plataforma de pesquisa. Após, foram retirados da amostragem os trabalhos que não condiziam com o objetivo da pesquisa por meio dos seguintes critérios de exclusão: tratar o tema "jogos educativos" de forma tangencial; o arquivo armazenado não retornar nenhum resultado. Os artigos, para a facilitação de observação na tabela, foram numerados de acordo com a ordem apresentada na página de busca, do número 1 até 30[2].

---

1 Último dia que foi realizada a coleta de dados.

2 Sua identificação por nome com a numeração utilizada neste artigo: **1**- DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA O AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM DE CRIANÇAS COM TDAH; **2-** TDAH e tecnologia na educação: uma revisão de estudos brasileiros; **3-** Processo de inclusão de crianças diagnosticadas com TDAH; **4-** O BIBLIOTECÁRIO ESCOLAR NA INCLUSÃO DE CRIANÇAS DIAGNOSTICADAS COM TRANSTORNO DE DÉFICIT DE ATENÇÃO E HIPERATIVIDADE (TDAH); **5-** A conexão entre desenvolvimento cerebral e habilidades cognitivas: implicações para a educação infantil; **6-** O impacto do TDAH nos processos de leitura e escrita: fatores intervenientes e estratégias de intervenção **7-** ESTADO DA ARTE SOBRE TRANSTORNO DO DÉFICIT DE ATENÇÃO E HIPERATIVIDADE (TDAH) NA APRENDIZAGEM: DUAS CARTOGRAFIAS INTERATIVAS; **8-** DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM EM LEITURA E ESCRITA: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS DENTRO DA SALA DE AULA; **9-** Jogando pela Inclusão: Gamificação como Ferramenta para Ensinar os ODS a Crianças Autistas; **10-** JOGOS COMO MEIO DE SOCIALIZAÇÃO EQUITATIVA; **11-** A distância entre o direito e a prática: a inclusão no ensino da matemática; **12-** Impacto do tempo de tela na cognição de adolescentes; **13-** O ensino de matemática para estudantes com transtorno do espectro autista: os repositórios PROFMAT e UTFPR; **14-** Jogos matemáticos: Utilização e Contribuição no Processo de Aprendizagem no Ensino Infantil; **15-** A utilização de jogos educacionais e materiais pedagógicos com crianças do 1º ao 5º Ano: uma ferramenta auxiliar no ensino da matemática; **16-** LUDICIDADE E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL NO 2° ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL; **17-**O repensar indispensável na formação de professores de Geografia para atender alunos com necessidades especiais; **18-** Uso de jogos como ferramenta de inclusão nas escolas **19-** Crianças com TEA na educação infantil e a afetividade: um estudo em escola do município de Oeiras Piauí. **20-** A concepção de professores a respeito de transtornos mentais na infância: uma revisão sistemática; **21-** Pedagogia, Neurociência e Processos de Aprendizagem; **22-** Projeto de livro de atividades inclusivo: possibilidades editoriais para crianças com Transtorno do Espectro Autista; **23-** Experiências de inclusão escolar de crian-

Menciona-se, que para a presente pesquisa o aspecto "pedagógico" possui mais importância que o aspecto "jogo" de tal forma que também foram consideradas pesquisas que atendem as palavras-chave com exemplos concretos cujo objeto de estudo não fosse apropriadamente um jogo. Também, artigos que apareceram que trataram a temática aplicando seus jogos em indivíduos com outras deficiências com foco em seu caráter pedagógico foram mantidos.

Adotou-se como marco teórico as contribuições do autor Luís Augusto Rohde para a caracterização da TDAH, dado seu histórico e carreira profissional, com ênfase em sua obra "Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade: o que é? Como ajudar?".

Como método de análise, foram adotados os parâmetros estabelecidos pela bibliografia especializada em seus casos concretos, a fim de verificar se o caso aqui estudado também os contempla.

Os dados obtidos foram organizados em uma tabela de critérios (ver Tabela 1), onde são assinalados os parâmetros considerados pedagógicos em cada obra. A relação entre esses critérios e o jogo estudado foi organizado em uma tabela de relação (Ver Tabela 2) onde se indica a presença ou ausência de cada elemento pedagógico no exemplo concreto.

Na tabela de critérios, obras que não tem nenhum elemento assinalado são aquelas que foram excluídas na fase de exigibilidade, mas que estão presentes para não modificar a ordem numérica dos artigos.

Na tabela de relação foi utilizado a sigla N/C para referenciar critérios não conclusivos, a sigla foi utilizada para situações em que a conclusão de sua observância dependeria da aplicação empírica do jogo "Taco Gato Cabra Queijo Pizza".

ças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) por meio da política de Atendimento Educacional Especializado (AEE) em uma escola pública de Oeiras-PI; **24-** O uso do software Scratch no atendimento educacional especializado para o ensino de estudantes com Transtorno do Espectro Autista; **25-** *Dengue Attack*: Aprendendo a combater o *Aedes aegypti* por meio de um jogo sério; **26-** Educação geográfica inclusiva: a ação pedagógica do professor no processo educativo de alunos com necessidades educacionais específicas; **27-** AVALIAÇÃO EM LARGA ESCALA E ALUNOS COM NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECÍFICAS: UM DIÁLOGO POSSÍVEL? **28-** Tabuada nas Práticas Pedagógicas de Professores que Ensinam Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental; **29-** Concepções de adolescência, saúde mental e bem-estar: um estudo com adolescentes de diferentes contextos; **30-** O uso de recurso didático concreto, aplicado no ensino de Neurociência Cognitiva para grupo de professores de apoio e sala de recurso, atuantes na rede estadual de Minas Gerais em 2022: pesquisa e avaliação.

3. RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica retornou um total de nove elementos principais em um jogo considerado pedagógico: C1) não depender exclusivamente da memorização; C2) apresentar novas perspectivas a temas educacionais tradicionais; C3) utilizar recursos visuais; C4) trazer uma aprendizagem prazerosa; C5) ter material acessível; C6) utilizar os conceitos do desenho universal de aprendizagem (DUA[3]); C7) estimular a socialização/pensamento coletivo; C8) ter regras claras e objetivas; C9) apresentar um sistema de feedback positivo para estimular a interação com o jogo.

A relação das características que cada artigo apresenta e quantas vezes cada uma foi mencionada segue na tabela:

3 O DUA é uma abordagem pedagógica que visa maximizar as oportunidades de aprendizagem para todos os estudantes por meio do desenvolvimento de currículos inclusivos que eliminem barreiras metodológicas e promovam o engajamento, a representação e a expressão diversificada do conhecimento. Conforme delineado por CAST (2019), o DUA se baseia em três princípios fundamentais: o princípio do engajamento, que favorece a motivação e a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem; o princípio da representação, que oferece múltiplas formas de apresentação dos conteúdos para favorecer a compreensão; e o princípio da ação e expressão, que proporciona flexibilidade na forma como os estudantes demonstram o que aprenderam, promovendo a autonomia e a diversidade de respostas. Esses princípios orientam a criação de ambientes e materiais didáticos que atendam às necessidades de todos os alunos, promovendo uma educação inclusiva e equitativa (GOÉS, da COSTA, 2022, p. 2, 5, 6-7).

Tabela 01 - tabela de critérios associados a um jogo pedagógico com indicação de quais trabalhos os comentaram e quantas vezes foram mencionados

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
Total de vezes mencionada	23	23	23	22	21	20	22	19	17

Fonte: produção dos autores

Em relação a compatibilidade do jogo "Taco Gato Cabra Queijo Pizza" com os nove critérios temos a representação trazida pela seguinte tabela:

Tabela 02 - tabela de ocorrência das características encontradas pela bibliografia especializada e o "Taco Gato Cabra Queijo Pizza"

Não depende exclusivamente da memorização	
Apresenta novas perspectivas a temas educacionais tradicionais	
Utiliza recursos visuais	
Traz uma aprendizagem prazerosa	N/C
Possui material acessível	
Utiliza os conceitos do DUA	
Estimula a socialização	
Possui regras claras e acessíveis	
Apresenta um sistema de feedback positivo	

Fonte: produção dos autores

A adequação ao tema C1 se deve ao fato de que em seu manual[4] é indicado ser um jogo dependente de reflexo e interação, utilizando somente de forma residual a capacidade cognitiva da memória, dado ao fato de que é necessário memorizar os nomes dos principais elementos do jogo, o "taco", o "gato", a "cabra", o "queijo" e a "pizza" (PAPERGAMES, 2013, p.2-3).

Quanto ao tema C2, o jogo em questão o cumpre apropriadamente, ele utiliza sua dinâmica como meio para relacionar imagens a nomes e atitudes de animais tanto cotidianos quanto exóticos, auxiliando para o ensino introdutório da zoologia de maneira lúdica (PAPERGAMES, 2013, p.2-3).

A utilização de recursos visuais é constante desde o manual até os seus componentes físicos, cumprido com a característica C3 em plenitude.

Quanto ao jogo ser prazeroso é utilizado a sigla N/C, pois depende de um critério subjetivo cujo indícios dependem de um estudo realizado após a aplicação empírica do jogo. O tema C5 foi assinalado com ressalvas, dado o recorte desta pesquisa, os indivíduos com TDAH. Em acordo com a bibliografia de Luís Augusto Rohde, não há entraves para que pessoas com o transtorno utilizem e se beneficiem do jogo, contudo o mesmo não pode ser dito para outros tipos de deficiência.

O objeto estudado segue com os preceitos da DUA, pelo menos teoricamente[5], já que pretende o engajamento e a motivação de seus jogadores além de suportar uma multiplicidade de interações e dinâmicas flexíveis, cumprindo com as delimitações do tema C6.

Trata-se de um jogo em grupo com interação direta e constante cuja interação social é um dos principais coordenadores da dinâmica de jogo[6], de tal forma que foi assinalado o critério de número C7.

O manual se mostrou preciso, objetivo e com linguagem clara e simples, sendo categórico ao cumprimento do tema C8.

Por fim, não há uma mecânica de feedback positivo como descrito pelos artigos estudados, razão pela qual a característica C9 não foi demarcada.

---

4 Para o presente estudo foi utilizado o manual do jogo físico, contudo o mesmo produto pode ser encontrado no seguinte link: https://onedrive.live.com/?authkey=%21AKqLYI6x1sXAK5Y&id=-C904BC258D7022E4%21728777&cid= C904BC258D7022E4&parId=root&parQt=sharedby&o=OneUp. Último acesso em: 10 de maio de 2025.

5 Ainda que tenha sido verificado a utilização do DUA, para uma resposta mais certa quanto a efetiva aplicabilidade de seus preceitos depende de um levantamento de dados empírico.

6 *Vide* manual de regras.

4. DISCUSSÃO

Ao se comparar os estudos aqui catalogados, que possuem metodologias e fatores de análise similares ao presente artigo, é possível indicar que há grande probabilidade do jogo "Taco Gato Cabra Queijo Pizza" ser um jogo pedagógico, ainda que tal afirmação tenha certo grau de limitação pela ausência de uma aplicação empírica do jogo.

A característica de número 9 "apresentar um sistema de *feedback* positivo ao interagir com o jogo" foi o tema menos implementado nos trabalhos analisados, também não se mostrando presente no exemplo concreto aqui estudado. Mesmo nos artigos que optaram por mencioná-lo afirmaram que a efetividade do jogo seria maior caso o sistema de *feedback* fosse implementado. Assim, é possível inferir que o tema 9 não se trata de uma característica que define um jogo como pedagógico, mas que pode aumentar a efetividade de um jogo que já o é.

Enfatiza-se que a DUA foi amplamente utilizada para a construção e avaliação de jogos pedagógicos nos artigos estudados, sendo possível concluir que seus princípios apresentam uma base estruturada para o desenvolvimento de um jogo educativo.

Encontrou-se que os nove quesitos apresentados podem ser resumidos em três categorias abrangentes: inventividade[7]; acessibilidade[8]; e sociabilidade[9], para representar os maiores benefícios que os jogos devem promover para possuírem uma natureza pedagógica.

Dessa forma, é possível evidenciar possibilidades de melhoramento no jogo "Taco Gato Cabra Queijo Pizza", especialmente no que tange à sua adaptação prática ao público com TDAH. A ausência de mecanismos de feedback positivo, por exemplo, pode ser suprida com a introdução de estímulos visuais ou sonoros que reforcem comportamentos adequados durante a partida, promovendo maior engajamento e motivação. Além disso, ajustes nas regras, como a flexibilização do tempo de resposta e a introdução de modos cooperativos, poderiam tornar o jogo mais acessível a diferentes perfis de atenção e impulsividade. Ressalta-se, ainda, a oportunidade de diversificar os elementos gráficos e sensoriais do jogo, como através de texturas diferenciadas nas cartas (SILVA, 2009), alinhando-os aos princípios do DUA e às demandas específicas de aprendizagem de crianças com TDAH. A partir dessas intervenções, o jogo não apenas manteria seu caráter pedagógico, como avançaria em direção a uma proposta verdadeiramente

---

7 Relativos às características de número: 1,2,3,4 e 9.

8 Relativo às características de número: 5, 6 e 8.

9 Relativo à característica 6 e 7.

assistiva, capaz de atuar como recurso inclusivo no contexto educacional e clínico.

5. CONCLUSÕES

Assim, é possível concluir que o propósito do presente estudo foi concluído. É confirmado características definidoras de um jogo educativo, como também o aspecto pedagógico do caso concreto estudado "Taco Gato Cabra Queijo Pizza", ainda que haja espaço para melhoras, principalmente no que tange sua acessibilidade a diferentes necessidades do TDAH.

Encontra-se que a literatura especializada define os elementos de um jogo pedagógico em nove temas explicitando a necessidade de a ferramenta influenciar positivamente na inventividade, acessibilidade e sociabilidade. Dentro dessa categorização o exemplo estudado mostrou adequar-se em oito delas, demonstrando uma grande aderência aos pressupostos encontrados. Quanto a categoria não observada no jogo, referente à existência de um sistema de feedback positivo (C9), denota-se ser mais um aconselhamento para um aprimoramento do conceito do que uma característica definidora, demonstrando uma oportunidade para aprimoramento do objeto de estudo, mas sem retirar as considerações acerca de sua aderência ao grupo analisado e de seus efeitos benéficos.

Ainda sobre a categoria de número nove, foi encontrado ser um achado recente que necessita de mais estudos para ter suas vantagens verificadas e para se ter um melhor entendimento de sua aplicação.

Enfatiza-se a necessidade do DUA e de elementos visuais para a construção de uma ferramenta educativa efetiva ao público com TDAH. Não só foram um dos elementos mais comentados pela bibliografia especializada, como também quando sinalizados o foram de forma enfática. Os indivíduos com o transtorno se demonstram mais aptos a aprender quando há a utilização de elementos gráficos constantemente, e os preceitos do DUA aparentam fornecer uma base sólida para a criação de jogos pedagógicos.

O presente trabalho pretende contribuir com a explicitação das características essenciais de um jogo pedagógico, como também servir para explicar o motivo pelo qual "Taco Gato Cabra Queijo Pizza" adentra essa categoria, demonstrando também onde pode melhorar. Com isso procura-se estabelecer uma base sólida dos conceitos e benefícios de um material educativo, como também esclarecer a efetividade do jogo estudado para a população com TDAH. Espera-se que novos exemplares sejam criados ou adaptados levando em consideração os conceitos apresentados aqui, como também ambientes educacionais adotem o "Taco Gato Cabra Queijo Pizza" como material de ensino,

tudo com o intuito de melhor incluir os indivíduos com o transtorno no ambiente escolar. Como sugestão para estudos futuros, recomenda-se a realização de pesquisas empíricas que avaliem a aplicação prática do jogo "Taco Gato Cabra Queijo Pizza" em contextos escolares e clínicos, assim como a realização de adaptações e estudos que ampliem a acessibilidade do material analisado para outras deficiências.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" por proporcionar o ambiente e o material acadêmico necessários, e à empresa *Paper Games* por disponibilizar os exemplares do jogo "Taco Gato Cabra Queijo Pizza". Por fim, um agradecimento a CAPES por apoiar a presente investigação por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALVES, L.; BONFIM, C. *Gamebook e a estimulação de funções executivas em crianças com indicação de diagnóstico de TDAH:* processo de pré-produção, produção e avaliação do software. Salvador: FAEEBA, 2016.

ANDRADE, Cristiane Ruth Mendonça de et al. Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). *Revista Médica de Minas Gerais,* Itabira, v. 21, n. 4, p. 455-464, fev. 2011. Disponível em: https://www.rmmg.org/artigo/detalhes/165. Acesso em: 6 maio 2025.

BARKLEY, R. A. *TDAH:* Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade. Belo Horizonte: Autêntica, 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo.* Brasília: MDS, [2016]. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/Oficina%20PCF/JUSTI%C3%87A%20E%20CIDADANIA/con vencao-e-lbi-pdf.pdf. Acesso em: 1 maio 2025.

CALIMAN, Luciana Vieira. Notas sobre a história oficial do transtorno do déficit de atenção/hiperatividade TDAH. *Psicologia: Ciência e Profissão,* Vitória, v. 30, n. 1, p. 46-61, 2010. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1414-98932010000100005.

CARVALHO, Aline dos Santos Moreira de, et al. Pacifico Ferraz. A História do TDAH - Evolução. Research, Society And Development, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 1-7, 18 jan. 2022. *Research, Society and Development.* http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25604. Acesso em: 09 maio 2025.

COSTA, K. G.; DIAS, M. E. C.; SANTOS, P. B. Tecnologias e ferramentas educacionais: uso de jogos digitais com alunos diagnosticados com TDAH – revisão de literatura. *Research, Society and Development,* v. 11, n. 13, p. 1-13, 2022.

COUTINHO, Angela Scalabrin et al (org.). *Práticas pedagógicas na educação infantil:* diálogos possíveis a partir da formação profissional. São Leopoldo, Nova Petrópolis: Oikos, Nova Harmonia, 2012.

GÓES, Anderson Roges Teixeira; COSTA, Priscila Kabbaz Alves da. Do Desenho Universal Aa Desenho Universal para Aprendizagem. In: GÓES, Anderson Roges Teixeira; COSTA, Priscila Kabbaz Alves da. (org.). *Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem:* fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva. v. 1. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 25-33. 172 p. ISBN 978-65-5869-750-3.

HINSHAW, Stephen P. *Straight talk about ADHD in girls:* how to help your daughter thrive. The Guilford Press, 2022.

LEITE, Flávia Piva Almeida. *Agenda 2030 da ONU e pessoas com deficiência:* perspectivas jurídicas sobre o direito à educação inclusiva no Brasil. 1. ed. Bauru, SP: DRS Serviços Editoriais, 2025. ISBN 978-65- 986038-0-9. Disponível em: https://diariopcd.com.br/wp-content/uploads/2025/01/Agenda-ONU- 2030.pdf. Acesso em: 17 de abril de 2025.

NUNES, K. S.; ANDRADE, G. O. Jogos digitais e atividades gamificadas na aprendizagem de alunos com TDAH. *Revista Interdisciplinar Parcerias Digitais*, v. 7, p. 1-7, 2024.

OLIVEIRA, E. C. S. et al. Estimulação com jogos e cores para o desenvolvimento da atenção das crianças com TDAH na aprendizagem. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 16, n. 13, p. 1-21, 2024.

PAPERGAMES. *Taco Gato Cabra Queijo Pizza*: manual de regras. São Paulo: PaperGames, 2023. PAPERGAMES. *Taco Gato Cabra Queijo Pizza* (Família Taco Gato). São Paulo: PaperGames, 2022. Disponível em: https://papergames.com.br/taco-gato-cabra-queijo-pizza/. Acesso em: 14 maio 2025.

PAPERGAMES. *Taco Gato Cabra Queijo Pizza:* regras do jogo. Versão brasileira. [S.l.]: PaperGames, 2020. Disponível em: https://encr.pw/p8d9d Acesso em: 14 de mai. de 25.

RODRIGUES, A. N.; TORCATE, A. S.; SANTOS, C. C. *A avaliação do jogo Candy Night sob perspectivas do usuário e a estimulação do controle inibitório.* Tecnologias na Educação, 2019.

ROHDE, L. A. et al. Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade. *Revista Brasileira de Psiquiatria,* v. 22,n. 2, p. 07-11, dez. 2000.

ROHDE, L. A. et al. Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade na infância e na adolescência: considerações clínicas e terapêuticas. *Archives of Clinical Psychiatry* (São Paulo), v. 31, n. 3, p. 124– 131, 2004.

ROHDE, L. A.; HALPERN, R. Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: atualização. *Jornal de Pediatria,* v. 80, n. 2, abr. 2004.

SANTOS, E. C. O. et al. Estimulação com jogos e cores para o desenvolvimento da atenção das crianças com TDAH na aprendizagem. *Cuadernos de Educación y Desarrollo,* v. 16, n. 13, p. 1-21, 2024.

SILVA, A. P. D. *Ambiente virtual para quantificação de influência dos estímulos coloridos no desempenho de tarefas que exigem atenção*. Tese (Doutorado) – Universidade de Mogi das Cruzes, 2009.

SILVA, F. J. A. et al. Práticas pedagógicas para sujeitos com diagnóstico de TDAH: uma revisão integrativa. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 18, n. 00, p. 3-15, 2023.

SILVA, M. A. P. *Cartografia escolar inclusiva*: um quiz como recurso pedagógico para estudantes com TDAH. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2024.

SILVEIRA, M. et al. Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH): características, diagnóstico e tratamento com metilfenidato. *Revista Brasileira de Educação e Saúde*, v. 13, n. 3, p. 538–544, 2023.

Jogos táteis em parques: inclusão, aprendizagem e acessibilidade

Figueiredo, Luiz Fernando Gonçalves de[*1]; Ourives, Eliete Auxiliadora Assunção[2]; Dias, Franciele Vieira[3]; Rocha, Luís Cláudio de Melo Brito[4]; Vieira, Milton Luiz Horn[5]; Martins, Gleyston Barbosa[6]; Figueiredo, Attílio Bolivar Ourives[7]; Schimmel, Daniel Rodrigues[8]

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 10.52050/9788579177132-13

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento e aplicação de jogos táteis em parques como ferramentas de inclusão, aprendizagem sensorial e acessibilidade para pessoas com deficiência visual. Utilizando tecnologias de fabricação digital, como impressão 3D e corte a laser, os jogos foram projetados para promover a orientação espacial, o convívio social e o acesso ao lazer em ambientes naturais. A proposta fundamenta-se em princípios de design centrado no usuário e educação inclusiva, demonstrando como a integração entre corpo, espaço e tecnologia pode transformar os parques em territórios de aprendizagem e cidadania sensível à diversidade.
Palavras-chave: acessibilidade, aprendizagem sensorial, fabricação digital.

ABSTRACT

This article presents the development and application of tactile games in parks as tools for inclusion, sensory learning, and accessibility for people with visual impairments. Using digital fabrication technologies such as 3D printing and laser

cutting, the games were designed to promote spatial orientation, social interaction, and access to leisure in natural environments. The proposal is grounded in principles of user-centered design and inclusive education, demonstrating how the integration of body, space, and technology can transform parks into territories of learning and citizenship sensitive to diversity.
Keywords: *accessibility, sensory learning, digital fabrication.*

1. INTRODUÇÃO

A democratização do acesso aos espaços públicos, ao lazer e à aprendizagem é um dos pilares para a construção de uma sociedade verdadeiramente inclusiva. No entanto, ainda persistem barreiras que limitam a participação de pessoas com deficiência em ambientes naturais, como parques e unidades de conservação. Embora o direito à acessibilidade esteja garantido por documentos como a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (ONU, 2006) e a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015), a concretização desse direito demanda soluções inovadoras, sensíveis à diversidade perceptiva e ao protagonismo dos usuários.

Dentre as pessoas com deficiência, aquelas com deficiência visual enfrentam desafios significativos para acessar e se orientar em espaços amplos, especialmente em ambientes ao ar livre onde há menos referências físicas e táteis. Segundo Borges e Pacheco (2019), a ausência de estímulos sensoriais adequados compromete não apenas a mobilidade autônoma, mas também a construção de mapas mentais e a apropriação simbólica dos espaços. Nesse contexto, jogos táteis surgem como ferramentas potentes de mediação entre corpo, espaço e cognição, possibilitando experiências de exploração, descoberta e aprendizado que não dependem da visão.

Os jogos acessíveis, quando desenvolvidos a partir do design centrado no usuário, permitem criar experiências que respeitam as necessidades específicas dos públicos a que se destinam. Para Lidwell, Holden e Butler (2011), o design universal busca atender o maior número possível de pessoas, mas o design centrado na diversidade vai além da padronização e considera as particularidades sensoriais, motoras e cognitivas dos usuários reais. Isso se alinha à perspectiva de Waisman e Lima (2021), que propõem um "design sensível à diferença", no qual a escuta e a experimentação são fundamentais para criar artefatos verdadeiramente inclusivos.

A fabricação digital tem ampliado as possibilidades para o desenvolvimento desses recursos. Tecnologias como a impressão 3D e o corte a laser tornam viável a produção de jogos personalizados, com texturas, relevos e formas que favorecem a mediação tátil. Para Blikstein (2013), a cultura maker representa uma

nova ecologia de aprendizagem e criação, que rompe com a lógica da produção em massa e permite a construção local e colaborativa de soluções. Quando aplicadas a projetos educacionais e inclusivos, essas tecnologias possibilitam a criação de jogos acessíveis com baixo custo, grande adaptabilidade e forte potencial pedagógico.

Além do aspecto funcional, é preciso considerar o valor simbólico e afetivo do toque na experiência de mundo de pessoas com deficiência visual. O corpo, nesse caso, é não apenas um instrumento, mas o próprio meio de conhecer, como defendem Merleau-Ponty (1999) e Skliar (2003). A mediação tátil promove não apenas o acesso à informação, mas também o pertencimento ao espaço. Em jogos instalados em ambientes naturais, como parques estaduais, essa relação se aprofunda, pois o contato com o ambiente ativa múltiplos sentidos, amplia repertórios sensoriais e favorece o vínculo com o território.

Manzini (2015) destaca que projetos de design social devem ser enraizados nas realidades locais e orientados pela escuta dos contextos. Isso implica que a criação de jogos táteis em parques não pode ser dissociada do ambiente em que são instalados, nem das comunidades que irão interagir com eles. Trata-se de pensar o parque não apenas como um espaço de lazer, mas como um território de aprendizagem, convívio e construção de cidadania sensível à diversidade.

Dessa forma, este artigo apresenta uma proposta de jogos táteis desenvolvidos e aplicados em um parque estadual, com foco na inclusão de pessoas com deficiência visual. A partir da integração entre design participativo, fabricação digital e princípios de acessibilidade, busca-se explorar como o toque pode se tornar uma tecnologia de mediação potente entre o sujeito, o espaço e o conhecimento. O trabalho visa contribuir com práticas replicáveis e metodologias acessíveis, que transformem os parques em ambientes mais democráticos, sensíveis e educadores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e intervencionista, teve como objetivo adaptar um jogo já existente para torná-lo acessível a pessoas com deficiência visual, promovendo inclusão e aprendizagem sensorial em ambiente de parque natural. A abordagem metodológica seguiu os princípios do design centrado no usuário e da acessibilidade comunicacional, com base em referenciais do design inclusivo.

Participantes e aspectos éticos

Participaram da pesquisa crianças com deficiência visual atendidas por uma escola pública de educação especial, além de professores e familiares. A proposta está em conformidade com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os participantes e seus responsáveis legais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).Materiais e processo de adaptação

O jogo original, utilizado em atividades lúdicas ao ar livre, foi selecionado por seu potencial de exploração espacial, regras simples e possibilidade de interação em grupo. A adaptação foi realizada por meio da inclusão de elementos táteis, contrastes de textura, braile e formas reconhecíveis ao toque, respeitando os princípios de desenho universal (Mace, 1985; Burgstahler, 2015). Utilizou-se tecnologia de fabricação digital disponível em espaço maker, como impressora 3D e máquina de corte a laser, com materiais como PLA e MDF.

As modificações buscaram garantir a equivalência funcional entre a versão original e a acessível, permitindo que todos os jogadores compartilhassem a mesma experiência, com adaptações discretas, porém eficazes. Foram criadas peças em relevo, tabuleiros com marcações táteis e materiais com resistência e segurança para uso externo.

Procedimentos de coleta e análise de dados

A coleta de dados envolveu observações sistemáticas durante oficinas de uso do jogo adaptado em contexto escolar e no parque estadual. Foram utilizados protocolos de observação, registros fotográficos e anotações de campo, além de rodas de conversa com os participantes sobre usabilidade, compreensão das regras e autonomia na exploração.

As variáveis observadas incluíram:

(a) clareza das informações táteis;

(b) facilidade de manipulação dos elementos adaptados;

(c) autonomia e orientação espacial durante o uso;

(d) interação e engajamento social entre os participantes.

A análise foi realizada por meio da técnica de análise de conteúdo (Bardin, 2011), com categorização emergente dos relatos e observações em torno dos eixos de acessibilidade, aprendizagem sensorial e apropriação do espaço.

A Figura 1 ilustra a versão adaptada do jogo com seus componentes acessíveis. A Tabela 1 resume o processo de adaptação e os materiais empregados em cada etapa.

Figura 01 - Versão adaptada do jogo com elementos táteis e contrastes acessíveis



Fonte: Autores

Tabela 01 - Etapas de adaptação do jogo original para acessibilidade visual

Etapa	Ação realizada	Tecnologias utilizadas	Materiais principais
Diagnóstico inicial	Avaliação do jogo original e entrevistas	Entrevistas semiestruturadas	–
Prototipagem	Criação de peças táteis, marcações e tabuleiro	Impressora 3D, corte a laser	PLA, MDF
Testagem em ambiente	Aplicação em escola e no parque estadual	Observação e registros fotográficos	Tabuleiro e peças
Avaliação participativa	Roda de conversa e análise de usabilidade	Roteiros guiados	–

Fonte: os autores

3. RESULTADOS

A aplicação do jogo tátil adaptado no parque estadual gerou resultados relevantes quanto à usabilidade, à aprendizagem sensorial e à interação entre os participantes com e sem deficiência visual. As observações indicaram

alta aceitação do jogo e forte engajamento durante as atividades lúdicas, especialmente nos contextos de exploração autônoma e cooperação em grupo.

A Figura 2 apresenta o jogo tátil adaptado com peças ambientais em alto-relevo e superfície texturizada. As crianças foram capazes de identificar os elementos naturais (como folhas, animais e formas do terreno) por meio do tato, demonstrando familiaridade crescente com o uso do tabuleiro ao longo das sessões.

Figura 02 - Jogo tátil adaptado instalado em parque, com peças ambientais e etiquetas em Braille



Fonte: Autores

Durante as sessões, foram avaliadas quatro variáveis principais: compreensão das regras, orientação espacial, engajamento social e autonomia tátil. A Tabela 2 resume os níveis de ocorrência desses fatores em cada grupo observado, a partir dos registros de campo e análise qualitativa.

Tabela 02 - Avaliação qualitativa das interações observadas entre os diferentes grupos.

Variáveis	Grupo A – c/ deficiência visual	Grupo B – sem deficiência visual	Grupo C – grupo misto
Compreensão das regras	Alto	Alto	Alto
Orientação espacial	Médio	Alto	Médio
Engajamento social	Alto	Médio	Alto
Autonomia tátil	Alto	-	Alto

Fonte: Autores

As sessões em grupo misto revelaram maior riqueza nas trocas entre os participantes, ampliando a função social do jogo. A presença de etiquetas em Braile e peças com diferentes texturas favoreceu a construção de estratégias de cooperação, especialmente nos momentos de exploração conjunta do tabuleiro.

Além disso, os relatos verbais coletados ao final das atividades indicaram que o jogo contribuiu para a valorização do espaço do parque como ambiente de aprendizagem inclusiva, possibilitando experiências sensoriais significativas, especialmente para os participantes com deficiência visual.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com a adaptação e aplicação do jogo tátil indicam que recursos lúdicos sensoriais em parques podem promover experiências significativas de aprendizagem e inclusão, sobretudo para pessoas com deficiência visual. A presença de elementos em relevo, superfícies texturizadas e etiquetas em Braile favoreceu tanto a compreensão das regras quanto a autonomia na exploração espacial, especialmente entre crianças cegas ou com baixa visão.

Estudos anteriores confirmam que jogos acessíveis são ferramentas eficazes para estimular habilidades cognitivas e motoras em contextos educacionais inclusivos (BORGES; PACHECO, 2019). A interação com peças tridimensionais permite que crianças com deficiência visual construam representações mentais mais complexas do espaço e desenvolvam noções de direção, sequência e posicionamento — aspectos observados no presente estudo durante as oficinas com o jogo no parque estadual.

Além disso, a experiência em grupo misto evidenciou a relevância do design inclusivo como estratégia de interação social. Segundo Lima e Waisman (2021), ambientes e objetos acessíveis não apenas eliminam barreiras, mas também criam oportunidades para a convivência entre diferentes corpos e modos de percepção. Isso foi visível na motivação coletiva, no apoio entre pares e no respeito às diferenças observado nas sessões conjuntas. A utilização de tecnologias de fabricação digital como impressão 3D e corte a laser foi um fator determinante para viabilizar a adaptação do jogo original. Conforme Blikstein (2013), o uso pedagógico de tecnologias digitais pode ser orientado por princípios de justiça social e inovação local, especialmente quando integrado a uma lógica de escuta dos usuários e prototipagem iterativa — como ocorreu neste projeto. As ferramentas de fabricação permitiram testar rapidamente diferentes geometrias e texturas até alcançar o resultado mais eficiente do ponto de vista tátil e funcional.

Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas. A pesquisa foi realizada com um número reduzido de participantes e em apenas um parque, o que restringe a generalização dos resultados. Além disso, fatores climáticos e logísticos influenciaram a frequência e a duração das sessões no ambiente externo. Como observado por Manzini (2015), intervenções em espaços públicos requerem sensibilidade contextual e adaptação constante — o que representa tanto um desafio quanto uma oportunidade para projetos futuros.

Por fim, ao comparar os dados obtidos com pesquisas semelhantes (SILVA; OLIVEIRA, 2020; OLIVEIRA et al., 2022), observa-se convergência quanto ao impacto positivo de jogos adaptados na aprendizagem e na autoestima de crianças com deficiência visual. Contudo, poucos estudos até o momento exploram o potencial desses recursos em ambientes naturais. Assim, esta pesquisa contribui para ampliar o escopo das práticas inclusivas ao integrar natureza, corpo e tecnologia de forma sensível e replicável.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como propósito adaptar um jogo de tabuleiro já existente para torná-lo acessível a pessoas com deficiência visual, promovendo inclusão, aprendizagem sensorial e interação em parques naturais. Os objetivos da pesquisa foram plenamente alcançados, demonstrando a viabilidade técnica, pedagógica e social da proposta.

A adaptação, realizada com o uso de tecnologias de fabricação digital como impressão 3D e corte a laser, permitiu a criação de peças táteis e superfícies texturizadas que favoreceram a orientação espacial e a exploração autônoma. As sessões em grupo misto revelaram o potencial dos jogos acessíveis não apenas como recursos de aprendizagem, mas também como dispositivos de interação social e valorização da diversidade.

Os dados observacionais e os relatos dos participantes indicaram que a proposta contribuiu para ampliar o uso educativo e inclusivo de espaços públicos naturais, incentivando o contato sensorial com o ambiente e a vivência de experiências significativas de pertencimento. Foi possível constatar que a mediação tátil, quando integrada ao design centrado no usuário, oferece caminhos potentes para a inclusão em contextos ainda pouco acessíveis, como parques e áreas de lazer.

A principal contribuição deste artigo para as áreas de Design, Educação e Tecnologia Assistiva está na demonstração de como jogos táteis adaptados podem ser desenvolvidos com baixo custo e aplicados em contextos reais, com impacto direto na qualidade da experiência de usuários com deficiência visual. Para estudos futuros, recomenda-se a ampliação da amostra, o envolvimento de

outros perfis etários e a investigação de formatos híbridos de jogo que integrem dispositivos digitais e feedback háptico.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.

BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. In: FABLearn Conference, 2013, Stanford. *Proceedings of the FABLearn Conference.* Palo Alto: Stanford University, 2013.

BORGES, M. C. C.; PACHECO, E. M. R. Jogos e estratégias para o ensino e aprendizagem de crianças com deficiência visual. *Revista Brasileira de Educação Especial,* Marília, v. 25, n. 4, p. 585–602, out./dez. 2019.

BRASIL. *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.* Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília: Presidência da República, 2015.

LIDWELL, W.; HOLDEN, K.; BUTLER, J. *Princípios universais do design*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

LIMA, M. E. A.; WAISMAN, V. C. Design inclusivo e diferença: diálogos entre o sensível e o coletivo. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 42–59, jan./abr. 2021.

MANZINI, E. *Design, quando todos fazem design*: uma introdução ao design para a inovação social. Rio *de* Janeiro: Editora UFRJ, 2015.

MERLEAU-PONTY, M. *Fenomenologia da percepção*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Nova* York, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm. Acesso em: 01 maio 2025.

SILVA, D. M.; OLIVEIRA, R. A. Jogos táteis e inclusão: uma proposta de intervenção sensorial para alunos com deficiência visual. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 33, p. 1–20, 2020.

Levantamento de projetos de dispositivos de facilitação para escrita manual utilizando manufatura aditiva

Valadão, Júlia Romão[1]; Sime, Mariana Midori[2*]

1 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFES, julia.valadao@edu.ufes.br

2 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFES, mariana.sime@ufes.br

* Correspondência: Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Terapia Ocupacional. Av. Maruípe, 1486 - Maruípe, Vitória, Espírito Santo, Brasil, 29047-185..

DOI 10.52050/9788579177132-14

RESUMO

A escrita manual (EM) marca uma forma de expressão essencial no meio acadêmico e na comprovação de identidade, contudo, pode ser comprometida por limitações físicas ou cognitivas, exigindo adaptações. O estudo realizou um levantamento de dados de desenvolvimento de dispositivos facilitadores da escrita manual, disponíveis para reprodução através de manufatura aditiva. A pesquisa documental foi conduzida em sites/fóruns sobre projetos de adaptações, registrando materiais e modelo em planilha Excel para análise. Foram selecionados 10 dispositivos de formatos variados. Espera-se que os dados organizados auxiliem terapeutas ocupacionais na indicação de recursos adequados, especialmente para estudantes com dificuldades na escrita.
Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Escrita manual, Manufatura Aditiva.

ABSTRACT

Handwriting is an essential form of expression in academia and for identity verification. However, it can be compromised by physical or cognitive limitations, requiring adaptations. This study collected data on the development of handwriting-facilitating devices available for reproduction through additive manufacturing. Documentary research was conducted on websites and forums dedicated to adaptation projects, recording materials and models in an Excel spreadsheet for analysis. Ten devices of varying formats were selected. The organized data are expected to assist occupational therapists in recommending appropriate resources, especially for students with writing difficulties.

Keywords: *Assistive Technology*; *Handwriting*; *Additive Manufacturing.*

1. INTRODUÇÃO

O ato de escrever marca uma evolução da espécie humana, pois através da escrita o ser humano passou a transcrever seus pensamentos e repassar o conhecimento para as futuras gerações (BUCHWEITZ, 2021). Apesar de, na era digital atual, a escrita ser realizada de forma digital, através de computadores, tablets e smartphones, a escrita manual ainda se faz presente principalmente no período escolar e na realização de comprovação de atividades financeiras como comprovação da identidade, uma vez que cada escrita é única como uma digital (MUTAI et al., 2022).

Sob a ótica cognitiva e funcional, para realização da atividade da escrita manual é importante haver uma série de fatores convergindo para que de fato ela ocorra. Assim, ela demanda uma coordenação motora fina, integração bilateral e viso-motora, planejamento motor, manipulação, propriocepção, percepção visual, atenção sustentada, consciência sensorial e uma pinça eficiente para a preensão no instrumento da escrita, além de força para o texto fique legível (FEDER; MAJNEMER, 2007). Segundo a ótica funcional e anatômica, Napier (1956) classificou o movimento realizado para realizar a escrita como uma preensão de precisão, configurando a escrita como uma tarefa complexa, em que é necessário haver um planejamento motor fino para que ela seja de fato executada.

No entanto, durante a vida, alguns obstáculos podem levar à interrupção ou não realização desta atividade, seja por declínios cognitivos ou por limitações na condição física (BUCHWEITZ, 2021), tais como perda de força, deformidades articulares, doenças reumatológicas, transtornos de desenvolvimento da coordenação motora ou doenças degenerativas como a Doença de Parkinson (ROSENBLUM et al., 2022; HEN-HERBST; ROSENBLUM, 2022; PRUNTY, 2016; HABERFEHLNER et al., 2011).

Nesse sentido, a Terapia Ocupacional através do uso de recursos de Tecnologia Assistiva (TA), principalmente órteses e adaptações, objetiva proporcionar a retomada dessa atividade significativa, promovendo independência e participação social (PAULA; BALEOTTI, 2011). Dado que a maior parte das demandas da adaptação da escrita surgem na fase dos primeiros anos escolares, é essencial haver este trabalho interdisciplinar entre Terapeutas Ocupacionais e Professores a fim de alcançar a inclusão escolar (RETTINGER et al., 2024). Com isso, no contexto da Educação Inclusiva, a Tecnologia Assistiva (TA) proporciona uma nova forma de pensar o fazer nas atividades, a partir da adaptação dos dispositivos (VIANA, 2015).

A Manufatura Aditiva (MA) ou Impressão 3D, surge no final dos anos 1980 com a possibilidade de criação de modelos físicos de produtos (prototipagem), através da utilização de softwares como o CAD. Com isso, a MA pode ser definida como um processo de fabricação por meio da adição sucessiva de material na forma de camada, tendo como finalidade uma representação geométrica 3D (VOLPATO, 2017). Dessa forma, a produção através da MA/Impressão tridimensional ocorre através da fusão ou depósito de materiais, como o plástico,metal, cerâmica,pós, líquidos ou até mesmo células vivas, para a produção de um objeto 3D (VENTOLA, 2014).

Assim está forma de trabalho começou a ser amplamente explorada por design por conta da sua liberdade geométrica de construção de estrutura física em 3D. Sendo assim, a MA uma técnica que permite inúmeras possibilidades, especialmente no desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva (TA), por sua praticidade de ser customizada e modificada de acordo com os gostos do usuário (MARINHO et al., 2020; McDONALD et al., 2016).

Existem diversos modelos de dispositivos/facilitadores para escrita manual produzidos no mercado, seja para adquirir através da compra ou para produção através da manufatura aditiva (impressão tridimensional), esses modelos devem ser analisados a partir do tamanho, peso, forma, estrutura e estética que vão influenciar diretamente na adesão ao seu uso (KERMAVNAR et al., 2021).

Na internet há inúmeros fóruns e sites que disponibilizam projetos em formato *open source*, prontos para a impressão, o que facilita o acesso à tecnologia. Diante dos benefícios funcionais e da diversidade de opções de facilitadores para escrita manual, é interessante verificar quais são eles e as principais informações e características, para que possam auxiliar terapeutas ocupacionais na escolha e definição do dispositivo que melhor atende a demanda do sujeito.

Assim, o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento de projetos de desenvolvimento de dispositivos facilitadores da escrita manual, disponíveis para reprodução, através da manufatura aditiva.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa documental cuja temática foi delimitada através da questão norteadora: "Quais adaptações/facilitadores da escrita manual estão disponíveis para reprodução?".

A busca foi realizada em fóruns de discussão e sites nacionais e internacionais que se destinam a reunir projetos para produção por meio da MA, no período de Setembro de 2024 a Março de 2025, utilizando os seguintes descritores: "Escrita manual", "Suporte para caneta", "Dispositivo", "Preensão" e "Adaptação" nos idiomas português e inglês.

Os critérios de inclusão foram propostas de facilitadores que continham imagens do projeto e/ou do dispositivo pronto, a sua forma de utilização e características. Já os critérios de exclusão, foram dispositivos que, apesar de descritos para atenderem ao objetivo de escrita manual, não correspondiam a essa ação e projetos repetidos ou muito semelhantes.

Para ampliar o escopo de resultados, ao encontrar um dispositivo que respondia aos critérios de inclusão, também foram analisadas as sugestões de outros projetos, presentes na mesma página.

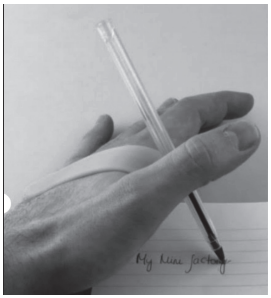
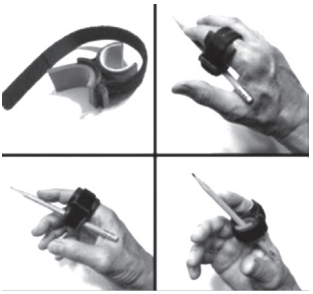
Após selecionados foram registradas, em planilha no software Excel, as seguintes informações: nome dado ao dispositivo, os links para acesso e fotos e descrição da característica do dispositivo.

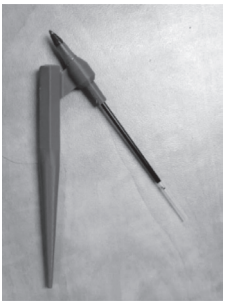
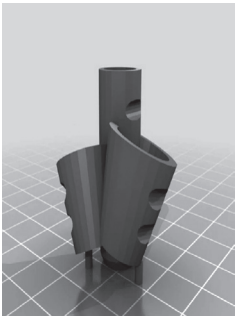
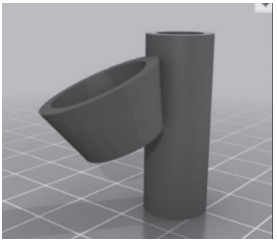
A análise dos dados buscou categorizar os dispositivos por tipo de preensão ou forma de fixação na mão do usuário.

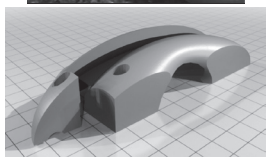
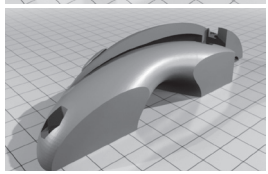
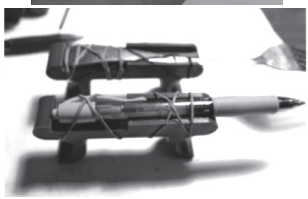
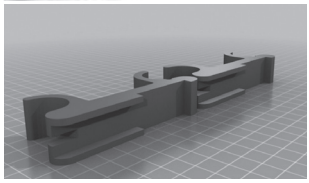
3. RESULTADOS

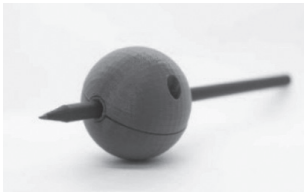
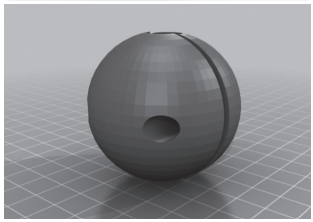
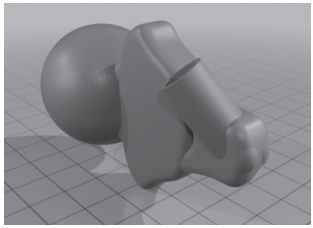
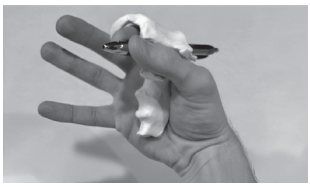
Ao total foram encontrados 10 dispositivos que se propõem a facilitar/adaptar a escrita manual. A Tabela 1 apresenta os dados de cada, incluindo fotos.

Tabela 01 - Dispositivos selecionados a partir de fóruns/sites não comerciais

Código e nome do dispositivo	Site do projeto	Imagem
D1 - Pen Holder for hand support	https://www.myminifactory.com/object/3d-print-pen-holder-for-hand-support-5484	
D2- Writing Aid Cuff	https://br.pinterest.com/pin/866168940812870899/	

Código e nome do dispositivo	Site do projeto	Imagem
D3- Bic pen offset holder	https://www.thingiverse.com/thing:5523622	
D4 - Writing Posture correction for children	https://www.thingiverse.com/thing:3203268	 
D5 - Pencil Grip	https://www.thingiverse.com/thing:2550367	 

Código e nome do dispositivo	Site do projeto	Imagem
D6- Ladybug Adaptive Pen	https://www.thingiverse.com/thing:6967184	  
D7- Adaptive Silverware Handles	https://www.thingiverse.com/thing:1079951	  

Código e nome do dispositivo	Site do projeto	Imagem
D8- Grip Ball 50mm	https://www.thingiverse.com/thing:5140955	 
D9-Experimental writing aid for	https://www.thingiverse.com/thing:6917643	 
D10 - Pen Holder	https://grabcad.com/library/pen-holder-to-help-those-with-disabilities-write	 

O principal material utilizado foi o filamento de termoplástico, sendo o Poliácido Láctico (PLA) o mais citado. Como complementação, alguns projetos acrescentaram elástico, emborrachado de Etileno-Vinil-Acetato (EVA) e velcro.

Pode-se verificar que as propostas de adaptações são variadas em formatos e formas de uso. A Tabela 02 apresenta uma categorização dos dispositivos encontrados, de acordo com as suas características.

Tabela 02 - Categorização Dos tipos de adaptação

Característica das Adaptações	Descrição	Dispositivos
Engrossar o instrumento de escrita	Utilização de adaptação para aumentar a espessura da caneta/lápis.	D8
Apoio palmar	Utilização da palma da mão como suporte.	D3, D9, D10
Ausência de preensão dos dedos	O instrumento é segurado sem aplicar pressão digital	D1, D6 e D7
Encaixe nos dedos	O instrumento é apoiado sobre os dedos.	D2, D4 e D5

4. DISCUSSÃO

A diversidade dos modelos encontrados demonstra a gama de condições de saúde que levam a dificuldade na escrita manual e demandam diferentes dispositivos que levam em consideração não apenas a funcionalidade, mas também a ergonomia e a estética. Diante disso, observa-se como a MA, por sua característica de produção possibilita a criação de diversos modelos projetados com exclusividade para o sujeito, respeitando suas características anatômicas e a estética desejada, além da durabilidade do projeto (KERMAVNAR et al., 2021).

Com isso, pode ser observado nos presentes dispositivos a composição de um material predominante, o filamento de polímero termoplástico em Ácido Poliático (PLA do inglês *Polylatic Acid*)). O PLA é um material biodegradável e é considerado muito rígido e resistente, tem pouca flexibilidade e baixa resistência à tração, o que acarreta em dificuldade ao estabelecer dispositivos que demandem encaixes mais complexos (WALCHER, 2018; DRUMRIGHT, 2000). Contudo, o PLA apresenta diversas vantagens como a sustentabilidade e a biocompatibilidade, que previne efeitos tóxicos e carcinogênicos, sendo assim, o material mais utilizado (ATHANASIOU, 1996).

Nos 10 projetos encontrados em fóruns/sites, foi possível observar diferentes propostas e dentre elas dispositivos personalizados para indivíduos com demandas únicas com relatos na descrição sobre o processo de idealização e confecção.

Diante da diversidade de dispositivos apresentada, foi elaborada uma categorização para os tipos de dispositivos de escrita manual.

A primeira categoria foi demarcada por um dispositivo (D8) que tinha como proposta aumentar o diâmetro do instrumento de escrita (caneta/lápis), permitindo a realização de uma preensão com os dedos estendidos. Logo a destreza fina necessária para realizar o movimento de pinça e substituída por dedos estendidos possibilitando uma maior atuação de articulações maiores como o punho e cotovelo, com isso, este dispositivo não permite que haja ausência total de força e preensão, uma vez que ele apenas dispensa a utilização da destreza fina (SIME, 2012; PARDINI JR., 2006, p. 18). Logo, este dispositivo poderia ser recomendado para crianças que ainda estão no processo de amadurecimento da escrita, ou pessoas com menos força muscular em dedos.

Já a segunda categoria tem como característica dispositivos (D3, D9 e D10) que demandam a utilização da palma da mão para estabilizar ou dar apoio ao instrumento de escrita, sendo assim o arco palmar se mantém, permitindo que ocorra a estabilização durante a preensão, mesmo com limitações motoras distais (SANGOLE; LEVIN, 2009; SANGOLE; LEVIN, 2008). Com isso, essas adaptações exigem menos força de preensão, sem o uso da pinça trípode, utilizando articulações maiores como o punho e cotovelo e em alguns casos o ombro. Dessa forma, indivíduos que sofrem com falta de força e mobilidade nos dedos poderiam utilizar essa adaptação.

A terceira categoria é caracterizada por adaptações que não precisam de nenhuma preensão dos dedos (D1, D6 e D7), sendo somente encaixados na palma da mão ou dedos, utilizando articulações maiores como punho, cotovelo e ombro para realizar a atividade da escrita, com ausência total do movimento de pinça trípode. Logo, o movimento é realizado por essas articulações maiores ao realizar o deslizamento do dispositivo, podendo ser recomendado para casos mais graves onde há ausência de força para a manutenção da preensão para escrita (PARDINI JR., 2006, p. 18).

Na quarta categoria de "Encaixe dos dedos", os dispositivos confeccionados (D2, D4 e D5) tem como objetivo estimular o uso da pinça trípode, entretanto, não demanda força para manter esta posição. Assim o dispositivo é utilizado como "ponte" para que a força e precisão para realização da pinça sejam mantidas, sendo que o indivíduo que vai utilizá-la precisa realizar a flexão e extensão dos dedos com menor dificuldade (SIME, 2012; PARDINI JR., 2006, p. 18).

Durante a coleta de dados foi possível observar a confecção de dispositivos personalizados através da descrição e características marcantes.

Diante disso, no dispositivo D6 é possível perceber a presença de padrões de uma joaninha, neste caso em específico o professor reconheceu a preferência de seu aluno por insetos e tentou reproduzir um dispositivo que tivesse as características de um joaninha e apelidou o dispositivo com o nome de uma

personagem de desenho famosa. Essa percepção do professor fomenta a maior adesão ao uso do dispositivo, uma vez que as preferências do sujeito se tornam parte do processo de adaptação e coloca em prática a educação inclusiva através do uso da TA (KERMAVNAR et al., 2021; VIANA, 2015).

Já no dispositivo D10 é relatado que ele foi confeccionado por um jovem, para sua avó para que ela pudesse voltar a escrever cartas para os seus netos, uma vez em que ela sofreu um acidente vascular encefálico e não conseguia mais realizar esta atividade.

Assim, esses relatos na descrição dos dispositivos, reforçam a diversidade e também refletem as múltiplas demandas presentes tanto no contexto escolar, quanto no contexto da vida do adulto e do idoso, considerando diferentes condições de saúde que impactam diretamente na realização da escrita manual, como apontado por Rosenblum et al. (2022) e por Hen-Herbst e Rosenblum (2022).

Neste contexto, a Manufatura Aditiva demonstrou ser um recurso versátil em sua forma de confecção uma vez que permite a realização de diversos projetos personalizados o que garante uma maior diversidade para os usuários. Além disso, através da utilização do PLA, este recurso ainda apresenta durabilidade e biocompatibilidade (ATHANASIOU, 1996).

Entretanto, observa-se que, embora muitos dispositivos estejam disponíveis em plataformas abertas, ainda há desafios relacionados à clareza das informações sobre materiais, processos de montagem e instruções de uso. Essa limitação pode impactar a correta confecção e utilização dos dispositivos e, consequentemente, seus benefícios funcionais.

Assim, torna-se relevante o papel dos terapeutas ocupacionais como o profissional capacitado para realizar a prescrição dos dispositivos, além de ser um profissional essencial no processo de planejamento e confecção desses dispositivos (RETTINGER et al., 2024).

5. CONCLUSÕES

Os dispositivos encontrados no estudo demonstraram que por meio da MA é possível ter diferentes projetos personalizados com um mesmo objetivo: proporcionar o retorno de uma atividade significativa e complexa como a escrita manual. A diversidade de modelos analisados demonstra não apenas a variedade de condições de saúde e fases de vida, mas como o design individualizado promove autonomia e participação social ao pensar nas singularidades de cada indivíduo. Com isso, descrições como os dispositivos D6 e D10 ilustram como o uso singular da TA pode resgatar atividades significativas e fortalecer vínculos sociais.

Contudo, alguns desafios ainda permanecem relacionados à falta de acessibilidade das impressoras 3D, à falta de capacitação dos profissionais para compreender o processo de planejamento e confecção das adaptações. Além disso, é essencial haver estudos que comprovem a eficácia dos dispositivos, a fim de afirmar que eles de fato facilitam a atividade da escrita manual no cotidiano, bem como a perspectiva de satisfação do usuário. Diante disso, destaca-se a atuação do terapeuta ocupacional ocupacional na prescrição e desenvolvimento desses dispositivos, bem como a atuação interdisciplinar com profissionais da educação a fim de promover uma educação mais inclusiva, buscando promover políticas públicas que favoreçam o acesso universal a essas tecnologias.

Conclui-se , portanto, que o avanço no uso da MA associada à atuação interdisciplinar é fundamental para consolidar práticas inclusivas e eficazes. Investimentos em pesquisas futuras sobre ergonomia, usabilidade e impacto funcional são indispensáveis para o aprimoramento desses recursos, contribuindo para a promoção da autonomia e da participação social de crianças, adultos e idosos.

Considera-se pertinente que futuros estudos avancem na análise ergonômica desses dispositivos, bem como em estudos de usabilidade e impacto na funcionalidade e na participação social dos indivíduos.

REFERÊNCIAS

ATHANASIOU, K. A.; NIEDERAUER, G. G.; AGRAWAL, C. M. Sterilization, toxicity, biocompatibility and clinical applications of polylactic acid/polyglycolic acid copolymers. *Biomaterial**s***, Oxford, v. 17, n. 2, p. 93–102, jan. 1996.

BUCHWEITZ, A. A Neurobiologia da leitura e escrita. In: BUCHWEITZ, A. *Relatório Nacional de Alfabetização - Baseada em Evidências (RENABE)*. Brasília, DF: Ministério da Educação – MEC, 2021. p. 69–95.

DRUMRIGHT, R. E.; GRUBER, P. R.; HENTON, D. E. Polylactic acid technology. *Advanced Materials*, Weinheim, v. 12, n. 23, p. 1841–1846, dez. 2000.

FEDER, K. P.; MAJNEMER, A. Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v. 49, n. 4, p. 312–317, 2007.

HABERFEHLNER, H.; VISSER, B.; DAFFERTSHOFER, A.; VAN ROSSUM, M. A.; ROORDA, L. D.; VAN DER LEEDEN, M.; DEKKER, J.; HOEKSMA, A. F. Handwriting difficulties in juvenile idiopathic arthritis: a pilot study. *Clinical and Experimental Rheumatology,* v. 29, n. 5, p. 887–893, 2011.

HEN-HERBST, L.; ROSENBLUM, S. Handwriting and Motor-Related Daily Performance among Adolescents with Dysgraphia and Their Impact on Physical Health-Related Quality of Life. *Children (Basel)*, v. 9, n. 10, p. 1437, 2022.

KERMAVNAR, T.; SHANNON, A.; O´SULLIVAN, L. W. The application of additive manufacturing / 3D printing in ergonomic aspects of product design: A systematic review. *Applied Ergonomics*, v. 97, p. 103528, 2021.

MARINHO, F. D.; SANTOS, P. M.; NARDI, S. M. T.; SIME, M. M.; COUTINHO, G. C. Uso de órtese impressa em 3D e tratamento terapêutico ocupacional na rizartrose. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, v. 28, n. 4, p. 1151–1164, 2020.

McDONALD, S. et al. Uncovering challenges and opportunities for 3D printing assistive technology with physical therapists. In: *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS '16*, Reno, NV, USA, 23–26 Out. 2016. New York: ACM, 2016. p. 131–139.

MUTAI, H.; SATO, M.; KITAHARA, T.; HAMADA, A.; OZAWA, K.; NOJI, A.; SUGIMOTO, S.; IWANAMI, J.; SAGARI, A. Effects of occupational therapy on improvements in the handwriting ability of the adult non-dominant hand: An exploratory randomised controlled trial. *Australian Occupational Therapy Journal*, v. 69, n. 1, p. 15–24, 2022.

NAPIER, J. R. The prehensile movements of the human hand. *The Journal of Bone and Joint Surgery British*, v. 38-B, n. 4, p. 902–913, 1956. https://doi.org/10.1302/0301-620X.38B4.902.

PARDINI JR., A. G. Anatomia funcional. In: FREITAS, P. P. (ed.). *Reabilitação da mão*. São Paulo: Atheneu, 2006. p. 1–18.

PAULA, M. A. F.; BALEOTTI, L. R. Inclusão escolar do aluno com deficiência física: contribuições da Terapia Ocupacional. *Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar*, São Carlos, v. 19, n. 1, p. 53–69, jan./abr. 2011.

PRUNTY, M.; BARNETT, A. L.; WILMUT, K.; PLUMB, M. Visual perceptual and handwriting skills in children with Developmental Coordination Disorder. *Human Movement Science*, v. 49, p. 54–65, 2016. https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.06.003.

RETTINGER, L. et al. Evaluating the experiences of occupational therapists and children using the SensoGrip pressure-sensitive pen in a handwriting intervention: multimethods study. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, [S. l.], v. 11, e 51116, 7 mar. 2024.

ROSENBLUM, S.; MEYER, S.; RICHARDSON, A.; HASSIN-BAER, S. Patients' Self-Report and Handwriting Performance Features as Indicators for Suspected Mild Cognitive Impairment in Parkinson's Disease. *Sensors*, v. 22, n. 2, p. 569, 2022. https://doi.org/10.3390/s22020569.

SANGOLE, A. P.; LEVIN, M. F. Arches of the hand in reach to grasp. *Journal of Biomechanics*, Oxford, v. 41, n. 4, p. 829–837, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2007.11.006.

SANGOLE, A. P.; LEVIN, M. F. Motor strategies underlying the control of hand posture. *Experimental Brain Research,* Berlin, v. 193, p. 611–627, 2009. DOI: https://doi.org/10.1007/s00221-008-1486-6.

SIME, M. M. *Preensão para escrita manual em universitários*: diferentes tipos e sua relação com teste de destreza fina. Dissertação (Mestrado em Terapia Ocupacional) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

VIANA, M. L. A atuação da Terapia Ocupacional no uso da tecnologia assistiva no contexto da educação inclusiva. *ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS* - Campus Porto Alegre, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 93–107, jul./dez. 2015.

VENTOLA, C, L. Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses. *P&T*. v. 39, n. 10, p. 704-711, Outubro, 2014.

VOLPATO, N. *Manufatura aditiva*: tecnologias e aplicações da impressão 3D. São Paulo: Blucher, 2017.

WALCHER, G.P. *O uso da impressora 3D na saúde*: revisão integrativa. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Terapia Ocupacional) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

Livro digital acessível: perspectiva para prevenção da violência sexual da criança surda

Silva, Daniele Rosa de Arruda da*[1]; Hummel, Eromi Izabel*[2]

1 – Programa de Pós-Graduação em Educação Inclusiva, Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, daniele.arruda@unespar.edu.br

2 – Profa. Dra. Eromi Izabel Hummel, Programa de Pós-Graduação em Educação Inclusiva, Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, eromi.hummel@ies.unespar.edu.br

DOI 10.52050/9788579177132-15

RESUMO

Crianças surdas enfrentam múltiplas barreiras no acesso à educação sexual e à prevenção da violência. Este estudo teve como objetivo analisar a abordagem da prevenção da violência sexual com crianças surdas nos anos iniciais. A pesquisa qualitativa utilizou entrevistas com professores e análise de dados. Os resultados revelaram carência de materiais acessíveis, insegurança docente e necessidade de recursos específicos. Como contribuição, foi desenvolvido um livro digital em Libras, promovendo inclusão, proteção e acesso ao conhecimento, com relevância para as áreas da Educação e da Tecnologia Assistiva.
Palavras-chave: *violência sexual, surdez, livro digital.*

ABSTRACT

Deaf children face multiple barriers in accessing sexual education and violence prevention. This study aimed to analyze how the prevention of sexual violence is addressed with deaf children in early elementary education. The qualitative research involved interviews with teachers and document analysis. The results showed a lack of accessible materials, teacher insecurity, and a need for specific resources. As a contribution, an accessible digital book in Libras was developed, promoting inclusion, protection, and knowledge access, with relevance to the fields of Education and Assistive Technology.
Keywords: *sexual violence, deafness, digital book.*

1. INTRODUÇÃO

A violência sexual contra crianças é uma grave violação dos direitos humanos e, infelizmente, uma realidade crescente no Brasil. De acordo com o Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP), entre 2017 e 2020, foram registrados mais de 179 mil casos de estupro ou estupro de vulnerável envolvendo vítimas com até 19 anos, sendo que um terço desses casos refere-se a crianças de até 10 anos de idade. A maior parte das ocorrências acontece no ambiente familiar, tendo como autores pessoas conhecidas pela vítima, o que reforça a urgência da educação para a prevenção desde a infância.

Quando se trata de crianças com deficiência, o cenário torna-se ainda mais alarmante. Crianças surdas, por exemplo, enfrentam barreiras linguísticas, sociais e educacionais que as tornam mais vulneráveis à violência e menos propensas a denunciar abusos. Muitas delas convivem em lares onde seus familiares não dominam a Língua Brasileira de Sinais (Libras), o que dificulta o diálogo sobre temas sensíveis como sexualidade e limites corporais. Nas escolas, a falta de formação dos professores para lidar com questões relacionadas à educação sexual e à surdez contribui para a invisibilização do tema e para a perpetuação de situações de risco.

Embora a legislação brasileira reconheça a Libras como meio legal de comunicação e expressão (Lei nº 10.436/2002) e estabeleça diretrizes para a educação bilíngue de estudantes surdos (Decreto nº 5.626/2005), na prática, ainda são escassos os materiais pedagógicos acessíveis que abordem a temática da violência sexual sob a perspectiva da surdez. Essa lacuna representa um obstáculo à garantia dos direitos dessas crianças, uma vez que o acesso à informação é uma das formas mais eficazes de proteção.

A escola tem um papel fundamental na formação integral dos estudantes e na construção de ambientes seguros e inclusivos. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a necessidade da formação integral das crianças, promovendo o respeito às diferenças e o desenvolvimento da autonomia. No entanto, o tema da educação sexual ainda é tratado como tabu em muitas instituições, sobretudo quando se refere a crianças com deficiência. Nesse contexto, destaca-se a importância da literatura surda como ferramenta pedagógica que respeita a experiência visual dos surdos e contribui para a formação de sua identidade cultural e linguística.

Com base nesse cenário, esta pesquisa parte da necessidade de compreender como a prevenção da violência sexual vem sendo trabalhada com crianças surdas no contexto escolar e de desenvolver um recurso educacional acessível e culturalmente relevante. A metodologia adotada combina pesquisa bibliográfica, estudo de legislação e políticas públicas, além da realização de entrevistas com

professores ouvintes e surdos atuantes em escolas e Salas de Recursos na cidade de Ivaiporã-PR.

O livro digital acessível proposto é fundamentado nos princípios do Desenho Universal da Aprendizagem (DUA) e Tecnologia Assistiva, visando promover o acesso ao conhecimento por meio de múltiplas formas de representação e expressão. A obra foi elaborada com base na escuta dos profissionais da educação, nas necessidades relatadas pelas escolas e nos pressupostos da Educação Inclusiva, oportunizando às crianças surdas o direito à informação, à proteção e à participação ativa no processo educativo.

O objetivo deste estudo é analisar como tem sido abordada a prevenção da violência sexual com crianças surdas na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental, culminando no desenvolvimento de um livro digital acessível em Libras como recurso pedagógico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório, fundamentada em revisão bibliográfica e entrevistas com professores que atuam com estudantes surdos. O objetivo foi compreender como a temática da prevenção da violência sexual tem sido abordada no contexto educacional e, a partir disso, desenvolver um recurso acessível em Libras voltado às crianças surdas.

A etapa bibliográfica envolveu autores como Quadros (1997), Fernandes (2006), Karnopp (2010), Strobel (2009), Figueiró (2013), Leão (2023), Galvão (2016) , Martelli (2020) e outros que discutem a surdez, a educação sexual, o bilinguismo e o uso de recursos acessíveis na educação inclusiva. Também foram consultados documentos legais, como a Lei nº 10.436/2002, o Decreto nº 5.626/2005 e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), além de dados estatísticos fornecidos pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP) e pelo UNICEF.

A coleta de dados empíricos foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com professores ouvintes e surdos que atuam ou atuaram no processo de inclusão de crianças surdas na rede pública municipal de Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental, bem como nas Salas de Recursos Multifuncionais de colégios estaduais do município de Ivaiporã, Paraná. Os participantes foram selecionados considerando a experiência com o público-alvo da pesquisa.

As entrevistas foram conduzidas de forma presencial e registradas com autorização dos participantes, seguindo os princípios éticos da pesquisa com seres humanos. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNESPAR.

Para a análise dos dados, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo, conforme Gomes (1993), a fim de identificar categorias emergentes relacionadas ao conhecimento dos professores sobre a temática, materiais pedagógicos utilizados, dificuldades enfrentadas, estratégias de abordagem com as famílias e percepção sobre a vulnerabilidade das crianças surdas frente à violência sexual.

Com base nos resultados obtidos, foi elaborado um livro digital acessível em Libras, fundamentado nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que contempla elementos visuais, sinalização em Libras, textos escritos em linguagem simples e ilustrações inspiradas na literatura surda. A produção do material contou com esboços realizados por crianças, posteriormente digitalizados e adaptados com o apoio de profissionais da área da educação e acessibilidade.

3. RESULTADOS

A análise das entrevistas com professores surdos e ouvintes que atuam com crianças surdas revelou importantes lacunas na abordagem da temática da violência sexual nas escolas. Os dados obtidos foram organizados em categorias, conforme a técnica de análise de conteúdo, e revelaram aspectos como: formação e experiência dos professores, conforto ao tratar da temática, acesso a materiais acessíveis e estratégias de prevenção utilizadas.

Em relação à formação dos docentes, identificou-se que a maioria dos entrevistados não possui formação específica sobre prevenção à violência sexual, e apenas uma minoria já participou de cursos ou eventos que tratassem do tema. Apesar disso, a maioria demonstrou reconhecer a importância da temática e afirmou estar disposta a abordá-la em sala de aula, caso possuísse recursos adequados.

> Contemplar formações iniciais e continuadas com conteúdo sobre abuso sexual é uma forma de preparar professores e professoras para a identificação e acolhimento dessas vítimas no espaço escolar (BROL; MARTELLI, 2020, p. 194).

Verificou-se também que os professores, de modo geral, sentem-se inseguros ao tratar do assunto, sobretudo quando se trata de alunos surdos, devido à escassez de materiais acessíveis em Libras e à dificuldade de adaptação de conteúdos sensíveis para a realidade desse público. A maioria dos entrevistados relatou não conhecer livros, vídeos ou materiais digitais voltados à prevenção da violência sexual em língua de sinais.

Quanto à percepção dos professores sobre a vulnerabilidade das crianças surdas, todos os participantes reconheceram que a barreira linguística, a dificuldade de comunicação com os familiares e a ausência de orientação adequada aumentam o risco de essas crianças se tornarem vítimas de violência.

Com base nas respostas obtidas, foi possível identificar a necessidade urgente de recursos acessíveis que abordem a temática da violência sexual de forma lúdica, clara e respeitosa, considerando a realidade visual e cultural das crianças surdas. A partir dessas evidências, desenvolveu-se o livro digital acessível como produto educacional da pesquisa, construído com base nos princípios do Desenho Universal da Aprendizagem (DUA), com sinalização em Libras, imagens ilustrativas, linguagem simples e protagonismo de personagens surdos.

Como produto final, foram elaborados três materiais:

- O livro digital ilustrado em PDF: Luna, Zipy e o Fiel Spike – Protegendo as Crianças link: https://drive.google.com/file/d/1NzV6QOUCDbge7lLFC2SFSkxRdA9vkb2A/view?usp=sharing
- A versão do livro com tradução em Libras, disponível em vídeo no YouTube: https://youtu.be/MOzM2bAyPog
- E a cartilha de orientação para professores e famílias: Cartilha Educativa – Proteção de Crianças Surdas https://drive.google.com/file/d/1_MCUZpDHcnZJgiCBf4Bq0-94RvYvD3Yt/view?usp=sharing

Esses recursos visam apoiar a prática pedagógica e o diálogo com as crianças sobre seus direitos, de forma acessível, sensível e culturalmente significativa para a comunidade surda.

4. DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa evidenciam a urgência de se desenvolver estratégias pedagógicas acessíveis que contemplem a prevenção da violência sexual junto a crianças surdas. A ausência de materiais específicos, relatada pela maioria dos professores entrevistados, reforça o que apontam autores como Fernandes (2012) e Karnopp (2010), ao destacarem a histórica negligência em relação às necessidades linguísticas e culturais da comunidade surda no contexto escolar.

A insegurança dos docentes para abordar o tema da violência sexual está associada, entre outros fatores, à ausência de formação inicial e continuada sobre o assunto. Esse dado dialoga com Leão e Ribeiro (2024), que afirmam ser a educação sexual uma prática fundamental para o combate à violência de gênero e à violação de direitos humanos, mas que ainda é marcada por tabus e resistências. Essa lacuna formativa é ainda mais problemática no caso de

estudantes com deficiência, que, segundo a LBI (Lei Brasileira de Inclusão), devem estar protegidos de todas as formas de negligência e violência.

Ainda, segundo Figueiró (2013), há pesquisas que demonstram as inúmeras consequências do abuso, tais como:

- problemas de desajustamento sexual, tais como o aumento de atividade masturbatória e prostituição;
- problemas interpessoais, exemplos: pavor em relação a contato com adultos ou busca crescente de afeição por parte dos adultos; idealização do homicídio;
- problemas educacionais, como, por exemplo, dificuldade de aprendizagem;
- outros sintomas psicológicos: perda de autoestima; nervosismo; sintomas somáticos; delinquência; depressão (FIGUEIRÓ, 2013, p. 69).

A pesquisa também revelou que o público surdo enfrenta uma dupla barreira: o silenciamento da violência e o impedimento comunicacional para relatar ou compreender situações abusivas. Conforme Quadros e Cruz (2011), a aquisição tardia da Libras prejudica a construção de repertório linguístico das crianças surdas. A literatura surda, nesse contexto, mostra-se uma alternativa potente e necessária para fomentar o letramento visual e o empoderamento das crianças surdas, permitindo-lhes acesso à informação de forma apropriada à sua realidade. "A Literatura Surda é uma manifestação artística da comunidade surda que se expressa principalmente por meio da Língua de Sinais, transmitindo narrativas, histórias e experiências culturais de geração em geração" (QUADROS, 1997).

A proposta de um livro digital acessível, fundamentado nos princípios do Desenho Universal da Aprendizagem (DUA), constitui uma resposta direta às limitações identificadas. O DUA permite a elaboração de materiais que contemplam múltiplas formas de engajamento, representação e ação, possibilitando o acesso ao conhecimento por parte de crianças com diferentes estilos de aprendizagem e necessidades sensoriais. A inclusão da Libras como língua principal do material respeita o bilinguismo da criança surda e proporciona a internalização de conceitos importantes sobre integridade física, respeito e autoproteção.

avanços tecnológicos também têm favorecido o crescimento de um outro tipo de tecnologia, cujos recursos, disponibilizados na escola inclusiva, possibilitam a superação de obstáculos e barreiras decorrentes de comprometimentos, até bastante severos, das funções motoras, sensoriais ou de comunicação, dos estudantes com alguma deficiência (GALVÃO FILHO, 2016, p. 2).

Comparando com outras pesquisas em tecnologia assistiva e educação inclusiva, o recurso proposto destaca-se por dialogar diretamente com os princípios da acessibilidade linguística e cultural. Enquanto muitos estudos abordam adaptações físicas ou sensoriais, esta proposta reforça que a tecnologia assistiva também é linguagem, e que criar materiais pedagógicos em Libras é, por si só, um ato de justiça educacional.

Apesar das contribuições, esta pesquisa reconhece limitações, como o recorte territorial restrito à cidade de Ivaiporã e o número reduzido de entrevistados. Recomenda-se que estudos futuros ampliem o diálogo com familiares e crianças surdas, bem como testem o uso do material proposto em diferentes contextos escolares para avaliar sua eficácia pedagógica e comunicacional.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo analisar como a temática da prevenção da violência sexual vem sendo abordada com crianças surdas na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A pesquisa permitiu identificar fragilidades estruturais no ambiente escolar, como a ausência de formação docente específica, a escassez de materiais pedagógicos acessíveis em Libras e a dificuldade de comunicação com as famílias, especialmente quando estas não dominam a Língua Brasileira de Sinais.

Os dados obtidos por meio das entrevistas com professores surdos e ouvintes revelaram que, embora haja sensibilidade por parte dos profissionais em relação à importância do tema, a falta de preparo e de recursos limita a sua abordagem prática. Também se evidenciou que as crianças surdas estão expostas a riscos significativos, sobretudo pela barreira linguística que impede o acesso a informações básicas sobre o próprio corpo, limites, consentimento e situações de abuso.

Diante desse cenário, a principal contribuição deste trabalho foi o desenvolvimento de um livro digital acessível em Libras, elaborado a partir dos princípios do Desenho Universal da Aprendizagem (DUA), com o objetivo de tornar a informação compreensível, atrativa e eficaz para o público surdo. O material inclui sinalização em Libras, elementos visuais, linguagem simples, bem como elementos da cultura surda.

Conclui-se que é urgente a incorporação de práticas pedagógicas acessíveis que abordem a educação sexual desde os primeiros anos escolares, garantindo às crianças surdas o direito à proteção e à informação. A educação, quando verdadeiramente inclusiva, deve considerar não apenas o acesso físico ao espaço escolar, mas também o acesso linguístico e cultural ao conhecimento.

Este estudo contribui para as áreas da Educação e da Tecnologia Assistiva ao propor um recurso que alia acessibilidade linguística, design educacional e responsabilidade social. Sugere-se que novas pesquisas explorem o impacto do material desenvolvido em contextos reais de uso, bem como a ampliação da proposta para outras deficiências e realidades educacionais, fortalecendo a prevenção da violência e a promoção dos direitos das crianças com deficiência.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) e ao Programa de Pós-Graduação em Educação Inclusiva (PROFEI) pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro à pesquisa. À minha orientadora, Profa. Dra. Eromi Izabel Hummel, por sua dedicação, escuta e orientação constante durante todo o percurso investigativo. Aos professores surdos e ouvintes que gentilmente aceitaram participar desta pesquisa, contribuindo com relatos e reflexões essenciais. À minha família, por todo o apoio, incentivo e compreensão ao longo dessa jornada.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Constituição (1988)*. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. *Decreto n.º 5.626, de 22 de dezembro de 2005*. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 2005.

BRASIL. *Lei n.º 10.436, de 24 de abril de 2002*. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 abr. 2002.

BRASIL. *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015*. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

BRASIL. *Ministério da Educação*. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas. In: BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em Educação.* Portugal: Porto Editora, 1994. p. 15-80.

BORTOLOZZI, A. C. *Sexualidade na infância:* Manual para Educadores/as. São Paulo: Crados Editora, 2022.

DESIDÉRIO, R. (Org.). *Sexualidade em cena:* discursos midiáticos e suas múltiplas leituras. São Carlos: Pedro & João Editores, 2019.

FERNANDES, Eulália. *Surdez:* um olhar sobre as diferenças. 6. ed. São Paulo: Plexus, 2012.

FIGUEIRÓ, Ana Carolina. *Educação Sexual:* aspectos conceituais e metodológicos. Porto Alegre: Mediação, 2013.

GALVÃO FILHO, T. Deficiência intelectual e tecnologias no contexto da escola inclusiva. In: GOMES, C. (Org.). *Discriminação e racismo nas américas:* um problema de justiça, equidade e direitos humanos. Curitiba: CRV, 2016. p. 305-321.

KARNOPP, Lodenir Becker. *Identidades surdas em discurso*. 3. ed. Porto Alegre: Mediação, 2010.

LEÃO, Luiza. *Educação sexual na infância:* práticas e discursos escolares. São Paulo: Cortez, 2023.

LEÃO, Luiza; RIBEIRO, Vitória. *Sexualidade e Educação:* discursos, silêncios e interdições. São Paulo: Cortez, 2024.

MARTELLI, A. C.; SOPELSA, K. (Org.). *Gêneros e sexualidades*: a violência de cada dia. São Carlos: Pedro & João Editores, 2020. 207p

MARTELLI, A. C. *Ações docentes diante das manifestações da sexualidade*. In: Reunião Científica Regional da ANPED. 11., 2016, Curitiba. Anais...Curitiba: UFPR, 2016. p. 1-16.

QUADROS, Ronice Müller de. *Língua de sinais brasileira:* estudos linguísticos. Porto Alegre: Artmed, 1997.

QUADROS, Ronice Müller de; CRUZ, Márcia. *Educação de surdos:* a aquisição da linguagem. São Paulo: Editora da Universidade, 2011.

STROBEL, Karla. *Ouvindo os surdos:* histórias e educação. Petrópolis: Vozes, 2009.

UNICEF. *Violência sexual contra crianças e adolescentes:* uma realidade invisível. Brasília, DF: UNICEF Brasil, 2021. Disponível em: https://www.unicef.org/brazil. Acesso em: 15 abr. 2025.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. *Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2023*. São Paulo: FBSP, 2023. Disponível em: https://forumseguranca.org.br. Acesso em: 14 abr. 2025.

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

Figueiredo, Luiz Fernando Gonçalves[*1]; Ourives, Eliete Auxiliadora Assunção[2]; Dias, Franciele Vieira[3]; Rocha, Luís Cláudio de Melo Brito[4]; Vieira, Milton Luiz Horn[5]; Martins, Gleyston Barbosa[6]; Figueiredo, Attílio Bolivar Ourives[7]; Schimmel, Daniel Rodrigues[8]

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

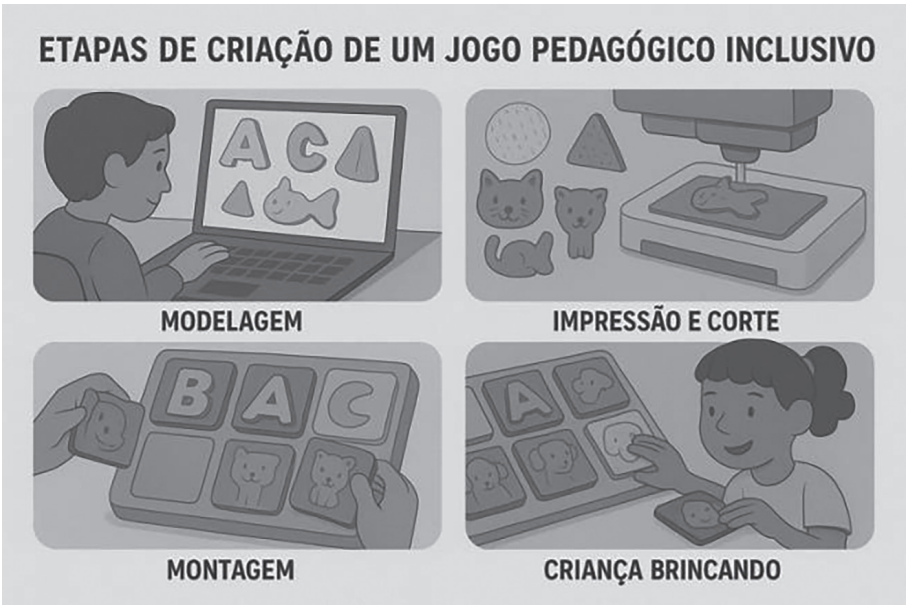
A pesquisa seguiu abordagem qualitativa e exploratória, com base em princípios do design participativo e do design universal para aprendizagem. O processo metodológico foi dividido em quatro etapas principais:

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.

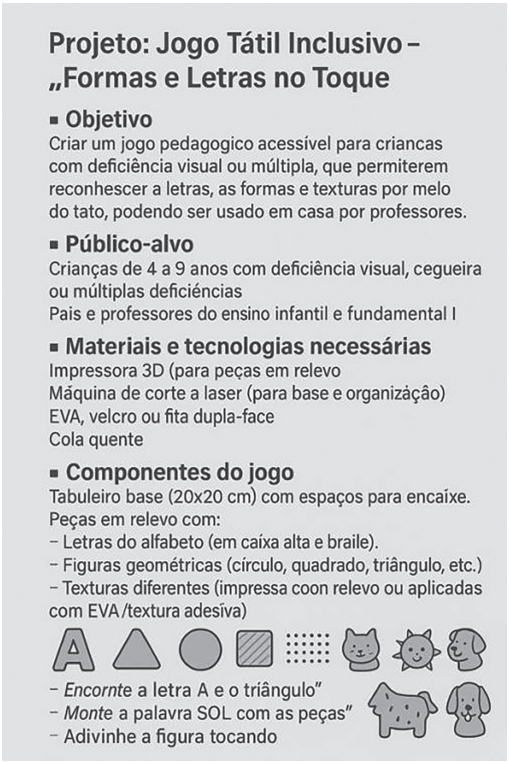
A seguir, pode ser visualizado pela figura 01 e 02 um esquema de elaboração do projeto.

Figura 01 - etapas do jogo pedagógico inclusivo



Fonte: Os autores.

Figura 02 - esquema do projeto do jogo pedagógico inclusivo



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 braile, 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 aliarem 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.

Metodologias assistivas no ensino de biologia: uma revisão sistemática de literatura

Gomes, Alícia de Carvalho*[1]; Mendes, Maricleide Pereira de Lima[2]

1 – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, aliciabioeduc@gmail.com

2 – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, maricleide.mendes@ufrb.edu.br

* -Correspondência: Rua Caetité, 441, Jardim Cruzeiro, Feira de Santana, Bahia, Brasil, 44024-402.

DOI 10.52050/9788579177132-17

RESUMO

A escassez de práticas pedagógicas inclusivas voltadas ao ensino de Biologia para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) revela um desafio urgente na educação científica. Este estudo teve como objetivo mapear e analisar metodologias de ensino, tecnologias assistivas e recursos didáticos inclusivos produzidos no Brasil. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura com base em publicações do ENPEC entre 2015 e 2023. A análise identificou apenas dois trabalhos com foco direto na temática, apontando experiências pontuais, porém relevantes. Conclui-se que há lacunas significativas e potencialidades formativas para a área da Educação e da Tecnologia Assistiva.

Palavras-chave: educação inclusiva, autismo, ensino de biologia.

ABSTRACT

The lack of inclusive pedagogical practices in Biology teaching for students with Autism Spectrum Disorder (ASD) reveals an urgent challenge in science education. This study aimed to map and analyze teaching methodologies, assistive technologies, and inclusive didactic resources developed in Brazil. A systematic literature review was conducted based on publications from ENPEC between 2015 and 2023. The analysis identified only two studies directly focused on the topic, highlighting isolated yet relevant experiences. The findings indicate significant gaps and formative potential for the fields of Education and Assistive Technology.

Keywords: *inclusive education, autism, biology teaching.*

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as discussões sobre educação inclusiva têm ganhado centralidade no cenário educacional brasileiro, impulsionadas por marcos legais como a Constituição Federal de 1988, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996) e a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015). Tais normativas reconhecem o direito de todas as pessoas à educação e impulsionam mudanças significativas nas práticas pedagógicas, especialmente no que se refere à inclusão de estudantes com deficiência em salas regulares. No entanto, como alerta Mantoan (2003), a inclusão não se concretiza apenas com a presença física desses sujeitos na escola; ela exige transformações profundas nos modos de ensinar, avaliar e se relacionar com a diferença.

No caso de estudantes com TEA, as exigências são mais complexas, pois apresentam formas singulares de interação e aprendizagem, exigindo escuta ativa, planejamento intencional e recursos acessíveis (Cabral, Falcke e Marin, 2021). No ensino de Biologia, essas singularidades devem ser consideradas sem impedir o acesso ao conhecimento. Por lidar com vida, diversidade e meio ambiente, a Biologia é um campo promissor para práticas inclusivas, desde que use metodologias flexíveis e sensíveis às diferentes formas de aprender.

Autores como Auler (2001) e Delizoicov (2001) defendem um ensino de Ciências que vá além da simples transmissão de conteúdos, apostando em propostas dialógicas, contextualizadas e centradas no estudante. No caso da inclusão de alunos com TEA,práticas como o uso de jogos, atividades visuais, roteiros estruturados e materiais concretos têm se mostrado eficazes na mediação da aprendizagem (Paiva *et al*., 2024). Contudo, o número de estudos que tratam especificamente do ensino de Biologia para esse público ainda é limitado, o que revela uma lacuna importante na literatura da área. É com base nesse cenário que se justifica a presente pesquisa, vinculada ao Mestrado Profissional em Educação Científica, Inclusão e Diversidade da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). O estudo integra as ações do projeto interinstitucional "Impacto da formação *stricto sensu* de profissionais da Educação na área de Tecnologia Assistiva,Inclusão e Diversidade: contribuições para o desenvolvimento de produtos educacionais" (UFRB/UFES/CAPES), desenvolvido em conjunto com o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica, Inclusão e Diversidade (PPGECID/UFRB), Programa de Pós-Graduação em Gestão de Políticas Públicas (PPGGPP/UFRB), Programa de Pós-Graduação em Ensino, Educação Básica e Formação de Professores (PPGEEDUC/UFES) campus de Alegre (ES) e o Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UFES) campus de Vitória (ES). Inserida no campo da Educação

Inclusiva, a pesquisa foca no ensino de Biologia para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e busca compreender como essa temática tem sido abordada na produção científica nacional recente.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é mapear e analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, as metodologias de ensino, tecnologias assistivas e recursos didáticos inclusivos voltados ao ensino de Biologia para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), com base nos trabalhos publicados nos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) entre os anos de 2015 e 2023.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção, apresentam-se os procedimentos metodológicos da pesquisa, baseada em abordagem qualitativa e revisão sistemática da literatura. Segundo Lima e Mioto (2007), essa revisão seleciona publicações segundo critérios definidos, identificando padrões e lacunas na área. As revisões sistemáticas ampliam o escopo da análise, promovem postura crítica e minimizam o viés do pesquisador (Costa; Zoltowski, 2014).

Para a condução desta pesquisa, foram seguidas cinco etapas principais, conforme orientações metodológicas adaptadas de Galvão e Ricarte (2019): (i) definição do problema de pesquisa; (ii) escolha das bases de dados e realização da coleta do material bibliográfico; (iii) elaboração de estratégias de busca com uso de operadores e filtros específicos; (iv) triagem e organização dos estudos selecionados, com sistematização das informações; e (v) apresentação e discussão dos resultados obtidos.

A primeira etapa da revisão consistiu na delimitação do problema de pesquisa, fundamentada na identificação de lacunas relacionadas à inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) no ensino de Biologia. Observou-se a necessidade de mapear como a produção acadêmica na área da Educação em Ciências tem abordado essa temática, considerando a crescente demanda por práticas pedagógicas inclusivas e recursos didáticos acessíveis. Com base nessa delimitação, definiu-se a seguinte pergunta norteadora para a revisão sistemática: quais metodologias de ensino, tecnologias assistivas e recursos didáticos inclusivos têm sido desenvolvidos e aplicados no ensino de Biologia para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) no Brasil, conforme apontado pela literatura científica?

A busca pelos trabalhos foi realizada nos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), abrangendo as edições de 2015 a 2023, posto que se trata de uma conferência bienal. Essa base foi escolhida devido à sua relevância para o campo da Educação em Ciências e, em especial,

para o Ensino de Biologia, sendo um espaço consolidado para a divulgação de pesquisas científicas voltadas à formação docente, inovação pedagógica e práticas inclusivas. Para refinar a busca, foram utilizados os seguintes descritores: "*ensino de Biologia*", "*autismo*", "*inclusão*" e "*metodologias de ensino*", garantindo a seleção de estudos diretamente relacionados ao tema investigado.

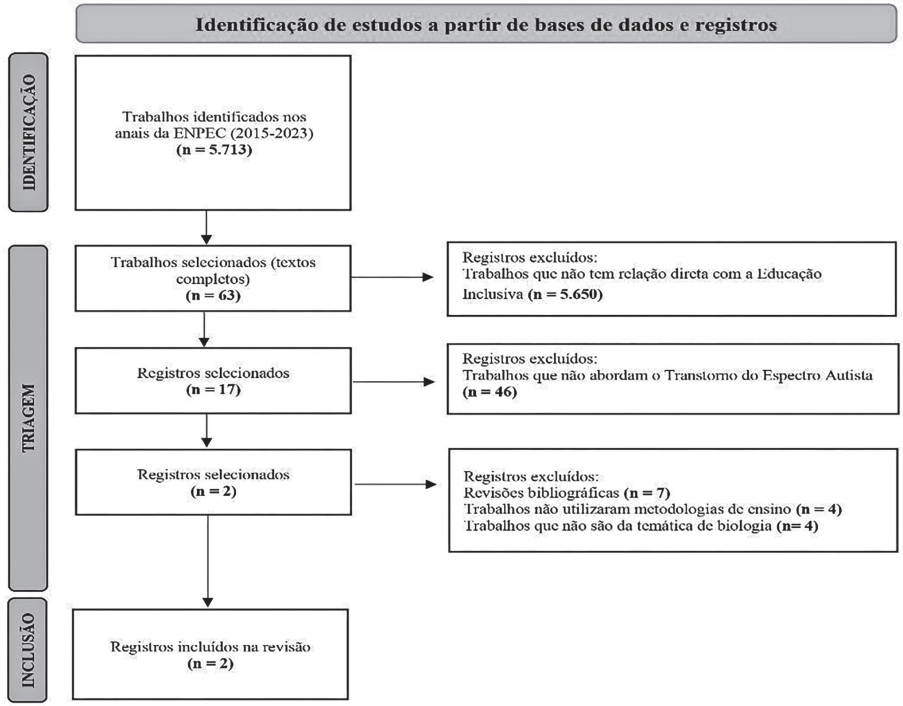
Para a seleção dos trabalhos analisados, adotaram-se critérios de inclusão que consideraram aqueles que, em seu título, resumo ou palavras-chave, abordassem de forma explícita a temática da Educação Inclusiva com foco no Transtorno do EspectroAutista (TEA), especialmente no contexto do ensino de Biologia. Não houve restrição de idioma, abrangendo publicações em português, espanhol e inglês. Foram excluídos trabalhos sem relação direta com a Educação Inclusiva, que não tratavam do TEA, que eram revisões bibliográficas, que não usavam metodologias de ensino ou que não pertenciam à área de Biologia. Esses critérios garantiram uma triagem rigorosa e a delimitação do corpus conforme os objetivos da pesquisa.

Na segunda etapa da pesquisa, adotou-se o protocolo "*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*" (PRISMA) como diretriz metodológica. Esse modelo normativo é reconhecido por garantir clareza, reprodutibilidade e transparência em todas as fases de uma revisão sistemática. Galvão e Ricarte (2019) destacam que protocolos como o PRISMA auxiliam na organização e na definição dos critérios de inclusão e exclusão. O fluxograma baseado nesse protocolo sintetiza visualmente as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e seleção dos estudos da amostra.

O recorte temporal adotado, de 2015 a 2023, foi definido considerando um aspecto fundamental: a promulgação da Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), que representou um marco significativo para a educação inclusiva no Brasil e que visa à inclusão social e à cidadania da pessoa com deficiência (BRASIL, 2015). Espera-se que essa política pública tenha impulsionado avanços e desdobramentos na produção de estudos voltados à inclusão no ensino de Ciências.

A análise dos dados seguiu a Análise de Conteúdo de Bardin (2011), desenvolvida em três etapas: (i) pré-análise, com organização do material e definição metodológica; (ii) exploração, com codificação e categorização; e (iii) tratamento dos resultados, com inferência e interpretação para a construção de sentidos.

Figura 1 - Fluxograma dos dados coletados



Fonte: Autoria própria, 2025

É possível observar que o fluxograma (Figura 1) foi estruturado em três fases principais: identificação, triagem e inclusão. Na fase de identificação, foram localizados 5.713 trabalhos publicados nos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Cabe destacar que não houve risco de duplicidade dos registros, pois os anais se encontram organizados por edição e ano de realização do evento. Após a leitura inicial dos títulos e resumos, 63 trabalhos foram selecionados para leitura completa.

Na triagem, os resumos desses 63 textos foram avaliados para verificar a adequação aos critérios de inclusão. Foram excluídos 46 trabalhos que mencionavam educação inclusiva, mas não tratavam diretamente do TEA, restando 17 estudos potencialmente relevantes, que passaram por análise aprofundada da metodologia, escopo e objetivos.

Ainda na triagem, 15 desses 17 foram excluídos por critérios específicos: sete por serem revisões bibliográficas, quatro por não apresentarem metodologias aplicadas e quatro por não pertencerem à área de Biologia. Dessa forma, apenas dois trabalhos foram incluídos na etapa final da revisão sistemática. O levantamento bibliográfico identificou dois trabalhos cujas informações foram

organizadas em formato de tabela (Tabela 1) contendo título, ano de publicação e autores.

Tabela 1 - Trabalhos que articulam ensino de Biologia e TEA encontrados no ENPEC (2015 - 2023)

Edição ENPEC	Título do trabalho	Autoria	Código
2019	Gamificação: Uma Estratégia Para Socializar O Aluno Autista De Grau Leve Nas Aulas De Ciências	COSTA, W. da S.; VIANA, B., GOMES, L. S.	Pesquisa 01 (P01)
2023	Alfabetização Científica De Um Aluno Do Espectro Autista Com Deficiência Intelectual: Uma Proposta Didática Para Educação Fundamental	PONTARA, A. B.; AMARAL, C. L. C.	Pesquisa 02 (P02)

Fonte: Autoria própria, 2025

Os dois artigos foram lidos na íntegra buscando-se identificar, neles, as questões de pesquisa, metodologia utilizada, público alvo e alguns de seus resultados. Na sequência deste artigo são apresentados alguns destes dados.

3. RESULTADOS

A presente revisão sistemática, ao mapear a produção científica dos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) entre 2015 e 2023, identificou apenas dois estudos que tratam explicitamente da interseção entre o ensino de Biologia e a inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A escassez de trabalhos nessa interface não é apenas estatística, ela revela uma ausência epistemológica que expõe as limitações do campo da Educação em Ciências quanto à diversidade neurofuncional.

Para Mantoan (2003), a inclusão escolar vai além de adaptações pontuais, exigindo um reposicionamento radical da escola diante da diferença. O fato de só dois trabalhos em quase uma década tratarem de práticas inclusivas no ensino de Biologia revela a persistência de um currículo e pesquisa normativos, alheios à diversidade.

O estudo P01 descreve a aplicação de uma sequência didática baseada na gamificação, voltada para a socialização de um aluno com autismo leve, chamado Daniel. A proposta utilizou elementos lúdicos, como cruzadinhas, desafios em grupo, desenhos e construção de maquetes, com o tema "água e educação ambiental". A atividade, além de articular conhecimentos científicos, potencializou a participação ativa de Daniel, promovendo interações significativas com os colegas. Os dados revelam que a gamificação funcionou

como uma ponte entre o conteúdo escolar e os interesses do estudante, o que corrobora a importância das metodologias ativas no contexto da inclusão (Bacich e Morán, 2018).

O segundo estudo, P02, reforça a relevância da mediação pedagógica voltada para estudantes com TEA ao propor uma alfabetização científica adaptada à realidade de um estudante autista com deficiência intelectual. A proposta pedagógica está centrada na educação ambiental como eixo integrador, com base em atividades práticas e recursos acessíveis. Assim como em P01, nota-se o esforço de construção de um ambiente de aprendizagem sensível à singularidade dos estudantes, com destaque para a utilização de estratégias que envolvem linguagem simples, imagens, contextualização e estímulos sensoriais.

Práticas inclusivas exigem escuta, afeto e ruptura com modelos excludentes. Em P01, imagens e desenhos facilitaram a comunicação e desafiaram estereótipos sobre a imaginação autista (Paiva *et al.*, 2024) O apoio dos colegas foi essencial para a socialização de Daniel, mostrando que a inclusão é coletiva. Carvalho e Colombani (2017) ressaltam que amizade e acolhimento são fundamentais para uma educação inclusiva que valoriza a diferença.

Segundo Vygotsky (1993), a aprendizagem de Daniel ocorreu na Zona de Desenvolvimento Proximal, mediada por colegas e pela proposta pedagógica. A gamificação promoveu a co-construção do conhecimento, superando a lógica transmissiva. Contudo, persistem desafios como formação docente limitada, falta de apoio e salas superlotadas. Skliar (2003) alerta que a escola ainda segue uma lógica integracionista, que inclui o "outro" sem transformar sua estrutura.

É nesse sentido que Freire (1996) e Hooks (2013) nos provocam a compreender o ensino como um ato de amor e de transgressão. Ensinar de forma inclusiva é romper com os silêncios impostos pelo capacitismo institucionalizado, transformando a sala deaula em um espaço de liberdade, escuta e reconhecimento. Isso exige legitimar diferentes formas de estar e aprender, bem como reconfigurar a autoridade docente como uma relação dialógica e comprometida com a emancipação de todos os sujeitos. As pesquisas P01 e P02 evidenciam que a inclusão é possível e potente quando há disposição para reinventar práticas educativas. Incluir estudantes com TEA no ensino de Biologia vai além de uma exigência legal (Lei 13.146/2015); trata-se de um imperativo ético da docência comprometida com a justiça social. Como defende Santos (2001), a educação não pode desperdiçar experiências, sobretudo aquelas que, ao serem acolhidas, se tornam forças de transformação curricular e epistêmica.

Nesse cenário, a gamificação, os desenhos, os jogos, a colaboração entre pares e a escuta ativa não devem ser vistos como "estratégias alternativas", mas como formas legítimas e poderosas de ensinar Ciências, capazes de envolver,

motivar e incluir. A Biologia, enquanto campo de conhecimento profundamente ligado à vida, deve ser um território aberto à pluralidade dos modos de ser e aprender, especialmente daqueles que historicamente foram empurrados para as margens da escolarização.

4. CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo mapear e analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, as metodologias de ensino, tecnologias assistivas e recursos didáticos inclusivos voltados ao ensino de Biologia para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), com base em produções publicadas nos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), entre os anos de 2015 e 2023. A análise de 5.713 trabalhos resultou na identificação de apenas dois estudos que tratam diretamente dessa interface, o que revela um silenciamento preocupante diante da urgência da pauta inclusiva.

Apesar do aumento de estudantes autistas na educação básica e das demandas por práticas pedagógicas equitativas, há escassez de produções acadêmicas na área. Diante da ampliação das matrículas e do reconhecimento legal da educação inclusiva, esperava-se uma produção científica mais sólida, capaz de orientar os docentes. A pouca presença do TEA nas pesquisas em ensino de Biologia revela um descompasso entre a prática escolar e o conhecimento sistematizado, indicando a urgência de uma agenda de pesquisa mais conectada à realidade das salas de aula.

Ainda assim, os dois estudos analisados demonstram que experiências inclusivas são possíveis e potentes quando se pautam em práticas mediadas pelo afeto, pela escuta e pela criatividade. O uso da gamificação, dos desenhos e da mediação entre pares mostrou-se eficaz para favorecer a socialização, o engajamento e a aprendizagem de estudantes autistas, desafiando concepções reducionistas e normativas sobre o aprender. Tais práticas demonstram que a inclusão escolar deve ser compreendida para além da simples presença física: ela exige intencionalidade pedagógica, transformação curricular, escuta ativa e afeto como eixo central da mediação docente.

Entretanto, persistem obstáculos estruturais importantes, como a carência de formação docente específica, a falta de políticas de apoio contínuo e a ausência de materiais didáticos acessíveis e adaptados. Essas barreiras evidenciam que a inclusão permanece distante de se consolidar como prática efetiva no cotidiano escolar, exigindo esforços articulados entre universidade, escola e instâncias de formulação de políticas públicas.

Este estudo contribui para a Educação e Tecnologia Assistiva ao evidenciar práticas pedagógicas que unem ensino de Biologia, recursos acessíveis e

estratégias inclusivas, mostrando a inovação metodológica como caminho para garantir o direito à educação de estudantes com TEA. Também oferece subsídios para docentes, pesquisadores e formuladores repensarem suas práticas e enfrentarem o capacitismo na escola.

Recomenda-se, como desdobramento, o aprofundamento de estudos empíricos que documentem, acompanhem e avaliem intervenções pedagógicas inclusivas no ensino de Ciências, assim como a produção de materiais didáticos acessíveis e a criação de espaços formativos voltados à escuta e ao protagonismo de estudantes neurodivergentes. Incluir não é apenas abrir a porta da sala de aula, mas reconfigurar o próprio alicerce da escola para que nela caibam todas as formas de vida: plurais, dissonantes, legítimas, e, sobretudo, capazes de ensinar que aprender também é um ato de existir com dignidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, por meio de bolsa de estudos, e pelo incentivo à formação acadêmica e científica na pós-graduação. Esta pesquisa integra o projeto interinstitucional "Impacto da formação stricto sensu de profissionais da Educação na área de Tecnologia Assistiva, Inclusão e Diversidade" (UFRB/UFES/CAPES), cuja parceria foi essencial para a consolidação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? ***Ensaio****:* Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. 3ª reimpressão da 1ª edição de 2011. Lisboa, Edições 70, 2011.

BACICH, L; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora*: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. *Constituição (1988)*. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015*. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 20 maio 2025.

CABRAL, C. S.; FALCKE, D.; MARIN, A. H. Relação Família-Escola-Criança com Transtorno do Espectro Autista: Percepção de Pais e Professoras. *Revista Brasileira de Educação Especia*l, v. 27, p. e0156, 2021.

CARVALHO, A. B. de; COLOMBANI, F. A amizade na sala de aula e a educação inclusiva:reflexões filosóficas. *Revista Educação Especial, [S. l.]*, v. 30, n. 59, p. 603–614, 2017. DOI: 10.5902/1984686X28081. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/28081. Acesso em: 20 maio. 2025.

COSTA, A. B.; ZOLTOWSKI, A. P. C. Como escrever um artigo de revisão sistemática. In: KOLLER, S. H.; DE PAULA COUTO, M. C. P.; HOHENDORFF, J. V. (Orgs.). *Manual de Produção Científica*. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 55-70.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão Sistemática da Literatura: Conceituação, Produção e Publicação. *Logeion:* Filosofia da Informação, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019. DOI: 10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835. Acesso em: 20 maio. 2025.

LIMA, T. C. S. DE .; MIOTO, R. C. T. *Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico*: a pesquisa bibliográfica. Revista Katálysis, v. 10, n. spe, p. 37– 45, 2007.

MANTOAN, M. T. E. *Inclusão Escolar:* o que é? por quê? como fazer? São Paulo: Moderna, 2003.

PAIVA, L. O.; RAMOS, R. F. de S.; SANTOS, R. R. dos; SOUZA, A. A. S. de. Transtorno do Espectro Autista: a trajetória, desafios, necessidades e conquistas de direitos de crianças autistas na educação básica. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, São Paulo, v. 7, n. 14, p. e14892, 2024. Disponível em: https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/892. Acesso em: 21 maio 2025.

SANTOS, B. S. *A crítica da razão indolente:* contra o desperdício da experiência. 3ª Edição. São Paulo: Cortez Editora; 2001.

SKLIAR, C. *Pedagogia (improvável) da diferença:* e se o outro não estivesse aí? Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem.* Tradução de Jéferson Luiz Camargo; revisão técnica de José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

Modelos anatômicos falantes: inovação para o ensino de anatomia

Siviero, Fábio[1]; Francisco, Kellinton José Mendonça[2]; Cardoso, Paulo Eduardo Capel[*3]

1 – Departamento de Biologia Celular e do Desenvolvimento, USP, fsiviero@usp.br

2 – Departamento de Biologia Celular e do Desenvolvimento, USP, kelliton@usp.br

3 – Departamento de Biomateriais e Biologia Oral, USP, paulocapel@usp.br

* -Correspondência: Avenida Professor Lineu Prestes, 2227, Cidade Universitária, São Paulo, SP, Brasil, 05508-000.

DOI 10.52050/9788579177132-18

RESUMO

Apesar de décadas de políticas públicas voltadas à inclusão, milhões de brasileiros com deficiência visual ainda carecem de recursos pedagógicos inclusivos. Este estudo desenvolveu modelos anatômicos falantes impressos em 3D, em código aberto, para tornar o conteúdo acessível a esse público. Imagens tomográficas geraram modelos de crânio e esfenoide em PLA/ABS, munidos de sensores capacitivos ligados a microcontroladoras ESP32 e DFPlayer-mini que acionam audiodescrições ao toque. Os protótipos exibiram operação autônoma, baixo custo e maior compreensão tátil-auditiva por usuário de baixa visão. A solução elaborada integra tecnologias abertas à educação, desenvolvendo tecnologia assistiva e oferecendo aprendizagem inclusiva e escalável.

Palavras-chave: Inclusão educacional, aprendizagem tátil, democratização do conhecimento.

ABSTRACT

Despite decades of public policies aimed at inclusion, millions of Brazilians with visual impairments still lack inclusive educational resources. This study developed open-source, 3D-printed "talking" anatomical models to make content accessible to this population. CT images produced skull and sphenoid models in PLA/ABS, fitted with capacitive sensors linked to ESP32 microcontrollers and DFPlayer-mini modules that trigger audio descriptions on touch. The prototypes showed autonomous operation, low cost, and enhanced tactile-auditory understanding

for a low-vision user. The solution merges open technologies with education, advancing assistive technology and delivering inclusive, scalable learning.
Keywords: *Educational inclusion, tactile learning, knowledge democratization.*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o último levantamento do IBGE, 7,9 milhões de brasileiros possuem deficiência visual severa (HONORATO, 2025, s.p.) e de acordo com o PNAD (Plano Nacional por Amostra de Domicílio) apresentado em 2023, estima-se que cerca de 18,6 milhões de brasileiros de 2 anos ou mais apresentem algum nível de deficiência visual, ou seja, parcela significativa de brasileiros necessitam de algum apoio para realizar tarefas simples, tal como escovar dentes, fazer a barba, servir a própria água, entre tantas outras.

Relativo ao ensino, o número de estudantes com deficiência no ensino superior brasileiro vem crescendo graças às políticas públicas de educação especial que ampliaram o acesso ao ensino básico; mesmo assim, a transição para a universidade ainda é limitada: em 2021 o INEP registrou, em todo o país, 20.172 universitários com baixa visão e 3.482 cegos (INEP, 2022, s.p.), indicando que apenas cerca de 29 % dos concluintes com essas condições no ensino básico prosseguem para o nível superior. No estado de São Paulo, por exemplo, havia 2.514 alunos com deficiência visual matriculados em instituições de ensino superior em 2021, enquanto na educação básica o contingente chegou a 10.479 em 2023 INEP (2021, s.p. e 2023, s.p.); já a sinopse estatística nacional do Censo Escolar de 2021 (INEP, 2021, s.p.) apontava 73.724 estudantes com baixa visão e 6.066 cegos em classes comuns, reforçando o descompasso entre inclusão no ensino básico e permanência na graduação.

Apesar das diferentes esferas de governança do Estado preverem os direitos e a inclusão da pessoa com deficiência visual através de leis e normativas, poucas ações efetivas são observadas diante da crescente demanda e necessidades.

No campo da educação, a situação não é diferente. Ao ingressarem em escolas regulares, as pessoas com deficiência visual deparam-se com práticas pedagógicas conflitantes, o que impõe às instituições o desafio de garantir a todos os estudantes o acesso ao currículo previsto. (SANTOS; MENDES, 2021, p. 41).

O Ministério da Educação tem se empenhado em priorizar a inclusão de pessoas com deficiência visual. Para isso, por meio da Diretoria de Políticas de Educação Especial da Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (Secadi), desenvolve uma série de programas destinados a atender pessoas cegas ou com baixa visão.

Neste contexto, a evolução tecnológica só revela todo o seu potencial transformador quando se torna efetivamente acessível. Ao ser inclusiva, converte-se em uma ferramenta poderosa, capaz de promover autonomia, dignidade e autoestima às pessoas que necessitam de apoio em suas atividades diárias. Afinal, o conhecimento é um direito fundamental, e somente a igualdade de acesso tornará viável a construção de um mundo verdadeiramente justo e inclusivo.

Com o intuito de incluir pessoas com deficiência visual no estudo da anatomia humana, surgiu na Faculdade de Odontologia da USP a iniciativa chamada Projeto Segmenta, iniciativa que alia tecnologia e inovação a práticas pedagógicas inclusivas. O projeto emprega modelos ósseos em tamanho real impressos em 3D a partir de tomografias computadorizadas, textos em braille e descrições em áudio, transformando o conteúdo anatômico em uma experiência multissensorial que difunde o conhecimento de forma eficiente e humanizada.

O projeto utiliza tecnologia assistiva no campo do ensino, desenvolvendo produtos, recursos e estratégias para favorecer o aprendizado de pessoas com deficiência visual, permitindo que aprimorem suas potencialidades, tornando a experiência de ensino e aprendizagem interativa e inclusiva.

Assim, o Projeto Segmenta deve ser entendido como iniciativa que promove acessibilidade, desenvolvendo recursos didáticos que fomentam inclusão e permitem à pessoa com deficiência visual uma melhor compreensão de si mesma e do mundo à sua volta.

Como parte da iniciativa, os modelos anatômicos falantes têm como objetivo principal viabilizar objetos didáticos interativos. Munidos de sensores capacitivos, além de um microcontrolador de baixo custo e consumo reduzido de energia, esses objetos reproduzem audiodescrições dos pontos de interesse sempre que o usuário os toca. As descrições sonoras podem ser adaptadas a diversos contextos, como exposições e os ensinos fundamental, médio e superior.

A reprodução do crânio humano é o primeiro passo do Projeto Segmenta, que tem como meta incluir outras estruturas do corpo humano assim como expandir o projeto para outras espécies.

Na criação dos nossos recursos de acessibilidade, adotamos os conceitos de *open hardware* e *open software*, ou seja, projetos abertos com informações de desenvolvimento acessíveis, pois eles refletem nosso compromisso com a democratização da tecnologia assistiva.

Dentre os projetos *open hardware* e *open software*, destaca-se, por exemplo, a plataforma Arduino (ARDUINO, s.d., s.p.; BANZI; SHILOH, 2015, p. 15), que através do forte engajamento de seus criadores, conseguiu tornar-se referência na área.

Inúmeros projetos derivados do Arduino surgiram e com eles diferentes abordagens, tais como os baseados em microcontroladores produzidos pela Espressif (ESPRESSIF SYSTEMS, 2025, p. 29) que possuem recursos wifi e bluetooth nativos em seus chips.

Com tais recursos, a Espressif ganhou inúmeros adeptos, sobretudo no segmento de IoT (*Internet of Things*), onde a funcionalidade e a interação com a internet permeiam a essência destes dispositivos.

Outro projeto *open source* de destaque é o Rep-Rap (JONES *et al*., 2011, p. 177). O Rep-Rap (contração entre as palavras *Replicating Rapid Prototyper*) foi pioneiro no desenvolvimento de impressoras 3D de baixo custo através de projetos abertos.

Desde então, a fabricação aditiva, por meio da impressão 3D, tem se tornado uma das principais ferramentas de prototipagem rápida, ultrapassando, inclusive, as barreiras do público *open source* e alcançando grandes empresas de áreas do segmento automotivo, civil e saúde, por exemplo.

A impressão por deposição de filamentos fundidos, FDM (*Fused Deposition Modeling*), devido a simplicidade e custo das impressoras, tornou-se a mais popular entre entusiastas e desenvolvedores, no entanto, outros materiais podem ser utilizados, tais como resinas, vidro, metal, cimentos, alimentos e outros.

Diante desta realidade e com o objetivo de contribuir ativamente para o ensino e a aprendizagem da pessoa com deficiência visual, esse projeto tem como base a criação de modelos de estruturas anatômicas em tamanho real capazes de se autoexplicar através de audiodescrições das partes de interesse didático já contidas no próprio modelo.

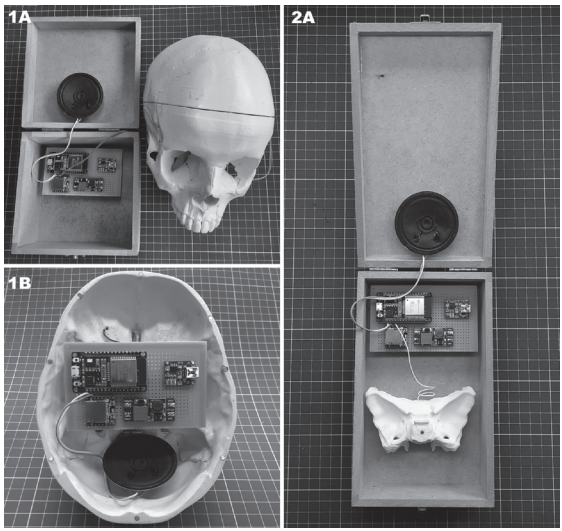
2. MATERIAIS E MÉTODOS

As imagens das peças anatômicas são obtidas em tamanho real através de tomografias de alta resolução. Tais imagens são renderizadas, preparadas em programas CAD/CAM e servem de base para a construção dos modelos através da técnica de impressão 3D.

Para impressão dos modelos anatômicos, são utilizados o PLA (Ácido polilático) e o ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno). Ambos os materiais resultam em peças anatômicas de boa qualidade, diferenciando apenas quanto aos parâmetros de impressão, características da impressora e tipo de aplicação que a peça se destina. Entretanto, apesar de menos suscetível a falhas durante o processo de fabricação, o PLA apresenta limitações quanto sua exposição excessiva à água devido a sua característica biodegradável.

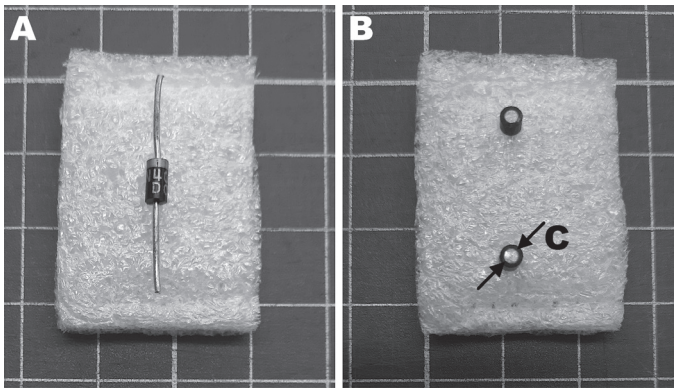
As peças anatômicas apresentadas neste trabalho, crânio e esfenoide, foram preparadas com a instalação de sensores capacitivos de cobre nas regiões de interesse, Figura 01 (painéis 1A, 1B e 2A).

Figura 01 - Fotos de modelos anatômicos humanos. 1A e 1B - Crânio humano em diferentes opções de montagem de componentes eletrônicos e 2A - Esfenóide.



Os sensores foram obtidos a partir da parte interna dos terminais de diodos de uso geral, tais como os diodos 1N4001. Embora a parte externa dos terminais tenha 0,7 mm de diâmetro, internamente, o terminal possui um diâmetro maior, 2,0 mm, após sua exposição, Figura 02.

Figura 02 - Foto de diodo de uso geral 1N4001 utilizado para a confecção dos sensores de toque. A - Diodo inteiro com diâmetro externo de 2,7 mm, B - Diodos bipartidos e lixados para expor o terminal de cobre C (diâmetro = 2,0 mm)



Os sensores capacitivos foram instalados nos modelos de forma discreta, sem qualquer relevo, garantindo que não alterem a anatomia original e realista do crânio. Ao serem tocados pelo usuário, os sensores emitem um sinal sonoro ("*beep*"), indicando que há uma informação a ser verbalizada. Caso o usuário mantenha o dedo sobre o ponto de contato por mais de três segundos, o arquivo de áudio em formato MP3 é reproduzido automaticamente descrevendo a região onde o sensor está instalado.

O circuito eletrônico baseia-se em um sistema microcontrolado que monitora diferentes sensores e, a partir dos sinais obtidos, aciona transdutores capazes de informar ao usuário sobre uma ação a ser considerada.

Para o desenvolvimento do modelo falante, utilizou-se 4 sensores supracitados, 1 microcontroladora Espressif ESP-32 (30 *pin*), 1 auto falante de 0,5W e 8Ω, e 1 módulo mp3 *player* Dfplayer-mini com leitor de cartão microSD.

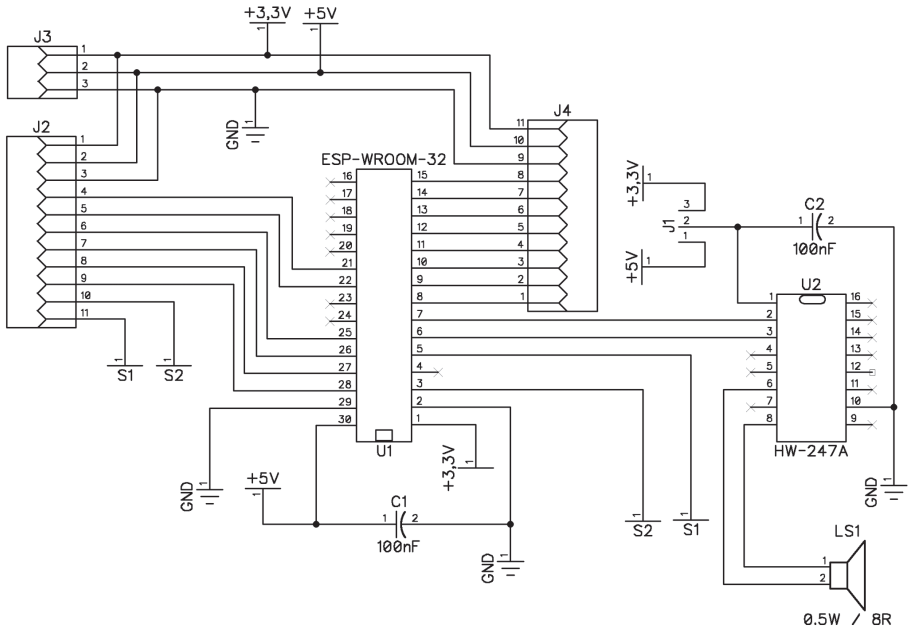
O firmware do dispositivo, ou seja, o software embarcado que controla e gerencia o hardware, foi desenvolvido em C^{++} utilizando o editor de código-fonte Visual Studio Code (VSCode) em conjunto com o IDE Platformio.

Os sensores foram instalados em partes do crânio e do esfenóide através de furos realizados com diâmetro do sensor capacitivo.

A microcontroladora ESP32 (30-*pin*) se conecta aos sensores através de pinos configurados como *GPIO Touch*. Nesta configuração, estes pinos funcionam como sensores capacitivos capazes de interagir com cargas elétricas presentes na pele humana, por exemplo.

Na Figura 03 é possível observar o diagrama elétrico da placa de circuito impresso que interliga os módulos e sensores.

Figura 03 - Diagrama elétrico dos modelos falantes. U1 - Microcontroladora ESP32-30P; U2 - Módulo mp3 DFPlayer mini HW-247A; LS1 - Auto falante 0,5W e 8Ω; J1 - Jumper de alimentação de U2; J2 - Conector dos sensores de toque; J3 - Entrada/Saída auxiliar de alimentação; J4 - Portas de expansão para aplicações futuras; C1 e C2 - Capacitor cerâmico de 100nF



As dimensões finais da placa de circuito impresso são de 70 x 55 mm. Portanto, embora ela não permita ser embutida em qualquer modelo anatômico em escala real, os sensores podem ser instalados com fios relativamente longos, 60 cm, por exemplo. Embora a presente versão seja ligada através de fios à peça anatômica, a eletrônica embarcada permite que em versões futuras, os recursos de WiFi e Bluetooth sejam implementados, minimizando, portanto, a necessidade de ligações elétricas entre os sensores e a placa eletrônica.

Os roteiros de audiodescrição foram elaborados por um dos pesquisadores do estudo, profissional da área da saúde com sólidos conhecimentos de anatomia humana. A redação adaptou-se cuidadosamente a cada público: para leigos, optou-se por uma linguagem clara e didática, sem sacrificar a precisão científica; para estudantes do ensino fundamental, acrescentaram-se analogias e recursos lúdicos adequados à faixa etária; já para o público universitário, o texto ganhou maior aprofundamento teórico, terminologia técnica e referências atualizadas. Em todos os casos preservou-se o rigor científico, garantindo fidelidade das informações e pertinência ao perfil cognitivo de cada grupo.

Concluídos os roteiros, iniciou-se a etapa de conversão de texto em voz com o *software* Eleven Labs (ELEVEN LABS, s.d., s.p.). Foram selecionadas vozes

que melhor correspondessem ao tom de cada narrativa, preparando-as para ajustes finos de prosódia. Na sequência, avaliou-se a naturalidade das locuções: simplificaram-se construções frasais excessivamente rebuscadas e calibraram-se parâmetros como velocidade, estabilidade e timbre. Diversas versões de áudio foram geradas e revistas até que eventuais trechos com entonação artificial fossem corrigidos.

Com as narrações aprovadas, escolheram-se trilhas de fundo livres de direitos autorais por meio da plataforma artlist.io (ARTLIST, s.d., s.p.), utilizando filtros de emoção e estilo para encontrar sons compatíveis com o clima pretendido. Por fim, os arquivos de voz e música, ambos em formato MP3, foram mixados no editor *on-line* gratuito CapCut (CAPCUT, s.d., s.p.). Nessa fase, equalizaram-se volumes e ajustaram-se tempos de entrada e saída, resultando em audiodescrições que combinam voz natural, roteiro acessível e trilha sonora envolvente, prontas para ampliar o alcance dos conteúdos produzidos.

Após a montagem do protótipo do crânio falante, o mesmo foi submetido a prova de conceito por um dos co-autores, que é pessoa com deficiência visual.

3. RESULTADOS

O uso do módulo DFPlayer traz consigo as vantagens de seu funcionamento autônomo, ou seja, o mesmo tem potência elétrica na saída de áudio suficiente para ligar diretamente um alto-falante e possui protocolo de comunicação que possibilita o controle do mesmo diretamente pela microcontroladora. Dentre as funções possíveis via protocolo de comunicação, está o controle de volume, equalização, *start* e *stop*, por exemplo.

Outra vantagem extremamente relevante do módulo DFPlayer é seu leitor de cartões microSD embarcado. Este recurso permite que os áudios possam ser facilmente substituídos conforme a finalidade (exposições, públicos do ensino médio, superior e outros) sem a necessidade de reprogramação da microcontroladora.

Com relação ao teste de conceito realizado por um dos co-autores que é pessoa com deficiência visual, o protótipo cumpriu a função proposta. O modelo em tamanho real com os sensores nas posições escolhidas permitiu a experiência tátil de reconhecimento da estrutura assim como uma melhor compreensão da mesma, através do áudio.

4. DISCUSSÃO

"O maior desafio dos deficientes visuais é viver em um mundo onde não tem sido feito o bastante para eles e nem por eles" (CALZAVARA *et al.*, 2018, s.p.).

O dispositivo dos Modelos Falantes, através de sua capacidade de modularização, permite a flexibilidade de funcionamento e a escolha de diferentes sensores e transdutores.

O uso da microcontroladora ESP32-30P, assim como o módulo DFPlayer foram fundamentais, pois ambos não necessitam de componentes eletrônicos periféricos para seu funcionamento e agregam vantagens, tais como a capacidade de modularização e a redução das dimensões finais do dispositivo (90 mm de largura, 55 mm de comprimento e 30 mm de espessura).

Os sensores baseados em diodos de uso geral, também apresentam grande relevância, pois seu baixo custo, a facilidade de encontrar no comércio local e suas dimensões reduzidas, os tornam opções atraentes frente aos modelos encontrados no mercado.

Avaliando a usabilidade do protótipo, toques leves do usuário acionam os componentes eletrônicos, permitindo a reprodução dos áudios gerados e a compreensão das partes anatômicas em destaque. Logo, os Modelos Anatômicos Falantes promovem uma interação natural e intuitiva, dispensando uma interface distinta do próprio modelo ou que altere as formas reais da peça anatômica.

Embora o presente trabalho seja voltado, sobretudo, para criação de materiais didáticos acessíveis e a contribuição ativa para o ensino e a aprendizagem da pessoa com deficiência visual, a versatilidade do mesmo pode alcançar inúmeras aplicações, onde a audiodescrição se torna necessária, tais como a identificação de móveis, gavetas, ambientes e outros.

5. CONCLUSÕES

O dispositivo proposto pode ser considerado uma plataforma de desenvolvimento de novos recursos e tecnologias à disposição das pessoas com deficiência visual. Do ponto de vista técnico, as dimensões apresentadas deverão ser adaptadas a outros modelos anatômicos em tamanho real.

A facilidade da substituição de áudio para públicos distintos, tais como alunos do ensino médio, de curso superior ou do público geral em museus e exposições, se soma aos esforços constantes e relevantes para a inclusão de pessoas com deficiência visual nas mais variadas atividades da sociedade.

As possibilidades de expansão deste projeto são inúmeras, e permite a geração de material didático inclusivo, atendendo as recomendações do Ministério da Educação nos esforços para a inclusão das pessoas com deficiência visual. Esse recurso pedagógico pode fazer parte dos programas para atender às pessoas cegas ou com baixa visão, tornando as Escolas e o Ensino mais acessíveis e inclusivos, facilitando a formação, a comunicação e informação nas escolas de ensino regular.

O projeto apresentado e todos os seus possíveis desdobramentos, seja na expansão de estruturas anatômicas, seja incluindo outras espécies, ou ainda saindo do campo da ciência e entrando nas atividades de vida diária das pessoas com deficiência visual, claramente promove a inclusão e mais autonomia das pessoas com deficiência visual.

Todos os recursos desenvolvidos, incluindo modelos 3D e códigos-fonte, serão disponibilizados *on-line* de forma pública e gratuita após testados e validados, sob licenças Creative Commons e GPL (disponível em: https://sites.usp.br/latecbio/).

AGRADECIMENTOS

O Projeto Segmenta conta com o apoio da Universidade de São Paulo e da sua Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação, através do Edital de Apoio À Pesquisa Em Tecnologia Assistiva Desenvolvidas Por Grupos Interinstitucionais Do Estado De São Paulo - 2024.

Agradecemos também ao Vitor de Turi pelo apoio técnico com as audiodescrições.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. *Arduino: an open-source electronics prototyping platform*. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: https://www.arduino.cc/. Acesso em: 12 maio 2025.

ARTLIST. *Artlist – royalty-free music licensing*. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: https://artlist.io/. Acesso em: 14 maio 2025.

BANZI, M.; SHILOH, M. *Getting started with Arduino*. 3. ed. Sebastopol: Maker Media (O'Reilly), 2015. 260 p. ISBN 978-1-4493-6333-8.

BRASIL. *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015*. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm. Acesso em: 21 ago. 2023.

CALZAVARA, J. V. S.; MATOS, G.; COSTA, V. R. F.; FREITAS, D. Saúde e acessibilidade: a realidade dos deficientes visuais no Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO: DIVERSIDADE, FORMAÇÃO E SABERES DOCENTES, 1., 2018, Montes Claros. *Anais eletrônicos*... Campinas: Galoá, 2018. Disponível em: https://proceedings.science/cied/papers/saude-e-acessibilidade-a-realidade-dos-deficientes-visuais-no-brasil?lang=pt-br. Acesso em: 10 maio 2025. DOI: 10.17648/cied-2018-91552.

CAPCUT. *CapCut – editor de vídeo on-line gratuito*. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: https://www.capcut.com/pt-br/. Acesso em: 10 mar. 2025.

ESPRESSIF SYSTEMS. *ESP32 – Technical reference manual*. Versão 5.3. Shanghai: Espressif Systems, 2025. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf. Acesso em: 12 maio 2025.

ELEVEN LABS. *Speech synthesis – text to speech*. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: https://elevenlabs.io/app/speech-synthesis/text-to-speech. Acesso em: 10 maio 2025.

HONORATO, L. Brasil tem 2,4 milhões de pessoas com autismo e 14 milhões com deficiência. *VivaBem*, São Paulo, 23 maio 2025. Disponível em: https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2025/05/23/censo-ibge-pessoas-com-autismo.htm. Acesso em: 28 maio 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). *Sinopse estatística da educação superior 2021*. Brasília, DF: Inep, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-superior-graduacao. Acesso em: 21 ago. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). *Sinopse estatística da educação básica 2022*. Brasília, DF: Inep, 2023. Disponível em: https://download.inep.gov.br/dados_abertos/sinopses_estatisticas/sinopses_estatisticas_censo_escolar_2022.zip. Acesso em: 21 ago. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). *Resumo Técnico do Censo da Educação Superior*. Brasília, DF: Inep 2021. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_da_educacao_superior_2021.pdf. Acesso em: 21 ago. 2023.

JONES, R.; HAUFE, P.; SELLS, E.; IRAVANI, P.; OLLIVER, V.; PALMER, C; BOWYER, A. RepRap – the replicating rapid prototyper. *Robotica*, v. 29, n. 1, p. 177-191, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1017/S026357471000069X. Acesso em: 20 dez. 2024.

SANTOS, K. S.; MENDES, E. G. Ensinar a todos e a cada um em escolas inclusivas: a abordagem do ensino diferenciado. *Revista Teias*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 66, p. 40-50, 2021. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/revistateias/article/view/57138. Acesso em: 20 fev. 2025. DOI: 10.12957/teias.2021.57138.

Mouse de cabeça como recurso pedagógico em oficinas de eletrônica: formação técnica para meninas em STEM

Costa, Andressa Borges[*1]; Santos, Alice Bispo dos[2]; Oliveira, Amanda Leão de[3]; Campos, Helen de Souza[4]; Reis, Lucas Santos[5]; Queiroga, Raissa Tavares Vieira[6]

1 – Graduanda em Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, UFRB, andressaborges@aluno.ufrb.edu.br
2 – Graduanda em Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, UFRB, alicebispotmi@gmail.com
3 – Graduanda em Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, UFRB, amanda.lleaoo@gmail.com
4 – Graduanda em Engenharia de Energias, UFRB, hes.camposs@gmail.com
5 – Brailista, UFRB, lucasreis@ufrb.edu.br
6 – Professora Ajunta, UFRB, raissatavares@ufrb.edu.br
* -Correspondência: Rua Pov. Mangabeira, 05, Mangabeira, Conceição da Feira, Bahia, Brasil, 44320-000.

DOI 10.52050/9788579177132-19

RESUMO

Este artigo apresenta uma investigação sobre o uso de mouses de cabeça como recurso de tecnologia assistiva de baixo custo em práticas educacionais inclusivas no ensino de eletrônica. A pesquisa envolveu oficinas com estudantes universitárias e da educação básica, articulando conteúdos técnicos com acessibilidade. A avaliação foi conduzida por meio de observações e relatos espontâneos, destacando o desenvolvimento de habilidades técnicas e a sensibilização para a inclusão. Os resultados indicam o potencial da proposta para estimular o interesse feminino em STEM, promover a inclusão digital e integrar soluções assistivas como ferramentas pedagógicas em contextos escolares.
Palavras-chave: tecnologia assistiva, igualdade de gênero e produção tecnológica.

ABSTRACT

This paper presents an investigation into the use of head-mounted mouse as low-cost assistive technology resources in inclusive educational practices for teaching electronics. The study involved workshops with undergraduate and basic education students, integrating technical content with accessibility concepts. Evaluation was conducted through observations and spontaneous participant

feedback, highlighting the development of technical skills and increased awareness of inclusion. The results indicate the potential of the approach to foster female interest in STEM, promote digital inclusion, and integrate assistive solutions as pedagogical tools in school contexts.
Keywords: *assistive technology, gender equality, technological production.*

1. INTRODUÇÃO

Pessoas com deficiência enfrentam, historicamente, diversas barreiras de acesso aos recursos de tecnologia assistiva, especialmente em decorrência de seus altos custos e da ausência de políticas públicas que garantam sua disponibilização em ambientes educacionais. O elevado valor desses dispositivos constitui um entrave substancial à sua adoção em escolas públicas, comprometendo diretamente a inclusão educacional e social desse público (VORECOLL, 2023). Embora os avanços tecnológicos tenham ampliado as possibilidades de inclusão, muitos recursos, como mouses adaptados, leitores de tela, sintetizadores de voz e sistemas de comunicação aumentativa e alternativa, ainda permanecem inacessíveis à parcela mais vulnerável da população.

De acordo com Oliveira Neta e Silva (2023), os recursos de tecnologia assistiva variam desde soluções simples e de baixo custo, como engrossadores de lápis, até softwares e dispositivos de alto valor, tornando sua aquisição inviável para instituições com orçamentos limitados. Soma-se a isso a escassez de formação técnica e pedagógica dos profissionais da educação, que, muitas vezes, não recebem o treinamento necessário para utilização adequada desses recursos (SANTOS et al., 2023). Esse contexto evidencia a necessidade de estratégias que não apenas tornem as tecnologias mais acessíveis, mas que também capacitem os educadores para sua correta aplicação.

Diante dessa realidade, torna-se urgente o desenvolvimento e a implementação de soluções assistivas de baixo custo, sustentáveis, abertas e tecnicamente funcionais. A adoção de tecnologias construídas com base em materiais reaproveitados e em plataformas de código aberto tem se mostrado uma alternativa viável para promover a inclusão e reduzir desigualdades (SANTOS et al., 2023). Experiências prévias demonstram que é possível atender às demandas de pessoas com deficiência sem comprometer a qualidade dos dispositivos (OLIVEIRA; COSTA, 2020), o que reforça a importância de iniciativas com esse enfoque para a construção de uma sociedade mais justa, acessível e tecnologicamente democrática.

Nesse contexto, destaca-se a incorporação de recursos de tecnologia assistiva em práticas pedagógicas, com vistas à promoção de aprendizagens significativas e à sensibilização sobre acessibilidade. O recurso didático

explorado neste trabalho é o mouse de cabeça que se revelou eficaz não apenas como ferramenta de acessibilidade, mas também como instrumento de transformação social e de mediação didática. Ao ser adotado como elemento central em oficinas de eletrônica, esse dispositivo contribui para a articulação entre ensino, pesquisa e extensão, fortalecendo tanto a formação técnica quanto cidadã das participantes. Trata-se de uma abordagem que dialoga diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 4 (educação de qualidade), 10 (redução das desigualdades) e 12 (consumo e produção responsáveis), ao integrar inovação, empatia, sustentabilidade e prática pedagógica em um único processo formativo.

Paralelamente, o presente trabalho também busca enfrentar outra problemática relevante no campo das tecnologias: a sub-representação feminina nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM, na sigla em inglês). De acordo com a Agência Brasil (2025), apenas 26% dos ingressantes em cursos das áreas de STEM são mulheres, e a taxa de conclusão desses cursos por alunas caiu de 53% para 27% nos últimos anos, refletindo os impactos das desigualdades estruturais, da desmotivação decorrente da ausência de acolhimento e dos efeitos da pandemia sobre a permanência estudantil.

Silva (2021) ressalta que essa disparidade de gênero é agravada por diversos fatores, entre os quais se destacam os estereótipos sociais, a falta de referências femininas em cargos técnicos e científicos, e a escassez de experiências pedagógicas que possibilitem o contato com conteúdos técnicos ainda na educação básica. Tais barreiras podem ser enfrentadas mediante a adoção de práticas pedagógicas intencionais e afirmativas, capazes de estimular a presença feminina nas áreas tecnológicas, em consonância com o ODS 5, que trata da igualdade de gênero e da promoção da participação plena e efetiva de meninas e mulheres em todas as esferas da sociedade, incluindo a educação e o acesso à ciência e tecnologia.

A introdução precoce da tecnologia no contexto escolar constitui uma estratégia eficaz para o enfrentamento dessa problemática. As instituições de ensino desempenham papel fundamental na promoção do interesse de meninas pela área tecnológica, seja por meio de projetos de robótica, programação ou eletrônica. O presente trabalho insere-se nessa perspectiva ao propor a criação de oportunidades equitativas desde o início da trajetória educacional, por meio do desenvolvimento de kits didáticos de eletrônica e da realização de oficinas técnico-pedagógicas em escolas públicas de ensino fundamental e médio.

Dessa forma, a proposta apresentada articula dois eixos estruturantes: a acessibilidade tecnológica e a equidade de gênero em STEM. Ambas as frentes foram integradas por meio da utilização do mouse de cabeça como dispositivo

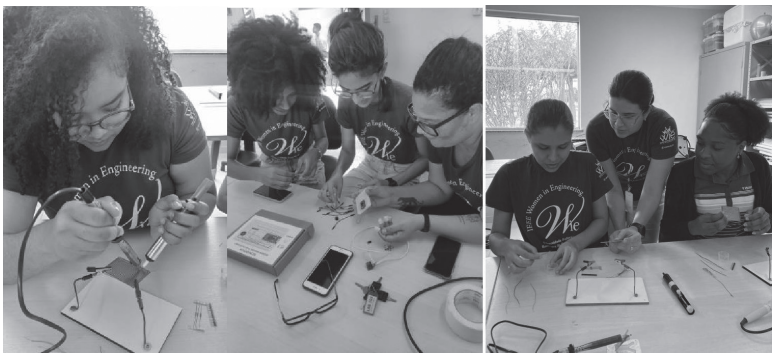
pedagógico em oficinas de eletrônica. Essa abordagem proporcionou, simultaneamente, a vivência de práticas técnicas com potencial de replicação, a construção de recursos assistivos de baixo custo e o estímulo à participação feminina nas áreas tecnológicas. A abordagem demonstrou potencial para promover inclusão, desenvolver competências técnicas e ampliar o interesse de meninas pela ciência e tecnologia em contextos educacionais formais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida com abordagem qualitativa de natureza exploratória, utilizando oficinas como instrumentos de intervenção e coleta de dados. O projeto foi executado em duas etapas sequenciais: Universidade e Escola. Na primeira fase, participaram 12 estudantes dos cursos de Engenharia do Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CETENS) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Estas estudantes foram selecionadas dentre as participantes do projeto WoManTech - Women Making Tech Accessible e capacitadas tecnicamente para que atuassem como multiplicadoras, conduzindo oficinas voltadas a estudantes do ensino fundamental e médio de uma escola pública. Foram realizadas duas oficinas formativas no ambiente universitário ministradas pela docente coordenadora do projeto.

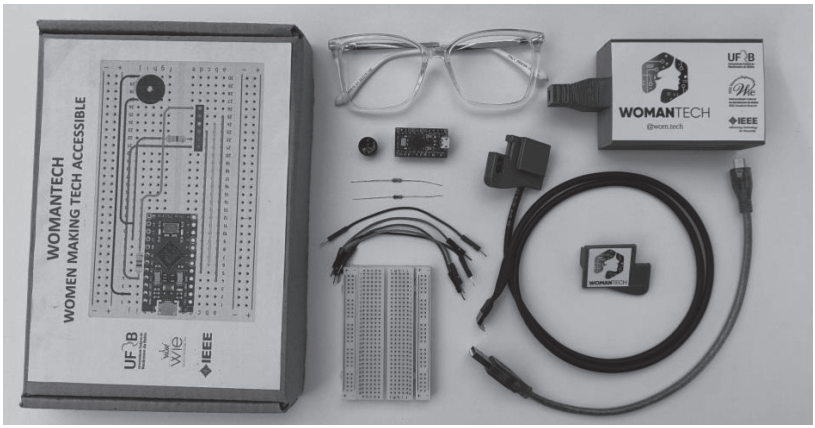
A primeira oficina abordou conteúdos de eletrônica básica, incluindo exposições teóricas e práticas sobre resistores, sensores, microcontroladores e montagem de circuitos utilizando protoboards. A segunda oficina concentrou-se na soldagem de componentes eletrônicos em placas de circuito impresso (PCI), preparo dos kits e verificação do funcionamento dos circuitos. Durante essa fase, as estudantes montaram os primeiros kits didáticos contendo os componentes necessários para a construção de um mouse de cabeça, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Alunas universitárias durante oficinas de eletrônica e soldagem de componentes



O dispositivo mouse de cabeça foi baseado em um projeto open source (TIX LIFE, 2023, online), utilizando os seguintes componentes: 1 Arduino Pro Micro, 1 cabo USB para conexão com computador, 1 sensor MPU-6050 (acelerômetro e giroscópio), 1 sensor infravermelho TCRT5000, 5 jumpers macho-macho, 1 resistor de 470Ω, 1 resistor de 220Ω, 1 protoboard, 1 buzzer de 5V. Complementando o kit, foi adicionada uma armação de óculos reaproveitada, que serve como suporte para o dispositivo, além de um esquemático para guiar a montagem do circuito do dispositivo fixado na própria caixa do kit, com o intuito de facilitar o processo de construção, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Kit didático para montagem de *mouse* de cabeça com componentes eletrônicos e guia de circuito fixado na embalagem



Na segunda etapa, as universitárias atuaram como instrutoras na oficina realizada na Escola Municipal Tecla Melo, localizada no município de Feira de Santana (BA), com a participação de 12 alunas do ensino fundamental e médio. Essa fase teve como objetivo promover a troca de saberes por meio de uma abordagem prática, inclusiva e colaborativa. As oficinas foram divididas em três momentos principais: (1) uma introdução teórica, com apresentação de conceitos básicos de eletrônica, funcionamento de sensores e princípios de acessibilidade digital; (2) a montagem orientada do mouse de cabeça, utilizando os kits didáticos previamente organizados, com o suporte contínuo das monitoras universitárias para auxiliar na interpretação do esquemático e na conexão dos componentes eletrônicos; e (3) a experimentação prática dos dispositivos construídos, com realização de jogos e atividades interativas no computador, permitindo que as participantes testassem o funcionamento do mouse de cabeça e compreendessem seu potencial como recurso assistivo, conforme apresentado nos registros da Figura 3.

Figura 3 - (a) Orientação das alunas do ensino básico durante a oficina de eletrônica e acessibilidade, (b) Estudante participante testando o mouse de cabeça em atividade interativa e (c) Aluno da escola realizando a montagem do circuito eletrônico em protoboard



(a) (b) (c)

Ao final da atividade, foi realizado um momento de socialização, no qual os estudantes relataram suas experiências e percepções sobre o processo de construção e uso da tecnologia. Esses relatos foram registrados e analisados qualitativamente para compor a avaliação do projeto.

3. RESULTADOS

O projeto beneficiou diretamente 12 alunas do ensino superior e 12 estudantes do ensino fundamental e médio, promovendo o contato com conceitos de eletrônica, acessibilidade e sustentabilidade. As oficinas despertaram interesse por temas tecnológicos e possibilitaram o desenvolvimento de habilidades práticas raramente exploradas no currículo escolar tradicional. Além disso, o ambiente colaborativo favoreceu a troca de experiências e a construção coletiva do conhecimento, implicando o engajamento dos participantes.

A análise dos registros de campo, observações dos participantes e relatos orais espontâneos colhidos durante as oficinas indicou que a participação nas atividades contribuiu significativamente para o desenvolvimento de competências técnicas básicas em eletrônica, como leitura de circuitos, uso de sensores e montagem de componentes. Também foi possível perceber, por meio das interações e reflexões registradas, um avanço na compreensão sobre o conceito de tecnologia assistiva e o reconhecimento da importância dos recursos acessíveis na promoção da inclusão digital.

As universitárias envolvidas ampliaram seus conhecimentos em eletrônica, liderança, didática e tecnologia assistiva. Atuaram como facilitadoras, exercendo papel fundamental na difusão do conhecimento e fortalecimentos

da autoconfiança dos participantes em áreas tecnológicas. Outro resultado relevante foi o fortalecimento do protagonismo feminino em atividades historicamente associadas ao público masculino. As participantes relataram aumento da autoconfiança para atuar em áreas tecnológicas e valorizaram a oportunidade de aplicar conhecimentos técnicos de forma prática e colaborativa.

Além disso, observou-se uma mudança de percepção sobre a deficiência entre as estudantes do ensino básico. As atividades práticas e as discussões sobre acessibilidade promoveram reflexões críticas sobre barreiras tecnológicas e sociais enfrentadas por pessoas com deficiência.

Por fim, o projeto evidenciou o potencial de iniciativas integradas entre universidade e comunidade para promover a educação técnica, a inclusão social e a equidade de gênero. A articulação entre ensino, pesquisa e extensão mostrou-se essencial para criar espaços educativos inovadores, que respondem a demandas sociais contemporâneas. Essa experiência abre caminhos para futuras ações que possam ampliar o alcance e o impacto dos recursos de tecnologia assistiva no contexto educacional e social.

Os relatos espontâneos das participantes evidenciam o impacto positivo das oficinas, tanto no aspecto técnico quanto no motivacional e social, como demonstram as seguintes declarações:

> "*Amei entender mais sobre essa área e montar o óculos assistivo. Muito interessante e super motivador.*"
>
> "A *gratificação de testar e ver o resultado do que montamos. Também achei importante descrever a função das peças e porquê elas estão onde estão.*"
>
> "*Foi tudo incrível, digo isso em geral, foi muito interessante, eu gostei muito, as voluntárias e a professora fizeram a gente se sentir à vontade e me interessei mais pela área de eletrônica, saber que esse projeto pode ajudar pessoas a se incluir na sociedade.*"

Esses depoimentos reforçam a importância do projeto não apenas como uma atividade técnica, mas como uma experiência transformadora que estimula o interesse, a autoestima e o senso de pertencimento das participantes. Eles indicam que o contato prático com o recurso de tecnologia assistiva pode ser um poderoso vetor de inclusão social e motivação acadêmica, especialmente para meninas e jovens em contextos de vulnerabilidade.

4. DISCUSSÃO

O uso do mouse de cabeça como recurso pedagógico revelou-se eficaz não apenas como ferramenta de acessibilidade, mas também como instrumento didático e de transformação social. A proposta promoveu interseções entre ensino, pesquisa e extensão, fortalecendo a formação cidadã e técnica. Essa integração contribui para uma abordagem educacional mais holística, que conecta teoria e prática de forma significativa. A abordagem adotada está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 4 (educação de qualidade), o ODS 5 (igualdade de gênero) e ODS 10 (redução das desigualdades). O projeto também promoveu a reutilização de materiais, como as armações de óculos, contribuindo para o ODS 12 (consumo e produção sustentáveis).

A experiência mostrou que a inserção precoce de meninas nas tecnologias pode provocar mudanças de percepção e ampliar horizontes profissionais. Segundo Novaes et al. (2023), iniciativas como o projeto Emílias demonstram que a imersão de meninas em oficinas de computação contribui para o desenvolvimento do interesse pela área, reforçando a importância do contato inicial com as tecnologias. As participantes relataram aumento de confiança, curiosidade e desejo de seguir estudos na área, indicando o potencial transformador dessas experiências para a construção de trajetórias acadêmicas e profissionais.

O presente trabalho permitiu que estudantes de diferentes cursos de graduação desenvolvessem habilidades técnicas e aprendessem sobre acessibilidade e inclusão. De acordo com Abreu (2021), a extensão universitária facilita a aquisição de novos conhecimentos, possibilitando que esses discentes incorporem temáticas que podem ser aplicadas em diversas áreas de sua vida profissional e acadêmica. Assim, a experiência contribui para a formação integral dos estudantes, preparando-os para atuar em contextos sociais diversificados.

Ao utilizar o recurso de tecnologia assistiva como ferramenta pedagógica, foi possível criar um vínculo entre as teorias de eletrônica aplicada diretamente ao contexto social. Dessa forma, o conhecimento compartilhado pelas estudantes tornou-se ainda mais relevante, pois passou a englobar uma perspectiva inclusiva e socialmente consciente. Dessa maneira, o projeto aproximou a universidade dos estudantes da escola pública, colaborando para a formação profissional de ambas as partes.

Limitações identificadas incluem a necessidade de ampliar o número de participantes para avaliar impactos em maior escala, além do desafio de garantir a continuidade das oficinas e do suporte técnico pós-atividade. Futuras ações deverão contemplar esses aspectos para fortalecer a sustentabilidade do projeto.

Portanto, este projeto possibilitou que a tecnologia assistiva fosse mais do que um mero instrumento de inclusão: tornou-se um recurso pedagógico de formação, utilizado em práticas educativas que estimulam o engajamento de meninas na área das ciências exatas, promovendo a diversidade e a equidade de gênero nesse campo historicamente marcado pela desigualdade.

5. CONCLUSÕES

Este estudo evidenciou que é possível promover acessibilidade, formação técnica e equidade de gênero em uma única iniciativa. A utilização do mouse de cabeça como eixo estruturante permitiu a articulação entre extensão universitária, pesquisa e educação básica, aproximando meninas da tecnologia e inspirando futuras cientistas. O protagonismo das participantes na construção do conhecimento, somado ao engajamento em atividades práticas, mostrou-se eficiente para estimular o interesse e a autoconfiança de meninas em áreas majoritariamente masculinas.

A replicabilidade da proposta é alta, podendo ser adaptada para diferentes contextos educacionais. A metodologia empregada se mostrou eficaz para ensino de STEM de forma acessível, prática e com propósito social.

Ao capacitar universitárias de diversos cursos de engenharia em eletrônica com foco em dispositivos assistivos, o projeto não só fortaleceu suas habilidades técnicas, como desenvolveu seu lado empático, construindo assim profissionais mais seguras e engajadas. Essas participantes atuaram como instrutoras e mediadoras, exercendo um papel de liderança essencial na difusão do conhecimento técnico de forma acessível.

Além da formação, o projeto também prevê, em suas próximas etapas, a doação dos dispositivos montados nas oficinas para pessoas com deficiência e em situação de vulnerabilidade socioeconômica, como forma de ampliar o acesso equitativo às tecnologias e fomentar a participação social mediada por recursos digitais.

Assim, o projeto reafirma que um recurso de tecnologia assistiva pode e deve ser um instrumento pedagógico capaz de ensinar e promover a interação entre universidade e escola, incentivar a participação de meninas nas ciências exatas, e contribuir para práticas voltada para a acessibilidade, Ao colocar um dispositivo de acessibilidade no centro do processo educativo, rompe-se com a lógica de que inclusão é um tema à parte, mostrando que é possível ensinar eletrônica no meio escolar e transformar a comunidade. O projeto valoriza a liderança feminina nas ciências exatas e oferece alternativas viáveis e replicáveis para ampliar o acesso à tecnologia entre indivíduos com acesso limitado a recursos educacionais e tecnológicos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CETENS/UFRB) pelo apoio institucional e infraestrutura disponibilizada para a realização das oficinas. Também agradecemos ao Programa Institucional de Bolsas de Extensão Universitária (PIBEX) pelo fomento por meio da concessão de bolsas, que viabilizou a participação das estudantes no projeto. Estendemos ainda nossos agradecimentos à Escola Municipal Tecla Melo pela parceria e acolhimento, e às alunas participantes pelo entusiasmo e dedicação.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Apenas 27% das mulheres em cursos de ciências concluíram os estudos. Brasília: EBC, 2025. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2025-02/apenas-27-das-mulheres-em-cursos-de-ciencias-concluiram-os-estudos. Acesso em: 29 maio 2025.

NOVAES, T. S. et al. *Despertando o interesse de mulheres para os cursos em STEM.* arXiv preprintarXiv:2305.18600, 2023. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2305.18600. Acesso em: 31 maio 2025.

OLIVEIRA, L. S.; COSTA, R. M. Desenvolvimento de recursos de tecnologia assistiva de baixo custo para pessoas com deficiência. *Revista Proex*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 75-85, 2020.

OLIVEIRA NETA, A. S.; SILVA, C. B. Recursos de tecnologia assistiva no atendimento educacional especializado para estudantes com deficiência intelectual. *InterMeio*, Campo Grande, v. 29, n. 58, p. 108-128, 2023.

SANTOS, M. T. et al. Estratégias sustentáveis para ampliação do acesso à tecnologia assistiva: o uso de materiais reaproveitados e projetos open source. *Revista Inclusão e Cidadania,* Recife, v. 6, n. 1, p. 22-34, 2023.

SILVA, M. L. A participação feminina nas áreas STEM e os desafios da permanência. *Revista Brasileira de Educação em Ciências,* São Paulo, v. 44, n. 2, p. 198-212, 2021.

TIX LIFE. Colibrino: mouse de cabeça com Arduino. 2023. *Repositório GitHub.* Disponível em: https://github.com/tix-life/Colibrino. Acesso em: 11 jun. 2025.

VORECOL. *Como as tecnologias assistivas podem transformar a inclusão de pessoas com deficiência na educação.* São Paulo: Vorecol, 2023. Disponível em: https://vorecol.com/pt/blogs/blog-como-as-tecnologias-assistivas-podem-transformar-a-inclusao-de-pessoas-com-deficiencia-na-educacao-135219. Acesso em: 29 maio 2025.

Panorama dos estudos de educação alimentar e nutricional para crianças com transtorno do espectro autista na educação infantil

Martins, Gabriela de Oliveira*[1]; Fonseca, Karina Zanoti[2]; Galvão, Nelma de Cassia Silva Sandes[3]

1 - PPGECID - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica, Inclusão e Diversidade, UFRB, gabriela.omartins@ufrb.edu.br

2 - PPGECID - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica, Inclusão e Diversidade, UFRB, karinaufrb@ufrb.edu.br

3 - PPGECID - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica, Inclusão e Diversidade, UFRB, nelma.galvao@ufrb.edu.br

* -Correspondência: Av Antônio Bernardino de Carvalho, 105 cs 6-d - Cond. Vl. Amália, Pedra do Descanso, Feira de Santana, Bahia, 44007-202.

DOI 10.52050/9788579177132-20

RESUMO

A pesquisa considera a possibilidade de uma alimentação saudável beneficiar crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O objetivo é investigar o uso da Educação Alimentar e Nutricional (EAN) na educação infantil para promover a saúde e o aprendizado. Utilizou-se a pesquisa bibliográfica em Periódicos e em Teses e Dissertações da CAPES dos últimos cinco anos. A pesquisa apontou estudos ainda incipientes quanto ao uso de recursos pedagógicos de EAN ao desenvolvimento neuroatípico destas crianças na educação infantil. Conclui-se que, novas pesquisas são necessárias e a EAN tem grande potencial para a Educação e para o desenvolvimento integral destes estudantes.

Palavras-chave: educação alimentar e nutricional, infância, transtorno do espectro autista.

ABSTRACT

The research considers the possibility that healthy eating benefits children with Autism Spectrum Disorder (ASD). The objective is to investigate the use of Food and Nutrition Education (FNE) in early childhood education to promote health and learning. Bibliographical research was used in CAPES Journals and Theses

and Dissertations from the last five years. The research pointed to studies that are still incipient regarding the use of FNE pedagogical resources for the neuroatypical development of these children in early childhood education. It is concluded that new research is necessary and FNE has great potential for Education and the integral development of these students.
Keywords: *food and nutrition education, childhood, autism spectrum disorder.*

1. INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição que afeta as habilidades sociais, comportamentais e comunicativas, manifestando-se já na primeira infância. Por ser um transtorno complexo e variável, estas características podem gerar comprometimentos no desenvolvimento pessoal, social, educacional e profissional no decorrer da vida. No contexto educacional, dificuldades relacionadas à aprendizagem podem ocorrer com estudantes com TEA ou não, mas devido à maneira incomum como eles aprendem e interagem estes obstáculos podem ser maiores, de modo que uma intervenção pedagógica apropriada, como a utilização da Educação Alimentar e Nutricional (EAN), pode ser eficaz para a vinculação do estudante com TEA ao ambiente escolar.

Considerando a possibilidade de uma alimentação saudável contribuir para o processo de desenvolvimento integral de um indivíduo, este artigo traz os resultados parciais de uma pesquisa em andamento realizada em um programa de Mestrado Profissional, cujo enfoque é o estudo da EAN, seus desafios e possibilidades para ser usada como recurso pedagógico para crianças com TEA. Entendendo-se que o TEA com seus sinais e manifestações precoces afetam entre outras coisas os hábitos alimentares das crianças, a EAN poderá trazer benefícios para o aprendizado e a inclusão destes estudantes. Por conseguinte, a questão problematizadora que se busca responder é: Quais as possibilidades da utilização da EAN enquanto recurso pedagógico abordado na pré-escola para crianças com TEA?

A trajetória histórica da evolução do diagnóstico do TEA é marcada por mudanças significativas tanto na compreensão médica quanto na percepção social acerca da condição deste transtorno. Inicialmente os sinais do transtorno foram vistos de maneiras diferentes, sendo confundidos com outros transtornos mentais. Desde então, o TEA passou por redefinições substanciais à medida que a comunidade científica avançava em sua compreensão sobre o espectro, tendo grandes contribuições de estudiosos pioneiros como Eugen Bleuler, Leo Kanner, Hans Asperger e Lorna Wing.

O Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais da Associação Americana de Pediatria, o DSM (Diagnostic and Statistical Manual of Mental

Disorders), teve um papel central na padronização dos diagnósticos e é norteador destes em todo o mundo. Das versões deste manual, a que é utilizada até o momento é o DSM-V, que unificou as diferentes categorias dos Transtornos Invasivos do Desenvolvimento (TID), passando a utilizar o termo Transtorno do Espectro Autista (TEA), sendo consideradas transtornos do neurodesenvolvimento. Os critérios diagnósticos passaram a incluir déficits persistentes na comunicação recíproca e interação social, bem como padrões restritos e repetitivos de comportamentos, interesses ou atividades, sendo que estes sintomas devem estar presentes desde o início da infância e limitar ou prejudicar o funcionamento diário (APA, 2014).

Outra característica presente no TEA é a sensibilidade diferenciada aos estímulos sensoriais, que pode variar entre hiper ou hiporreatividade a sons, luzes, texturas, cheiros e sabores. Esta sensibilidade pode ser manifestada por meio de respostas extremadas a sons e texturas específicos, cheirar ou tocar objetos de forma excessiva, encantamento por luzes ou objetos giratórios e, algumas vezes, aparente indiferença à dor, calor ou frio (APA, 2014). Um crescente número de evidências sugere que indivíduos com TEA exibem processamento perceptivo atípico nos domínios auditivo, visual e tátil, devido a desequilíbrios neuroquímicos e uma modulação sensorial atípica entre excitação e inibição cortical, levando a desafios como sobrecarga e estresse sensorial (GRABRUCKER, 2021).

Vale considerar o aprofundamento dos estudos de Campbell-McBride (2017), que acredita que a causa do TEA tem a ver com a maturidade intestinal, ou seja, acredita-se que essas crianças não desenvolveram a flora intestinal normal desde o nascimento e isso interfere no seu desenvolvimento cerebral, manifestando-se com diversas combinações de sintomas intestinais. Tais fatores podem ter efeitos diretos ou indiretos em vários aspectos da vida da criança com TEA, inclusive na alimentação. O DSM-V fala destes efeitos, ao mencionar em alguns trechos o seguinte:

> Reações extremas ou rituais envolvendo gosto, cheiro, textura ou aparência da comida ou excesso de restrições alimentares são comuns, podendo constituir a forma de apresentação do transtorno do espectro autista... A insistência em rotinas e a aversão à mudança, bem como sensibilidades sensoriais, podem interferir na alimentação e tornar os cuidados de rotina extremamente difíceis... Transtorno alimentar restritivo/evitativo é uma característica que se apresenta com bastante frequência no transtorno do espectro autista, e preferências alimentares extremas e reduzidas podem persistir (APA, 2014, p. 54, 57 e 59).

Nota-se que manifestações do transtorno se refletem também no ato de se alimentar, levando indivíduos com TEA a ter características peculiares, como a seletividade alimentar que Hubbard et al., (2014) descreve como a recusa ou ingestão restrita de alimentos, frequentemente relacionada a cores, formas e texturas. Castro (2023) corrobora que os alimentos possuem muitas características sensoriais e crianças com dificuldade de processamento sensorial, como é o caso de crianças com TEA, podem apresentar maior grau de recusa alimentar. Menciona também outras causas desta seletividade, como alteração motora oral, causas orgânicas e comportamentais. Alterações nos hábitos alimentares e distúrbios do trato gastrointestinal também são descritos como tendo interferência direta na etiologia e sintomatologia desse quadro, podendo prejudicar ou auxiliar no equilíbrio funcional do organismo (Theije et al., 2011 apud Cupertino et al., 2019). Possíveis comorbidades podem estar associadas ao TEA e muitas tem a ver com o intestino, o que Castro (2023) chame a atenção ao funcionamento do eixo intestino-cérebro, ou seja, para um bom funcionamento cerebral, tem de haver um bom funcionamento intestinal e vice-versa. Falhas na mastigação, na digestão e, consequentemente, na absorção intestinal podem desencadear outras disfunções, como doença inflamatória intestinal, hipersensibilidades ou alergias alimentares, desnutrição, deficiência de micronutrientes e afetar a defesa antioxidante do corpo.

Não é à toa, que muitos pais acabam apelando para dietas restritivas, muitas vezes por conta própria. No entanto, cabe um alerta, pois Cupertino et al., (2019) em sua pesquisa de revisão sistemática, apontaram que os estudos sobre o uso da dieta restritiva em glúten e caseína não são unânimes, há autores que apontam melhoras enquanto outros apontam ausência de alteração dos sintomas.

Ademais, visto que os sintomas do TEA são variáveis e cada pessoa apresenta diferentes sinais é importante investigação médica-nutricional para confirmar alergias/intolerâncias alimentares, e assim, determinar a dietoterapia mais apropriada. O Manual de Orientação da Sociedade Brasileira de Pediatria também informa que é de grande relevância a avaliação da deficiência de micro e macronutrientes e sua reposição a fim de garantir o crescimento e desenvolvimento satisfatórios (SBP, 2019).

Diante de tais evidências, do quanto a intervenção alimentar pode influenciar na saúde intestinal e o funcionamento cerebral, uma reflexão é necessária sobre esta influência ao desenvolvimento integral de crianças com TEA, de acordo com este trecho do DSM-V:

> Os transtornos do neurodesenvolvimento são um grupo de condições com início no período do desenvolvimento. Os transtornos tipicamente se manifestam cedo no desenvolvimento, em geral antes

> de a criança ingressar na escola, sendo caracterizados por déficits no desenvolvimento que acarretam prejuízos no funcionamento pessoal, social, acadêmico ou profissional. Os déficits de desenvolvimento variam desde limitações muito específicas na aprendizagem ou no controle de funções executivas até prejuízos globais em habilidades sociais ou inteligência. (APA, 2014, p.31).

O manual afirma implicitamente que o TEA causa déficits no desenvolvimento das crianças nesta condição de transtorno, resultando em prejuízos funcionais em diversos aspectos de sua vida, entre eles, o acadêmico. Assim, propor a EAN como uma possibilidade de recurso pedagógico para potencializar o aprendizado desses estudantes desde a primeira infância, de forma a se pensar nos benefícios para além de seu desempenho escolar, indica uma escolha possível de impactos positivos e promissores.

O papel da EAN na promoção da saúde dos escolares com TEA deve ser considerado, já que a nutrição é um elemento crucial para a saúde e para o desenvolvimento. Uma nutrição adequada está relacionada à saúde materna e infantil melhorada, sistemas imunológicos mais eficientes, gravidez e parto mais seguros, menor risco de doenças não transmissíveis(como diabetes e doenças cardiovasculares) e longevidade. Crianças saudáveis aprendem melhor (OMS, 2024).

Até mesmo Paulo Freire (1996) foi inspiração para EAN, já que defendia uma educação contextualizada, com relações horizontais e com valorização dos saberes e práticas populares, alinhando-se aos movimentos de democratização e de equidade. Esse movimento se refletiu na EAN, com discussões sobre formas de se promover práticas alimentares saudáveis. Desde então, a EAN passou a ser mais valorizada como espaço possível de promover mudanças sociais, através da consideração dos indivíduos como sujeitos críticos passíveis de contribuir para uma sociedade justa e inclusiva.

A EAN é pautada em legislações e programas e compreendem uma amplitude de estratégias indo além da esfera saúde, dentre outras a educação. O principal programa no campo da educação é o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), uma política pública brasileira destinada a garantir a oferta de refeições saudáveis e equilibradas aos estudantes da rede pública de ensino do país e a promover a educação alimentar e nutricional. Este documento reforça a inclusão da educação alimentar e nutricional no processo de ensino e aprendizagem que perpassa pelo currículo escolar (BRASIL, 2020).

Neste sentido, os princípios e diretrizes da Política de Segurança Alimentar e Nutricional (PSAN), corrobora que as creches e escolas são espaços privilegiados para ampliar o acesso à informação sobre saúde e nutrição, construir habilidades

e competências fundamentais, como autonomia e capacidade decisória para que as crianças tenham bons relacionamentos em grupo, saibam administrar situações de conflitos, desenvolvam o raciocínio lógico, o pensamento crítico e criativo, dentre outras coisas (Brasil, 2004). A preocupação com uma boa alimentação para a qualidade do aprendizado, desenvolvimento e desempenho dos escolares é inerente a estes programas e políticas de educação que visam garantir o direito à alimentação e incluir a EAN no currículo escolar.

Desta forma, o objetivo geral deste estudo foi investigar a utilização da EAN no processo de desenvolvimento de crianças com TEA na educação infantil, de modo que possa ser aplicada para promover a saúde e o aprendizado destes estudantes.

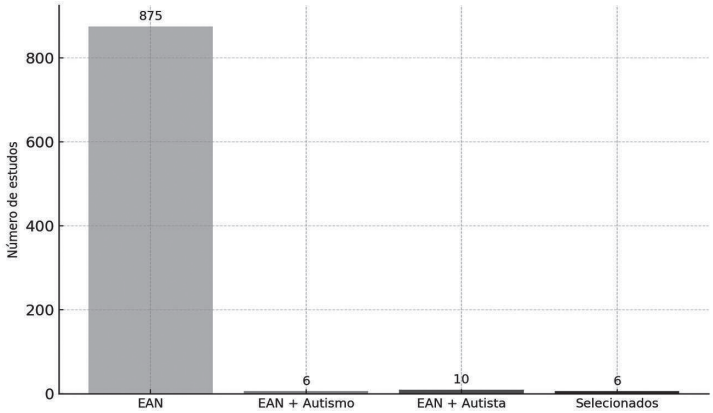
2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste artigo utilizou-se a pesquisa bibliográfica com leitura minuciosa para obtenção de conhecimentos prévios que serviram de base para a compreensão tanto do assunto quanto dos fenômenos e fatos pesquisados. O levantamento bibliográfico adotado neste estudo foi conduzido de forma criteriosa, inicialmente nas bases de dados Periódicos da CAPES e Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, com recorte temporal dos últimos cinco anos (2019–2024). A busca foi realizada utilizando os descritores "educação alimentar nutricional", combinados com os descritores "autismo" e "autista", de forma isolada e combinada com operador booleano (AND). Foram aplicados critérios de inclusão como: textos disponíveis na íntegra, publicados em português ou inglês, que abordassem a intersecção entre Educação Alimentar e Nutricional (EAN) e o Transtorno do Espectro Autista (TEA), com foco em contextos educacionais, preferencialmente na educação infantil. Foram excluídos os estudos duplicados, aqueles com enfoque exclusivo em áreas clínicas ou biomédicas da saúde e os que não apresentavam relação direta com o objetivo desta pesquisa. O processo de triagem foi conduzido em etapas: leitura dos títulos e resumos para identificar a aderência à temática; em seguida, os estudos pré-selecionados foram analisados integralmente para avaliar sua relevância. Todo o processo foi realizado de forma a assegurar o alinhamento com o objetivo da pesquisa e a qualidade dos materiais incluídos. Devido à escassez de publicações diretamente relacionadas à temática, foi realizada uma revisão integrativa com busca complementar ativa em outras plataformas e repositórios acadêmicos, como SciELO, Google Acadêmico, PubMed, além de consultas a livros e revistas digitais eletrônicas, desta vez, ampliando-se o período para 10 anos (2014- 2024).

3. RESULTADOS

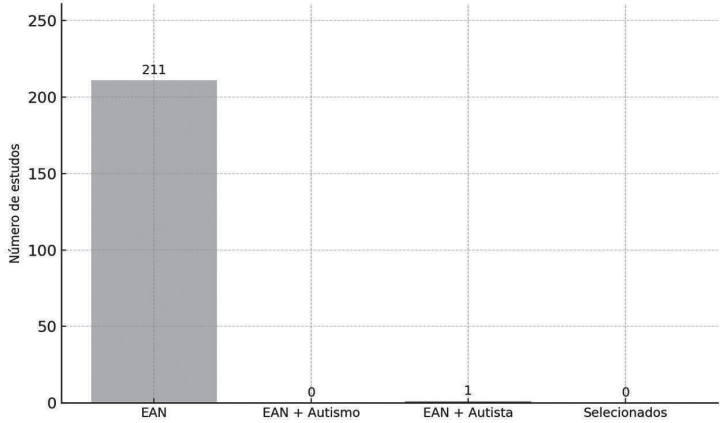
Na plataforma Periódicos da CAPES, utilizando os descritores de educação alimentar e nutricional, foram encontrados 875 estudos atrelados a outras temáticas diversas. Para refinar a busca, acrescentou-se primeiro o descritor autismo, encontrando 6 estudos, dos quais foram selecionados 2 artigos que tinham enfoque no campo educação ao invés da saúde. Utilizando o mesmo critério de seleção, ao acrescentar desta vez o descritor autista, foram encontrados 10 estudos, dos quais 4 foram selecionados. Foram excluídos artigos duplicados e artigos que não tinham o enfoque deste estudo. Assim, ao total foram selecionados 6 artigos que serão discutidos neste artigo (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Resultados da busca na Plataforma Periódicos da CAPES



Na plataforma Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, seguindo os mesmos critérios e descritores, foram encontrados inicialmente 211 estudos com os descritores de educação alimentar e nutricional. Refinando a busca por acrescentar o descritor de autismo, não foi encontrado nenhum estudo. Acrescentando desta vez o descritor autista, 1 artigo foi encontrado, porém o estudo não estava disponibilizado na íntegra (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Resultados da busca na Plataforma Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES



Estes resultados indicam assim um desafio e ao mesmo tempo um potencial sobre a relevância de discorrer sobre a EAN associada ao TEA, haja vista o crescente aumento de pessoas com diagnóstico deste transtorno nas últimas décadas. Sobre os motivos deste aumento na prevalência dos casos ainda não está claro se refletem a "expansão dos critérios diagnósticos, maior conscientização social, diferenças na metodologia dos estudos ou aumento real na frequência do transtorno" (APA, 2014, p.55).

4. DISCUSSÃO

Aqui estão o conteúdo e a análise dos artigos encontrados nos Periódicos da CAPES, para trazer maior aporte teórico e identificar possíveis contribuições relevantes sobre a utilização da EAN ao lidar com o transtorno do espectro autista. No processo de organização e análise destes artigos buscou-se assegurar o alinhamento com o objetivo da pesquisa, por: (1) identificar como a EAN foi utilizada com o público-alvo; (2) os benefícios da utilização; e (3) os resultados alcançados.

Desta forma, segue a descrição dos materiais incluídos neste estudo. Inicialmente, dos estudos encontrados, foram selecionados dois artigos encontrados nos Periódicos da CAPES, através dos descritores "educação alimentar nutricional" e "autismo".

O primeiro deles foi o artigo dos autores Guimarães et al., (2023), que fizeram um relato de experiência de uma ação de EAN sobre a importância da alimentação saudável com pais e professores de um instituto de educação especial devido ao grande número de sobrepeso existente entre os frequentadores da mesma, o que incluía adolescentes com TEA. Primeiro realizou-se a avaliação do estado nutricional dos participantes para então depois realizar a ação, que contou

com a participação de nutricionistas da rede de atenção primária à saúde, que integraram o ciclo de discussões e contribuíram na elaboração das receitas saudáveis, dos materiais, temas e conteúdo que foram abordados na ação. No estudo, dentre os resultados, observou-se sobrepeso em adolescentes com TEA, relacionando com outros estudos. Assim os autores destacaram a importância da EAN tendo em vista que estes indivíduos já possuem suas limitações devido ao transtorno, o desenvolvimento da obesidade acaba sendo um agravante.

O segundo artigo encontrado foi o de Lino et al., (2024) que apresentavam informações acerca da relevância das estratégias nutricionais e das intervenções de educação nutricional no desenvolvimento de crianças com TEA, a partir de uma revisão bibliográfica. Dentre os estudos encontrados na revisão pelos autores, destaca-se que quando a dieta habitual é inadequada e há deficiência de um ou mais nutrientes, pode resultar em dificuldade de desenvolvimento e no comprometimento do estado nutricional e que nutrientes adequados como probióticos, vitaminas e minerais específicos podem ter efeitos positivos na melhora de alguns dos sintomas do TEA. Além disso, mencionou-se que formas musicais e atividades pedagógicas como, as texturas, são eficazes e possuem boa estratégia para o desenvolvimento de vínculo e expressão das crianças com TEA. Em conclusão, destacam que a educação alimentar e nutricional é importante meio de promoção de saúde e melhoria da qualidade de vida destas crianças.

Na sequência, mudando o segundo descritor, têm-se os quatro estudos encontrados nos Periódicos da CAPES com os descritores "educação alimentar nutricional" e "autista".

Observa-se no primeiro artigo de Silva et al., (2022) que as autoras identificaram através da revisão da literatura que as crianças com o TEA demonstram elevados índices de sobrepeso e obesidade, além de alterações gastrointestinais podendo estar diretamente relacionadas ao alto consumo de alimentos ricos em calorias e que, quanto ao padrão de comportamento, há elevada ocorrência de seletividade e recusa alimentar. No artigo também menciona que são necessárias condutas eficazes que aumentem a aceitação e o consumo de alimentos saudáveis, bem como atividades educativas que envolvam profissionais e os pais de crianças com TEA para a adoção de hábitos alimentares saudáveis através de educação nutricional diversificada e constante. Ressaltam ser de grande valia a realização de oficinas culinárias para que as crianças com TEA interajam com os alimentos e são boas oportunidades de demonstrar e motivar a alimentação saudável para melhorar os quadros de dificuldades e padrão alimentar.

No segundo artigo, uma pesquisa de cunho qualitativo do tipo bibliográfica, embora as autoras Pereira et al., (2021) trataram da atuação da equipe

multidisciplinar no tratamento do TEA e a importância da intervenção nutricional, trouxeram muitas contribuições relevantes para se entender como a nutrição se demonstra fundamental na qualidade de vida de crianças com TEA. Utilizando-se referências de vários autores, apresentou alguns métodos que podem ser utilizados em crianças no tratamento do TEA, como o que advém do Behaviorismo e faz associações entre o ambiente, o comportamento e as formas de aprendizagem, para então a partir da observação, ser desenvolvido um plano de ação específico que ajude a criança a fazer modificações necessárias no seu comportamento. Também frisou a necessidade de dar ênfase nas questões sociais, cognitivas e comunicacionais, procurando atender cada criança de acordo com sua especificidade, já que cada uma possui necessidades distintas e habilidades a serem desenvolvidas.As referidas autoras trouxeram também à atenção, como a maioria dos autores citados aqui, o quão preponderante é o papel da presença familiar da criança com TEA, neste caso, na organização e planejamento de uma equipe multiprofissional, se estendendo ao ambiente escolar, ao qual a criança passa grande parte da vida, o que salienta a importância de a escola como um todo estar envolvida nesse processo. Trazendo autores, fala do comprometimento da aprendizagem e do desenvolvimento devido aos déficits no estabelecimento do vínculo e na interação destas crianças.

Tratando da perspectiva nutricional, as autoras corroboram a importância da educação nutricional com crianças com TEA que geralmente apresentam seletividade alimentar e quão crucial é para que se desenvolvam melhor em todos os outros âmbitos de sua vida. Elas refletem sobre a necessidade de se atentar para os inúmeros aspectos que se encontram correlacionados dentro do TEA, destacando que a nutrição é uma delas, assim como é na vida de qualquer criança sem o transtorno, tendo em vista que se encontra na base da vida de qualquer ser humano. Concluindo, destacam a relevância da atuação de diversos profissionais, especialmente das áreas de saúde e educação, com o objetivo em consenso de melhoria na qualidade de vida destas crianças.

No terceiro artigo, os autores Milane et al. (2023) apresentaram um estudo transversal de caráter exploratório que trata do comportamento e consumo alimentar de crianças com TEA, pela percepção de pais e/ou responsáveis. No grupo estudado, eles apontam nos resultados a seletividade alimentar como item que apresentou maior índice de dificuldade na relação da criança com a alimentação e quanto ao consumo alimentar, apontam o baixo consumo de alimentos saudáveis e alto consumo de alimentos não saudáveis. Com o aporte dos estudos encontrados, destacam as alterações sensoriais como uma das características marcantes do TEA e esclarecem que isto ocorre devido a alteração no sistema nervoso central, impactando assim, até mesmo a execução

de atividades simples, como se alimentar, e consequentemente, tornando um desafio para a criança.

Descrevendo outras obstáculos alimentares enfrentados pela criança com TEA, como comportamento rígido durante as refeições, comportamento opositor, dificuldade na motricidade da mastigação e alergias/intolerâncias alimentares (menos relatada na pesquisa), os autores mencionaram os impactos negativos sob sua saúde, já que, o consumo alimentar inadequado é fator de risco para o surgimento de carências nutricionais e estas, especialmente na infância, tem papel primordial no seu crescimento e desenvolvimento. Assim, destacaram que investigar e entender os hábitos alimentares destas crianças é necessário para subsidiar estratégias individuais e coletivas de estímulo de hábitos saudáveis neste grupo específico. Finalizaram, considerando como parte destas estratégias para a abordagem do comportamento alimentar, a educação nutricional, a fim de prevenir os problemas em decorrência desta questão.

E por último, o quarto artigo, um estudo bibliográfico e metodológico dos autores Melo e Cavalcante (2023) que tratou sobre a elaboração de uma pirâmide alimentar adaptada para crianças com TEA de três a cinco anos, embora a proposta seja de orientação aos pais, educadores e profissionais de saúde. A pirâmide alimentar é uma forma representativa de orientação e educação nutricional para indicar a hierarquia dos grupos de alimentos e em quais quantidades devem ser consumidos. Eles reiteraram o que os outros autores destacaram, que implementar orientação e educação nutricional aos familiares de crianças com TEA a fim de criar hábitos alimentares adequados nelas é fundamental. Eles defenderam também uma intervenção multidisciplinar para lidar com a seletividade alimentar no TEA, utilizando jogos, imagens de frutas e alimentos naturais com variadas apresentações e tipos de texturas, para ser usada no dia a dia familiar, escolar e pelas equipes de saúde.

A pirâmide alimentar infantil para crianças com TEA foi construída a partir de uma dieta padrão apropriada para a faixa etária, as porções foram definidas de acordo com os grupos de alimentos: cereais, frutas, hortaliças, leguminosas, leite, carnes e ovos, gorduras e açúcares. Interessante destacar que utilizando-se do princípio da EAN, os autores levaram em conta na elaboração da dieta, a seleção de alimentos regionais e preparações habituais da localidade dos pesquisados. Curioso também foi a menção dos autores a uma intervenção dietética com a abordagem Shaolin-modification (dieta vegetariana baseada nos hábitos alimentares de monges budistas) utilizando a culinária chinesa na melhoria dos sintomas autistas, que demonstrou efeitos positivos nas funções cognitivas de um grupo de crianças com TEA. Por fim, os autores concluíram ressaltando que a pirâmide alimentar é uma ferramenta de grande vantagem

para melhorar a qualidade de vida dietética e a saúde geral destas crianças em fase pré-escolar, evitando deficiências nutricionais que possam prejudicar o crescimento e desenvolvimento adequado.

Percebe-se nestes estudos, apesar dos caminhos e contextos diferentes da utilização das estratégias, a relevância e a dimensão do papel da EAN como propagadora de hábitos alimentares saudáveis, que transpassa a transmissão de conhecimentos, mas que orienta de modo a propiciar o conhecimento de forma autônoma e consciente nos sujeitos envolvidos, especialmente no âmbito escolar para estudantes com TEA, o qual é o foco de aplicabilidade desta pesquisa. Observa-se o destaque para que a EAN seja trabalhada de maneira multidisciplinar com participação de todas as esferas possíveis, com as devidas contribuições de cada profissional, bem como com ação conjunta do seio familiar, sendo este a base de construção inicial para consolidar a promoção de bons hábitos alimentares desde a tenra infância, principalmente no caso da criança com TEA, como mostraram os apontamentos destes estudos.

Em contrapartida, com a análise destes estudos, identificam-se as limitações. Apesar de muitos estudos sobre EAN serem encontrados, notou-se que as pesquisas são mais voltadas para a investigação do perfil nutricional e os desdobramentos destas condições. Poucos são os estudos que apresentam metodologias apropriadas às singularidades das pessoas com TEA. Além disso, a maioria das ações e estratégias de EAN são para crianças e adolescentes em geral, com menos ocorrências para o público com TEA.

5. CONCLUSÕES

Este artigo buscou-se aprofundar sobre os estudos que tratam da EAN voltada a estudantes com TEA, com foco na educação infantil. Apesar do crescente interesse pela temática, o levantamento bibliográfico desta pesquisa apontou que os estudos ainda são incipientes quanto à aplicação de estratégias e recursos pedagógicos no contexto escolar. Poucos autores tratam da utilização das ações de EAN no desenvolvimento neuroatípico de crianças com TEA, especialmente na faixa etária da educação infantil. Esta lacuna evidencia a necessidade de propostas pedagógicas apropriadas e inovadoras, o que justifica a presente pesquisa e permite um vislumbre promissor de sua relevância e contribuições futuras à ciência, à sociedade, e, principalmente, às pessoas em condição do TEA.

A pesquisa revelou ainda possibilidades de as escolas promoverem atividades educativas que envolvam os alimentos, como pode ser o caso das hortas escolares, oficinas culinárias e ações de conscientização, as quais reforçam os conceitos de sustentabilidade e alimentação saudável. Ao inserir a EAN em

seu escopo, as escolas poderão utilizar abordagens mais significativas numa perspectiva educativa, lúdica e inclusiva que poderão influenciar na formação de cidadãos mais conscientes e saudáveis, preparando-os para escolhas alimentares responsáveis ao longo de toda a vida.

Este artigo, além de chamar à atenção para a necessidade de que novas pesquisas sejam ampliadas nesta temática, mostra o potencial da EAN para Educação como recurso pedagógico nas escolas, ainda que por meio de um processo constante, mas permanente para que ações de promoção da alimentação saudável seja colocada em prática de maneira significativa e tangente, alcançando estudantes desde a tenra infância, ainda mais aqueles que tenham alguma necessidade específica como é o caso dos estudantes com TEA, contribuindo assim para o aprendizado e desenvolvimento integral deles.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Diagnostic and statistical manual of mental disorder (DSM- V). Washington, DC: American Psychiatric Association, 2014.

BRASIL. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – CONSEA. Princípios e Diretrizes de Uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional. Textos de Referência da II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Brasília: Gráfica e Editora Positiva, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução Nº 06, de 08 de maio de 2020 . Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE. Fundo nacional de desenvolvimento da educação conselho deliberativo. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pnae>. Acesso em: 20 de jul de 2024.

CAMPBELL-MCBRIDE, N. GAPS, el síndrome psico-intestinal: un tratamiento natural para el autismo, la dispraxia, el trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad, la dislexia, la depresión y la esquizofrenia. Isla Baleares: Editorial Diente de León, 2017.

CASTRO, T. (coord.). Simplificando o Autismo: para pais, familiares e profissionais. São Paulo, SP: Literary Books Internacional, 2023.

CUPERTINO, M. C. et al. Transtorno do espectro autista: uma revisão sistemática sobre aspectos nutricionais e eixo intestino-cérebro. ABCS Health Sci. 2019; 44(2):120-130. Disponível em: <https://dx. doi.org/10.7322/abcshs.v44i2.1167.>. Acesso em: 20 de out de 2024.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GRABRUCKER, A. M. Autism Spectrum Disorders. ISBN: 978-0-6450017-8-5. Department of BiologicalSciences, University of Limerick, Limerick, Ireland: Exon Publications, 2021.

GUIMARÃES, P. R. V. et al. Estado nutricional, educação alimentar e nutricional: possibilidades em um instituto de educação especial no extremo sul do estado de Santa Catarina. Miami: Revista Caribeña de Las Ciencias Sociales, Miami, v.12, n.1, p. 104-114, 2023. ISSN 2254-

7630. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=&id=W 4385950188 >. Acesso em: 20 de set de 2024.

HUBBARD, K. L. et al. A Comparison of Food Refusal Related to Characteristics of Food in Children with Autism Spectrum Disorder and Typically Developing Children. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, v. 114, n. 12, p. 1981–1987, 1 dez. 2014. Disponível em: < https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24928779/>. Acesso em: 16 de junho de 2024.

LINO, L. P. F. V. et al. Relevância de estratégias nutricionais e intervenções e de educação alimentar e nutricional no desenvolvimento de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, Vol 6, Issue 6 (2024), pages 1797-1811. Disponível em: < https:// www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=&id=W4400082 455>. Acesso em: 20 de set de 2024.

MELO, G. M. S.; CAVALCANTE, J. L. P. Pirâmide dos alimentos adaptada para crianças autistas. Multitemas. Campo Grande, MS: v. 28 n. 68, p. 5-23, jan./abr. 2023. Disponível em: < https://www.periodicoscapes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=&id=W4377820932 >. Acesso em: 20 de set de 2024.

MILANE, Nayara. Cristina. et al. Comportamento e consumo alimentar em crianças com espectro autista: percepção de pais e responsáveis. Europub European Publications. Portugal: Cuadernos de Educación y Desarrollo, v.15, n.9, p. 8068-8085, 2023. DOI: 10.55905/cuadv15n9-007. ISSN:1989-4155. Disponível em: < https://www. periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&sourceb=&id=W4386443788 >. Acesso em: 20 de set de 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Tópicos de Saúde. Nutrição. Genebra, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/nutrition#tab =tab_1>. Acesso em: 20 de jul de 2024.

PEREIRA, A. B. et al. Atuação da equipe multidisciplinar no tratamento do TEA e a importância da intervenção nutricional. Brazilian Journal of Development, Curitiba: v.7, n.9, p. 94448-94462 sep. 2021. Disponível em: < https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes &source=&id=W3203017686>. Acesso em: 20 de set de 2024.

SILVA, F. D. et al. Aspectos relacionados ao consumo alimentar em crianças autistas: uma revisão da literatura. Research, Society and Development, v. 11, n. 3, e29211326499, 2022 (CC BY 4.0) ISSN 2525- 3409, Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task= detalhes&source=&id=W4293227170 >. Acesso em: 20 de set de 2024.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). Manual de Orientação. Transtorno do Espectro do Autismo. Departamento Científico de Pediatria do Desenvolvimento e Comportamento. Rio de Janeiro, RJ, 2019. Disponível em: <https://www.sbp.com.br /fileadmin/user_upload/Ped._Desenvolvimento_-_21775b- MO_-_Transtorno_do_Espec tro_do_Autismo.pdf>. Acesso em: 27 de set de 2024.

Quadro de representações tridimensionais (QRT): desenvolvimento de um recurso didático inclusivo para o ensino de matemática

Góes, Anderson Roges Teixeira[*1]; Liberti, Vinícius[2]; Silva, Aline Cristina Barbosa da[3]; Nogueira, Clélia Maria Ignatius[4]

1 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, artgoes@ufpr.br
2 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, vinicius.liberti@ufpr.br
3 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, alinecristinapedagogia@gmail.com
4 – Universidade Estadual do Paraná, UNESPAR, voclelia@gmail.com
*Correspondência: Rua Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas - Curitiba -PR.

DOI 10.52050/9788579177132-21

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento e a avaliação do Quadro de Representações Tridimensionais (QRT), recurso tátil inclusivo para apoiar o acesso de estudantes às situações-problema da matemática. Fundamentado no Desenho Universal (DU), o estudo adotou abordagem qualitativa e realizou testes de usabilidade com estudantes e docentes. Os resultados orientaram o redesenho do material e indicaram melhorias na percepção tátil, ergonomia e autonomia de uso. Conclui-se que o QRT apresenta potencial para favorecer práticas matemáticas mais inclusivas, embora ainda demande novas validações.
Palavras-chave: Tecnologia Assistiva Educacional, Acessibilidade Tátil, Inclusão Escolar, Modelagem e Impressão 3D, Usabilidade.

ABSTRACT

This article presents the development and evaluation of the Three-Dimensional Representations Board (QRT), an inclusive tactile resource designed to support students' access to mathematical problem situations. Grounded in the principles of Universal Design (UD), the study adopted a qualitative approach and conducted usability tests with students and teachers. The results informed the redesign of the material and indicated improvements in tactile perception, ergonomics, and user autonomy. It is concluded that the QRT has the potential to foster more inclusive mathematics practices, although further validation is still required.

Keywords: *Educational Assistive Technology, Tactile Accessibility, School Inclusion, 3D Modeling and Printing, Usability.*

1. INTRODUÇÃO

O Quadro de Representações Tridimensionais (QRT) constitui-se como um produto desenvolvido no âmbito de um estudo de pós-doutorado dedicado à análise das investigações do Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática da Matemática (GEPeDiMa). As pesquisas do grupo têm evidenciado que ilustrações visuais presentes em situações-problema favorecem a compreensão dos conceitos matemáticos e dos procedimentos necessários para sua resolução. No entanto, esse tipo de representação impõe barreiras a estudantes com deficiência visual, uma vez que a informação imagética não lhes é acessível, restringindo sua participação em condições equânimes.

Visando superar essa limitação, o QRT foi projetado e desenvolvido segundo os pressupostos do Desenho Universal (DU), que orienta a criação de recursos utilizáveis por qualquer estudante, independentemente de suas condições sensoriais, motoras ou cognitivas. O material é composto por uma placa metálica com elementos protetores e um chanfro tátil no canto superior direito, destinado a indicar a orientação correta de leitura em Braille. As representações tridimensionais que compõem o QRT foram produzidas por impressão 3D, incorporando elementos em relevo, texturas diferenciadas e identificação em Braille, de modo a oferecer informações acessíveis tanto para estudantes videntes quanto para aqueles com deficiência visual.

O desenvolvimento do QRT ocorreu no Laboratório de Tecnologias Assistivas Educacionais (LabTAE) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com apoio do Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva (NAPI-TA) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Esse contexto evidencia o compromisso institucional com a inovação e com a promoção de práticas educacionais inclusivas.

No campo educacional, a Tecnologia Assistiva tem como finalidade eliminar barreiras que limitam o acesso à informação, à comunicação e à participação de estudantes com deficiência (BERSCH, 2017). No LabTAE, tais recursos recebem a denominação de Tecnologia Assistiva Educacional (TAE) quando funcionam como suporte para estudantes público-alvo da Educação Especial, e, simultaneamente, como recursos pedagógicos construídos sob o referencial do DU quando utilizados por qualquer estudante. Essa perspectiva amplia as possibilidades de participação e favorece o redesenho de ambientes e materiais acessíveis a cada estudante.

Este artigo é uma ampliação do estudo publicado como Góes et al. (2025), apresentado no 5º Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva (CBTA), realizado em Curitiba-PR, entre 30/09 e 03/11/2025. A presente versão expande o trabalho original ao apresentar um novo teste de usabilidade, conduzido após modificações estruturais no QRT, possibilitando analisar sua evolução, validar ajustes e caracterizar de maneira mais sistemática sua aplicabilidade pedagógica.

Metodologicamente, este estudo caracteriza-se como uma investigação de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, desenvolvida em um ciclo iterativo de modelagem, testagem e aprimoramento do QRT. Foram utilizados procedimentos de observação, registro sistemático das interações dos estudantes, análise de percepções via questionários e avaliação dialógica junto às docentes participantes. Os testes de usabilidade foram realizados em duas etapas, com estudantes atendidos no contraturno em um Centro Municipal de Atendimento Educacional Especializado de Curitiba-PR, permitindo identificar barreiras, refinar o design e validar gradualmente as soluções propostas.

2. REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

A construção do Quadro de Representações Tridimensionais (QRT) fundamenta-se em referenciais que articulam concepções inclusivas, princípios de acessibilidade e técnicas específicas de modelagem e impressão 3D. Esta seção apresenta os elementos teórico-metodológicos que orientaram o desenvolvimento do recurso. Inicialmente, são discutidos os processos técnicos envolvidos na criação das representações tridimensionais, destacando suas implicações para a acessibilidade tátil. Em seguida, são analisados os princípios do Desenho Universal (DU), relacionando-os à concepção do QRT e ao primeiro teste de usabilidade, que permitiu avaliar a eficácia das soluções adotadas.

2.1 Tecnologias de modelagem e impressão 3D no desenvolvimento do QRT

A construção das representações tridimensionais do QRT envolveu o emprego de tecnologias de modelagem e impressão 3D orientadas pela necessidade de garantir acessibilidade tátil às situações-problema matemáticas. Para a etapa de modelagem, utilizou-se o software Blender, que possibilitou controle preciso sobre a geometria dos objetos, incluindo o ajuste das normais, a eliminação de malhas sobrepostas e o desenvolvimento de formas orgânicas a partir de curvas Bézier, posteriormente convertidas em malha para extrusão. Objetos mais simples foram estruturados a partir de formas básicas, como cubos

e cilindros, o que permitiu eficiência na produção e coerência visual entre as peças.

A impressão dos modelos foi realizada com o apoio dos softwares de fatiamento Creality Print, OrcaSlicer e UltiMaker Cura, configurados para uso nas impressoras K1MAX e K1C. Foram utilizados filamentos de PLA, com temperaturas de 230 °C no bico e 50 °C na mesa, e de ABS, com 260 °C no bico e 100 °C na mesa. As peças resultantes foram produzidas por extrusão de perfis de 3 mm e receberam posteriormente texturas adicionais em suas superfícies superiores, com o objetivo de ampliar a perceptibilidade tátil. Para possibilitar a organização no quadro metálico, todas as representações foram finalizadas com a inserção de pequenos ímãs na parte posterior.

O design das peças buscou contemplar a complexidade da percepção tátil, evitando ambiguidades decorrentes de silhuetas semelhantes. Representações que poderiam gerar confusão, como limão e laranja, ou copos e pratos circulares quando vistos de cima, foram eliminadas ou redesenhadas. Nessas situações, optou-se por representar os objetos em vistas ortogonais, preferencialmente laterais, a fim de favorecer a clareza das formas durante a exploração tátil. Em objetos temáticos, como peixes ou chapéus de palha, aplicaram-se texturas específicas, como escamas ou tramas, enquanto peças como a maçã do amor se destacavam pela ausência de textura, criando contraste tátil relevante para a diferenciação entre elementos.

Além das representações tridimensionais, foram desenvolvidas plaquinhas de identificação com inscrições em Braille e baixo-relevo, em conformidade com a NBR 9050, produzidas com espessura de 3 mm e chanfro no canto superior direito para indicar o sentido correto de leitura. A integração entre técnicas de modelagem digital, impressão 3D e estratégias de acessibilidade tátil resultou em um recurso flexível, seguro e amplamente acessível, capaz de representar situações-problema matemáticas por meio de múltiplas modalidades sensoriais.

2.2 Estrutura física e componentes do QRT

O QRT é composto por um suporte metálico e por elementos de identificação tátil e visual que, em conjunto, viabilizam sua função pedagógica. O suporte foi confeccionado em chapa de aço com dimensões de 250 mm × 350 mm, testado em duas espessuras, 0,9 mm e 3 mm, com o objetivo de avaliar estabilidade, peso e segurança no uso escolar. Para proteger as bordas e evitar acidentes durante o manuseio, o quadro recebeu uma moldura impressa em 3D, com 10 mm de largura, além de um chanfro localizado no canto superior direito, que favorece a orientação espacial do usuário.

As placas de identificação dos objetos foram modeladas com inscrições em Braille e em baixo-relevo, seguindo as recomendações da NBR 9050 para garantir legibilidade tátil. Cada placa possui um chanfro no canto superior direito, que indica o sentido correto de leitura do Braille e evita interpretações equivocadas. Além disso, foi empregado contraste de cores entre as peças, buscando atender estudantes com baixa visão e ampliar a acessibilidade visual do conjunto.

O sistema de fixação das peças no quadro metálico foi inicialmente realizado com ímãs de neodímio e, posteriormente, aprimorado conforme os resultados do teste de usabilidade. A adoção dessa interface magnética possibilita reorganizações constantes, favorecendo adaptações às demandas da atividade, às preferências do estudante e ao contexto pedagógico. Dessa forma, a configuração estrutural do QRT articula estabilidade, segurança e flexibilidade, constituindo um ambiente propício ao desenvolvimento de situações-problema matemáticas acessíveis.

2.3 Desenho Universal e avaliação preliminar do QRT

O desenvolvimento inicial do QRT ocorreu de forma articulada aos princípios do DU, que orientam a criação de produtos acessíveis desde sua concepção, evitando a necessidade de adaptações posteriores. O DU se estrutura em sete princípios que orientam a formulação de soluções inclusivas e funcionais. São eles (Carletto e Cambiaghi, 2007):

- Uso Equitativo: produtos e ambientes devem ser acessíveis a todas as pessoas, evitando exclusões ou estigmas;
- Flexibilidade de Uso: as soluções devem se ajustar a diferentes necessidades, preferências e habilidades;
- Uso Simples e Intuitivo: o uso deve ser fácil de compreender independentemente da experiência prévia;
- Informação Perceptível: a informação deve ser transmitida por múltiplos meios (visuais, táteis, sonoros);
- Tolerância ao Erro: o projeto deve reduzir riscos e prevenir danos mesmo em caso de uso incorreto;
- Mínimo Esforço Físico: o uso deve ser eficiente e exigir o mínimo de esforço físico;
- Dimensão e Espaço Apropriados: o espaço deve permitir uso confortável a pessoas com diferentes capacidades físicas.

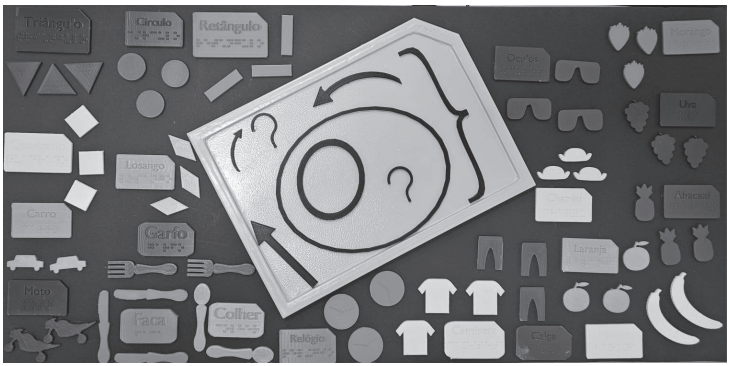
Assim, acessibilidade, segurança, flexibilidade e clareza perceptiva guiaram tanto o desenvolvimento das peças quanto sua primeira avaliação com usuários. Esse primeiro teste de usabilidade teve como objetivo verificar a legibilidade tátil

e visual das representações, a ergonomia das peças, a facilidade de manipulação e o potencial pedagógico do recurso em situações-problema matemáticas.

Nesse sentido, cada elemento do QRT foi projetado para promover acesso equitativo, clareza perceptiva e segurança no manuseio, considerando diferentes perfis sensoriais e cognitivos. O processo envolveu etapas de modelagem 3D, impressão, ajustes progressivos e um primeiro teste de usabilidade com estudantes e professoras da educação básica, cujos resultados foram essenciais para orientar as melhorias implementadas na versão subsequente.

No processo de modelagem, buscou-se diferenciar tatilmente objetos semelhantes, evitando ambiguidades perceptivas. Ainda assim, a primeira versão apresentou limitações relevantes. As peças não possuíam texturas distintas, exceto a colher, cuja concavidade era naturalmente perceptível ao toque. Objetos como a banana, inicialmente representada de forma isolada, eram facilmente confundidos com outras formas curvas, o que levou ao redesenho da peça como um cacho, ampliando sua distinção tátil. Situação semelhante ocorreu com as laranjas impressas em verde, que não ofereciam diferenças táteis suficientes para diferenciá-las de limões, evidenciando a insuficiência de depender exclusivamente da cor. Esses aspectos iniciais estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1 - 1ª versão do QRT



Fonte: Acervo GEPETeL (2025).

#ParaTodosVerem: Quadro de representações tridimensionais em fundo preto, coberto por diversas peças em relevo, coloridas em tons vibrantes como roxo, vermelho, azul, amarelo e verde. As peças estão agrupadas em seções e representam formas geométricas (triângulo, círculo, retângulo, losango), frutas (morango, uva, abacaxi, laranja, banana), objetos cotidianos (carro, garfo, faca, colher, relógio, óculos, chapéu) e vestuário (camiseta, calça). Um elemento crucial são as plaquinhas com texto, presente em conjunto com as peças, escrito em baixo relevo e acompanhado de escrita em Braille. No centro do painel, há uma placa cinza/branca inclinada com símbolos abstratos em relevo preto, como círculos, setas e pontos de interrogação. [Fim da descrição]

Para aprimorar a identificação, foram incorporadas plaquinhas de identificação com inscrições em baixo-relevo e Braille, seguindo as recomendações da NBR 9050. Cada placa foi confeccionada com 3 mm de espessura e recebeu um chanfro no canto superior direito, permitindo que pessoas cegas identifiquem o sentido correto de leitura do Braille. Na etapa seguinte, objetos temáticos, como peixes e chapéus de palha, receberam texturas características, enquanto figuras como bandeirinhas foram modeladas com padrões geométricos simples. Em contraste, itens sem textura, como a maçã do amor, passaram a se destacar pela ausência de relevo, ajudando na distinção sensorial. As melhorias dessa segunda versão podem ser observadas na **Figura 2**.

Figura 2 - 2ª Versão com Representações de tema junino e aplicação de texturas



Fonte: Os Autores (2025).

#ParaTodosVerem: Fotografia de Figuras táteis coloridas impressas em 3D, dispostas sobre uma placa preto fosco, que parece ser um quadro emoldurado. A imagem apresenta objetos temáticos de Festa Junina e outros itens lúdicos. Os elementos visuais incluem: um chapéu de palha em amarelo vibrante, um pirulito azul, uma maçã do amor vermelha, três balões verdes, uma flor amarela e um algodão doce azul. Na parte inferior, há Figuras humanas um menino em amarelo e uma menina em roxo, uma bandeirinha de São João cinza escura e uma Figura de peixe azul. [Fim da descrição]

O projeto também incluiu a criação de números tridimensionais com Braille acoplado. A principal dificuldade consistiu em integrar o Braille sem comprometer a identificação imediata dos algarismos. Para isso, foram criadas extensões laterais de até 1,5 mm, capazes de comportar o Braille sem alterar o formato característico do número. Essa solução está apresentada na **Figura 3**.

Figura 3 - Números com anexos em Braille



Fonte: Os Autores (2025).

#ParaTodosVerem: Fotografia de peças impressas em 3D de cor cinza-claro, dispostas horizontalmente sobre um quadro de cor preta escura emoldurado em preto. As peças representam os dez algarismos cardinais (números de 0 a 9). Os números são tridimensionais, têm uma fonte clara e estão alinhados em uma única fileira no centro da placa, com uma pequena base retangular em cada algarismo contendo a escrita em braile. [Fim da descrição]

Por outro lado, representações abstratas ou envolvendo figuras humanas em movimento não foram modeladas tridimensionalmente, devido ao risco de ambiguidades táteis; nesses casos, optou-se pela produção exclusiva das plaquinhas com os termos correspondentes, como ilustrado na **Figura 4**.

Figura 4 - Plaquinhas com termos



Fonte: Os autores (2025).

#ParaTodosVerem: Fotografia de peças retangulares brancas em impressas em 3D, dispostas em duas fileiras sobre um quadro de cor preta escura emoldurado em preto. As peças contêm palavras escritas em baixo relevo e representadas em Braille no centro de cada peça, funcionando como material didático tátil. As palavras visíveis na primeira fileira são: "Sentado", "Dançando" e "Criança". Na segunda fileira, as palavras são: "Cavalheiro", "Em Pé", "Professora" e "Dama". [Fim da descrição]

A avaliação preliminar da primeira versão do QRT ocorreu de forma exploratória, durante sessões de uso que permitiram observar o manuseio, a

clareza das representações e a adequação tátil do material. Essa etapa revelou desafios significativos para o aperfeiçoamento. A dependência de cores para diferenciar representações mostrou-se insuficiente; algumas peças apresentavam cantos agudos que exigiram refinamento no acabamento; as placas metálicas mais espessas demonstraram peso excessivo para uso infantil; e os ímãs de neodímio utilizados inicialmente ofereciam resistência elevada à remoção das peças, comprometendo o conforto no manuseio. A identificação de quantidades por meio da combinação entre um objeto e um algarismo também se revelou pouco intuitiva, reforçando a importância de representar a quantidade total por meio da multiplicidade de objetos.

3. PRIMEIRA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO QRT

A primeira avaliação de usabilidade do Quadro de Representações Táteis (QRT) teve como objetivo verificar sua acessibilidade, clareza perceptiva, funcionalidade tátil, segurança e potencial pedagógico no contexto da educação básica. Para essa etapa, foram elaborados questionários distintos para estudantes (Quadro 01) e docentes (Quadro 02), contendo itens voltados à análise da manipulação das peças, da compreensão das representações e da adequação do material aos princípios do DU.

Os aspectos a serem avaliados foram definidos a partir de questionários específicos destinados a estudantes, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 01 - Questionário para produção de dados para o teste de usabilidade dos estudantes

Questionário de Usabilidade – Estudantes
1. O quanto você acha que este material é fácil de usar?
2. Você acredita que este material lhe fornece diferentes maneiras de aprender sobre o assunto?
3. Você acha que este material é acessível para todos? Incluindo colegas com diferentes necessidades?
4. As cores estão contrastantes entre si, adequadas para compreensão?
5. Algum dos elementos não foi possível compreender, se sim qual? e por quê?
6. Caso tenha visto algum colega enfrentando dificuldades, nos conte como foi e como vocês lidaram com ela?
7. Este material deixou a aula mais divertida e interessante?
8. Você acha que este material é seguro de usar? Ou você acha que alguém pode se machucar com ele?
9. Este material é do tamanho certo e é fácil de alcançar e usar
10. O tamanho das representações foi adequado? Teve alguma inadequada, Qual?
11. Alguma representação ficou melhor? Por quê?
12. O que você mais gostou neste material?
13. O que você acha que poderia ser melhorado neste material?

Fonte: Os Autores (2025).

Já os aspectos avaliados junto aos professores foram definidos por meio de questionários próprios, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 02 - Questionário para produção de dados, para o teste de usabilidade dos professores

Questionário de Usabilidade – professores
1. Em sua opinião, qual é o grau de eficácia deste material didático em facilitar a aprendizagem dos alunos?
2. Qual foi o impacto deste material na motivação dos alunos para aprender?
3. Em sua observação, os alunos demonstraram uma compreensão melhor do conteúdo ao usar este material?
4. O material é flexível o suficiente para atender as necessidades individuais dos alunos?
5. Como o material lidou com a diversidade de habilidades e necessidades dos alunos em sua sala de aula?
6. O material é compatível com a sua abordagem pedagógica? Foi necessário fazer adaptações?
7. O material e tolerante a erros e acidentes, proporcionando um ambiente seguro para os alunos aprenderem?
8. Como os alunos reagiram ao uso deste material? Eles expressaram satisfação?
9. Quanto à pergunta anterior, compartilhe um pouco sobre a experiência dos alunos ao utilizarem o material.
10. Houve algum desafio ou limitação significativa no uso deste material?
11. Caso tenham sido observados desafios e/ou limitações, compartilhe um pouco sobre a sua percepção destes.

Fonte: Os Autores (2025).

O instrumento destinado aos estudantes foi respondido por cinco participantes, identificados pela sigla E# (Estudante #), enquanto o questionário voltado às docentes foi respondido por duas professoras, identificadas como P# (Professora #). O uso dessas siglas busca assegurar o anonimato das pessoas participantes.

Essa primeira avaliação integrou o ciclo contínuo de modelagem, aprimoramento e validação do QRT, possibilitando identificar limitações, reconhecer potencialidades e orientar ajustes necessários. As representações utilizadas nesse teste correspondem à primeira versão do material, produzidas por modelagem tridimensional no software Blender, impressas em PLA e ABS, e fixadas ao quadro metálico por meio de ímãs, conforme descrito na seção anterior.

3.1 Principais resultados do primeiro teste

De modo geral, professores e estudantes consideraram o QRT um recurso de fácil manipulação e potencialmente promissor para diversificar formas de aprendizagem matemática. Entretanto, diversas limitações foram identificadas,

especialmente relacionadas à interpretação das situações-problema e ao manuseio físico do material.

Um dos principais desafios relatados pelos estudantes diz respeito à compreensão de problemas que combinavam um único objeto com um algarismo para representar quantidades elevadas (por exemplo, um chapéu acompanhado do número 9). Essa configuração mostrou-se pouco intuitiva, sobretudo para crianças habituadas à contagem concreta e sequencial. A professora P1 destacou que a associação entre objeto simbólico e número tendia a gerar confusão, sendo mais efetiva a representação da quantidade total por meio da multiplicidade de objetos. Essa observação tornou-se um ponto essencial para o redesign posterior.

Do ponto de vista perceptivo, estudantes E1 a E4 avaliaram positivamente o contraste visual entre a placa e as peças, demonstrando preferência pela placa metálica preta, considerada a que oferecia melhor distinção entre elementos. Em contrapartida, o suporte confeccionado em chapa de 3 mm foi percebido como excessivamente pesado, sendo classificado como potencialmente perigoso para uso infantil. O modelo de 0,9 mm foi considerado mais leve, seguro e adequado ao trabalho pedagógico.

Em relação ao sistema de fixação, verificou-se que os ímãs de neodímio utilizados na versão inicial apresentavam força excessiva, dificultando a remoção das peças e tornando a manipulação pouco confortável. Os estudantes apontaram como preferência o uso de papel imantado, que oferece aderência suficiente sem comprometer o fluxo de exploração tátil.

Questões de segurança emergiram durante o teste. A estudante E5 observou a presença de cantos agudos em algumas peças, sugerindo a necessidade de acabamento adicional. No caso específico desta estudante, que utiliza a boca para realizar manipulações, indicou-se a criação de um cavalete e de um palito adaptado, de modo a ampliar sua autonomia e prevenir riscos. A docente P# reconheceu o alinhamento do QRT com sua abordagem pedagógica e observou que a exploração prévia do material pode favorecer a familiarização e ampliar a eficácia do recurso.

3.2 Implicações para o redesenho do QRT

A interpretação dos dados coletados nos questionários evidenciou elementos cruciais para aprimorar o QRT à luz dos princípios do Desenho Universal. Entre os pontos que demandaram ajustes, destacam-se:

- Necessidade de reduzir o peso do quadro, priorizando a chapa metálica de 0,9 mm;
- Substituição dos ímãs de neodímio por papel imantado;

- Suavização e arredondamento dos cantos das peças;
- Inclusão de texturas para ampliar a distinção tátil;
- Revisão das estratégias de representação numérica;
- Aperfeiçoamento da legibilidade tátil das formas.

Em contrapartida, os resultados confirmaram a pertinência de aspectos como o contraste visual, a interação lúdica, a clareza das representações com cor e a potencialidade pedagógica do recurso.

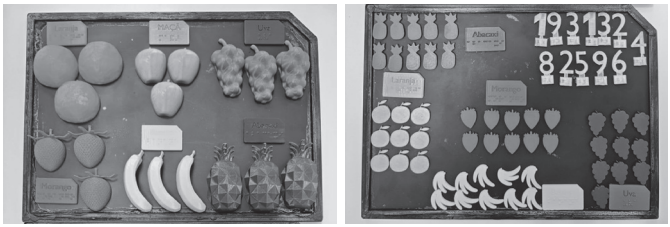
A partir dessa primeira avaliação de usabilidade, o QRT passou por uma reformulação significativa, culminando no desenvolvimento de uma segunda versão mais segura, leve, tatilmente informativa e coerente com os preceitos do DU. Essa etapa de ampliação é apresentada na seção seguinte.

4. SEGUNDO TESTE DE USABILIDADE: AMPLIAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS MELHORIAS DO QRT

O segundo teste de usabilidade teve como objetivo avaliar a eficácia das modificações implementadas no QRT a partir dos resultados do primeiro teste, validando as soluções adotadas e identificando novos aspectos para o refinamento. Esta etapa constitui a ampliação inédita em relação ao trabalho apresentado por Góes et al. (2025) no Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva (CBTA), ao aprofundar a análise do desempenho das versões revisadas das representações tridimensionais.

Para esta fase, foram apresentadas aos estudantes duas versões das peças: (a) as representações da versão inicial, constituídas por perfis extrudados, e (b) as versões aprimoradas, com volume, texturas e ajustes de forma. (Figura 5)

Figura 5 - Materiais testados na segunda fase



Fonte: Os Autores (2025)

#ParaTodosVerem: Montagem com duas imagens lado a lado, ambas mostrando tabuleiros pretos organizados com frutas táteis coloridas impressas em 3D e etiquetas com nomes em baixo relevo e braille. O tabuleiro preto da esquerda exibe frutas grandes distribuídas em grupos, cada qual acompanhada de sua etiqueta: quatro laranjas com a etiqueta laranja "Laranja", três maçãs verdes com a etiqueta verde "MAÇÃ", três cachos de uvas roxas com a etiqueta roxa "Uva", três morangos vermelhos com a etiqueta vermelha "Morango", três bananas amarelas com a etiqueta amarela

"Banana" e três abacaxis verdes com a etiqueta verde "Abacaxi". O tabuleiro preto da direita contém versões menores das mesmas frutas, organizadas em fileiras por tipo. No topo direito há números grandes em cinza: 1, 9, 3, 1, 3, 2, 4 e abaixo 8, 2, 5, 9, 6, todos com braille na base. As frutas pequenas incluem: abacaxis azuis com a etiqueta "Abacaxi", laranjas verdes com a etiqueta "Laranja", morangos vermelhos com a etiqueta "Morango", bananas amarelas com a etiqueta "Banana" e uvas roxas com a etiqueta "Uva". Cada grupo tem sua respectiva etiqueta com a mesma cor da fruta com texto em baixo relevo e braille. [Fim da descrição]

As modificações incorporadas incluíram a introdução de texturas, a ampliação volumétrica das peças, a substituição dos ímãs de neodímio por papel imantado, a adoção da placa metálica de 0,9 mm na cor preta e o arredondamento dos cantos.

O teste foi realizado em um Centro Municipal de Atendimento Educacional Especializado (CMAEE) de Curitiba–PR, espaço destinado ao atendimento de estudantes da rede pública no contraturno da escola comum. Participaram oito estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, organizados em duplas, que passaram a ser identificados pela sigla E#, iniciando em E7 e seguindo até E14. As interações ocorreram em sala que favorecia a exploração manipulativa, a observação individualizada e o diálogo espontâneo entre pesquisador e participantes.

A análise das interações buscou compreender como os estudantes identificaram, manipularam e estabeleceram correspondências entre as representações tridimensionais e as plaquinhas identificadoras, bem como as estratégias espontâneas utilizadas para categorização, organização e comparação entre as versões antiga e revisada. Durante o teste, os estudantes foram incentivados a explorar livremente as peças, associá-las às plaquinhas, comparar diferenças entre versões, agrupar objetos por critérios próprios e interagir com os algarismos tridimensionais. Esse procedimento permitiu observar tanto a acurácia do reconhecimento quanto aspectos relacionados à intuição perceptiva, ao uso espontâneo do material e ao potencial pedagógico das novas configurações.

A primeira dupla era composta por E7 e E8, ambos do 4º ano do Ensino Fundamental, porém com níveis distintos de alfabetização. Eles reconheceram as frutas sem dificuldades significativas, embora o abacaxi tenha exigido maior tempo de identificação. Como estudantes videntes, utilizaram principalmente as cores para relacionar as peças às plaquinhas, que haviam sido produzidas com cores próximas às frutas reais. E8 não reconheceu a maçã. Quando uma placa com cor discrepante — por exemplo, azul com o termo "abacaxi" — era posicionada ao lado do abacaxi volumétrico verde-escuro, ambos demonstraram dificuldade em estabelecer a correspondência. Nenhum dos estudantes identificou cantos pontiagudos nas peças. A interação é ilustrada na Figura 6.

Figura 6 - Primeira dupla manuseando o material



Fonte: Os Autores (2025)

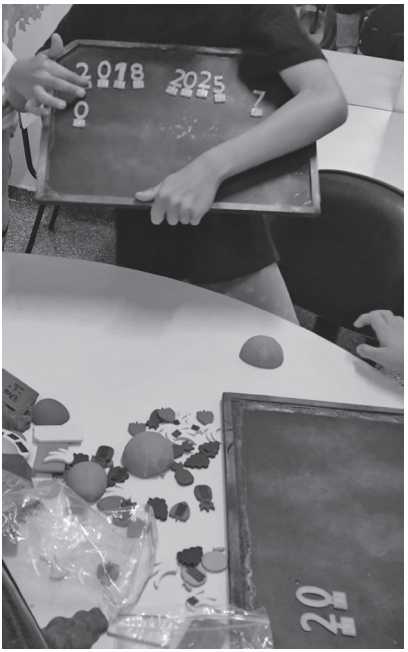
#ParaTodosVerem: Fotografia de uma atividade em mesa amarela, onde uma criança manipula frutas táteis coloridas impressas em 3D e etiquetas com texto em tinta e braile. Sobre um tabuleiro preto, estão organizados uma laranja com a etiqueta "Laranja", um abacaxi com a etiqueta verde "Abacaxi" e uma maçã verde com a etiqueta "MAÇÃ". A criança segura uma etiqueta vermelha "Morango" ao lado de um morango vermelho. Ao redor da mesa há outras frutas soltas como laranjas, morangos, uvas roxas, uma banana amarela e uma maçã verde junto de etiquetas coloridas correspondentes às frutas. [Fim da descrição]

E9 (3º ano) e E10 (5º ano), ambos alfabetizados, reconheceram todas as frutas, embora E9 tenha confundido o abacaxi azul e apresentado dificuldade na identificação da maçã. Ele também percebeu o morango como levemente pontiagudo. Os estudantes demonstraram apreço pelas diferentes versões (com e sem volume) e organizaram as frutas por critérios de cor. E10 observou a coerência visual entre a fruta laranja e sua respectiva cor, além de mencionar pequenas extremidades agudas, sem considerá-las perigosas.

As estudantes E11 e E12, ambas do 3º ano, não encontraram dificuldades de identificação, nem relataram presença de partes pontiagudas. Demonstraram entusiasmo ao organizar as representações e utilizaram majoritariamente a cor para estabelecer correspondências entre peças e plaquinhas. Apresentaram compreensão plena do material, interagindo de maneira autônoma.

A última dupla era composta por E13 (1º ano, não alfabetizada) e E14 (2º ano, alfabetizado). E13, que possui Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), interagiu de forma mais lúdica e dispersa, explorando as peças como objetos de brincadeira. Considerou a uva e o abacaxi pouco interativos e demonstrou curta permanência nas tarefas propostas. E14, por outro lado, manteve foco contínuo, associou corretamente as representações às plaquinhas e demonstrou capacidade de formar números, incluindo suas idades, utilizando os algarismos tridimensionais. A interação da dupla é mostrada na Figura 7.

Figura 7 - Quarta dupla, montando seus anos.



Fonte: Os Autores (2025)

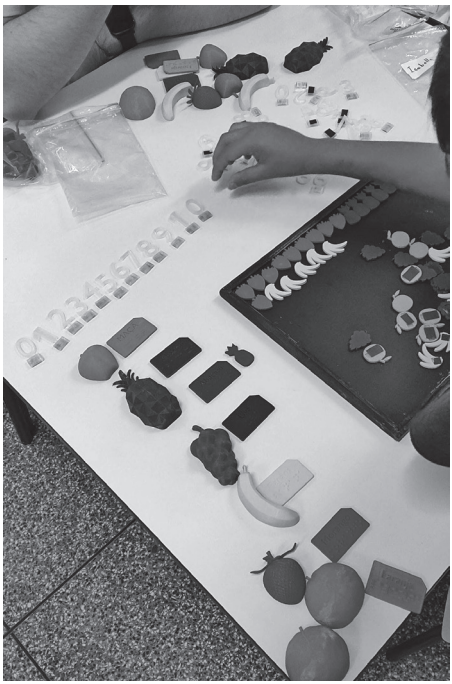
#ParaTodosVerem: Crianças participam de uma atividade manipulativa com números e frutas táteis impressas em 3D. Uma delas segura um tabuleiro preto na vertical, onde estão fixados números tridimensionais na cor cinza, formando as sequências “2018”, “2025”, “0” e “7”, todos com braile abaixo. Ao redor, sobre a mesa clara, há diversas frutas táteis pequenas bananas amarelas, uvas roxas, maçãs verdes, morangos vermelhos e laranjas, além de etiquetas coloridas correspondentes às frutas, também com texto em baixo relevo e braile. Outro tabuleiro preto aparece na parte inferior da imagem, parcialmente visível, contendo o número “20” em relevo. [Fim da descrição]

De modo unânime, os estudantes utilizaram a cor como principal referência para associar representações e plaquinhas, comportamento esperado em participantes videntes. Ao serem questionados sobre a relação entre um número

e um objeto, por exemplo, "o que significa o número 1 ao lado do abacaxi?", todos responderam "um abacaxi". A interpretação manteve-se consistente mesmo com a variação do algarismo. Quando questionados sobre preferência entre visualizar três abacaxis individuais ou um único abacaxi acompanhado do número 3, a maioria optou pela representação concreta, reforçando a importância de estratégias visuais explícitas.

Embora o peso da placa metálica tenha sido percebido, os estudantes não a classificaram como perigosa. Validaram amplamente a cor preta da placa, que oferecia bom contraste visual. Todos organizaram as representações de maneira autônoma e demonstraram facilidade na utilização das plaquinhas. A organização geral é ilustrada na Figura 8.

Figura 8 - Exemplo de organização dos estudantes.



Fonte: Os Autores (2025)

#ParaTodosVerem: Mesa clara onde estão organizados diversos materiais do (QRT), na parte superior há frutas grandes impressas em 3D como maçãs verdes, abacaxis verdes, laranjas, bananas amarelas, um morango vermelho e um cacho de uva roxa, acompanhadas de etiquetas coloridas com o nome da fruta em tinta e braile. No centro inferior da mesa está alinhada uma sequência de números táteis transparentes com base cinza, indo de **0 a 10**, cada um com braile abaixo. Perto dessa sequência, mais frutas e etiquetas estão distribuídas: maçã com placa "MAÇÃ", abacaxi com "Abacaxi", uva com "Uva", banana com "Banana", morango com "Morango" e laranja com "Laranja", á

direita, um tabuleiro preto contém diversas frutas pequenas coloridas organizadas por tipo: fileiras de morangos vermelhos, bananas amarelas, uvas roxas e maçãs verdes, todas em formato plano. Uma criança manipula números táteis, enquanto outra pessoa aparece parcialmente na lateral da imagem observando ou participando da atividade. [Fim da descrição]

Apesar das melhorias significativas, algumas ambiguidades persistiram, variando entre estudantes. Entre elas:

- Maçã verde-clara com volume, confundida com outras frutas claras;
- Abacaxi azul sem volume, com risco de confusão;
- Laranja volumétrica confundida com tangerina;
- Laranja verde-clara sem volume confundida com maçã ou limão.

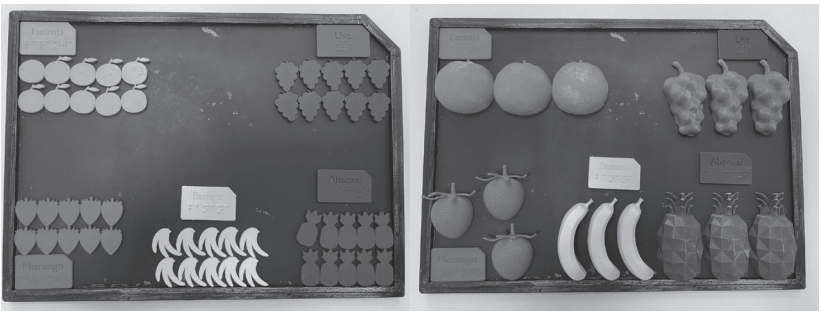
Os estudantes avaliaram as texturas como agradáveis e identificaram apenas poucas peças com leve pontiagudez residual. Consideraram o material adequado para uso contínuo e seguro.

Os estudantes demonstraram compreensão clara das representações e facilidade de manipulação, evidenciando a efetividade das melhorias implementadas. Os dados reforçam que:

- O volume e as texturas ampliaram a distinção tátil e visual;
- A placa metálica de 0,9 mm é mais adequada;
- O papel imantado substituiu satisfatoriamente os ímãs de neodímio;
- O contraste visual da placa preta fortaleceu a leitura;
- O arredondamento dos cantos aprimorou a segurança.

Entretanto, as representações tridimensionais ampliadas passaram a ocupar mais espaço no quadro, chegando a dimensões aproximadamente três vezes maiores do que na versão inicial, o que reduz a quantidade de peças utilizáveis simultaneamente. Esse aspecto é ilustrado na Figura 9 e indica a necessidade de ajuste de escala em futuras versões.

Figura 9 - Versão sem volumetria e texturas e a versão volumétrica e texturizada



Fonte: Os Autores (2025)

*#ParaTodosVere*m: Montagem composta por duas imagens lado a lado, ambas mostrando tabuleiros pretos organizados com frutas táteis impressas em 3D coloridas em versão pequena (esquerda) e grande (direita). Cada grupo de frutas está acompanhado por uma etiqueta colorida com o nome em baixo relevo e braille. Imagem da esquerda (frutas pequenas): No canto superior esquerdo há maçãs verdes pequenas acompanhadas da etiqueta verde "Maçã". No topo direito há uvas roxas pequenas com etiqueta roxa "Uva". Na parte inferior esquerda estão morangos vermelhos com etiqueta vermelha "Morango". Ao centro inferior há bananas amarelas pequenas com a etiqueta amarela "Banana". No canto inferior direito há abacaxis azuis com etiqueta azul "Abacaxi". Imagem da direita (frutas grandes): No canto superior esquerdo há três laranjas grandes com a etiqueta laranja "Laranja". À direita delas estão três cachos de uvas roxas com a etiqueta roxa "Uva". Na parte inferior esquerda aparecem três morangos grandes acompanhados da etiqueta vermelha "Morango". Ao centro inferior há três bananas grandes com etiqueta amarela "Banana". No canto inferior direito estão três abacaxis verdes grandes com a etiqueta verde "Abacaxi". [Fim da descrição]

Os resultados demonstram que o QRT revisado alcançou um estágio promissor de desenvolvimento, apresentando melhorias perceptíveis em termos de acessibilidade, segurança e clareza perceptiva. Contudo, como o teste não envolveu estudantes cegos ou com baixa visão, permanece necessária uma etapa específica de validação tátil para esse público, especialmente no que se refere ao Braille e às texturas. Ainda assim, o desempenho observado indica que o QRT possui elevada aplicabilidade nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e flexibilidade para atender diferentes demandas pedagógicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ampliação deste estudo, em continuidade ao trabalho apresentado por Góes et al. (2025) no CBTA, evidencia que o desenvolvimento do QRT não se limita ao aprimoramento técnico de um recurso didático, mas constitui um exercício permanente de reflexão sobre acessibilidade, aprendizagem e design pedagógico. Cada modificação realizada, seja a inclusão de texturas, a alteração das cores, o redesenho das formas ou a mudança dos sistemas de fixação, revela que a acessibilidade não emerge de soluções prontas, mas de um processo investigativo situado, dialógico e atento às respostas concretas dos sujeitos que interagem com o material.

O segundo teste de usabilidade mostrou que a clareza tátil e visual das representações não é resultado apenas de tecnologias de modelagem e impressão 3D, mas de decisões conceituais mais profundas sobre o que significa representar um objeto, uma quantidade ou uma ação de forma acessível. As ambiguidades identificadas, como frutas semelhantes ou a relação entre algarismos e quantidades, convidam a reconsiderar, continuamente, como os estudantes constroem sentido a partir das representações. Esse movimento reafirma que acessibilidade pedagógica implica reconhecer os limites da

abstração e, sobretudo, compreender que diferentes estudantes acionam diferentes estratégias cognitivas, sensoriais e culturais na leitura do material.

Os achados desta fase também evidenciam que o DU, enquanto princípio estruturante, não funciona como um checklist, mas como uma lente que provoca o redesenho permanente dos recursos. O DU permite compreender que um objeto acessível não é aquele que atende a um perfil específico, mas aquele que oferece múltiplas portas de entrada para a aprendizagem, visuais, táteis, conceituais, narrativas e espaciais. Nesse sentido, o QRT se fortalece como um dispositivo que não apenas apoia o ensino da matemática, mas convoca novas formas de pensar a mediação pedagógica e a experiência sensorial da aprendizagem.

Por outro lado, as limitações do estudo devem ser tomadas como oportunidades. A ausência de estudantes cegos nesta etapa não invalida o avanço obtido, mas aponta para a necessidade de ampliar a testagem para públicos que fazem uso da informação tátil como canal perceptivo. Assim será possível validar o uso do Braille, a adequação das texturas e a distinção tátil das formas, dimensões que, embora aprimoradas, ainda carecem de confirmação empírica. Da mesma forma, a preferência dos estudantes por representações concretas em detrimento de relações simbólicas sugere reflexões pedagógicas mais amplas sobre alfabetização matemática, modos de contar, abstração e construção de sentido.

Assim, o QRT não deve ser compreendido apenas como um produto, mas como um processo de formação, no qual pesquisadores, estudantes e docentes reinterpretam continuamente o que significa ensinar matemática de forma inclusiva. Sua evolução material reflete, ao mesmo tempo, a evolução conceitual do próprio projeto: quanto mais o recurso se transforma, mais ele explicita que a inclusão não se produz por mera adaptação, mas por escolhas intencionais que integram tecnologia, pedagogia e ética.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária (FA) para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BERSCH, Rita. *Introdução à Tecnologia Assistiva*. Porto Alegre: Assistiva – Tecnologia e Educação, 2017.

CARLETTO, A. C.; CAMBIAGHI, S. *Desenho Universal*: um conceito para todos. Brasil, [2007]. Disponível em https://www.maragabrilli.com.br/wpcontent/uploads/2016/01/universal_web-1.pdf Acesso em 26 maio. 2025.

CAST. *Universal Design for Learning* Guidelines version 2.2. Wakefield, MA, 2019. Disponível em: http://udlguidelines.cast.org. acesso: 15 out. 2023.

GÓES. Anderson Roges Teixeira; COSTA. Priscila Kabbaz Alves da. (Organizadores) *Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem*: fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva – vol 1. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022.

GÓES. Anderson Roges Teixeira; COSTA, Priscila Kabbaz Alves da. [Orgs.] *Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem:* fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva. Vol 2. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023.

GOÉS, Anderson Roges Teixeira; COSTA, Priscila Kabbaz Alvez da; GOÉS, Heliza Colaço. *A proposal for initial and continuing education based on the Universal Design for Learning approach: an experience in Brazilian higher education*. The Educational Review, USA, v. 9, n. 3, p. 262–273, 2025.

SEBASTIÁN-HEREDERO, E. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). *Revista Brasileira de Educação Especial*, [s.l.], v. 26, n. 4, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347821251_Diretrizes_para_o_ Desenho_Universal_para_a_Aprendizagem_DUA. Acesso em: 26 maio. 2025.

Re-pensar las matemáticas: impacto de métodos manipulativos y formación docente inclusiva

Rodríguez-García, Alejandro[1]; González-Tejerina, Sara[2]; Arias-Gago, Ana Rosa*[3]

1 – Universidad de León, ULE, alrodg@unileon.es

2 – Universidad de León, ULE, sgont@unileon.es

3 – Universidad de León, ULE, ana.arias@unileon.es

* -Correspondência: UNIVERSIDAD DE LEÓN Facultad de Educación, despacho 148, Campus de Vegazana, s/n 24071 LEÓN (España)

DOI 10.52050/9788579177132-22

RESUMO

Este estudio analiza el impacto de un programa inclusivo en el rendimiento y la actitud hacia las matemáticas de alumnado con y sin dificultades específicas de aprendizaje (DEA). Se aplicaron estrategias basadas en Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), enseñanza multinivel y métodos manipulativos. Los resultados indican que, aunque el alumnado sin DEA obtuvo mejores puntuaciones, el alumnado con DEA mostró mayor mejora en percepción de competencia y motivación. Además, la formación docente en atención a la diversidad se relacionó con una aplicación más eficaz de metodologías activas, favoreciendo el progreso de todos los estudiantes y promoviendo una educación inclusiva.

Palavras-chave: matemáticas manipulativas, Diseño Universal para el Aprendizaje, métodos docentes.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of an inclusive program on the performance and attitudes toward mathematics of students with and without specific learning difficulties (SLD). Strategies based on Universal Design for Learning (UDL), multilevel teaching, and manipulative methods were applied. The results indicate that although students without SLD achieved higher scores, students with SLD showed greater improvement in perceived competence and motivation. Furthermore, teacher training in addressing diversity was linked to a more

effective implementation of active methodologies, supporting the progress of all students and promoting inclusive education.
Keywords: *manipulative mathematics, Universal Design for Learning, teaching methods.*

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas, el alumnado español ha obtenido resultados por debajo de la media de los países de la OCDE en matemáticas, según las principales evaluaciones internacionales (MEFPD, 2024). Esta tendencia se refleja también en una actitud negativa hacia la asignatura desde edades tempranas (CUI ET AL., 2025), especialmente entre el alumnado con dificultades específicas de aprendizaje (DEA), que manifiesta un rendimiento igualmente bajo y desinterés por las matemáticas.

Numerosos autores coinciden en señalar que la metodología docente posee un alto potencial transformador. En este sentido, se distinguen dos enfoques predominantes: el tradicional, centrado en ejercicios cerrados, repetitivos y algoritmos descontextualizados, y el activo, que prioriza una enseñanza comprensiva, manipulativa y visual (RODRÍGUEZ- GARCÍA Y ARIAS GAGO, 2022).

En la última década, en Educación Primaria en España, se han extendido enfoques activos basados en métodos abiertos, pictóricos y manipulativos, entre los que destacan ABN, Aritmética mental, Montessori, OAOA, Singapur, y programas como Jump Math, Estalmat, Entusiasmat, Innovamat, Matematian, Smartick, Kumon y Numicon (JUMPMATH, 2022; MARTÍNEZ MONTERO, 2011; MSD, 2022; OAOA, 2022).

Pese a esta expansión, existe escasa literatura que evidencie el impacto positivo de una implementación ecléctica de dichos métodos sobre el rendimiento y la actitud hacia las matemáticas. Para cubrir esta laguna, se diseñó el programa tríadico «Los pingüinos de la Antártida», financiado por la Junta de Castilla y León[1], que integra enfoques metodológicos diversos con principios del

1 La investigación se sufragó con la adjudicación del proyecto EDUCYL 2022_08, "Programa instruccional de matemáticas abiertas y manipulativas desde el marco DUA, para la mejora del rendimiento académico del alumnado", financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León a través de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado y enmarcada al amparo de la ORDEN EDU/322/2022, de 1 de abril, por la que se convoca la selección de proyectos de investigación educativa a desarrollar por equipos de profesores y equipos de inspectores, que presten servicios en centros docentes no universitarios sostenidos con fondos públicos o en servicios educativos de la Comunidad de Castilla y León durante los cursos 2022/2023 y 2023/2024, y se delega la competencia para su resolución.

Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y un enfoque multinivel basado en la taxonomía de Bloom (ELIZONDO, 2022).

La evidencia sugiere que los programas manipulativos aplicados cuasi experimental mente tienden a mejorar el rendimiento postest en comparación con los grupos control (LAMBERT, 2021; YOON, 2024), resultados que también se trasladan al plano actitudinal, especialmente en alumnado con DEA (ÁVILA-TOSCANO ET AL., 2024).

Paralelamente, en este proyecto se cuantificó el uso de metodologías por parte del profesorado de Infantil y Primaria en función de su formación en atención a la diversidad, estableciendo una línea base previa a la implementación del programa.

De esta manera, los objetivos de la investigación fueron, en primer lugar, comparar la utilización de enfoques metodológicos vinculados a las matemáticas, que los docentes de Educación Infantil y Primaria de Castilla y León efectúan en función de su formación en atención a las diferencias individuales e inclusión; y en segundo, aplicar el programa de intervención denominado «Los Pingüinos de la Antártida» en alumnado con y sin DEA, de segundo de curso de Educación Primaria, para establecer diferencias en el rendimiento y las actitudes hacia las matemáticas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Participantes

En primer lugar y vinculado al primer objetivo de investigación, se seleccionaron por medio de un muestreo censal por conglomerados, un total de 413 (n=413) maestros de Educación Infantil y Primaria de la comunidad autónoma de Castilla y León (España), que hubiesen impartido o impartan actualmente contenidos matemáticos. Este tamaño muestral es representativo de la población de maestros de Educación Infantil y Primaria (n=14476) de Castilla y León, considerando un nivel de confianza del 95% y un error del 5%. De la totalidad de la muestra, solamente 125 disponen de formación específica en atención a las diferencias individuales (FADI), entendida esta como disponer de formación inicial o un número superior a 100 horas en ese ámbito.

En segundo lugar y haciendo referencia al segundo objetivo, siguiendo un muestreo intencional por conveniencia no aleatorio, fueron seleccionados 4 centros educativos de la comunidad autónoma de Castilla y León, que dio como resultado un tamaño muestral de 138 participantes (n=138), quienes cursaban el segundo curso de Educación Primaria. De la totalidad de la muestra, 8 presentaban DEA, con informe psicopedagógico vinculante.

2.2. Instrumentos y materiales

Para la parte vinculada al primer objetivo de investigación, asociada a la cuantificación de la utilización metodológica, se usó el Cuestionario de Uso de Programas y Métodos de Enseñanza de las Matemáticas, siendo este una adaptación del Cuestionario UMEPE (RODRÍGUEZ-GARCÍA y ARIAS-GAGO, 2022).

El cuestionario se compone de una primera parte enfocada en variables independientes, y una segunda, en la que a través de una escala Likert de 4 grados, se cuantifican los diferentes programas y métodos asociados a la enseñanza de las matemáticas en la Educación Infantil y Primaria.

La validación de este se llevó a cabo a través del método Delphi (LÓPEZ-GÓMEZ, 2018), en donde en 3 fases, 9 expertos, evaluaron la adecuación, relevancia, pertinencia y univocidad de los ítems, estableciéndose subsanaciones en cada una de las fases. Se concluyó el proceso con la aplicación piloto del mismo en una muestra, que sirvió para llevar a cabo un análisis factorial confirmatorio (CFI=0,801) y un análisis factorial exploratorio (KMO=0,811), valores que indican idoneidad psicométrica.

De forma paralela, la fiabilidad del instrumento se evidenció a través del coeficiente Alfa de Cronbach (R=0,834), cuyo valor también es considerado idóneo.

Por otro lado, en lo referido al segundo objetivo de investigación, vinculado a la aplicación del programa de matemáticas manipulativas, en alumnado con y sin DEA, se aplicaron los siguientes instrumentos de evaluación tanto en el pretest como en el postest:

(1) Subprueba de matemáticas del Cribado de dificultades lectoras y matemáticas PREDISCAL. Dispone de unas propiedades psicométricas estandarizas y óptimas (PINA-PAREDES ET AL., 2020).

(2) Prueba competencial de matemáticas fundamentada en la guía didáctica de SANTILLANA (2023) para segundo curso de Educación Primaria. La prueba dispone de las categorías números y descomposición, problemas y operaciones, y orden y cantidades.

(3) Subprueba de Matemáticas Cotidianas y Actitudes hacia las Matemáticas de la Prueba de Logro Matemático (TOMA-3). Al igual que las anteriores, dispone de propiedades psicométricas (BROWN ET AL., 2012).

Asimismo, se implementó el programa de intervención «Los pingüinos de la Antártida», concebido para aplicarse en 8 sesiones durante 3 semanas (GONZÁLEZ-TEJERINA ET AL., 2024). A su vez, también se aplicó un programa de matemáticas tradicionales al grupo control.

En el programa de intervención se empleó material manipulativo diverso, como dados numéricos, tabla mural del 100, cubos encajables, cuento «100 pisos bajo el mar», dados con símbolos, línea numérica, juego de lógica «Pingüinos de hielo», palillos para manipular, gomas para agrupar centenas y decenas, tabla numérica hasta el 100 y el recurso Matico

2.3. Procedimiento

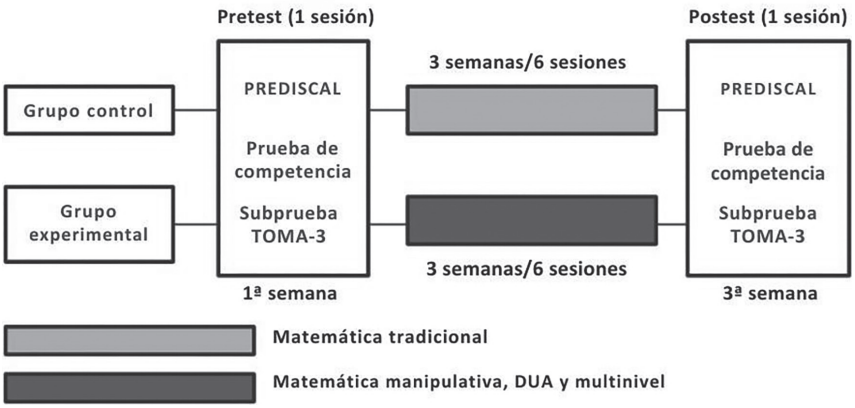
Para el primer objetivo, a nivel procedimental, se efectúo una recopilación de los correos electrónicos de la totalidad de centros educativos de Educación Infantil y Primaria de Castilla y León (España), usando para esta finalidad el Directorio de Centros de la Junta de Castilla y León.

Seguidamente, el cuestionario fue digitalizado y administrado a la totalidad de centros educativos de Castilla y León por medio de aplicación Microsoft Forms, adjuntando una misiva en la que se indicó a los directores de centro que debían remitírselo a los docentes del centro que imparten o hayan impartido matemáticas.

Por su parte, para el segundo objetivo, relacionado con el programa de intervención, tras la selección de los 4 centros educativos, se organizó una sesión de formación para los 8 docentes que implementarían el programa, en la que se les indicaron pautas y estrategias para una adecuada aplicación.

El programa, denominado «Los Pingüinos de la Antártida», se implementó en el tercer trimestre del curso escolar 2023/2024; comenzando la primera semana del mes de mayo y finalizado la última, tal y como puede observarse en la figura 2.

Figura 01 - Flujograma de las fases de aplicación del programa



2.4. Diseño de investigación y análisis de datos

Para el primer objetivo, el diseño de investigación seguido puede definirse como cuantitativo, no experimental, transversal de tipología descriptiva y comparativa (LEÓN Y MONTERO, 2020).

El análisis de datos se llevó a cabo con la versión 29 del software IBM SPSS, por medio del cual se implementaron los siguientes análisis:

- Estadísticos descriptivos para valorar el conocimiento y la utilización de los métodos y programas matemáticos, a través del análisis de puntuaciones promedio, varianza y desviación estándar.
- Análisis comparativo del uso metodológico usando puntuaciones promedio y prueba t para muestras independientes. Para ilustrar de una forma más precisas las diferencias, se calculó, a través de la d de Cohen, el tamaño del efecto. La interpretación de los valores fue la siguiente: muy pequeño, cuando los valores se ubican entre 0 y 0,19; pequeño, con valores entre 0,2 y 0,49; moderado, con d entre 0,5 y 0,8; y grande cuando los valores superan 0,8.

Por su parte, en lo referido al segundo objetivo, se llevó a cabo un diseño cuasi experimental pre y post test con grupo control (LEÓN Y MONTERO, 2020). El grupo control recibió instrucción en matemáticas tradicionales y al experimental se le aplicó el programa

«Los pingüinos de la Antártida».

En el análisis de datos implementado se llevaron a cabo los siguientes análisis:

- Estadísticos descriptivos para valorar el rendimiento matemático y las actitudes hacia las matemáticas entre el alumnado con y sin DEA, por medio del análisis desviaciones estándar y valores promedio.
- Análisis comparativo de las diferencias pretest y postest entre grupos, utilizando la prueba t para muestras independientes, aplicando para la valoración del tamaño del efecto los parámetros ya explicados.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis de la utilización de métodos y programas matemáticos en función de FADI

Para este primer análisis, se consideró la posesión o no de formación de los maestros de Educación Infantil y Primaria de Castilla y León en atención a las diferencias individuales (FADI). Considerando esta premisa, en la tabla 2 y figura 3, se puede observar que esta variable no tuvo ninguna incidencia estadística comparativa en ninguno de los métodos y programas cuantificados.

De los catorce métodos analizados, en diez de ellos la media de uso es superior entre el profesorado con FADI. Por ejemplo, el método ABN presenta una media de 1,18 en el grupo con FADI frente a 1,04 en el grupo sin dicha formación; de igual modo, en el método Singapur, las medias son de 0,30 y 0,23 respectivamente. Este patrón se repite en otros enfoques como OAOA (0,24 frente a 0,17), Montessori (0,90 frente a 0,76) o Kumon (0,10 frente a 0,04), sugiriendo que la formación en atención a la diversidad se asocia con una mayor implementación de metodologías activas e inclusivas.

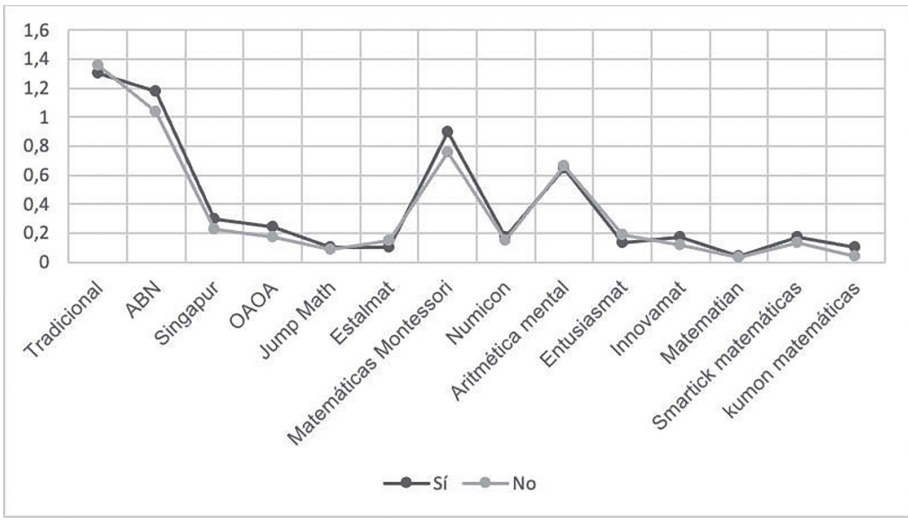
Tabla 01 - Análisis comparativo em función de FADI

Método	FADI	N	M	DS	Error	T	Sig.	D de Cohen
ABN	Sí	125	1,18	1,073	0,096	1,237	0,217	0,130
	No	288	1,04	1,075	0,063			
Singapur	Sí	125	0,30	0,622	0,056	10,073	0,284	0,120
	No	288	0,23	0,563	0,033			
OAOA	Sí	125	0,24	0,601	0,054	1,210	0,227	0,129
	No	288	0,17	0,510	0,030			
Jump Math	Sí	125	0,10	0,346	0,031	0,238	0,812	0,028
	No	288	0,09	0,368	0,022			
Estalmat	Sí	125	0,10	0,355	0,032	-1,009	0,314	-0,119
	No	288	0,15	0,444	0,026			
Matemáticas Montessori	Sí	125	0,90	0,878	0,079	1,440	0,151	0,163
	No	288	0,76	0,847	0,050			
Numicon	Sí	125	0,17	0,471	0,042	0,386	0,700	0,044
	No	288	0,15	0,444	0,026			
Aritmética mental	Sí	125	0,65	0,900	0,081	-0,085	0,933	-0,011
	No	288	0,66	0,916	0,054			
Entusiasmat	Sí	125	0,13	0,401	0,036	-1,020	0,308	-0,110
	No	288	0,19	0,596	0,035			
Innovamat	Sí	125	0,17	0,535	0,048	0,968	0,334	0,104
	No	288	0,12	0,457	0,027			
Matematian	Sí	125	0,04	0,197	0,018	0,652	0,515	0,057
	No	288	0,03	0,165	0,010			

Método	FADI	N	M	DS	Error	T	Sig.	D de Cohen
Smartick Matemáticas	Sí	125	0,17	0,416	0,037	0,909	0,364	0,099
	No	288	0,13	0,401	0,024			
Kumon Matemáticas	Sí	125	0,10	0,296	0,026	1,260	0,240	0,251
	No	288	0,04	0,209	0,012			
Modelo tradicional	Sí	125	1,30	0,977	0,087	-0,545	0,586	-0,058
	No	288	1,36	1,064	0,063			

Asimismo, los resultados muestran que el modelo tradicional sigue siendo el más ampliamente utilizado, con una media de uso de 1,30 entre los docentes que lo aplican. Le siguen de cerca los métodos ABN (Algoritmos Basados en Números) y Montessori, con medias de 1,18 y 0,90 respectivamente.

Figura 02 - Diagrama lineal de la utilización metodológica de métodos y programas matemáticos



3.2. Análisis del rendimiento y las percepciones hacia las matemáticas

Asimismo, tal y como se puede observar en la tabla 3 y en la figura 4, se aprecia una diferencia clara entre alumnado con y sin DEA: los estudiantes sin DEA obtienen puntuaciones más altas en general, pero los estudiantes con DEA muestran una mayor mejora entre el pretest y el postest en la prueba PREDISCAL. Por ejemplo, en fluidez matemática (puntuación directa), el alumnado con DEA pasa de 10,50 a 13,63, con una mejora de 3,13 puntos, ligeramente superior a

los 3,03 puntos de mejora del alumnado sin DEA (de 11,16 a 14,19). Esta misma circunstancia ocurre en el cálculo.

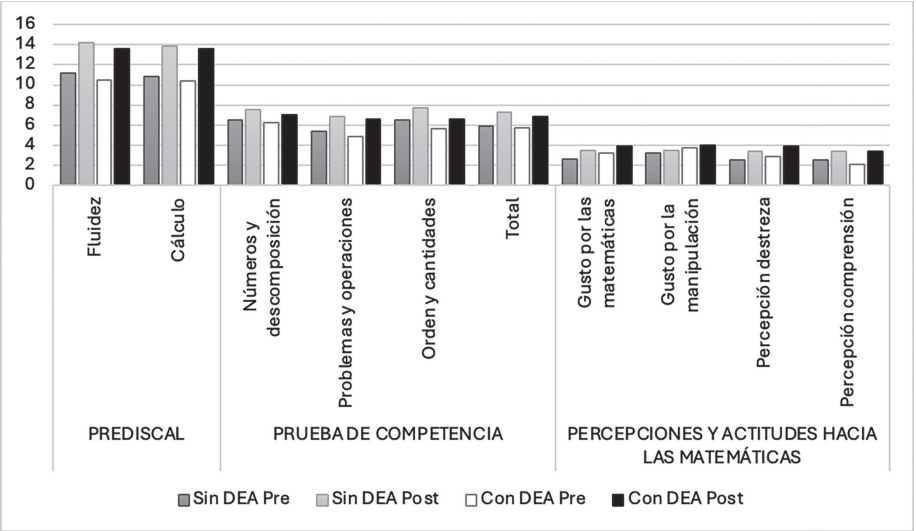
En la competencia matemática, los estudiantes sin DEA presentan una mejora global más elevada (de 5,88 a 7,29, un aumento de 1,41 puntos), en comparación con los estudiantes con DEA (de 5,76 a 6,85, una mejora de 1,09). Esta tendencia se repite en la mayoría de las subcategorías: en "números y descomposición", el alumnado sin DEA mejora 1,06 puntos (de 6,50 a 7,56), mientras que el alumnado con DEA mejora 0,85 (de 6,22 a 7,07); en "conteo", el grupo sin DEA avanza 1,06 puntos (de 3,50 a 4,56) frente a una mejora de 0,63 en el grupo con DEA (de 3,38 a 4,01); y en "orden y cantidades", los estudiantes sin DEA mejoran 0,90 puntos (de 6,24 a 7,14) frente a los 0,56 puntos del alumnado con DEA (de 6,16 a 6,72). La única excepción es "problemas y operaciones", donde el alumnado con DEA muestra una mejora superior.

Tabla 02 - Puntuaciones por prueba y variable en función de tipologia de alumnado

			Tipología de alumnado					
			Sin DEA			Con DEA		
	Variables		Pre M (SD)	Post M (SD)	Pre-Post M (SD)	Pre M (SD)	Post M (SD)	Pre-Post M (SD)
PREDISCAL	Fluidez matemática	P. directa	11,16 (3,23)	14,19 (4,21)	3,03 (2,54)	10,50 (1,51)	13,63 (3,20)	3,13 (2,23)
		P. centil	*42,65 (11,65)*	*53,48 (15,13)*	*10,83 (4,54)*	*40,25 (5,39)*	*51,50 (11,53)*	*11,25 (6,20)*
	Cálculo	P. directa	*10,84 (3,36)*	*13,84 (4,34)*	*3 (2,23)*	*10,38 (1,77)*	*13,63 (4,03)*	*3,25 (1,43)*
		P. centil	*41,42 (12,08)*	*52,21 (15,63)*	*10,79 (6,54)*	*39,75 (6,45)*	*51,50 (14,47)*	*11,75 (4,56)*
Competencia matemática	Números y descomposición		*6,5 (1,55)*	*7,56 (1,78)*	*1,06 (0,23)*	*6,22 (1,25)*	*7,07 (1,45)*	*0,85 (2,23)*
	Problemas y operaciones		*5,42 (1,50)*	*6,86 (1,58)*	*1,44 (0,43)*	*4,88 (1,46)*	*6,56 (2,16)*	*1,68 (3,04)*
	Orden y cantidades		*6,50 (1,58)*	*7,75 (1,67)*	*1,25 (0,98)*	*5,62 (0,93)*	*6,62 (1,51)*	*1,00 (1,35)*
	Total		*5,88 (1,43)*	*7,29 (1,53)*	*1,41 (0,56)*	*5,76 (1,06)*	*6,85 (1,52)*	*1,09 (0,82)*
Prueba TOMA 3	Gusto por las matemáticas		2,62 (0,84)	3,50 (1,23)	0,88 (0,56)	3,25 (0,71)	3,88 (0,84)	0,63 (0,98)
	Gusto por la manipulación		3,24 (0,79)	3,51 (1,23)	0,27 (1,02)	3,75 (0,89)	4 (1,07)	0,25 (0,78)
	Percepción de la destreza		2,57 (0,77)	3,36 (1,06)	0,79 (1,12)	2,88 (0,64)	3,88 (0,84)	1 (0,92)
	Percepción de la compresión		2,57 (0,78)	3,38 (1,05)	0,84 (1,22)	2,13 (0,84)	3,41(1,06)	1,25 (1,22)

Por último, en la subprueba TOMA-3, centrada en actitudes hacia las matemáticas, el alumnado con DEA muestra avances mayores en la percepción de la destreza (de 2,88 a 3,88, mejora de 1 punto) y en la percepción de la comprensión (de 2,13 a 3,41, mejora de 1,25 puntos). En cambio, el alumnado sin DEA experimenta mayores progresos en el gusto por las matemáticas (de 2,62 a 3,50, mejora de 0,88 puntos) y en el gusto por la manipulación (de 3,24 a 3,51, incremento de 0,27), lo que indica una actitud más positiva hacia la actividad matemática tras la intervención.

Figura 03 - Diagrama de barras de rendimento y actitudes del alumnado con y sin DEA



En relación con la tipología del alumnado, los resultados del pretest reflejan que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la mayoría de las variables analizadas. Una excepción es la variable "gusto por las matemáticas" de la prueba TOMA-3, donde el alumnado con DEA muestra un mayor interés que sus compañeros sin DEA ($t=-2,10$; $p=0,04$), aunque el tamaño del efecto es pequeño ($d=-0,38$). A pesar de que el resto de las variables no presentan diferencias significativas, se observa una ligera tendencia a favor del alumnado con DEA en aspectos como el gusto por la manipulación ($d=-0,32$) y la percepción de la destreza ($d=-0,20$), lo que indica una actitud más positiva hacia las matemáticas por parte de este grupo.

Tras la intervención, en el postest, tampoco se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de alumnado (todas las $p > 0,05$). No obstante, se mantiene el patrón observado en la evaluación inicial. Por ejemplo, el alumnado con DEA continúa destacando ligeramente en variables

actitudinales como la percepción de la comprensión (t=0,09; p=0,93; d=0,17) y la percepción de la destreza (t=-1,34; p= 0,18; d =-0,24), mientras que los estudiantes sin DEA muestran una mejora algo superior en el rendimiento matemático total (t =0,79; p=0,43; d=0,14) y en el componente "orden y cantidades" (t=1,87; p=0,06; d=0,34), aunque sin alcanzar significación estadística.

Tabla 03 - Análisis comparativo pre y postest en función de la tipologia de alumnado

		Tipología de alumnado					
		Pre			Post		
Variables		t	p	d de Cohen	t	p	d de Cohen
Fluidez matemática	P. directa	*0,57*	*0,57*	*0,10*	*0,37*	*0,71*	*0,13*
	P. centil	*0,57*	*0,57*	*0,10*	*0,37*	*0,71*	*0,13*
Cálculo	P. directa	*0,39*	*0,70*	*0,07*	*0,14*	*0,16*	*0,16*
	P. centil	*0,39*	*0,70*	*0,07*	*0,13*	*0,90*	0,1
Números y descomposición		*0,05*	*0,96*	*0,01*	*0,78*	*0,44*	*0,14*
Problemas y operaciones		*1,00*	*0,32*	*0,18*	*0,50*	*0,62*	*0,11*
Orden y cantidades		*1,56*	*0,12*	*0,28*	*1,87*	*0,06*	*0,34*
Total		*0,23*	*0,81*	*0,04*	*0,79*	*0,43*	*0,14*
Gusto por las matemáticas		-2,1	0,04	-0,38	-0,85	0,40	-0,15
Gusto por la manipulación		-1,78	0,08	-0,32	-1,11	0,27	-0,20
Percepción de la destreza		-1,10	0,28	-0,20	-1,34	0,18	-0,24
Percepción de la compresión		1,55	0,13	0,28	0,09	0,93	0,17

4. DISCUSIÓN

En relación con el primer objetivo, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en el uso de los 14 métodos y programas analizados según la formación docente en FADI. Sin embargo, se identificó una tendencia mayoritaria de utilización por parte del profesorado con FADI en 10 de ellos, lo cual coincide con lo señalado por PACHECO ET AL. (2023), quienes vinculan esta formación con enfoques activos para atender al alumnado con DEA. En este sentido, metodologías manipulativas como ABN o Montessori son empleadas con mayor

frecuencia por docentes con FADI, mientras que el modelo tradicional es más habitual entre quienes no la poseen (BOALER, 2016).

Respecto al segundo objetivo, centrado en la aplicación de un programa de matemáticas manipulativas en alumnado con y sin DEA, no se observaron diferencias significativas en los resultados de rendimiento entre ambos grupos, salvo en variables específicas. Aun así, el alumnado sin DEA obtuvo puntuaciones más altas en el pretest y el postest, aunque el grupo con DEA mostró mayores mejoras en fluidez matemática, cálculo y resolución de problemas. Estos resultados son coherentes con investigaciones que destacan los beneficios del uso de materiales manipulativos y del DUA en el alumnado con DEA (JITENDRA ET AL., 2021; LAMBERT, 2021).

Asimismo, en variables actitudinales como el gusto por las matemáticas y la manipulación, se registraron mejoras más pronunciadas en el alumnado con DEA. Estos resultados refuerzan la idea de que el programa favorece tanto el rendimiento como un entorno más inclusivo, incidiendo positivamente en la actitud hacia las matemáticas. Esta perspectiva inclusiva es respaldada por estudios recientes que subrayan el valor de metodologías accesibles para fomentar la motivación, la autoeficacia y el compromiso del alumnado (SARI Y OLKUN, 2024; YOON, 2024).

5. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que, aunque no se hallaron diferencias estadísticamente significativas según la formación docente en FADI, se aprecia una tendencia clara: quienes cuentan con dicha formación emplean más metodologías activas y manipulativas (como ABN o Montessori), frente a un predominio de enfoques tradicionales entre los docentes sin FADI. Respecto a la implementación del programa de matemáticas manipulativas, se observó una mejora general del rendimiento tanto en alumnado con DEA como sin DEA. No obstante, el grupo sin DEA presentó mejores resultados en el pretest y el postest, especialmente en rendimiento y competencia matemática. Aun así, el alumnado con DEA experimentó mayores mejoras en variables específicas como fluidez matemática, cálculo, resolución de problemas y en actitudes positivas hacia las matemáticas y su manipulación. Estos hallazgos subrayan el valor de metodologías inclusivas y manipulativas adaptadas a las capacidades individuales.

El estudio presenta limitaciones: el ámbito geográfico se restringe a Castilla y León, lo que limita la generalización de los resultados, y no se evaluó la permanencia de las mejoras a largo plazo. Además, la asignación de grupos no fue aleatoria, preservando la dinámica de aula. Futuras investigaciones deberían

considerar diseños más amplios, con asignación aleatoria y seguimiento longitudinal.

En un contexto con escasa literatura, este trabajo evidencia la necesidad de avanzar hacia un paradigma inclusivo y activo, tal como promueven las políticas educativas. Sin embargo, persiste una notable resistencia docente al cambio metodológico, a pesar de los beneficios observados con estrategias basadas en el DUA para alumnado con y sin DEA.

REFERENCIAS

ÁVILA-TOSCANO, J. H., VARGAS-DELGADO, L. J., TOVAR-ORTEGA, T. Y HERNÁNDEZ-CHANG, E. A. (2024).Estudiantes con y sin fracaso en matemáticas: análisis de variables cognitivas y afectivas implicadas. Avances de Investigación en Educación Matemática, (26), 147-163. 2024. https://doi.org/10.35763/aiem26.5271

BOALER, J. Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching. Nueva Jersey: Jossey-Bass/Wiley, 2016.

BROWN, V. L., CRONIN, M. E. Y BRYANT, D. P. (2012). Test of mathematical abilities (3rd ed.). Austin: PRO- ED, 2012.

CUI, F., DAI, L., HE, H. Y LIU, J. Math-anxious people suffer more in math-related events: The perspective of reward processing on motivated behavior. Ann NY Acad Sci., 1544, 92–105. 2025 https://doi.org/10.1111/nyas.15284

ELIZONDO, C. Neuroeducación y diseño universal de aprendizaje: Una propuesta práctica para el aula inclusiva. Barcelona: Octaedro, 2022.

GONZÁLEZ-TEJERINA, S., RODRÍGUEZ-GARCÍA, A., ARIAS-GAGO, A. R. Y GONZÁLEZ-FLÓREZ, C. (2024). Programa de matemáticas manipulativas, DUA y multinivel: «Los pingüinos de la Antártida». En R. M'rabet Temsamani & L. Caller Tramullas (Coords.), Innovación docente en el aula universitaria: Nuevas soluciones para viejas problemáticas (pp. 26-43). Madrid: Dykinson, 2024 https://bit.ly/4gDNH6U

JITENDRA, A. K., ALGHAMDI, A., EDMUNDS, R., MCKEVETT, N. M., MOUANOUTOUA, J. Y ROESSLEIN, R. The effects of tier 2 mathematics interventions for students with disabilities: A meta-analysis. Exceptional Children, 87(3), 307-325. 2021 https://doi.org/10.1177/0014402920969187

JUMPMATH. JumpMath. 2022. https://jumpmath.es/es/

LAMBERT, R. The Magic Is in the Margins: UDL Math. Mathematics Teacher: Learning and Teaching, 114(9), 660-669. 2021 https://doi.org/10.5951/mtlt.2020.0282

LEÓN, O. G. Y MONTERO, I. Métodos de investigación en psicología y educación: Las tradiciones cuantitativa y cualitativa (4ª ed.). Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, 2020.

LÓPEZ-GÓMEZ, E. El método Delphi en la investigación actual en educación:una revisión teórica y metodológica. Educación XX1, 21(1), 17-40. 2018 https://doi.org/10.5944/educxx1.20169

MARTÍNEZ-MONTERO, J. (2011). El método del cálculo abierto basado en números (ABN) como alternativa de futuro respecto a los métodos tradicionales cerrados basados en cifras (CBC). Bordón, 63(4), 95-110. 2011. https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/29070/15514

MEFPD. TIMSS 2023. Estudio internacional de tendencias en matemáticas y ciencias: Informe español. Madrid: Secretaría General Técnica del MEFPD, 2024.

MSD. Método Singapur. 2022 https://www.metodosingapur.com

OAOAMATEMÁTICAS. Otros algoritmos para las operaciones matemáticas. 2022. http://oaoamatematicas.org

PACHECO, A., BLANQUICETT, J. Y RIVERA, A. Estrategias de enseñanza para trabajar la diversidad en el aula de matemáticas: Revisión sistemática. Investigación y Acción, 3(2), 1–12. 2023 https://doi.org/10.15648/invefor.v3i2.3831

PINA-PAREDES, V., HERNÁNDEZ-PÉREZ, E., RABADÁN-RUBIO, J. A., HERNÁNDEZ-PALLARÉS, L., & FENOLLAR-CORTÉS, J. PREDISCAL: Screening de dificultades lectoras y matemáticas. Barcelona: TEA Ediciones, 2020

RODRÍGUEZ-GARCÍA, A. Y ARIAS-GAGO, A. R. Modelos didácticos en matemáticas: relación e influencia en el rendimiento académico. Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado, 26(1), 281–302. 2022. https://doi.org/10.30827/profesorado.v26i1.16948

SANTILLANA. EVALUACIÓN 360º: MATEMÁTICAS 2º PRIMARIA. Madrid:Sanoma Educación S.L.U, 2023.

SARI, M. H. Y OLKUN, S. (2024). Improving low mathematics achievers' number sense via number line training with board games. Journal of Education and Future, (26), 41-56. 2024 https://doi.org/10.30786/jef.1371037

YOON, K. Effects of Mathematics Instruction with Universal Design Learning and Evidence-Based Instruction on Multiplication and Division Performance and Mathematical Learning Attitudes of Elementary School Students. The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 24(20), 683-709. 2024. https://doi.org/10.22251/jlcci.2024.24.20.683

Uso da fabricação digital no desenvolvimento de materiais pedagógicos para pessoas com deficiência visual: uma revisão de escopo

Carvalho, Pedro Garcia de[1]; Gomes, Júlia da Costa Taveira[2]; Pasquarella, Luis Carlos[3]; Medola, Fausto Orsi[4]; Faust, Fernanda Gomes[5]; dos Santos, Aline Darc Piculo[6*]

1 – FAU-USP, pedrogarciacarvalho@usp.br
2 – FAU-USP, juliactgomes@usp.br
3 – Departamento de Design, FAAC-UNESP, luis.paschoarelli@unesp.br
4 – Departamento de Design, FAAC-UNESP, fausto.medola@unesp.br
5 – Departamento de Tecnologia, FAU-USP, fernandafaust@usp.br
6 – Departamento de Projeto, FAU-USP, alinedarc@usp.br
* -Correspondência: Rua do Lago, 876, Butantã, São Paulo, São Paulo, Brasil, 05508-080.

DOI 10.52050/9788579177132-23

RESUMO

O uso da fabricação digital no desenvolvimento de materiais pedagógicos para pessoas com deficiência visual vem ganhando espaço, mas ainda exige base acadêmica, principalmente quanto a processos, materiais e avaliação das soluções produzidas. O estudo mapeou e compreendeu, por meio de uma revisão de escopo, métodos e usos da fabricação digital na produção desses materiais para pessoas com deficiência visual. Identificou-se a utilização predominante da impressão 3D e do PLA, reforçando suas vantagens. Outro resultado relevante é a inclusão de usuários nos processos de desenvolvimento e/ou avaliação, destacando a importância da presença do usuário em projetos inclusivos.

Palavras-chave: Deficiência visual, fabricação digital, material pedagógico.

ABSTRACT

The use of digital fabrication on the development of pedagogical materials to people with visual impairment is gaining relevance, yet still requiring academic grounding, especially in regards to the process, material and produced solution evaluation. This study mapped and comprehended, through a scope review,

methods and uses of digital fabrication on the didactic materials production to people with visual impairment. We identified the predominant 3D printing and PLA use, reinforcing its advantages. Another relevant result is the user's inclusion in the processes of development and/or evaluation of pedagogical materials, highlighting the importance of their presence in inclusive projects.
Keywords: *visual impairment, digital fabrication, pedagogical materials.*

1. INTRODUÇÃO

A deficiência visual pode ser entendida como um intervalo, que abrange desde a visão subnormal, ou baixa visão, em que o indivíduo possui resquícios de visão, até a cegueira total, em que não se possui nenhuma visão funcional (GIL, 2000, p.6), podendo ser congênita (nascença) ou adquirida (perde-se a visão posteriormente ao nascimento).

Pessoas com deficiência visual precisam lidar com diversas dificuldades e obstáculos em suas atividades diárias e, de acordo com Miranda (2010, p.6), a falta de auxílio especializado pode influenciar o seu desenvolvimento intelectual, psicomotor e emocional. Diante disso, a inclusão desses alunos no ambiente escolar é essencial e requer uma adaptação por parte da escola para que se possa atender às suas necessidades específicas (BRAZ et al. 2012, p.69,71, apud SILVA et al. 2017), de modo que os materiais utilizados e a formação dos professores sejam adequados para uma educação acessível. Neste contexto, o desenvolvimento de materiais pedagógicos é uma iniciativa relevante para inclusão de pessoas com deficiência, pois permite que os alunos compreendam os conteúdos abordados pelos professores, desenvolvendo suas habilidades (SILVA; SOUZA, 2021) e promovendo a igualdade de condições para o acesso à educação. Apesar disso, Ribeiro e Trombetoni (2017, p.3) apontam que faltam materiais pedagógicos inclusivos nas escolas brasileiras, tornando difícil a inclusão dos alunos com deficiência visual nas aulas.

O investimento público em estudos para desenvolver tecnologias assistivas para deficientes visuais ainda não é suficiente para atender à demanda desse público, tornando os materiais, os processos de produção, as pesquisas e os equipamentos precários e feitos de forma intuitiva (DEGREAS, KATAKURA, 2016, p.6). O estudo realizado por Kauffmann (2019, p.52) indicou que a maioria dos materiais pedagógicos inclusivos utilizados são confeccionados pelos próprios professores, de maneira artesanal, como, por exemplo, livros em Braille, mapas táteis, o Soroban e objetos feitos por tecnologias de manufatura aditiva. A autora também destaca que, diante dos materiais utilizados, os objetos feitos por meio de manufatura aditiva se mostram mais vantajosos no ensino voltado às crianças com deficiência visual. De fato, Volpato, Ferreira e Santos (2007) ressaltam que

o uso de tecnologias de fabricação digital proporcionou um grande avanço no processo de desenvolvimento de produtos ao reduzir o tempo de produção e possibilitar a fabricação de peças com geometrias complexas e alto grau de precisão e acabamento. Nesse contexto, o uso dessas tecnologias como ferramentas pode contribuir no desenvolvimento de materiais pedagógicos inclusivos.

Especificamente para alunos com deficiência visual, Guimarães (2020) explica que a percepção tátil é essencial para o processo de aprendizagem. Em concordância, Moreira e Valverde (2024, P.12) destacam a oportunidade de interação entre o estudante com deficiência visual e o conteúdo ensinado gerado por meio de objetos tridimensionais. Segundo os autores, o uso desses materiais transforma a experiência das aulas, tornando-as mais participativas e atrativas, constituindo, assim, um ensino mais inclusivo. Além disso, a modelagem tridimensional combinada à manufatura aditiva proporciona a ampliação das possibilidades de personalização, oferecendo, também, maior riqueza em detalhes e maior durabilidade em comparação àqueles feitos a mão (PEREIRA JÚNIOR et al., 2025, p.16).

Dessa forma, o presente estudo buscou realizar um levantamento, por meio de uma revisão bibliográfica, sobre o uso de tecnologias de fabricação digital para o desenvolvimento de materiais pedagógicos para pessoas com deficiência visual, com o objetivo de identificar os principais materiais, processos e tecnologias empregados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

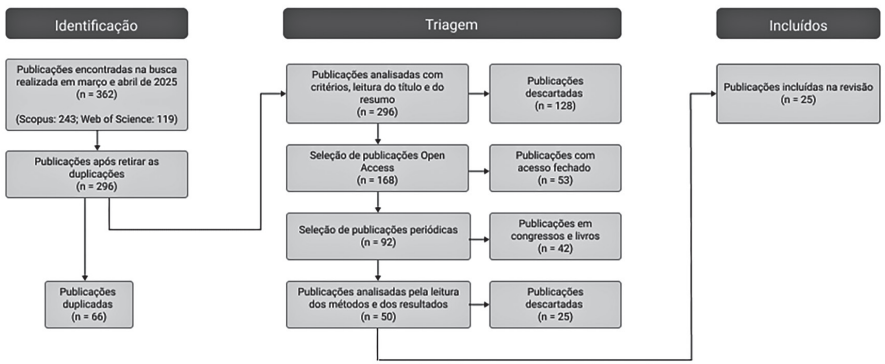
Este estudo de revisão bibliográfica foi conduzido em duas partes. Inicialmente, efetuou-se uma busca de publicações em duas bases de dados, Scopus e Web of Science, com o objetivo de compreender como a fabricação digital tem sido utilizada para o desenvolvimento de materiais pedagógicos para pessoas com deficiência visual. Para essa busca, foram realizados testes de *strings*, para encontrar a estratégia de busca que oferecesse resultados mais relevantes ao tema. Dessa forma, chegou-se ao resultado indicado pela Tabela 1.

Tabela 1 - Palavras utilizadas na *string* de busca

Domínio	Palavras-chave
Deficiência Visual	*"impaired vision" OR"sight impairment" OR"visual disability" OR "visually impaired" OR "vision loss" OR "sight loss" OR "visual impairment" OR "low vision" OR "blindness" OR "blind person" OR "Person with visual impairment" OR "BLV"*
Fabricação Digital	*"additive manufacturing" OR "3D printing" OR "3D model" OR "digital fabrication" OR "rapid prototyping" OR "advanced manufacturing" OR "fusion deposition modeling" OR "prototyping development" OR "generative design" OR "product development" OR "generative design" OR "digital manufacturing" OR "laser cut" OR "Laser machining" OR "3D materials" OR "rhinocerous" OR "fusion 360" OR "Filament" OR "DIY"*
Materiais pedagógicos	*learn* OR education* OR teach* OR pedagogy* OR didactics* OR professor* OR instructor* OR "tactile material*" OR "tactile map*" OR "tactile graphic" OR "haptic materials" OR "Interactive materials" OR "Textured materials" OR "Tactile surfaces" OR "tactile literacy" OR "Accessible Maps*" OR "Braille Literacy"*

Após a busca, os resultados foram exportados para o software de gerenciamento de referências Mendeley. Na segunda etapa, iniciou-se a fase de filtragem, ilustrada na Figura 1. As publicações foram analisadas, em um primeiro momento, levando em consideração a leitura do título e do resumo por dois autores, seguindo os critérios de inclusão. Foram incluídos nesta revisão apenas artigos publicados em periódicos científicos, com acesso aberto, e que descreviam o uso de fabricação digital no desenvolvimento de materiais pedagógicos voltados para pessoas com deficiência visual. Após essa etapa, as publicações foram analisadas e dados como ano de publicação, país de origem, área de conhecimento, tipo de material e características dos estudos foram extraídos.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção de artigos

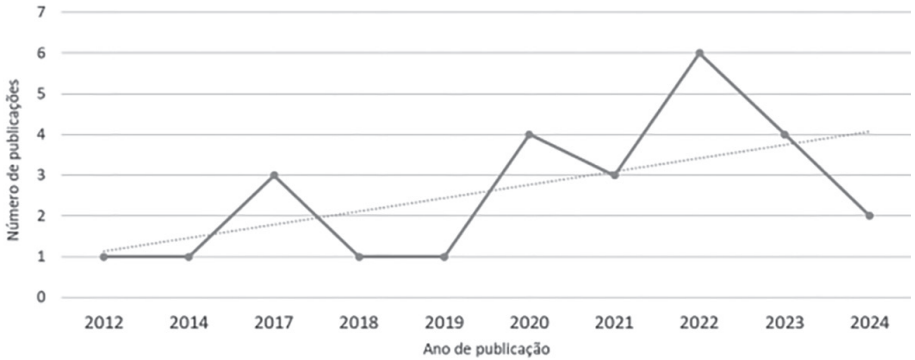


3. RESULTADOS

Como resultado da triagem, foram incluídos 25 artigos. A partir deles, foi realizada uma leitura mais detalhada a fim de se analisar os seguintes aspectos: ano de publicação, país, área do conhecimento, tipo de tecnologia utilizada, se houve estudo com usuário e seus principais resultados.

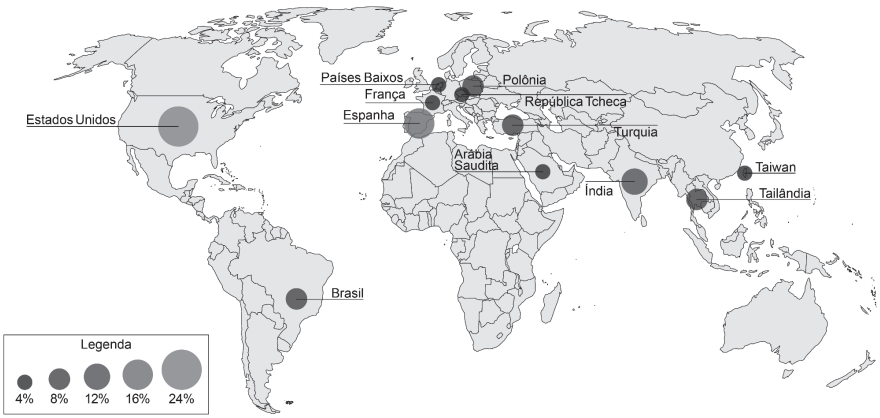
A pesquisa demonstrou um crescimento no número anual de publicações, especialmente nos últimos quatro anos, como mostra a linha de tendência na Figura 2. Além disso, nota-se que 2022 foi o ano com maior número de publicações sobre o tema, apresentando 5 publicações (20%), indicando que o assunto vem ganhando relevância no cenário acadêmico. Outro ponto que merece destaque é que o primeiro estudo identificado data de 2012, sugerindo que é um tema recente de pesquisa e desenvolvimento.

Figura 2 - Número de publicações por ano



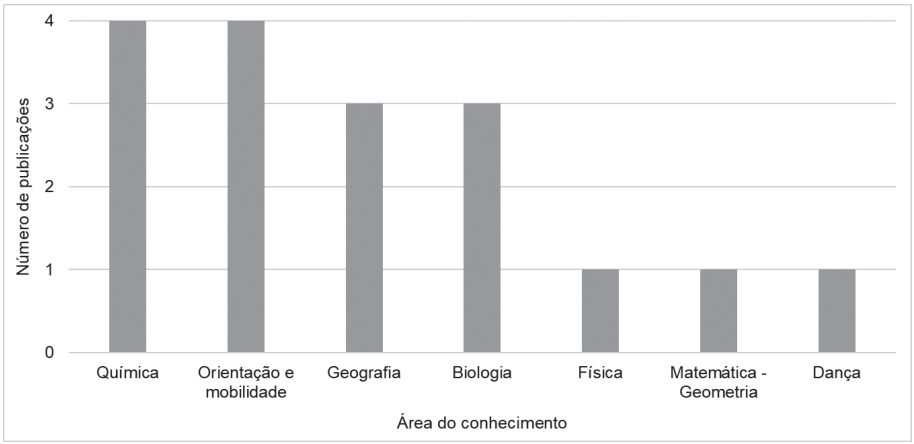
A análise geográfica de publicações revelou a distribuição pelos continentes americano, europeu e asiático, conforme ilustrado na Figura 3. Verifica-se o protagonismo dos Estados Unidos com mais de um quarto dos artigos, com 6 publicações (24%), seguido por Espanha, com 4 (16%), e Índia, com 3 (12%). Nota-se ainda, a atuação do Brasil com 2 publicações (8%), o que indica que este tema ainda é pouco explorado no âmbito nacional.

Figura 3 - Porcentagem de publicações por país



Entre as áreas do conhecimento dos conteúdos para os quais os materiais foram desenvolvidos, observou-se a predominância dos campos da Química, com o ensino da tabela periódica, e da Orientação e Mobilidade, com mapas táteis, ambos com 4 publicações (16%) cada, seguidos por Biologia e Geografia, com 3 publicações (12%) cada. Um resultado que merece destaque é que 5 publicações sobre símbolos táteis foram encontradas na última etapa da fase de Triagem, mas como não atenderam aos critérios de inclusão deste estudo, foram descartadas.

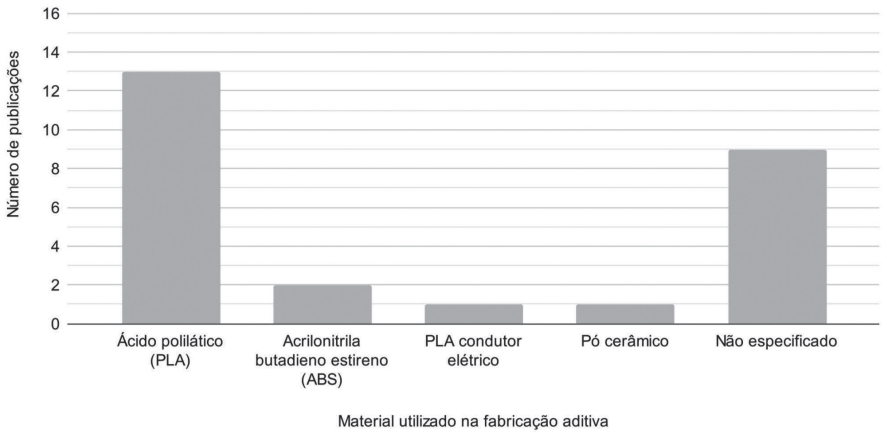
Figura 4 - Quantidade de estudos em cada área do conhecimento



Todas as publicações analisadas utilizaram a impressão 3D para o seu desenvolvimento, além de outras formas de fabricação digital utilizadas em conjunto, como fresagem CNC e corte a laser (20%). No que diz respeito aos materiais utilizados, verificou-se que o principal material utilizado para

impressão 3D foi o filamento de Ácido Polilático (PLA), presente em 52% dos artigos. Outros materiais utilizados incluem o filamento Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), compondo 8%, o filamento condutor elétrico (PLA) e o pó cerâmico, com 4% dos artigos cada. Um resultado que merece destaque é que uma quantidade expressiva (36%) dos estudos não especificou o material utilizado, como se observa na Figura 5.

Figura 5 - Número de artigos por materiais utilizados para a fabricação aditiva



Com relação à caracterização dos estudos, 92% das publicações realizaram estudos com usuários, utilizando, na maioria (52%), coletas de dados por meio de entrevistas com usuários. O perfil dos participantes consistiu em alunos entre o ensino fundamental e o ensino médio com deficiência visual, além de professores e colegas videntes. As entrevistas, no geral, foram conduzidas em duas etapas, sendo majoritariamente semiestruturadas e de caráter qualitativo. Entretanto, entrevistas empregando métodos mistos, isto é, quantitativo e qualitativo, também foram observadas. Nessas entrevistas, a primeira etapa verificava o conhecimento prévio dos participantes ou seu desempenho diante do método de ensino tradicional, enquanto a segunda etapa verificava a efetividade do trabalho desenvolvido no estudo e coletava *feedbacks*.

4. DISCUSSÃO

Os resultados indicam que os materiais pedagógicos estão sendo fabricados, majoritariamente, por tecnologias de manufatura aditiva e utilizando o PLA como principal material. Uma possível explicação para o uso predominante do PLA é a sua composição que, além de ser de origem renovável, é atóxica (YAZIC; ISOZBILIR, 2024 p.11-12), característica que deve ser levada em conta na

fabricação de materiais com o propósito de serem manuseados. Além disso, o PLA é um material comumente utilizado em impressões 3D e, por conseguinte, seu filamento é de fácil acesso, destacando-se também pelo custo relativamente baixo (JUNTHONG et al., 2020, p.4). Por outro lado, observou-se que uma expressiva parcela dos estudos não detalhou o processo de fabricação dos modelos, não informando o tipo de material utilizado na impressão. Isso pode ser explicado pelo fato de que o enfoque de alguns estudos era, acima de tudo, pedagógico. Outra explicação se dá pela fabricação propriamente dita do modelo ter sido feita por terceiros parceiros, como observado no estudo de Smith et al. (2020, p.380) no qual foram desenvolvidos materiais manipuláveis para o ensino de química em parceria com uma empresa, responsável pela sua fabricação.

Com relação à faixa etária dos alunos, os resultados indicam a carência de projetos voltados para estudantes cegos no ensino superior, com apenas 12% dos estudos destinados a este público. Uma possível explicação pode ser atribuída ao baixo número de estudantes com deficiência visual no ensino superior. Conforme observado pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD), realizada em 2022, mais de 57% da população brasileira com deficiência não concluiu o ensino médio e apenas 14% está cursando o ensino superior (IBGE, 2023; GOMES, 2023). Outra possível hipótese para esse resultado é a falta de materiais pedagógicos inclusivos nas escolas que estimulem o seu desenvolvimento acadêmico, tornando o processo de entrada na universidade algo ainda mais difícil (RIBEIRO, TROMBETONI, 2017, p.3). Esses resultados evidenciam a significância do presente trabalho na sociedade.

Outro resultado que merece destaque é a coleta de dados com usuários observado na maioria dos estudos (92%), demonstrando a importância da inclusão do usuário tanto na pesquisa dos dados aplicados no desenvolvimento, quanto na avaliação dos materiais pedagógicos. Ainda com relação à inclusão de usuários nos estudos, observou-se que a maioria utilizou entrevistas como forma de coleta de dados, em geral realizadas em duas etapas. Esta estrutura foi observada no estudo de Gual (2012, p.5), em que foram conduzidas entrevistas com os participantes, uma análise de dois mapas diferentes e, por fim, a realização de tarefas para avaliar o grau de compreensão dos mapas, o que resultou no aprimoramento da interação entre usuários e mapas. Os estudos realizados com usuários também revelaram algumas diretrizes para o projeto de materiais pedagógicos para alunos com deficiência visual. Balaji e Singhal (2020, p.5) e Canaleta e Horna-Saldaña (2024, p.9) identificaram formas de aprimoramento dos modelos por meio do contraste entre as formas e as cores, para o auxílio daqueles com baixa visão. Advíncula e See (2021, p.13) explicam que aspectos de representação, como simplicidade nas formas e hierarquia

de informações contribuem para a legibilidade dos modelos. Outro ponto que merece observação, conforme explicam Brenda et al. (2022, p.13), é que modelos táteis não podem ser considerados substitutos de imagens, e demandam pré-requisitos, como alfabetização tátil e consciência espacial. Desse modo, os resultados destacam a importância dos testes com os usuários para compreender dentre as características dos conteúdos a serem apresentados, a melhor maneira de facilitar sua interpretação tátil.

Os estudos apresentaram evidências de que os modelos tridimensionais possuem potencial pedagógico, sendo eficientes para a melhor assimilação e representação de conteúdo para pessoas com deficiência visual. Mais ainda, os modelos confeccionados por impressão 3D demonstraram ser uma forma mais acessível de fabricar materiais com alta precisão, resultando em melhor reconhecimento tátil.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo buscou realizar uma revisão sobre a utilização das tecnologias de fabricação digital para o desenvolvimento de materiais pedagógicos para pessoas com deficiência visual, com o objetivo de identificar a utilização dos principais materiais, processos e tecnologias, a partir da análise da metodologia e materiais utilizados e dos resultados, bem como sua relevância no âmbito científico.

Os estudos analisados apontam o uso da impressão 3D como uma alternativa vantajosa para o desenvolvimento desses materiais, visto que, como demonstrado nos estudos que relatam testes com usuários, possibilita, de forma mais acessível, maior riqueza de detalhes, aumentando a eficiência dos modelos desenvolvidos na representação e no ensino de conceitos. Vale destacar, ainda, a avaliação dos recursos de representação desenvolvidos para maior adequação às características do conteúdo ensinado e dos usuários.

Diante do exposto, é importante salientar que os resultados do presente estudo indicaram que o tema ainda é pouco explorado no âmbito científico, mas que vem ganhando relevância em diferentes áreas do conhecimento. Dessa forma, espera-se que este trabalho possa contribuir para a compreensão do atual cenário da produção científica acerca do tema, assim como incentivar o desenvolvimento de estudos acadêmicos na área.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio da Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação da Universidade de São Paulo por meio do Edital de Apoio à Pesquisa em

Tecnologias Assistivas Desenvolvidas por Grupos Interinstitucionais do Estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N. S. et al. Interpretation of blind people on 3D symbols in tactile map for indoor environment | Interpretação de pessoas cegas sobre símbolos 3D em Mapa Tátil de Ambiente Indoor. *Revista Cartográfica*, [s.l.], v. 2019, n. 99, p. 95-105, dec. 2019.

BARVIR, R. et al. Efficient Interactive Tactile Maps: A Semi-Automated Workflow Using the TouchIt3D Technology and OpenStreetMap Data. *ISPRS INTERNATIONAL JOURNAL OF GEO-INFORMATION*, Olomouc, v. 10, n. 8, p., jul. 2021.

DEGREAS, H. N. KATAKURA, P. MAPAS TÁTEIS: ORIENTAÇÃO E MOBILIDADE EM AMBIENTE URBANO. *Revista Brasileira de Cartografia*, [s.l.], v. 68, n. 8, p. 1553-1570, out. 2016.

DIAZ, -N. S. Human evolution in your hands. Inclusive education with 3D-printed typhlological replicas. *JOURNAL OF BIOLOGICAL EDUCATION*, [s.l.], v. 57, n. 2, p. 295 - 307, mar. 2023.

DOMINGUEZ, -R. R. et al. Modular 3-D-Printed Education Tool for Blind and Visually Impaired Students Oriented to Net Structures. *IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION*, [s.l.], v. 66, n. 1, p. 55 - 61, fev. 2023.

FERREIRA, M. E. S.; SILVA L. F. C. F. The application of the rapid prototyping processes in production of tactile arrays matrices | A aplicação das tecnologias de prototipagem rápida na confecção de matrizes táteis. *Boletim de Ciências Geodésicas*, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 411-426, jun. 2014.

GIRAUD, S. et al. Map Learning with a 3D Printed Interactive Small-Scale Model: Improvement of Space and Text Memorization in Visually Impaired Students. *Frontiers in Psychology*, [s.l.], v. 8, p. 1-10, jun. 2017.

GIL, M. Deficiência Visual. Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000. N. 1

GOMES, I. Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda. *Agência IBGE Notícias*, [s.l.], [s.v.], [s.n.], [s.p.], jul. 2023. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-ao-trabalho-e-a-renda. Acesso em: 23 set. 2024

GORDY, C. L. et al. Building the lac operon: A guided-inquiry activity using 3D-printed models. *Journal of Microbiology and Biology Education*, Washington, v. 21, n. 1, p. 1-8, abr. 2020.

GUAL, J. et al. Visual Impairment and urban orientation. Pilot study with tactile maps produced through 3D Printing. *PsyEcology*, [s.l.], v. 3 , n. 2, p. 239-250. 2012.

GUIMARÃES, M. J. S. *Design Inclusivo na Contemporaneidade: diretrizes ao desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis a crianças cegas e com baixa visão*. 2020. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Bauru, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. Pessoas com deficiência 2022*. Divulgação dos resultados gerais. [s.l.], 2023. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/0a9afaed04d79830f73a16136dba23b9.pdf. Acesso em: 23 set. 2024.

JAFRI, R. et al. A tangible user interface-based application utilizing 3D-printed manipulatives for teaching tactual shape perception and spatial awareness sub-concepts to visually impaired children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, [s.l.], v. 11, p. 3-11, jan. 2017.

JAIN, T. et al. Fittle: A Novel Braille Toy. *Optometry and Vision Science*, [s.l.], v. 95, n. 9, p. 902 - 907, set. 2018.

JUNTHONG, N. et al. The designation of geometry teaching tools for visually-impaired students using plastic geoboards created by 3D printing. *New Educational Review*, Toruń, v. 59 , n. 1, p. 87-102. 2020.

KAPLAN, H. PYAYT, A. Development of User Feedback-Based Optimized Encoding System for 3D--Printed Tactile Maps. *DISABILITIES*, Basel, v. 2, n. 3, p. 379 - 397, jun. 2022.

KAPLAN, H. PYAYT, A. Development of the Tactile Map Creator (TMC) Application. *DISABILITIES*, Basel, v. 2, n. 1, p. 19 - 27, mar. 2022.

KARADUMAN, H. et al. Beyond "do not touch": the experience of a three-dimensional printed artifacts museum as an alternative to traditional museums for visitors who are blind and partially sighted. *Universal Access in the Information Society*, [s.l.], v. 22, n. 3, p. 811 - 824, ago. 2023.

KAUFFMANN, A. R. *RECURSO DIDÁTICO COM ÊNFASE NO ENSINO DE CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL PRODUZIDO POR FABRICAÇÃO DIGITAL*. 2019. 166 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Design de Produto) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

MIRANDA, M. de J. C. Inclusão escolar e deficiência visual: trajetória e processo. *Revista Ibero--Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v. 3, n. 1 e 2, p. 2–22. 2010.

MONTUSIEWICZ, J. Procedural Analysis of the Parameters of 3D Printing Technology in the Process of Manufacturing Objects for Visually Impaired People. *Advances in Science and Technology Research Journal*, Lublin, v. 16, n. 5, p. 299 - 311, nov. 2022.

MOREIRA, G. F.; VALVERDE C. Impressão 3D no processo de ensino aprendizagem de pessoas com deficiência visual. *REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações e Editora Ltda.*, Curitiba, v. 21, n. 13, p. 01-30, dez. 2024.

NASSI-CALÒ, L. A comunidade científica está publicando (muito) mais e isso é um problema. *SciELO em Perspectiva*, [s.l.], nov. 2023. Disponível em: https://blog.scielo.org/blog/2023/11/29/a--comunidad e-cientifica-esta-publicando-muito-mais-e-isso-e-um-problema/. Acesso em: 13 mai. 2025.

PEREIRA JÚNIOR, A. C. et al. Design E Arquitetura Inclusiva: Materiais E Técnicas De Maquetes Táteis Como Instrumento De Projeto Para Deficiência Visual. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*, [s.l.], v. 27, n. 1, p. 10-16, jan. 2025.

PHUTANE, M. et al. Tactile Materials in Practice: Understanding the Experiences of Teachers of the Visually Impaired. *ACM TRANSACTIONS ON ACCESSIBLE COMPUTING*, [s.l.], v. 15, n. 3, p., set. 2022.

RIBEIRO, M. F.; TROMBETONI, H. H. ADAPTAÇÕES DE MATERIAIS PEDAGÓGICOS PARA DESENVOLVIMENTO TÁTIL E APOIO DA ALFABETIZAÇÃO BRAILLE NA EDUCAÇÃO INFANTIL. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, n. 15 e SIMPÓSIO DE PÓS GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS, n.

12, 2023, Muzambinho. *15ª Jornada Científica e Tecnológica e 12º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS*, 2023.

SALDAÑA, C. -H. Application of Universal Design for Learning and Digital Fabrication in the Creation of a Tool for Inclusive Teaching of the Ordering of Chemical Elements. *Journal of Chemical Education*, [s.l.], v. 101, n. 12, p. 5261 - 5271. 2024.

SEE, A. R.; ADVINCULA, W. D. Creating Tactile Educational Materials for the Visually Impaired and Blind Students Using AI Cloud Computing. *Applied Sciences*, Basileia, v. 11, n. 16, p. 1-16, ago. 2021.

SILVA, W. et al. Materiais Didáticos inclusivos para o Ensino de Química: desafiando professores em formação. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, n. XI, 2017, Florianópolis. *Materiais Didáticos inclusivos para o Ensino de Química: desafiando professores em formação*. Florianópolis, 2017.

SINGHAL, I.; BALAJI, B. S. Creating Atom Representations Using Open-Source, Stackable 3D Printed Interlocking Pieces with Tactile Features to Support Chemical Equation Writing for Sighted and Visually Impaired Students. *Journal of Chemical Education*, [s.l.], v. 97, n. 1, p. 118-124, jan. 2020.

SINGHAL, I.; BALAJI, B. S. Open-Source, Tactile 3D Printed Interlockable Tiles Incorporating Valency, Bonding, and Hybridization for Molecular Representation for Sighted and Visually Impaired Students. *Journal of Chemical Education*, [s.l.], v. 99, n. 4, p. 1708 - 1714, abr. 2022.

SMITH, D. W. et al. Effect of 3D Manipulatives on Students with Visual Impairments Who Are Learning Chemistry Constructs: A Pilot Study. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, [s.l.], v. 114, n. 15, p. 370 - 381, set. 2020.

SUCHARITAKUL, S. Educational tool kits for basic traditional Thai dancing for learners with visual impairment. *COGENT ARTS & HUMANITIES*, Cidade do Cabo, v. 10, n. 2, p. 1-10, dec. 2023.

TOENDERS, F. G. C. et al. Improving physics teaching materials on sound for visually impaired students in high school. *Physics Education*, [s.l.], v. 52, n. 5, p. 1-8, set. 2017.

VOLPATO, N; FERREIRA, C. V.; SANTOS, J. R. L. dos. *Prototipagem rápida:* tecnologias e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

WABINSKI, J. et al. The Information Value of Tactile Maps: A Comparison of Maps Printed with the Use of Different Techniques. *CARTOGRAPHIC JOURNAL*, Varsóvia, v. 58, n. 2, p. 123-134, out. 2020.

WU, C. -F. et al. A Study on the Design Procedure of Three-Dimensional Printable Tactile Graphics for Individuals With Visual Impairments. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, [s.l.], v. 116, n. 4, p. 507-516, 2022.

YAZICI, F. SOZBILIR, M. Designing and evaluation of 3D materials for teaching biological systems. *JOURNAL OF BIOLOGICAL EDUCATION*, [s.l.], v. 58, n. 2, p. 460 - 482, mar. 2024.

Análise de interface do portal da Brasil Júnior: teste de usabilidade

Zagonel, José Eduardo[1]; Cinelli, Milton José[2]

1 – Departamento Design, UDESC, joseezagonel@gmail.com
2 – Departamento Design, UDESC, milton.cinelli@udesc.br
* - Correspondência: Av. Madre Benvenuta, 1907, Itacorubi, Florianópolis/SC

DOI 10.52050/9788579177132-24

RESUMO

O uso de plataformas digitais tem crescido significativamente em diversos contextos sociais, ocasionando um debate sobre o Design de Interação e a Experiência do Usuário (UX), no campo da acessibilidade. O Movimento Empresa Júnior (MEJ), a maior comunidade de empreendedorismo jovem do Brasil, trouxe produtos digitais em seu ecossistema de trabalho. Dessa forma, surge a oportunidade de avaliar a usabilidade e a experiência do usuário ao utilizar a interface da Plataforma. Com base em dados quantitativos e qualitativos, o estudo apresenta sugestões de mudança na plataforma Brasil Júnior.
Palavras-chave: Teste de usabilidade, Produto Digital, Movimento Empresa Júnior.

ABSTRACT

The use of digital platforms has grown significantly in various social contexts, leading to a debate on Interaction Design and User Experience (UX) in the field of accessibility. The Junior Enterprise Movement (MEJ), the largest youth entrepreneurship community in Brazil, has brought digital products into its work ecosystem. This provides an opportunity to evaluate the usability and user experience when using the Platform interface. Based on quantitative and qualitative data, the study presents suggestions for changes to the Brasil Júnior platform.
Keywords: *Usability Testing, Digital Product, Junior Enterprise Movement.*

1. INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias no âmbito da informática educacional no Brasil teve suas primeiras aparições, ainda na década de 70 no século XX, em Universidades do Sul e Sudeste do país, provenientes da motivação do que ocorria em outros continentes, como na América do Norte e na Europa (Valente & Almeida, 1997).

Na década de 1980, através da proposição de políticas públicas por órgãos do governo federal, o Ministério da Educação (MEC) implementou as primeiras iniciativas para a inserção de tecnologias da informação e comunicação (TIC) na educação básica à nível Brasil.

A partir dos anos 2000, as tecnologias permitiram ao ser humano dominar a informação, já que hoje é um componente de qualquer atividade humana. Para Silveira e Bazzo (2009).

> [...] A tecnologia tem se apresentado como o principal fator de progresso e de desenvolvimento. No paradigma econômico vigente, ela é assumida como um bem social e, juntamente com a ciência, é o meio para a agregação de valores aos mais diversos produtos, tornando-se a chave para a competitividade estratégica e para o desenvolvimento social e econômico de uma região (p.682).

Atualmente, tornou-se indissociável refletir o desenvolvimento humano sem mencionar a tecnologia, pois toda interação entre computadores e a humanidade condicionam os usuários a optarem por plataformas e interfaces mais acessíveis (Han, 2001). Tal associação ocorre em um curto espaço de tempo diante da história da tecnologia e educação. Segundo Burdek (2006), a transição entre o analógico para o digital não se limitou apenas a uma tecnologia e sim uma verdadeira revolução cultural.

Diante deste contexto, os testes de usabilidade se tornam ainda mais relevantes como parte do processo de desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e saberes, uma vez que são atributos importantes para o sucesso de interfaces digitais (TULLIS, ALBERT, 2008).

Dentro do campo da usabilidade e dos produtos digitais, encontramos a *User Experience* (UX) ou experiência do usuário, termo popularizado pelo cientista Donald Norman. Segundo Donald, é resultado de uma tentativa de resumir o conjunto de fatores que envolvem o usuário quando em contato com um produto, serviço ou ambiente.

Quando se debate sobre experiência do usuário em projetos de Design, desloca-se o sentido da experiência, de um olhar restrito à tecnologia ou artefato para um entendimento amplo sobre o contexto em que ela ocorre (GRILO, 2019).

A partir deste contexto de pesquisa, surge o interesse em estudar a usabilidade da Plataforma Brasil Júnior e o relacionamento com seus usuários, os empresários juniores. O Portal BJ é o principal instrumento educacional do Movimento Empresa Júnior (MEJ) no Brasil, é uma plataforma de comunicação e mediação entre as empresas juniores (EJ's) e a Brasil Júnior.[1]

1.1 Problema da pesquisa

Sendo assim, motivado pelas constantes reclamações e *feedbacks* dos empresários juniores em Santa Catarina sobre o uso da plataforma, ou seja, questões que influenciam na qualidade e experiência durante a trajetória no MEJ, sendo que esta, é um dos principais meios de metrificação da evolução das empresas juniores.

2. DESENVOLVIMENTO

A história do Movimento Empresa Júnior iniciou-se na década de 1967, em Paris na França, na qual um grupo de estudantes da Escola Superior de Ciências Econômicas e Comerciais (ESSES), através da necessidade de suplementar seus estudos, decidiu criar uma estrutura que permitisse a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos nas aulas, e dessa forma, nasce a primeira empresa júnior, a *Junior Enterprise*.

Assim, a proposta era envolver os alunos em projetos reais e desenvolver habilidades práticas para que os graduandos pudessem e se permitissem estar mais preparados para o mercado de trabalho após a finalização da graduação. O conceito de Empresa Júnior se difundiu pela Europa rapidamente, e em menos de dois anos já havia cerca de 20 empresas juniores, na França, Itália e Alemanha (FEJEMG, 2022).

Em meados dos anos 1989, o MEJ chega ao Brasil, através das relações comerciais constantes com a França, e por intermédio de João Carlos Chaves, o então Diretor da Câmara de Comércio Franco-Brasileira (CCIFB), por meio da ligação entre a Fundação Getúlio Vargas (FGV) e da CCIFB. Buscando expandir a ideia, Carlos orientou os estudantes de Administração da FGV do estado de São Paulo, e desse modo é fundada a primeira EJ do país, a Empresa Júnior da Fundação Getúlio Vargas (EJFGV).

---

1 Confederação brasileira de empresas juniores, que representa mais de 28.000 jovens empreendedores de 1.600 organizações sem fins lucrativos, chamadas Empresas Juniores. A Brasil Júnior hoje está presente nos 27 estados brasileiro.

2.1 Plataforma Brasil Júnior

Com a evolução exponencial do MEJ no Brasil, em meados os anos de 2017 e com o desdobramento do Planejamento Estratégico da Rede, vigente entre 2016 e 2018, é criado o Portal Brasil Júnior com o principal objetivo de ser uma ferramenta digital para educação da rede, de metrificação e acompanhamento das EJs e também de coleta dos principais documentos do Selo EJ. Este é um projeto de regularização anual das empresas juniores do Brasil, promovido pela BJ. (Brasil Júnior, 2024)

Dessa maneira, assim como no seu lançamento e nos dias atuais, cada EJ e seus respectivos membros, possuem um cadastro individual, no qual encontra-se dados básicos de cada empresa, ou seja, faturamento, número de membros ativos, NPS, taxa de colaboração, ano de federação da empresa, número de membros colaborativos, entre outros.

Todo empresário júnior ativo no Movimento, tem livre acesso ao perfil da sua EJ e de outras empresas associadas, de forma a visualizar os principais indicadores alcançados, bem como, ter acesso e consumir diversos conteúdos de formação empreendedora e educação, disponibilizados pela BJ, todos os meses.

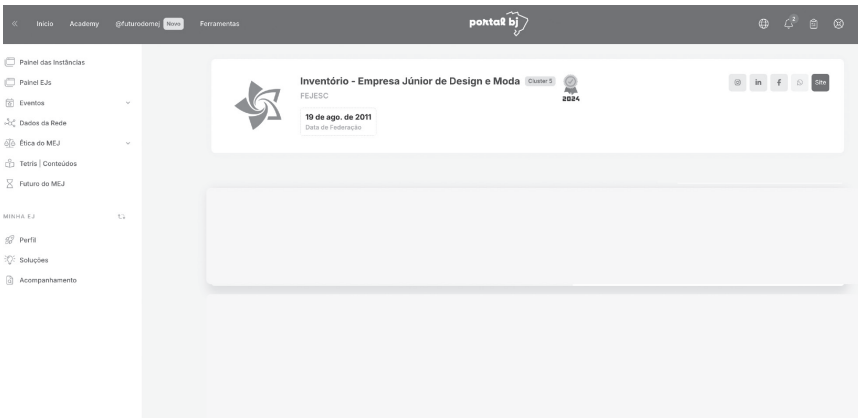
O Portal BJ atualmente, possui cerca de 35,5% de sua rede total utilizando semanalmente na plataforma, ou seja, pouco mais de 9.940 dos empresários juniores (Brasil Júnior, 2024). Esse dado pode ser explicado pela possível ausência de foco em usabilidade, que é refletido em uma aderência parcial da rede, isto é, poucos acessos provenientes da experiência dos usuários negativa, e até da falta de incentivo ao uso, por meio dos representantes legais das empresas juniores.

Ao longo de mais de 8 anos de existência, a plataforma passou por diversas modificações de identidade visual, elementos e funcionalidades, como pode-se observar nas Figuras 01 e 02.

Figura 01 - Portal BJ em 2017



Figura 02 - Portal BJ em 2024



Fonte: Brasil Júnior (2024)

As imagens comparativas acima, explicitam a evolução da plataforma ao longo dos últimos, isso significa que existe um viés de evolução de experiência e *layout* do *software*. Hoje, a plataforma possui o cadastro de todas as mais de 1.600 EJs confederadas do Brasil, sendo possível acompanhar de forma transparente os principais indicadores de desenvolvimento da EJ, como o de faturamento acumulado no ano.

Em sequência, torna-se imprescindível o mapeamento e visualização dos principais processos e funcionalidades do Portal BJ atualmente, para entendimento da sua complexidade, das principais funcionalidades, e também compreender possíveis falhas, redundâncias ou lacunas. O mapeamento de funcionalidades envolve a identificação das etapas, atividades e interações dentro de um processo ou sistema. Dessa forma, o objetivo é entender como as funcionalidades se conectam e como elas podem ser melhoradas para aumentar a eficiência e a eficácia do software. (Teixeira, 2013).

Em síntese, quando nos deparamos com o Portal BJ e seu histórico enquanto evolução de sistema, nós apresentamos para cerca de 50 funcionalidades e sub-funcionalidades. Dentro do mapeamento, foi possível identificar as principais funções com base no histórico de acesso e no que hoje os empresários juniores mais utilizam e que também permeiam o maior número de atividades, ou seja, que usam várias abas.

Dessa forma, compreende-se que as funcionalidades mais operadas pela rede são: 1º. Executar o carregamento de um contrato de projeto; 2º Executar o carregamento do indicador de NPS de projeto e 3º Baixar o relatório de Soluções Inovadoras atualizado.

2.2 Usabilidade

Dentro do que tange os objetivos desta pesquisa, torna-se primordial, compreender e estreitar o entendimento de conceitos que permeiam o universo da usabilidade e do *design*.

Um conceito intimamente relacionado à IHC é o de usabilidade, e Jakob Nielsen[2], uma das principais referências no tema, define usabilidade como a facilidade com que os usuários podem interagir com um sistema, permitindo que realizem suas tarefas de maneira eficiente e satisfatória (Nielsen, 1994). Além disso, para aperfeiçoar o conceito, ele desenvolveu 10 diretrizes Heurísticas fundamentais para o design e avaliação de interfaces. Essas heurísticas visam otimizar a experiência do usuário, abordando aspectos essenciais da interação humano-computador. As 10 Heurísticas de Nielsen são:

- Visibilidade do *status* do sistema: Os usuários devem sempre saber o que está acontecendo no sistema, recebendo *feedback* claro sobre suas ações.
- Correspondência entre o sistema e o mundo real: A interface deve utilizar linguagem e conceitos familiares ao usuário, facilitando a compreensão.
- Controle e liberdade do usuário: Os usuários devem ter a liberdade de desfazer e refazer ações, permitindo que naveguem facilmente.
- Consistência e padrões: A interface deve seguir convenções estabelecidas para que os usuários não se sintam perdidos.
- Prevenção de erros: O *design* deve minimizar a possibilidade de erros, oferecendo sugestões ou prevenindo ações indesejadas.
- Reconhecimento em vez de memória: A interface deve facilitar o reconhecimento de opções em vez de exigir que os usuários se lembrem de informações.
- Flexibilidade e eficiência de uso: O *design* deve atender tanto usuários novatos quanto experientes, permitindo personalizações.
- Estética e *design* minimalista: Interfaces devem ser simples e diretas, evitando informações desnecessárias que possam distrair o usuário.
- Recuperação diante de erros: Os usuários devem ser capazes de se recuperar facilmente de erros sem precisar reiniciar o sistema.
- Ajuda e documentação: Deve haver suporte acessível para ajudar os usuários a resolver problemas quando necessário.

---

2 Jakob Nielsen (Portugal, 1957), Ph.D. é um pioneiro em usabilidade que foi cofundador do *Nielsen Norman Grou*p com o Dr. Don Norman. Renomado especialista em melhorias rápidas e baratas de interface de usuário, usabilidade e *design* de interação.

Por consequência, desde a década de 80 do século passado, quando surgiu o termo usabilidade, foi muitas vezes usado para se referir à capacidade de um produto ser facilmente utilizado (Carrol, 2009). Ademais, isso está alinhado com a perspectiva de usabilidade como uma qualidade do *software*, entendida como atributos que impactam o esforço necessário para sua utilização e a avaliação individual dessa experiência por um conjunto explícito ou implícito de usuários (ISO 9126-1, 2001).

Dentre as especificações, e desdobramentos da definição de usabilidade, um fato é que o termo passou por evoluções. Com a chegada dos anos 2000, a ascensão dos serviços digitais como a *web*, os dispositivos móveis e a televisão interativa trouxe novas preocupações para a interação do ser humano com o computador. Isso resultou na emergência de um conceito ainda mais relevante do que a usabilidade: a experiência do usuário (Cockton, 2012).

A importância da usabilidade em produtos digitais tem sido amplamente discutida em uma variedade de literatura acadêmica, tutoriais, estudos de caso e na disseminação de boas práticas (Best & Smyth, 2011). Como resultado, as organizações estão cada vez mais atentas à questão da usabilidade. No entanto, a orientação sobre como implementar a usabilidade frequentemente se concentra na tecnologia, priorizando abordagens específicas para o desenvolvimento ou avaliação de sistemas (Bevan & Curson, 1999). Portanto, é essencial adotar metodologias que integrem processos cíclicos de análise, prototipagem, teste e refinamento das propostas de interação com os usuários (Ivory & Hearst, 2001; Rocha et al., 2013).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para atingir o objetivo da pesquisa foi avaliar a usabilidade e a experiência do usuário ao utilizar a interface do Portal BJ, por meio de experimento com usuários, a fim de coletar informações relacionadas às dificuldades e/ou qualidades do portal, e possíveis recomendações de melhorias.

Além disso, foi aplicado um teste de usabilidade padrão inspirado no método do livro *Handbook of usability testing how to plan, design, and conduct effective tests*, escrito por Dana Chisnell Jeffrey B. Rubin em 2008. Desse modo, após a análise de funcionalidades do Portal BJ e entendimento dos fluxos principais de uso por meio dos estudos, foram definidos 3 tarefas distintas as quais exploram diferentes frentes da plataforma e com tempos de execução diferentes, a serem executadas por todos os usuários do teste.

Ambas as tarefas foram aplicadas em 10 usuários de empresas juniores com níveis de representatividade diferentes em suas respectivas EJs, da Região da

grande Florianópolis, de modo a diversificar as amostras do teste e alcançar mais assertividade nos resultados.

Por fim, ocorreu o tratamento e análise de todos os dados coletados, relacionando o tempo de execução das tarefas dos usuários com as respostas do formulário e as observações anotadas na planilha ao longo da coleta. Além das gravações da tela como base do tempo. E por fim, a definição das possíveis recomendações de melhorias da plataforma.

4. RESULTADOS

Desse modo, a definição das problemáticas do quadro foram definidas com base na análise das coletas do teste de usabilidade. Após esse processo, tem-se o desenho das sugestões para cada tarefa. Além disso, cada sugestão foi segmentada dentro de um quadro para melhor visualização e entendimento.

Quadro 01 - Sugestões Tarefa 1

Tarefa 01	**Executar o carregamento de um contrato de projeto.**
Problemática	Quando sem experiência o usuário possui dificuldade em encontrar a aba correta para executar a operação, possivelmente pela ausência de um bom fluxograma. Além disso, o botão de adicionar contrato fica pouco visível e o processo para adicionar dados do projeto não são intuitivo.
Sugestão 01	Segmentação da aba de Soluções em 2. Uma de Contratos e outra de Indicadores. Assim pode-se resolver a problemática da procura da aba. Ademais, a alteração dos nomes e ícones das abas de forma mais condizente com o conteúdo que ocupam.
Sugestão 02	Na nova aba de contratos, é indicado que haja maior destaque para o botão de adicionar contrato, de modo a tornar o fluxo dos usuários sem travas.
Sugestão 03	Dentro do *card* de adição dos dados de projeto e cliente, é sugerido que tenha *feedback* imediato de erro e acerto dos campos de preenchimento, assim como, maior destaque visual para os campos obrigatórios e não obrigatórios. Assim como, quando o usuário retorna os passos, os campos já preenchidos se mantém preenchidos, para que não seja preciso reescrever os campos.
Sugestão 04	Para o campo dos dados do cliente e projeto deve-se adicionar uma *IA* para leitura dos dados do contrato, e PDF, de modo a garantir maior segurança no preenchimento dessas informações. Além disso, no campo de ODS, é indicado que o Portal faça uma leitura automática das ODS mais utilizadas pela EJ de modo a apresentar apenas as ODS com mais probabilidade de seleção. Por fim, no campo de membros que executam soluções, deve possuir um campo que apresenta os últimos membros que foram alocados em projetos, assim é possível garantir menos sobrecarga aos membros da EJ.

Fonte: Do autor (2024)

Quadro 02 - Sugestões Tarefa 2

Tarefa 02	Executar o carregamento do indicador de NPS de projeto.
Problemática	Quando sem experiência o usuário possui dificuldade em encontrar a aba correta para executar a operação, possivelmente pela ausência de um bom fluxograma. Além disso, a seção de adicionar NPS fica escondida dentro da aba de Soluções.
Sugestão 01	Segmentação da aba de Soluções em 2. Uma de Contratos e outra de Indicadores. Assim pode-se resolver a problemática da procura da aba. Apenas a aba de Indicadores será responsável pela coleta do NPS.
Sugestão 02	*Layout* da seção do indicador de NPS com mais destaque. Nesta seção ou outros indicadores das empresas juniores podem aparecer.
Sugestão 03	*Card* de preenchimento do indicador de NPS com o cálculo de 0 até 100, e orientações descritas de preenchimento.

Fonte: Do autor (2024)

Quadro 03 - Sugestões Tarefa 3

Tarefa 03	Baixar o relatório de Soluções Inovadoras atualizado.
Problemática	O usuário possui muitas dúvidas na escolha dos relatórios e seus objetivos. Demora na atualização dos arquivos. Ausência de *feedback* de atualização. Formato de exportação do arquivo e layout da planilha. E com isso a não utilização plena dos materiais fornecidos pela BJ.
Sugestão 01	É sugerido que o *design* do *layout* da seção seja alterado, para que desse modo o usuário possa visualizar com mais assertividade as possibilidades de uso em cada tipo de relatório.
Sugestão 02	Outra sugestão, é o *feedback* imediato do processo de atualização de cada modelo de relatório, para assegurar ao usuário que o comendo teve retorno.
Sugestão 03	Além disso, outra sugestão é sobre o formato do arquivo que hoje é *Excel*, seja transferido para *Google Sheets*, uma vez que a totalidade do MEJ utiliza as ferramentas do *Google*. E também a organização dos dados fornecidos pela planilha, ou seja, um pré filtro dos dados que o usuário deseja exportar.

Fonte: Do autor (2024)

5. CONCLUSÕES

Em síntese, a fim de principiar as considerações finais tornou-se de grande importância identificar duas grande questões. A primeira faz-se a importância de times de produto para a melhoria contínua do Portal BJ. Em complemento, os times de produto são essenciais em empresas de *software*, pois integram diversas especialidades essenciais para aceitação dos usuários (Carvalho, Mello, 2012).

Ademais, a segunda orientação tange uma revisão completa do Portal BJ, uma vez que para além das 3 tarefas do teste de usabilidade, outras funcionalidades tiveram *feedbacks* construtivos dentro das coletas. Sendo assim, torna-se fundamental tal revisão para garantir uma boa usabilidade e aceitação dos usuários. Além disso, focar na experiência do usuário (UX) irá assegurar que a Plataforma atenda às necessidades reais dos empresários juniores (Mello, Barbosa, Nelson, 2014).

Por fim, destaca-se a importância de refletir sobre a usabilidade em produtos digitais, em específico ao Portal BJ, uma vez que a abrangência do MEJ no Brasil alcança mais de 29.000 mil jovens universitários, e que está presente em todos os estados do país de modo a ser um agente de transformação pessoal e da sociedade, ou seja, o impacto que a Plataforma BJ possui dentro do contexto de educação empreendedora, vai além de uma avaliação de usabilidade, ela tange o desenvolvimento de uma geração inconformada e disposta a transformar o Brasil em um país mais empreendedor, ético, colaborativo, diverso e educador. Nosso orgulho de ser júnior é o que nos faz gigantes pela própria natureza.

REFERÊNCIAS

[Autor não informado]. *Portal BJ*. Disponível em: <https://brasiljunior.org.br/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

ALENCAR, Danila Fernandes; MARTINS , Paulo George Miranda; RODAS, Cecílio Merlotti; SANT'ANA, Ricardo César Gonçalves. *Experiência do usuário: análise de usabilidade do ambiente virtual de aprendizagem e-Campo*. RDBCI, Bauru, São Paulo, ano 2023, v. 2, n. 2, p. 1-14, 1 ago. 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rdbci/a/bkwg9rz3HqvWF7znmh9G7XN/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 9 out. 2024

ALMEIDA MELLO, Israel de; WERNECK BARBOSA, Marcelo; AUGUSTA VIEIRA NELSON, Maria. *Uma Revisão Sistemática sobre Fatores que Levam à Redução de Falhas em Software*. Simpósio de Excelência em Gestão de Tecnologia, Puc Minas, ano 2024, v. 1, n. 1, p. 1-16, 22 out. 2014. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/18T4RTPTHj1vcAhTMY3wbmVF2kI6-Y8Lr/view?usp=sharing. Acesso em: 22 out. 2024.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. *Tecnologias na Educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios*. Tecnologias na Educação, Bolema, Rio Claro (SP), v. 29, 28 jun. 2024. Disponível em: Tecnologias na Educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios. Acesso em: 28 jun. 2024.

BURDEK, Bernhard E. *Design: história, teoria e prática do design de produtos*. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

CARVALHO, Bernardo Vasconcelos de; MELLO, Carlos Henrique Pereira. *Aplicação do método ágil scrum no desenvolvimento de produtos de software em uma pequena empresa de base tecnológica*. Gest. Prod., São Carlos, Itajubá, MG, ano 2010, v. 1, n. 1, p. 1-17, 18 mar. 2010. Disponível em: https://

drive.google.com/file/d/1bHJG0p1d4TTHg1bYmbCOOHWNxBtlSyMT/view?usp=sharing. Acesso em: 11 out. 2024.

GRILO, André. *COMPETÊNCIAS EM EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO NO DESIGN DE PRODUTO DIGITAL*. 2023. 440 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2023. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/273768/001198296.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 17 out. 2024.

JÚNIOR, Brasil. PORTAL BJ GUIA DE UTILIZAÇÃO SELO EJ 2017: Selo EJ. Brasil Júnior, [S. l.], ano 2017, v. 1, n. 1, p. 1-16, 18 jan. 2017. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1QZCC0M554GwpTvE51HUf4FrbgGcZRka1/view?usp=sharing. Acesso em: 15 out. 2024.

NORMAN, Donald. *O design do dia a dia.* Rio de Janeiro: Editora Rocco, 1988.

Núcleo de Gestão de Design. UFSC - Núcleo de Gestão de Design. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://ngd.ufsc.br/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

ONO, Maristela Mitsuko. *Desafios do design na mudança da cultura de consumo*. Anais do 1º Simpósio Paranaense de Design Sustentável , [S. l.], p. 87 - 91, 5 mar. 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/5388531/Anais_do_1_Simp%C3%B3sio_Paranaense_de_Design_Sustent%C3%A1vel_SPDS_2009. Acesso em: 27 fev. 2024.

RUBIN, Jeff; CHISNELL, Dana. *Handbook of usability testing how to plan, design, and conduct effective tests: What Is Usability Testing?*. In: HANDBOOK of usability testing how to plan, design, and conduct effective tests. [S. l.: s. n.], 2008. cap. Chapter 2, p. 21-25. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1qzo9DqSYTMfC5v63vWNPMa-LDJSjZjYz/view?usp=sharing. Acesso em: 2 out. 2024.

SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter. *CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SUAS RELAÇÕES SOCIAIS: A PERCEPÇÃO DE GERADORES DE TECNOLOGIA E SUAS IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA*. Ciência & Educação, FLORIANÓPOLIS, v. 1, ed. 1, 28 jun. 2024. DOI 84.015-050. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/mzxknTRyQvxGrsQbSNwXgHt/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 27 jun. 2024.

TEIXEIRA, Ana Luisa Alves. *MAPEAMENTO DE PROCESSOS: TEORIA E CASO ILUSTRATIVO*. Departamento de Engenharia Industrial, [S. l.], ano 2013, v. 1, n. 1, p. 1-22, 23 jan. 2013. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1-X3dtQO67spVkECSWyH1SAJuF-G72jS2/view?usp=sharing. Acesso em: 11 out. 2024.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. *Políticas de Tecnologia na Educação no Brasil:Visão histórica e edições apreendidas*. Revista acadêmica, avaliada por pares,independente, de acesso aberto, e multilíngue, UNICAMP, ano 2022, v. 1, n. 1, p. 1-35, 22 jun. 2022. Disponível em: https://epaa.asu.edu/index.php/epaa/article/view/4295/2460. Acesso em: 2 out. 2024.

A comunicação aumentativa e alternativa para promoção da aprendizagem no contexto do atendimento educacional especializado

Castro, Rosicléia Siqueira[1]; Hummel, Eromi Izabel[2]

[1]Mestra em Educação Inclusiva - PROFEI -Universidade Estadual do Paraná – Campus Apucarana. E-mail: rsiqueiradecastro@gmail.com

[2]Doutora em Educação, Universidade Estadual do Paraná – Campus Apucarana. E-mail: eromi.hummel@unespar.edu.br

DOI 10.52050/9788579177132-25

RESUMO

A pesquisa discutiu e investigou a formação docente no Atendimento Educacional Especializado , com foco na Comunicação Aumentativa e Alternativa como recurso para a promoção da aprendizagem. Teve como objetivo investigar os conhecimentos de professores do AEE no município de Araucária/Paraná sobre a Comunicação Aumentativa e Alternativa. Adotou abordagem qualitativa, com pesquisa exploratória, bibliográfica e aplicada, por meio de questionário online aplicado a 56 professores. Os resultados revelaram fragilidades na formação e na prática pedagógica quanto ao uso da Comunicação Aumentativa e Alternativa. Conclui-se que a formação continuada em Comunicação Aumentativa e Alternativa contribui para a inclusão e aprendizagem, impactando positivamente a Educação e a Tecnologia Assistiva.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Comunicação Aumentativa e Alternativa, Inclusão.

ABSTRACT

This research discussed and investigated teacher training in Specialized Educational Services, focusing on Augmentative and Alternative Communication as a resource for promoting learning. Its objective was to investigate the knowledge of Specialized Educational Services teachers in the municipality of Araucária, Paraná, regarding Augmentative and Alternative Communication. It adopted a qualitative approach, with exploratory, bibliographical, and applied research, using an online questionnaire administered to 56 teachers. The results

revealed weaknesses in the training and pedagogical practice regarding the use of Augmentative and AlternativeCommunication. The conclusion is that continuing education in Augmentative and Alternative Communication contributes to inclusion and learning, positively impacting education and assistive technology.
Keywords: *Assistive Technology, Augmentative and Alternative Communication, Inclusion.*

1. INTRODUÇÃO

A Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), conforme a American Speech-Language Hearing Association (ASHA, 2020), é voltada para compensar e facilitar, de forma temporária ou permanente, prejuízos e incapacidades de pessoas com distúrbios significativos na compreensão e expressão da linguagem, seja ela gestual, falada ou escrita. Trata-se de uma área de atuação que abrange práticas clínicas, educacionais e de pesquisa, voltada à potencialização da comunicação por meio de recursos que complementam ou substituem a fala e/ou a escrita. A CAA pode beneficiar pessoas com deficiências físicas neuromotoras, deficiência intelectual, múltiplas deficiências e transtornos do espectro autista, entre outras condições.

Segundo Bersch (2017), a CAA contempla uma ampla gama de ferramentas, técnicas e recursos personalizáveis conforme as necessidades dos usuários, com vistas à ampliação de sua participação social e comunicacional. No âmbito da educação inclusiva, o conhecimento e a apropriação desses recursos por parte dos profissionais da educação são fundamentais para o desenvolvimento de práticas pedagógicas acessíveis e significativas.

Diante disso, destaca-se a relevância da CAA como componente da Tecnologia Assistiva (TA), ao permitir que estudantes com ausência ou severas limitações na comunicação verbal tenham meios alternativos para interagir, participar e aprender. Todavia, para que isso ocorra, é imprescindível que os professores do Atendimento Educacional Especializado (AEE) tenham formação teórica e prática adequada, capaz de lhes permitir identificar as necessidades comunicativas dos estudantes e utilizar os recursos de maneira funcional.

No entanto, o uso adequado da CAA necessita de conhecimentos teóricos e práticos do professor do Atendimento Educacional Especializado (AEE) para que possa mediar e contribuir com o processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, questiona-se: qual a compreensão dos professores do Atendimento Educacional Especializado que atuam nas Salas de Recursos Multifuncionais (SRM) e nos Centros de Atendimento Educacional Especializado (CMAEE) do município de Araucária - Paraná possuem a respeito da Comunicação Aumentativa e Alternativa?

A justificativa desta pesquisa está na constatação da carência de formação docente em CAA, o que pode comprometer a efetivação do direito à comunicação e à aprendizagem por parte de estudantes com deficiência. Ressalta-se que, para que esses estudantes participem de forma autônoma e significativa nas atividades escolares, muitas vezes é essencial a utilização de recursos de Tecnologia Assistiva. Assim, compreender o nível de conhecimento dos professores sobre CAA é um passo fundamental para a proposição de estratégias formativas que fortaleçam a inclusão escolar.

O objetivo principal foi investigar a compreensão que os professores do AEE atuantes nas SRMs e nos CMAEEs possuem sobre a CAA, buscando identificar lacunas formativas e possibilidades de aprimoramento das práticas pedagógicas.

A pesquisa denota importante contribuição social ao sinalizar caminhos para a qualificação da formação continuada docente na área da CAA, favorecendo a inclusão e o direito à comunicação dos estudantes público-alvo da Educação Especial.

2. DESENVOLVIMENTO

Tendo como intenção fundamental responder ao objetivo inicial que é investigar a compreensão que os professores do Atendimento Educacional Especializado atuantes nas Salas de Recursos Multifuncionais e nos Centros de Atendimento Educacional Especializado no município de Araucária - Paraná possuem a respeito da Comunicação Aumentativa e Alternativa a delimitação metodológica da pesquisa foi organizada. A abordagem qualitativa estruturou a presente pesquisa, visto que buscou a investigação e a análise da compreensão dos docentes da temática referente à Comunicação Aumentativa e Alternativa.

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (Minayo, 2001 p.21).

Nesse sentido, nota-se que a abordagem qualitativa de método de pesquisa engloba o entendimento, a compreensão e a observação nas relações entre as pessoas na sociedade tentando refletir e investigar novas possibilidades para o problema investigado.

Quanto a natureza da pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois visa gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidos à solução de problemas específicos.

Em relação aos objetivos, a pesquisa é classificada em dois aspectos: exploratória e descritiva. Exploratória na medida em que objetiva proporcionar maior familiaridade com um problema e descritiva ao fazer uma análise minuciosa e descritiva do objeto de estudo objetivando analisar os dados coletados sem que tenha a interferência do pesquisador.

Piovesan; Temporini (1995, p 321), definem a pesquisa exploratória como sendo:

> ...na qualidade de parte integrante da pesquisa principal, como o estudo preliminar realizado com a finalidade de melhor adequar o instrumento de medida à realidade que se pretende conhecer. Em outras palavras, a pesquisa exploratória, ou estudo exploratório, tem por objetivo conhecer a variável de estudo tal como se apresenta, seu significado e o contexto onde ela se insere.

O instrumento de coleta de dados foi um questionário online, elaborado na plataforma Google Forms, composto por 16 questões objetivas e dissertativas. Participaram da pesquisa 56 professores do AEE do município de Araucária/PR, convidados via WhatsApp com apoio da equipe pedagógica dos CMAEEs e do Departamento de Educação Especial.

3. RESULTADOS

Este estudo contou inicialmente com uma pesquisa do tipo bibliográfica, que buscou reunir pesquisas e artigos científicos publicados nos repositórios institucionais relacionados com a temática.

Para a realização do estudo referente ao conhecimento dos professores a respeito da CAA foi utilizado um formulário online, produzido na ferramenta virtual denominada Google Forms.A escolha pela aplicação online se justifica pela facilidade em acessar os participantes da pesquisa, o que foi feito pelo aplicativo WhatsApp, com a criação de um grupo específico para tal atividade, com a autorização e a disponibilização dos dados dos professores pela equipe pedagógica dos Centros de Atendimento Educacional Especializado e também pelo Departamento de Educação Especial do município.

Os dados coletados foram organizados em cinco categorias: perfil profissional; experiência com estudantes com deficiência; conhecimento sobre CAA; uso de recursos de TA; e interesse em formação continuada.

Verificou-se que a maioria dos professores conhece superficialmente o conceito de CAA, mas não se sente segura para utilizá-lo. As respostas indicaram formação inicial deficiente nesse campo e dificuldades na identificação e uso

de recursos acessíveis. Muitos relataram ter aprendido sobre o tema de forma autônoma, o que reforça a necessidade de formação sistemática.

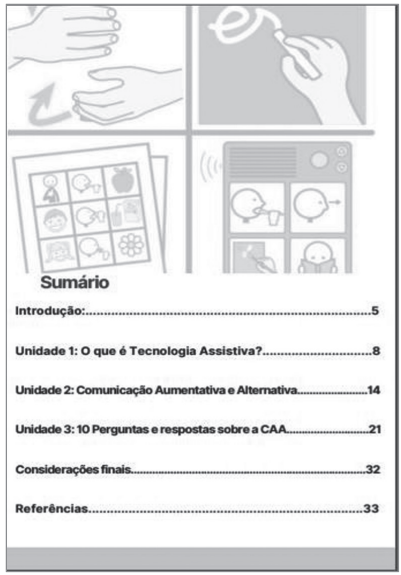
Com base nesses resultados, foi proposta e realizada a formação "**Vamos Aprender CAA**", com carga horária de 16 horas, organizada em cinco módulos: - Fundamentos teóricos da CAA; - Aplicações pedagógicas e exemplos práticos; - Análise de materiais e recursos digitais; - Atividade coletiva com interpretação de texto via pranchas de comunicação; - Apresentação de sites e plataformas de apoio ao uso da CAA.

Complementarmente, foi produzido um **Guia Pedagógico Digital** com conceitos, orientações e materiais de apoio, amplamente divulgado entre os docentes da rede.

Figura 01 - Capa do guia pedagógico



Figura 02 - Sumário do guia pedagógico



4. CONCLUSÕES

A Comunicação Aumentativa e Alternativa desempenha um papel significativo na inclusão e na melhoria da qualidade de vida do estudante com dificuldade de comunicação, permitindo que expresse seus pensamentos e interaja com o mundo ao seu redor de maneira mais autônoma, efetiva e significativa.

Ao possibilitar ao estudante com ausência ou limitação na comunicação oral, que possa demonstrar, seja com alta ou baixa tecnologia, seus pensamentos ou simplesmente mostrar o que quer, possibilita-se que ele possa ser autor da sua história e das suas ações.

O estudo teve como propósito investigar os conhecimentos teóricos e práticos dos professores do Atendimento Educacional Especializado do município de Araucária/PR acerca da Comunicação Aumentativa e Alternativa , visando compreender como esse recurso pode ser utilizado para promover a aprendizagem de estudantes com comprometimentos na expressão verbal. Os objetivos propostos foram plenamente alcançados, permitindo identificar fragilidades formativas e apontar caminhos para a ampliação do uso da CAA no contexto escolar.

Como contribuição prática, destaca-se a importância de fortalecer a formação continuada dos professores do AEE, possibilitando a ampliação do repertório de estratégias pedagógicas e o uso adequado dos recursos de Tecnologia Assistiva,especialmente os relacionados à CAA. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de uma abordagem mais sistematizada e acessível sobre o tema, que favoreça o desenvolvimento de práticas inclusivas e a garantia do direito à comunicação e à aprendizagem dos estudantes com deficiência.

Para os usuários de Tecnologias Assistivas, os ganhos práticos se evidenciam na valorização da comunicação como eixo central da inclusão e no reconhecimento da CAA como ferramenta potente para promover interações significativas, favorecer a autonomia e ampliar as possibilidades de participação no cotidiano escolar. O estudo também resultou na elaboração de um guia pedagógico e na realização de uma formação específica para os professores envolvidos, o que potencializou os impactos da pesquisa para além do campo teórico.

Como sugestão para o aperfeiçoamento da Tecnologia Assistiva na área da CAA, destaca-se a necessidade de investimento na produção e disseminação de materiais pedagógicos acessíveis, bem como na criação de políticas públicas que garantam formação continuada e suporte técnico aos profissionais da educação. Além disso, recomenda-se o fortalecimento do diálogo interdisciplinar entre educadores, terapeutas e famílias, a fim de promover o uso articulado e eficaz da CAA em diferentes contextos de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ASHA - AMERICAN S*PEECH LANGUAGE HEARING ASSOCIATION.* Augmentative and alternative communication: knowledge and skills for service delivery, 2020. Disponível em: https://www.asha.org/practice-portal/professional- issues/augmentative-andalternative-communication/. Acesso em: 02 ago. 2024.

BERSCH, Rita. *Recursos de tecnologia assistiva*: introdução e guia prático. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999. MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade.* 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

PIOVESAN, Êneo; TEMPORINI, Erly Catarina. *Epidemiologia:* teoria e prática. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.

Audiodescrição de ambiente escolar para a inclusão do estudante com deficiência visual

Maciel, Suely*

Departamento de Ciências Humanas da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design (FAAC), Unesp, suely.maciel@unesp.br
*Av. Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Vargem Limpa, Bauru/SP, 17033-360.

DOI 10.52050/9788579177132-26

RESUMO

O projeto atende a demanda de estudantes, especialmente os com deficiência visual. Visa produzir recursos que proporcionem informações sobre estrutura física da escola (dimensões, arquitetura, mobiliário e disposição dos espaços, para orientação e deslocamento). A metodologia inclui visitas técnicas *in loco* para levantamento de dados, elaboração de roteiros de audiodescrição (conforme parâmetros técnicos e teóricos e sob supervisão de consultores audiodescritores com deficiência visual), locução/edição dos roteiros e disponibilização dos arquivos finais em mídias digitais. O resultado são audiodescrições das partes externa e interna de três escolas municipais de Bauru, contribuindo para a acessibilidade e a inclusão no ambiente escolar.
Palavras-chave: audiodescrição, acessibilidade, ambiente escolar.

ABSTRACT

The project meets the needs of students, especially those with visual impairments. It aims to produce resources that provide information about the school's physical structure school (dimensions, architecture, furniture and layout of spaces, for orientation and movement). The methodology includes on-site technical visits to collect data, preparation of audio description scripts (according to technical/theoretical parameters and under the supervision of audio description consultants with visual impairments), narration/editing of the scripts. The result is audio description of the exterior and interior of three municipal schools in Bauru, contributing to accessibility and inclusion in the school environment.
Keywords: *audio description, accessibility, school environment.*

1. INTRODUÇÃO

O projeto aqui apresentado centra-se na discussão sobre a acessibilidade à informação e à comunicação, visando proporcionar conhecimento sobre os espaços de vivência para que as pessoas possam usufruir com autonomia, independência e de forma inclusiva. Ele se debruça sobre o ambiente escolar, buscando desenvolver metodologia e produtos que proporcionem aos estudantes das escolas públicas municipais de Bauru informações sobre as características físicas das instituições de ensino, como estrutura, dimensões, aspectos arquitetônicos e de mobiliário do prédio e seus ambientes, bem como a disposição dos elementos nos espaços, para orientação e deslocamento.

A proposta atendeu a uma demanda de professores e gestores da Divisão de Ensino Especial da Secretaria Municipal de Bauru e, principalmente, dos estudantes, em especial os com deficiência visual, que se ressentem da falta de informação sobre o local onde estudam, cujas características físicas não são a eles acessíveis por meio da visão. Tal público também sente falta de parâmetros que lhe permitam construir um 'mapa mental' do ambiente escolar, com identificação de onde ficam os espaços, para que nele possa se localizar, orientar e movimentar, com autonomia e independência. Por isso, a proposta foi desenvolvida nas escolas municipais onde estudam alunos com deficiência, ainda que sua metodologia e produtos possam ser replicados em outras instituições, se necessário e de acordo com a demanda da comunidade.

A demanda foi atendida com a oferta de arquivos de áudio com as informações relativas ao ambiente escolar, produzidos a partir do emprego da audiodescrição, recurso de acessibilidade que pode ser aplicado em diferentes contextos e/ou mídias e consiste na transformação de informações visuais (incluindo formas, dimensões, cores e texturas) em informações em código verbal, por meio da tradução intersemiótica (JANKOWSKA, 2019). Geralmente aplicada em produções midiáticas, como vídeos e filmes, mas também em contexto cultural (peças de teatro, espetáculos de dança), esportivo (jogos, competições) e educacional (vídeos de aulas, slides, apresentações virtuais e presenciais), entre outros, a audiodescrição constitui-se um recurso profícuo também na abordagem dos espaços (edificações, áreas abertas, logradouros etc.) onde os sujeitos vivem, interagem e/ou por onde transitam.

Todo o processo de produção da audiodescrição do ambiente escolar ~~-~~da visita aos locais para coleta de dados até a disponibilização dos áudios finais para as escolas ~~t~~eve a participação de professores, funcionários e alunos, numa construção conjunta do conhecimento que permitiu a eles conhecer as etapas de realização do projeto e nelas atuar, especialmente na avaliação e sugestão de parâmetros para a elaboração dos roteiros quanto ao tipo de informação a ser

neles incluída e ao estilo do texto, de forma a que os produtos atendessem melhor as necessidades do grupo. A definição de locais e a abrangência dos conteúdos, portanto, foi feita com a comunidade e levou em conta o conhecimento de professores e alunos e os recursos e estratégias empregados pelos estudantes para se orientarem e deslocarem no espaço escolar.

O projeto foi desenvolvido, durante 10 meses, por cinco membros (todos estudantes de Graduação) do Laboratório de Ensino, Pesquisa e Extensão em Mídia e Acessibilidade Biblioteca Falada, da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design (FAAC), da Universidade Estadual Paulista (Unesp)/ câmpus de Bauru, e resultou na oferta de audiodescrição detalhada da estrutura interna e externa dos prédios, bem como dos espaços abertos das escolas. Isso incluiu dados sobre características arquitetônicas, divisão de ambientes, disposição do mobiliário etc.

Apesar das distintas conformações das escolas, como quantidade de edificações, divisão de salas e presença ou não de pátios e quadras, buscou-se manter um formato relativamente estável para as audiodescrições, com um rol básico de características e ordem de apresentação dos espaços.

Paralelamente à produção dos áudios, houve o compartilhamento de conhecimentos sobre comunicação acessível e técnicas de produção em mídia sonora e audiodescrição com alguns professores das escolas, para que, mesmo após o fim do projeto, eles pudessem produzir novas audiodescrições e/ou atualizar as já existentes, sempre que necessário.

O projeto buscou, portanto, proporcionar conhecimento sobre o ambiente escolar, levando em conta interesses do público atendido quanto às suas necessidades de usufruto dos espaços e deslocamento por eles, contribuindo para que os estudantes possam vivenciar sua experiência escolar com autonomia e independência.

A metodologia de produção das audiodescrições incluiu a realização de etapas necessárias a esse tipo de formato acessível (roteirização, revisão por consultores com deficiência visual, locução e edição) e disponibilização dos arquivos nos formatos demandados pelas escolas, no caso, arquivos de áudio compartilhados por e-mail e whatsapp.

O projeto, por fim, esteve alinhado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial os ODS 4 – Educação de Qualidade e 10 - Redução das Desigualdades, e visou contribuir para o desenvolvimento intelectual e o repertório cultural das pessoas com deficiência, por meio da oferta de produções acessíveis que proporcionam não apenas o conhecimento sobre o espaço escolar, mas também sobre tecnologias assistivas e recursos de acessibilidade comunicacional, cultural e educativa.

2. DESENVOLVIMENTO

A produção dos áudios respeitou uma sequência de etapas, a começar pela definição dos locais, feita pelo Departamento de Planejamento, Projetos e Pesquisas Educacionais (DPPPE) da Secretaria Municipal de Educação de Bauru, que indicou três escolas onde estavam todos os alunos com deficiência matriculados no ensino público municipal: EMEF Geraldo Arone, EMEF Prof. José Romão e EMEF Ivan Engler de Almeida.

Definidas as escolas, realizou-se visita *in loco* em cada uma delas, para coleta de dados sobre as características das edificações, dos espaços e do mobiliário e a distribuição dos ambientes. A coleta incluiu a realização de fotografias e filmagens, utilizadas posteriormente como apoio à elaboração dos roteiros de audiodescrição.

Após as visitas, deu-se início à elaboração dos roteiros de audiodescrição, os quais seguiram os parâmetros técnicos e científicos para esse tipo de formato acessível (NAVES *et al.*, 2016; MASZEROVSKA *et al.*, 2014; COSTA; FROTA, 2011; MOTTA; ROMEU FILHO, 2010) e também o modelo próprio de audiodescrição de ambientes e paisagens desenvolvido dentro do Laboratório Biblioteca Falada (TOLEDO; OLIVEIRA; MACIEL, 2021; OLIVEIRA; MACIEL, 2021). Este privilegia uma ordem específica de apresentação dos dados, que inclui contexto geográfico em que a escola se situa, apresentação geral das características do prédio e da área e, depois, o detalhamento de cada segmento da construção, a partir de um ponto de partida (em geral, o portão de entrada principal). O nível de detalhamento dos dados em cada segmento depende dos objetivos e nível de acesso comum de cada espaço, parâmetro que é definido com a direção da escola.

Uma vez elaborados, os roteiros foram submetidos à avaliação por grupo de consultores audiodescritores com deficiência visual, os quais, em trabalho conjunto com os roteiristas do Laboratório Biblioteca Falada, chegaram à versão preliminar da audiodescrição. A revisão/consultoria por audiodescritores com deficiência visual visa garantir o melhor atendimento possível às necessidades e preferências do público receptor, com objetividade, clareza e precisão das informações e do estilo da audiodescrição. A revisão é prática constante e essencial no mercado de produção de AD no Brasil, prevista na literatura e no regramento da área (MIANES, 2016).

Com base no roteiro resultante da consultoria, realizou-se uma segunda visita técnica *in loco*, desta vez para conferência das informações e avaliação pelo público das escolas. Coordenada pelos roteiristas do laboratório Biblioteca Falada, a visita teve a participação de professores e/ou monitores da sala de recursos da escola e alunos com deficiência visual. Durante a visita, o grupo

seguiu a ordem da audiodescrição, percorrendo a sequência e os espaços por ela trazidos. O percurso foi realizado concomitantemente com a leitura do roteiro de audiodescrição, no qual foram sendo anotadas todas as observações feitas pelos funcionários e alunos. Estas observações versaram principalmente sobre nível de detalhamento dos espaços, uso de determinadas expressões - que deveriam ser alteradas por outras mais simples e/ou acompanhadas de explicação (no caso dos termos técnicos de arquitetura) - e ordem de apresentação dos ambientes. Todas as solicitações feitas durante a visita técnica foram incorporadas ao roteiro, o qual passou por avaliação final da consultoria.

Uma vez validados e finalizados, os roteiros de audiodescrição foram locutados pelos membros do Biblioteca Falada, em estúdio próprio do laboratório. Posteriormente, as locuções foram editadas no software Audacity e salvas em formato wave. A locução e a edição dos áudios seguiram parâmetros técnicos para garantia do ritmo adequado, nitidez e clareza do som quanto a edição de áudio (FERRARETO, 2014). Finalizados, os arquivos de audiodescrição foram entregues às escolas, em formato wave, enviados por email e/ou whatsapp.[3] Também se compartilhou com elas uma pasta com os arquivos e os roteiros de audiodescrição na plataforma Google Drive.

3. RESULTADOS

O projeto resultou na produção de nove arquivos com audiodescrição: um áudio com a audiodescrição da parte externa e dois (versões resumida e detalhada), com a parte interna, para cada escola. Os áudios externos têm, em média, cinco minutos de duração; os internos, média de 25 minutos (versão resumida) e 35 minutos (versão detalhada).

A audiodescrição externa contemplou as características físicas gerais da escola, buscando permitir ao ouvinte ter uma ideia sobre como o(s) prédio(s) se constitui(em) e como o espaço geral da escola está organizado. Neste áudio, a preocupação principal foi dar informações sobre estilo arquitetônico e características estruturais das edificações, sem destaque para ordenamento espacial e distâncias. A ordem da audiodescrição respeitou a tropicalização em a) localização geográfica, na abertura, b) características gerais das edificações e do espaço, numa introdução geral, após a localização, e c) características mais detalhadas, por espaço, ao longo do restante do texto. O tamanho de cada

3 As audiodescrições externas das escolas também foram incluídas no aplicativo Siga Guia Acessível das Cidades (disponível nas plataformas Android e iOS) e sua versão web (disponível em https://siga- web.unesp.br/)

um dos tópicos varia conforme as características de cada espaço/edificação audiodescrito e também das características de cada escola.

Um exemplo de trecho de localização geográfica pode ser visto a seguir:

> A Escola Municipal de Ensino Fundamental EMEF Professor Geraldo Arone está localizada na rua João Prudente Sobrinho, quadra NOVE, número CINCO, no Núcleo Habitacional Fortunato Rocha Lima, região oeste de Bauru. A instituição de ensino ocupa meia quadra. Ela é delimitada, à esquerda, pela rua Luiz Carlos Machado Ballaminut e, ao fundo, pela Escola Infantil EMEI Miriam Aparecida de Oliveira. À direita, ficam a creche berçário São José e a Associação Casa da Esperança. Na vizinhança estão residências e alguns estabelecimentos comerciais.

O tópico introdução traz dados gerais sobre a escola e seus espaços, como no exemplo a seguir:

> A área da escola é de aproximadamente três mil e trezentos metros quadrados, o que equivale a meio campo de futebol. A construção é um conjunto de três prédios térreos de alvenaria dispostos em linha reta, um atrás do outro. a escola é toda cercada por alambrado fixado em mourões de concreto. em alguns trechos, cercas vivas de plantas de diferentes espécies se juntam ao alambrado. A entrada principal fica na rua João Prudente Sobrinho. O primeiro prédio da escola tem um refeitório, no centro, a cozinha fica à direita e a secretaria, à esquerda. No segundo e no terceiro prédio estão as salas de aula. Os prédios estão conectados por passagens que permitem a circulação entre eles. Há ainda uma quadra esportiva, nos fundos, e um estacionamento, à direita da entrada. O ambiente externo é ajardinado e arborizado, com a presença de um pinheiro e outras árvores, além de plantas de pequeno e médio portes.

A partir da introdução, partes da escola vão sendo descritas, com maior ou menor aprofundamento, dependendo do que sejam elas. Um exemplo é a audiodescrição da entrada e da frente da escola:

> A entrada principal da escola é um portão de ferro vermelho de uma folha, de aproximadamente um metro e oitenta de altura por um metro e quarenta de largura. Do lado esquerdo dele há uma coluna de alvenaria amarela e, do lado direito, uma coluna verde. Ambas apoiam uma estrutura de metal com um toldo azul que se estende por aproximadamente dois metros, e cobre uma rampa, em leve aclive, que vai do portão até o pátio interno da escola. A rampa tem piso tátil e é protegida por corrimão de metal vermelho. (...) Cerca

> de sete metros à direita do portão de entrada fica o portão de acesso ao estacionamento(...). O portão é de duas folhas e de alambrado vermelho. Ele tem aproximadamente dois metros e meio de largura. O chão do estacionamento é de terra batida, com alguns esparsos de grama seca.

No roteiro de audiodescrição externa, as características gerais das edificações também são dadas:

> As construções ficam recuadas por volta de cinco metros, a partir do alambrado e do portão. O espaço entre o alambrado e elas é cimentado, na área próxima ao portão. Nas demais áreas, o chão é gramado. Os prédios têm telhado de telha de cerâmica que se prolonga além das paredes, formando um alpendre que circunda toda a construção e é sustentado por quinze colunas dispostas uma ao lado da outra, a cada três metros. Elas são pintadas, alternadamente, em vermelho, amarelo, azul e verde. Os prédios têm muitas janelas retangulares, protegidas por grades de ferro vermelhas, assim como a porta de acesso ao interior das construções.

A audiodescrição da parte interna das escolas seguiu o estilo e os princípios da externa, mas acrescentou divisão entre os espaços, distâncias e detalhamento de características, em especial a disposição do mobiliário.

Alguns elementos das edificações apresentados na audiodescrição externa repetem-se na interna, mas com mais detalhes:

> (...) há três prédios térreos, ou seja, que não possuem andares. Eles estão dispostos um atrás do outro, a partir da entrada. No fundo da escola fica a quadra de esportes. (...) As paredes dos prédios são pintadas de duas cores: branco, na parte superior, e azul, nos dois terços restantes. Em algumas paredes, há também desenhos de plantas e flores. Todas as portas e janelas, incluindo esquadrias e grades, são pintadas de vermelho. Os tetos dos ambientes externos são sustentados por vigas e treliças de madeira que ficam aparentes. Já nos ambientes internos, o teto é encoberto com forro de madeira e PVC.

A audiodescrição interna incluiu informações como metragem e localização de móveis e objetos, e houve também divisão das edificações em ambientes. Assim, por exemplo, sobre uma escola de três prédios, a audiodescrição trouxe o primeiro e os ambientes dele divididos segundo uma determinada orientação, normalmente da esquerda para a direita e da frente para o fundo:

> Depois do portão e das áreas de terra ou cimento, fica o primeiro prédio da escola. Ele tem, mais ou menos, QUARENTA metros de frente e OITO metros de profundidade. Ele tem salas na parte da frente e na de trás. A frente dele está dividida em três segmentos. Na parte esquerda ficam a copa dos funcionários, depois a sala da direção e, mais perto do centro, a secretaria. Depois da secretaria, bem no meio do prédio, está o pátio aberto que se estende até o segundo edifício da escola. Depois do pátio, à direita, ficam a cozinha, o banheiro masculino dos alunos e, lá na ponta, um depósito.

Os ambientes de acesso coletivo, como secretária, copa e salas de aula, foram descritos em detalhe, mais ou menos aprofundado dependendo do uso por parte dos alunos:

> O pátio fica no centro do primeiro prédio. É um espaço de aproximadamente seis metros de altura por quinze metros de comprimento e dezessete metros de profundidade que liga o primeiro e o segundo prédios. (...) É aberto na frente e nos fundos e o piso é de cerâmica branca. No calçamento na frente do pátio, há três bancos de ripas de madeira coloridas de verde, vermelho, amarelo e azul. (...) A parede esquerda do pátio é branca e a parte de baixo dela tem desenhos bem coloridos de flores, plantas e borboletas. (...) Na parede direita do pátio, há uma abertura com um balcão de granito por onde são servidas as refeições para os alunos. Ela é emoldurada por esquadrias de aço e tem porta de ferro de enrolar, além de uma tela mosquiteira.

A configuração dos roteiros, como já dito, levou em conta as preferências e necessidades do público atendido, como professores e, principalmente, alunos com deficiência visual, que acompanharam a visita técnica e fizeram sugestões/demandas quanto à quantidade e ao formato das informações apresentadas. Essa participação direta do público no projeto foi essencial para a adequação dos roteiros e vai ao encontro da compreensão de que o envolvimento dos públicos de interesse é fundamental para o processo de desenvolvimento de propostas no campo dos *media accessibility* (MATAMALA, 2021), no qual se insere a proposta.

Além dos áudios propriamente ditos, os roteiros de audiodescrição também foram compartilhados com a direção e os professores das escolas, especialmente os que atuam na sala de recursos, para que possam realizar alterações, caso os ambientes descritos sofram alterações. Neste caso, o laboratório Biblioteca Falado será novamente acionado, para atualização dos arquivos.

4. CONCLUSÕES

A partir da discussão sobre a acessibilidade à informação e à comunicação, o projeto buscou proporcionar o conhecimento sobre os espaços externo e interno das escolas municipais de Bauru, atendendo a comunidade escolar, preferencialmente os alunos com deficiência visual, de forma a que todos possam usufruir dos locais com autonomia, segurança e independência. Para tanto, trabalhou-se com o recurso da audiodescrição, com a produção e oferta de nove arquivos de áudio que trazem características como estrutura, dimensões, aspectos arquitetônicos e de mobiliário das escolas, além de informações para orientação e deslocamento.

Os arquivos serão utilizados nas atividades de orientação e mobilidade dentro da escola e sempre que demandado pelos alunos, para conhecimento destes quanto aos aspectos estruturais e de mobiliário do ambiente escolar. O compartilhamento dos arquivos e dos roteiros com o corpo docente também permitirá a este fazer uso dos formatos em qualquer atividade que considerar pertinente, além de poder atualizar e/ou modificar os roteiros, que servem como 'guia' sobre as características da audiodescrição.

A participação da comunidade interessada foi vital para os resultados do projeto, com sugestões sobre tipo e detalhamento de informações e melhor estilo de texto, ratificando a importância de atender preferências e necessidades do público-alvo e trabalhar junto com ele no desenvolvimento de metodologias e modelos de produção de recursos de acessibilidade e tecnologias assistivas. O *feedback* do público lança o desafio sobre a forma de escrita dos roteiros, mais simples, clara e objetiva que os formatos de audiodescrição geralmente empregados em outros contextos, o que enseja pesquisas futuras sobre o emprego de linguagem de fácil compreensão, leitura fácil e/ou linguagem simples como aliada da audiodescrição em determinados tipos de produção.

O projeto mostrou a eficácia e a pertinência do uso da audiodescrição como recurso de acessibilidade à informação sobre o ambiente escolar, essencial no cotidiano do aluno e sua vivência no espaço da escola, com segurança e de forma inclusiva. Ademais, a experiência proporcionou a conformação de um modelo de produção de audiodescrição de ambiente escolar possível de ser levado a outras iniciativas similares e até mesmo o desenvolvimento, no futuro, de projetos de formação de professores e gestores sobre audiodescrição e seu emprego no contexto da escola.

AGRADECIMENTOS

A realização do projeto foi possível graças ao financiamento da Coordenadoria de Ações Afirmativas, Diversidade e Inclusão (CAADI), vinculada à Reitoria da Universidade Estadual Paulista (Unesp).

REFERÊNCIAS

COSTA, L.; FROTA, M. P. Audiodescrição: primeiros passos. Tradução em Revista, Rio de Janeiro, 11, v. 2, 1-15, 2011. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio. br/18882/18882.PDF

FERRARETO, L. A. Rádio: teoria e prática. São Paulo: Summus Editorial, 2014.

JANKOWSKA, A. Audiovisual media accessibility. In: ANGELONE, E.; EHRENSBERGER-DOW, M.; MASSEY, G. The Bloomsbury companion to language industry studies, New York, Bloomsbury, 2019, p. 231- 259.

MASZEROVSKA, A.; MATAMALA, A.; ORERO, P. (eds.). Audio description: new perspectives illustrated. Amsterdan: John Benjamins Publishing Company, 2014.

MATAMALA, A. Qualitative research methods in Media Accessibility: Focus groups and interviews. LEAD ME Summer Training School (Warsaw 2021), 2021. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/presentacions/2021/248162/AnnaMatamala_2021-07-08_LEAD- MESummerSchool.pdf.

MIANES, F. L. Consultoria em audiodescrição: alguns caminhos e possibilidades. In: CARPES, D. S. (org.). Audiodescrição: práticas e reflexões. Santa Cruz do Sul: Catarse, 2016. p. 10-21.

MOTTA, L.M.V. de; ROMEU FILHO, P. (orgs.). Audiodescrição: transformando imagens em palavras. São Paulo: Secretaria dos Direitos da Pessoa com Deficiência do Estado de São Paulo, 2010.

NAVES, S. B., MAUCH, C., ALVES, S. F., & ARAÚJO, V. L. S. Guia para produções audiovisuais acessíveis. Secretaria do Audiovisual/ Ministério da Cultura, 2016.

OLIVEIRA, G. F.; MACIEL, S. Acessibilidade comunicacional para pessoas com deficiência visual e acesso à cidade: desenvolvimento do aplicativo "SIGA - Guia Acessível da Cidade", In: ALMEIDA, M; TYMOSHCHUK, O.; MACIEL, S. (Orgs.). Comunicação, saúde e acessibilidade. Aveiro: Ria Editorial, 2021, p. 257-276.

TOLEDO, R. H; OLIVEIRA, G. F. de; MACIEL, S. Visita guiada com audiodescrição para pessoas com deficiência visual: experiência na Rádio Unesp FM. In: ALMEIDA, M.; TYMOSHCHUK, O; MACIEL, S. Comunicação, saúde e acessibilidade. Aveiro: Ria Editorial, 2021, p. 178 – 196.

Brinquedo de contação de histórias para estimular habilidades socioemocionais de crianças com o uso da tecnologia de impressão 3D

Silva, Clarice Lima da[1]; Santos, July Victoria Almeida[2]; Cerqueira, Nicoly Paixão[3]; Oliveira, Patrícia Alcantara de [4]; Costa, Diogo Pontes [5]; Merino, Eugenio Andrés Díaz [6]; Giracca, Cesar Nunes[7]

1 – Departamento de Desenho Industrial, UFRJ, lima.clarice5@gmail.com
2 – Departamento de Desenho Industrial, UFRJ, julyalmeida656@gmail.com
3 – Departamento de Desenho Industrial, UFRJ, nicoly.paixao.cerqueira@gmail.com
4 – Departamento de Desenho Industrial, UFRJ, alcantarapattricia@gmail.com
5 – Departamento Desenho Industrial, UFRJ; PosDesign,UFSC, diogopontes@eba.ufrj.br
6 – Departamento de Gestão, Mídias e Tecnologias, PósDesign, PPGEP, UFSC, eugenio.merino@ufsc.br
7 – Departamento de Engenharia da Produção, UFSC, eng.giracca@gmail.com

DOI 10.52050/9788579177132-27

RESUMO

Diante da crescente demanda por estratégias que promovam o bem-estar emocional infantil, este estudo desenvolveu um brinquedo educativo impresso em 3D para apoiar crianças com dificuldades de socialização. O objetivo foi criar uma ferramenta lúdica que estimulasse a expressão emocional e a empatia. Utilizando o método GODP e o Conjunto de Procedimentos do GODP, o projeto seguiu etapas sistemáticas de pesquisa, concepção, prototipagem e testes. O resultado foi um jogo interativo baseado na contação de histórias, com peças táteis e temáticas. Conclui-se que o produto contribui para as áreas de Saúde, Educação, Design e Tecnologia Assistiva ao favorecer o desenvolvimento socioemocional infantil.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Brinquedo Educativo, Impressão 3D, Design.

ABSTRACT

In the face of the growing demand for strategies that promote children's emotional wellbeing, this study developed a 3D printed educational toy to support children with socialization difficulties. The goal was to create a playful tool that would stimulate emotional expression and empathy. Using the GODP method and the GODP Procedure Set, the project followed systematic steps of research, design, prototyping, and testing. The result was an interactive game based on storytelling, with tactile and thematic pieces. It is concluded that the product contributes to the areas of Health, Education, Design, and Assistive Technology by favoring children's socioemotional development.
Keywords: *Assistive Technology, Educational Toy, 3D Printing, Design.*

1. INTRODUÇÃO

Problemas de socialização afetam diferentes idades, prejudicando a interação, a comunicação e o desenvolvimento emocional. Fatores como condições socioeconômicas, histórico familiar, ambiente escolar, transtornos mentais e comportamentais influenciam essas dificuldades. A socialização, processo de aprendizado de normas e valores, é essencial para o desenvolvimento humano, especialmente na infância.

A faixa etária de 6 a 10 anos, em especial, é um período crítico para o desenvolvimento de competências sociais fundamentais, como empatia, cooperação, resolução de conflitos e regulação emocional. Estudos indicam que, durante essa fase, crianças em situação de vulnerabilidade social ou que lidam com transtornos como TEA, TDAH, TAG e depressão apresentam maiores dificuldades de socializar. Nesses casos, podem-se observar comportamentos retraídos ou agressivos, autoisolamento, baixa autoestima, timidez excessiva e/ou medo de interagir.

Com isso, objetivou-se desenvolver um brinquedo educativo na forma de um jogo, como recurso de apoio ao processo de socialização de crianças de 6 a 10 anos que apresentam dificuldades de expressão emocional e interação social. Este projeto foi elaborado durante a disciplina Laboratório C – Polímeros do curso de Design Industrial da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no segundo semestre de 2022, com ênfase na área da Saúde, buscando unir conhecimentos técnicos de Materialização por impressão 3D e sociais para a promoção do bem-estar infantil.

A condução do projeto foi por meio do Conjunto de Procedimentos do Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (CP-GODP), que oferece um roteiro sistematizado e detalhado, composto por 28 procedimentos

projetuais, distribuídos e organizados nos três momentos – Inspiração, Ideação e Implementação – da abordagem metodológica do *Design Thinking* (BROWN, 2008). Essa estrutura metodológica facilitou o planejamento, a execução e a avaliação das etapas do projeto, garantindo organização e rigor científico ao longo do processo.

2. DESENVOLVIMENTO

Durante o desenvolvimento do projeto, analisaram-se informações de qual seria o produto, usuário e contexto de uso do produto. Foi definido que a proposta de produto seria um brinquedo leve, portátil, com texturas e cores, ser adequado para uso em escolas, residências e ambientes terapêuticos, de modo que pudesse ser manuseado tanto por crianças (usuários diretos) quanto por responsáveis ou profissionais da saúde (usuários indiretos).

O brinquedo foi planejado para conduzir a contação de histórias de forma lúdica, proporcionando autoconhecimento, inteligência emocional, criatividade e socialização. Utilizou-se referências de jogos, livros e materiais didáticos, fontes como o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), plataformas de livros infantis, lojas de brinquedos e sites com arquivos gratuitos para impressão 3D. Destacaram-se obras que valorizam a diversidade e expressão emocional, como 'Tudo Bem Ser Diferente', 'O Coelho Sem Orelhas' e 'Elmer', 'O Elefante Xadrez'. Também foram estudados jogos terapêuticos baseados na Terapia Cognitivo-Comportamental (TCC), que auxiliam o autoconhecimento e que incentivam a identificação e autorregulação emocional, como os tabuleiros 'Ansiedade' e 'Cognitivo', e o livro-caixinha 'Reconhecendo as Emoções'.

O processo criativo incluiu a elaboração de três alternativas de propostas (Figura 1), das quais a alternativa 1 foi a que melhor atendeu aos requisitos do projeto. Essa proposta consistia em um tabuleiro-caixa que armazenava nove peças com ilustrações que remetesse a ações, ambientes e emoções cotidianas em seu topo e base (Figura 2).

Figura 01 - Desenhos das alternativas de brinquedo/jogo

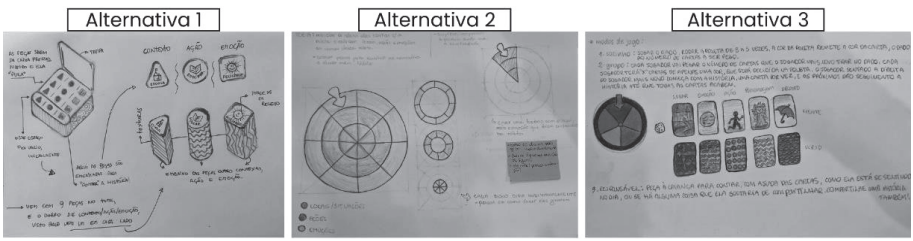
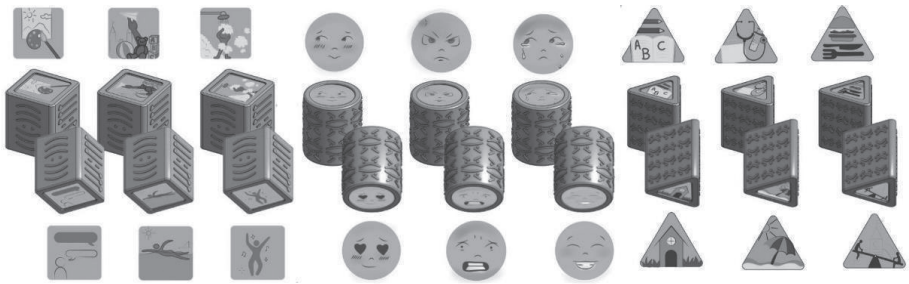


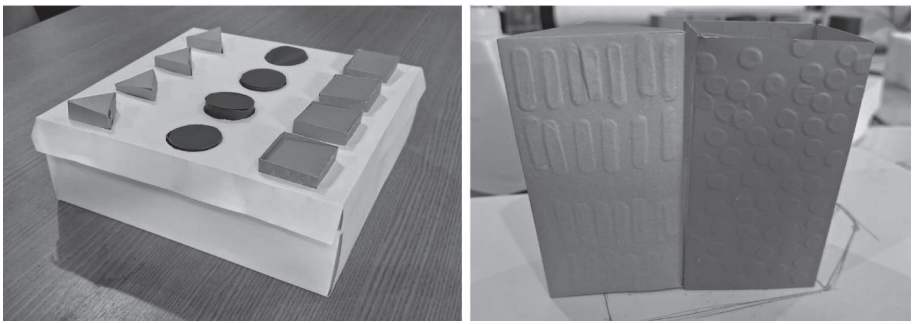
Figura 02 - Peças com suas respectivas ilustrações



Em seguida, foi confeccionado um modelo volumétrico de papel do tabuleiro e das peças (Figura 3) para avaliação ergonômica, estética e funcional do produto. Essa etapa possibilitou ajustes no tamanho do tabuleiro-caixa e das peças, bem como melhorias nos padrões das texturas para condizer com a temática do brinquedo, que posteriormente representam emoções.

As ilustrações das peças foram pensadas para serem facilmente reconhecíveis pelas crianças, facilitando a associação entre o conteúdo do jogo e suas próprias experiências diárias. Cada grupo de peças, identificado por uma forma geométrica, cores, temas e texturas distintas, foi projetado para estimular o desenvolvimento sensorial e facilitar a memorização das ilustrações pois diferentes tipos de brinquedos modulam comportamento e engajamento sensorial em crianças ao mesmo tempo em que favorecem a exploração tátil e visual durante a brincadeira.

Figura 03 - Modelos do tabuleiro/caixa e peças com suas texturas iniciais

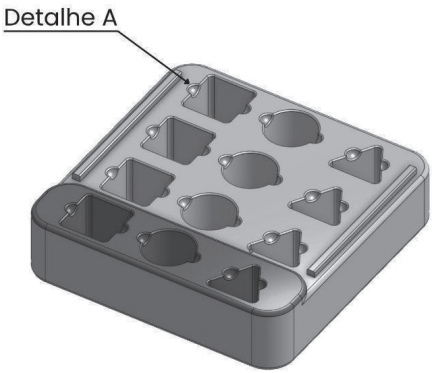


Foram realizados diversos ajustes importantes no modelo tridimensional virtual para aprimorar a usabilidade e a experiência do usuário. O encaixe da tampa da caixa foi redesenhado para facilitar o manuseio por crianças, permitindo que elas abram e fechem o brinquedo por conta própria. Além disso, foram criadas cavidades específicas que facilitam a retirada das peças (Detalhe

A – Figura 4), tornando o jogo mais acessível e intuitivo, especialmente para crianças com habilidades motoras ainda em desenvolvimento.

Além dos aspectos práticos e estéticos, a análise técnica do projeto foi realizada com o auxílio do software CAD *Onshape*, que permitiu a modelagem tridimensional das peças e do tabuleiro. Em seguida, a preparação para materialização por tecnologia de impressão 3D foi feita por meio de softwares de fabricação assistida por computador.

Figura 04 - Cavidade para melhor retirada das peças



A jogabilidade (Figura 5) consiste em escolher uma peça (Figura 2) de cada forma geométrica e posicioná-las na parte mais alta do tabuleiro, escolhendo a ilustração do topo ou da base para estar visível. O paralelepípedo amarelo representa ações, o cilindro rosa representa emoções e o prisma triangular representa ambientes. O objetivo principal do jogo é criar histórias com as imagens visíveis, podendo ser jogado individualmente ou em grupo, mediado por responsáveis ou profissionais da saúde.

Figura 05 - Ilustração de formas de jogar



3. RESULTADOS

A materialização do projeto foi realizada por meio de impressão 3D. As peças foram impressas em resina, garantindo um acabamento detalhado para reproduzir as texturas. Enquanto o tabuleiro e a caixa foram produzidos em filamento PLA (Ácido Polilático), conforme mostra a Figura 6. Além disso, a impressão 3D possibilitou uma produção personalizada e a rápida realização de protótipos, facilitando ajustes e melhorias ao longo do desenvolvimento.

Embora o brinquedo (Figura 7) ainda não tenha sido testado diretamente com crianças ou com profissionais de saúde, foram previstas as formas de uso e os impactos esperados: facilitar o processo de socialização de crianças de 6 a 10 anos; estimular a criatividade e a construção de narrativas; apoiar ambientes terapêuticos e escolares na promoção de interações positivas. Acredita-se que, quando aplicado em contextos reais, o recurso tenha a capacidade de auxiliar crianças de 6 a 10 anos com dificuldades de socialização a integrar- se em seus grupos sociais e a compreender melhor a si mesmas de forma segura e lúdica.

Figura 06 - Software de fatiamento com o tabuleiro e tabuleiro e peças impressas

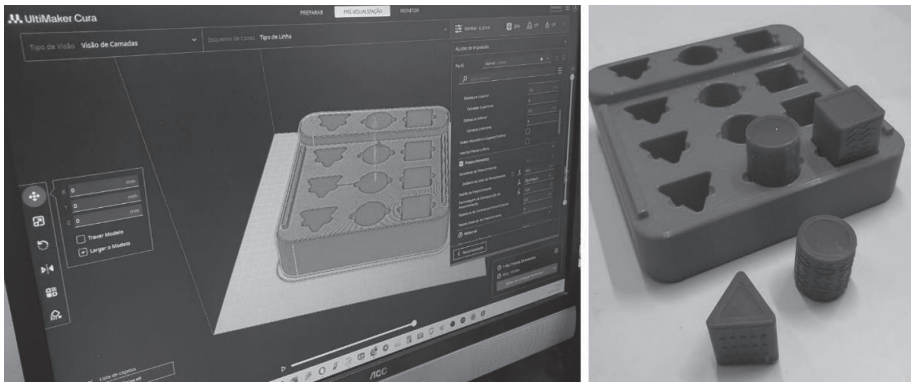
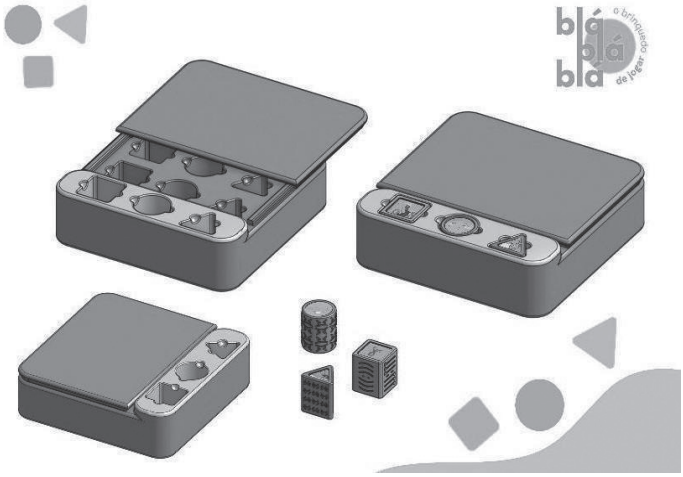


Figura 07 - Representação do jogo completo



4. CONCLUSÕES

Em suma, embora ainda não tenha sido testado com crianças, responsáveis e profissionais da saúde, o projeto buscou desenvolver um brinquedo acessível que amplia as possibilidades de interação social e expressão emocional. Por meio da contação de histórias, promove-se a construção simbólica de narrativas, estimulando empatia, comunicação e habilidades para lidar com as diferenças — aspectos essenciais para a inclusão e o desenvolvimento integral infantil. *BlaBlaBla* pode ser jogado coletivamente ou de forma individual. A aplicação do CP-GODP, associada à impressão 3D, possibilitou uma abordagem estruturada e flexível, facilitando a integração entre os aspectos funcionais, ergonômicos e sensoriais do produto.

Futuras etapas do projeto incluem realizar testes com usuários reais em diferentes contextos, com o objetivo de identificar melhorias potenciais na jogabilidade, no design das peças, no tabuleiro e nas ilustrações. Entende-se também a necessidade de avaliar o brinquedo por meio de profissionais das áreas de Psicologia e Educação, visando compreender a viabilidade do projeto e adquirir sugestões de aprimoramento. Por fim, pretende-se realizar estudos de impacto para avaliar os benefícios a longo prazo e buscar parcerias que ampliem a distribuição e o acesso ao produto, assim como expandir o jogo com novos módulos que abordam outras competências socioemocionais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Ao Departamento de Design Industrial (BAI) e ao Laboratório Design Industrial e Experiências Projetuais (Lab. DIEP) da UFRJ. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD/LDU), e ao Programa de Pós-graduação em Design da UFSC, pelo suporte na condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BAUMGART, Klaus; SCHWEIGER, Til. O coelho sem orelhas. São Paulo: Panda Books, 2012.

BRANDÃO, Catarina; AZEVEDO, Regina. Tabuleiro da ansiedade: psicoeducação e intervenção com adolescentes e adultos. Fabricação: Ric Jogos. 2020. 1 tabuleiro, 1 dado, 2 pinos, 21 cartas azuis "situações ansiogênicas", 20 cartas verdes "sensações fisiológicas naturais da ansiedade", 20 cartas brancas "distorções cognitivas", 18 cartas amarelas "reações emocionais", 25 cartas marrons "comportamento", 4 cartas vermelhas e "questionamentos gerais". Disponível em: https://www.ricjogos.com.br/jogos/tabuleiro-da-ansiedade. Acesso em: 15 jun. 2025

BRANDÃO, Catarina; AZEVEDO, Regina. Tabuleiro cognitivo. Fabricação: Ric Jogos. 2020. 1 tabuleiro, 1 dado, 55 cartas e 1 manual. Disponível em: https://www.ricjogos.com.br/jogos/tabuleiro-cognitivo. Acesso em: 15 jun. 2025.BROWN, Tim. Design thinking. Harvard Business Review, [S.l.], v. 86, n. 6, p. 84–95, jun. 2008.

COSTA, Diogo Pontes; MERINO, Eugenio Andrés Díaz; MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz (org.). Conjunto de procedimentos: um guia de auxílio à prática projetual centrada no humano. 1. ed. rev. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Design, 2023. 40 p. v. 1. ISBN 978-65-00-64172-1. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10980.76168 . Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374265588_CONJUNTO_DE_PROCEDIMENTOS_Um_guia_de_auxilio_a_Pratica_Projetual_Centrada_no_Humano. Acesso em: 14 fev. 2024.

DIAS, Claudia. A importância de contar histórias no jardim-de-infância. ESEPF – Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti, 2011. Disponível em: https://www.esepf.pt/. Acesso em: 21 abr. 2025.

HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto. A socialidade da estrutura espacial da casa: processo histórico de diferenciação social por meio e através da habitação. Revista CFH, Florianópolis, v.12, n. 1, [s.d.]. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/revistacfh/article/view/25365/22292. Acesso em: 29 maio 2025.

LOWENTHAL, Rosane. Saúde mental na infância e na adolescência. In: LOWENTHAL, Rosane (org.). Saúde mental na infância: proposta de capacitação para atenção primária. São Paulo: Editora Mackenzie, 2013. p. 35–46. (Saberes em tese, v. 2). ISBN 978-85-8293-727-3. Disponível em: http://books.scielo.org/id/db864/epub/lowenthal9788582937273.epub. Acesso em: 21 abr. 2025.

PARR, Todd; BUENO, Márcia. Tudo bem ser diferente. São Paulo: Panda, 2002.

PRESTINI, Akemy. Jogos de tabuleiro contribuem para diminuir a ansiedade nessa quarentena. Estilistas Independentes, 2020. Disponível em: https://www.estilistasindependentes.com/post/jogos-de-tabuleiro-contribuem-paradiminuir-a-ansiedade-nessa-quarentena. Acesso em: 21 abr. 2025.

SCHMIDT, Maria do Carmo; VIEIRA, Juliana. Reconhecendo as emoções: 40 cartas para identificar as emoções, avaliar os impactos e pensar nas soluções. São Paulo: Editora Matrix, 2021.

SILVA, Mariana. Elmer, O elefante xadrez – David McKee. YouTube, 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=evCaktTmS7w. Acesso em: 29 maio 2025.

SILVA, Rosilene Pereira Barrento; OLIVEIRA, Márcia Martins de. Estratégias de inclusão para crianças com TEA na educação infantil. 1. ed. Rio de Janeiro: Imperial Editora, 2023

Desenvolvimento de um compasso adaptável com manufatura aditiva

Pita, Marlon Coelho*[1]; Batista, Mariane de Jesus[2]; Reis, Lucas Santos[3]; Santos, Leandro Brito[4]; Mota, Renata de Sousa [5]; Souza, Nilmar de [6]

1 – Graduando em Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, UFRB, marloncoelho@aluno.ufrb.edu.br
2 – Graduanda em Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, UFRB, marianebatista@aluno.ufrb.edu.br
3 – Brailista, UFRB, lucasreis@ufrb.edu.br
4 – Professor Adjunto, UFBR, lbsantos@ufrb.edu.br
5 – Professora Adjunta, UFRB, renatamota@ufrb.edu.br
6 – Professor Adjunto, UFBR, nilmar@ufrb.edu.br
* - Correspondência: Avenida Governador João Durval Carneiro, 65, Olhos D'Aqua, Fejra de Santa, Bahia, Brasil, 44003401.

DOI 10.52050/9788579177132-28

RESUMO

Diante da ausência de instrumentos de desenho técnico adaptados para pessoas cegas, este estudo buscou desenvolver um compasso acessível por meio da manufatura aditiva. O objetivo foi criar um dispositivo que promovesse autonomia e inclusão no ensino de disciplinas gráficas. Utilizou-se modelagem 3D no Fusion 360, impressão em PLA e validação com usuário cego. Os testes resultaram em ajustes no design e retirada das marcações em braille. Conclui-se que o produto é viável, de baixo custo e contribui significativamente para a inclusão educacional e profissional nas áreas de Engenharia, Design, Educação e Tecnologia Assistiva.

Palavras-chave: acessibilidade, desenho técnico, impressão 3D.

ABSTRACT

Given the lack of technical drawing instruments adapted for blind individuals, this study aimed to develop an accessible compass through additive manufacturing. The goal was to create a device that promotes autonomy and inclusion in the teaching of graphic disciplines. 3D modeling was performed using Fusion 360, printed in PLA, and validated with a blind user. The tests led to design adjustments and the removal of Braille markings. It is concluded that the product is feasible, low-cost,

and significantly contributes to educational and professional inclusion in the fields of Engineering, Design, Education, and Assistive Technology.
Keywords: *accessibility, technical drawing, 3D printing.*

1. INTRODUÇÃO

A acessibilidade é o requisito essencial para construção de possibilidades na efetivação da inclusão das pessoas com deficiência (PCD) em diferentes espaços. Conforme dispõe da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) (Brasil, 2015), o termo refere-se à redução ou superação das barreiras para acessar os espaços e serviços, com segurança e autonomia por PCD ou com mobilidade reduzida englobando os princípios de desenho universal, adaptações tecnológicas e políticas públicas voltadas a assegurar a equidade de acesso a ambientes, informações e ferramentas, especialmente no contexto educacional.

O Censo Demográfico 2022 identificou 14,4 milhões de pessoas com deficiência no Brasil, sendo a deficiência visual a mais frequente com 3,4 % da população total, correspondendo a 7,9 milhões de indivíduos (IBGE,2022). No âmbito do ensino superior, a promulgação da Lei 13.409/2016 criou um arcabouço normativo favorável à ampliação do acesso dessa população aos espaços educacionais (BRASIL, 2016). Todavia, a abertura de vagas revela-se insuficiente quando ausentes recursos pedagógicos acessíveis, recursos de tecnologia assistiva (TA) e políticas públicas de apoio, capazes de assegurar permanência e êxito acadêmico. Corrobora-se, portanto, a obrigação institucional de prover instrumentos que viabilizem a plena participação discente, colaborando para a efetivação da acessibilidade em suas diversas dimensões.

Uma das dimensões de acessibilidade, definidas por Romeu Sassaki é a acessibilidade instrumental, que é a superação de barreiras em instrumentos, utensílios, ferramentas e equipamentos utilizados no dia a dia (SASSAKI, 2009). Na educação se configura como uma barreira importante em se tratar de componentes curriculares nas áreas de exatas, que demandam dos educandos realização de desenhos manuais. Diante disso, o seguinte relato técnico apresenta a demanda de desenvolvimento de um compasso acessível para um aluno com perda visual do tipo cegueira.

O compasso transita entre os instrumentos fundamentais do Desenho Técnico, sendo responsável pela execução de circunferências, arcos e pela transferência de medidas angulares com precisão. A respeito dessa centralidade, os modelos disponíveis no mercado foram concebidos para usuários videntes: apresentam ponteira metálica pontiaguda, abertura aferida por escala visual impressa e inexistência de guias táteis ou sonoros. Para estudantes cegos, esse desenho de produto representa uma barreira objetiva ao aprendizado

de conteúdos geométricos, desenvolvimento de habilidades inerentes ao profissional em formação e à autonomia em atividades avaliativas ou laboratoriais.

Nesse contexto, o desenvolvimento de tecnologias assistivas aplicadas às disciplinas de base configura oportunidade estratégica para reduzir barreiras metodológicas, fomentar a equidade curricular e consolidar as políticas de inclusão no ensino superior. Ademais, este trabalho compõe o projeto de pesquisa em TA intitulado "Avaliação, acompanhamento de usuário e desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva", com o número de protocolo do Certificado de Acreditação e Avaliação em Educação (CAAE): 68470423.7.0000.0056, que propõe o desenvolvimento de um compasso adaptado para alunos cegos, alterando as características originais com o objetivo de promover autonomia, inclusão e igualdade de oportunidades no aprendizado e na prática de desenho técnico.

Diante disso, esse relato técnico tem o objetivo de apresentar o desenvolvimento de um instrumento do tipo compasso para atividades práticas manuais de estudantes com deficiência visual, promovendo autonomia e igualdade no aprendizado em desenho.

2. DESENVOLVIMENTO

O processo se iniciou com a realização de um benchmark em sites de e-commerce voltados para PCD como: Loja Ampla Visão, Loja Civiam, Loja Mobi Brinck, loja inclusiva digital, focando em produtos utilizados em desenho técnico como réguas, esquadros, transferidores e outros itens. Embora diversos materiais adaptados tenham sido encontrados, nenhum compasso adaptado foi identificado.

Para superar a ausência de soluções no mercado, optou-se por realizar uma procura em sites de bibliotecas virtuais de arquivos para impressão 3D, como o *Thingiverse*, uma das maiores plataformas de compartilhamento online gratuita de modelos tridimensionais, no qual foi utilizado a palavra-chave em inglês "*compass*" no termo de busca.

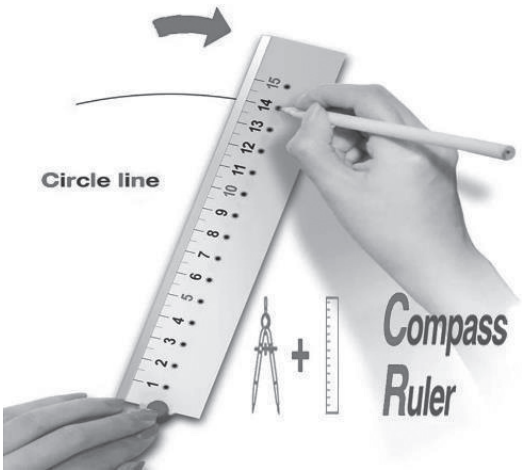
Após a pesquisa, foi desenvolvida uma matriz morfológica para identificar as características necessárias para atender as necessidades do aluno cego e encontrar os melhores parâmetros para o produto. Esta ferramenta visa estudar sistematicamente muitas combinações possíveis entre os elementos ou componentes de um produto ou sistema, com o objetivo de encontrar uma nova solução para o problema: listando as funções do produto, os possíveis meios (princípios de solução) para cada função, e representando visualmente as funções e os princípios de solução para explorar as combinações (Yan, 1998 apud Zavadil et al, 2014).

Com essas características e funções definidas, desencadeou o processo de modelagem utilizando o software Fusion 360 com as ferramentas de desenho para a construção do compasso adaptável. Realizada essa etapa, o arquivo foi exportado em formato "stl" e importada para o fatiador *Ultimate Cura* onde ocorreu o fatiamento, que é conversão do arquivo para uma linguagem de máquina (gcode), na qual a impressora 3D compreende e dá início ao processo de manufatura aditiva. Posterior ao processo de prototipagem rápida, o produto foi dirigido para uma avaliação por um discente cego para validar sua funcionalidade e eficácia.

3. RESULTADOS

A pesquisa no *Thingiverse* obteve resultados satisfatórios que contribuíram para o desenvolvimento do produto, dentre os modelos encontrados, o "*Ruler+Compass*" foi escolhido para ser referência ao projeto. Os critérios de seleção foram: a representação da união entre a régua e um compasso e a facilidade no processo de impressão 3D.

Figura 01 - Exemplo de Figuras que podem ser apresentadas no artigo



Sendo escolhido o modelo padrão, foi aplicada a matriz morfológica com os parâmetros necessários para um compasso adaptável e os materiais disponíveis no LABMAKER da universidade, a seguir à apresentação da matriz.

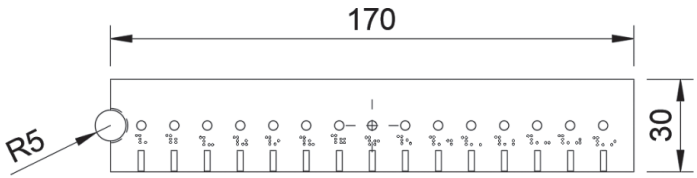
Tabela 01 - Matriz Morfológica do Compasso

Parâmetro	Opções disponíveis							
Material	Fibra de carbono	Metal	Madeira	Acrílico	Borracha	**PLA**	PET	ABS
Indicação das medidas	**Braile**	Som	Vibração					
Percepção das medidas	Contras-te	**Alto Relevo**	Baixo Relevo					
Tamanho	Variável	30 cm (régua padrão)	**20 cm**	15 cm				
Massa (peso)	Pesado	**Leve**						
Ponta de Contato	Ponta emborra-chada	Ponta metálica	Ponta retrátil	Ponta plástica	**Sem ponta**			
Durabilidade	Flexível	Imper-meável	Frágil	**Rígido**				
Ajuste de Abertura	Manual	Botões	**Sem abertura**					
Posição da Ponta Seca	**Fixa**	Móvel						

O material escolhido foi o PLA por sua disponibilidade no Laboratório MAKER da UFRB e pela viabilidade da impressora Creality CR-10 ter uma maior compatibilidade no processo de manufatura aditiva com este material. Para a identificação do raio da circunferência foi selecionado o Braille, que é um sistema de leitura e escrita tátil, criado especialmente para pessoas cegas ou com baixa visão. Ele utiliza pontos em relevo organizados em celas para representar letras, números, pontuação e até símbolos matemáticos e musicais, além de que, é com esse sistema que a maioria dos cegos são alfabetizados e têm acesso à escrita e leitura tátil.

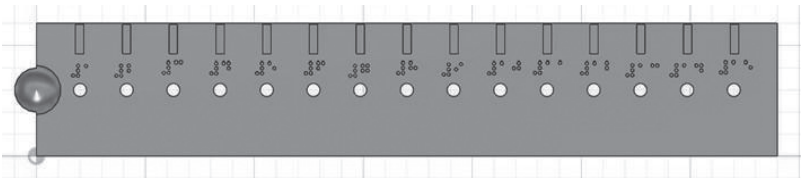
O compasso proposto teve as dimensões de 17 x 3 cm, respeitando o tamanho disponível na mesa de impressão, foram introduzidos 15 furos, espaçados em 1 cm.

Figura 02 - Medidas do primeiro protótipo



No modelo utilizado como exemplo (Ruler +Compass) havia um furo para encaixe de um alfinete do tipo tachinha, responsável por fixar o compasso no papel, o que é denominado de ponta seca. Entretanto, considerando a facilidade de utilização para usuários cegos, optou-se por incorporar a ponta seca ao projeto. Desse modo, o usuário necessita carregar apenas o compasso que estará pronto para ser utilizado com um lápis ou lapiseira. Para substituir a ponta seca do compasso, foi idealizada uma ponta fina na base presente na região esquerda do objeto, com o intuito do usuário pressionar com os dedos esse suporte de apoio e girar o produto criando um círculo, como mostra a figura.

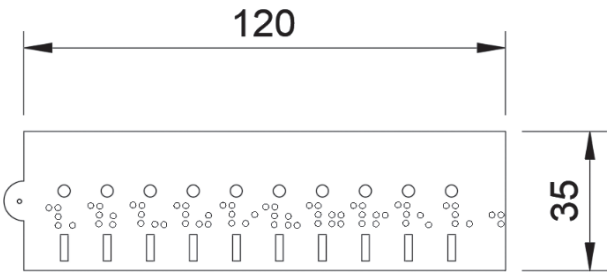
Figura 03 - Modelagem do primeiro protótipo



Sua impressão em 3D foi realizada com máquina CREALITY CR10 no tempo de 2 horas e 3 minutos, em seguida, o protótipo foi avaliado por um usuário cego da Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB). Sua avaliação obteve uma resposta negativa, relatando problemas como a qualidade da impressão e as marcações em Braille que não foram suficientes para seu entendimento. Com esse feedback, o produto passou por um novo processo de modelagem e sofreu alterações na base e no Braille.

As novas alterações criaram uma abertura na ponta lateral esquerda para introdução de um alfinete ou pino. A falta de compressão do usuário aos números em braille se deu pela falta de espaço útil para inserção dos números em braille, visto que, se utiliza um espaço maior comparado aos números em escrita convencional. Sendo assim, a alternativa foi diminuir o tamanho do compasso para dez furos (figura 4 e suas novas dimensões foram: 12x3,5 cm.

Figura 04 - Medidas do segundo protótipo



Realizada a impressão em 3D do novo modelo do compasso, ele foi direcionado a uma nova validação pelo usuário, que não obteve um feedback positivo. A leitura dos números pelo sistema braille continua sem dificuldade pelo pouco espaço de tamanho do compasso. Com isso, decidiu-se retirar o Braille da régua, o modelo com 15 furos foi criado novamente, como mostra na figura 5 e um novo teste foi realizado.

Figura 05 - Medidas do terceiro protótipo

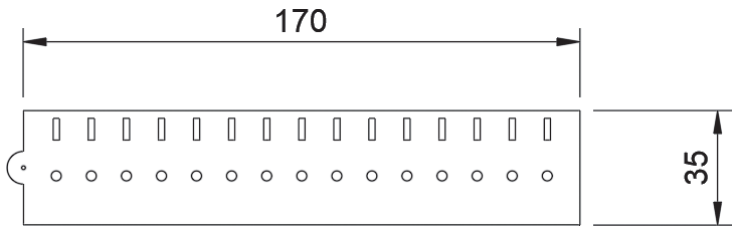
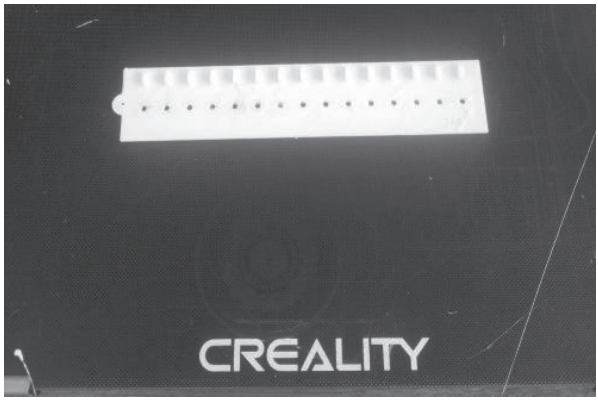
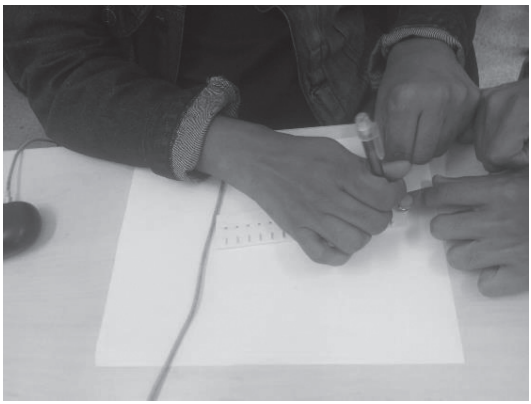


Figura 06 - Modelo Impresso



Na última validação do produto ao usuário foi apresentada às novas mudanças, com isso o estudante foi instruído em um curto treinamento para explicar o funcionamento da ferramenta (figura 7). O feedback se mostrou positivo, demonstrando a habilidade do usuário ao realizar a tarefa proposta.

Figura 07 - Treinamento com o usuário



4. CONCLUSÕES

A principal contribuição deste trabalho reside na proposição de uma solução inovadora para uma lacuna identificada no mercado e na literatura: a ausência de compassos acessíveis para pessoas cegas. O protótipo desenvolvido, utilizando material PLA e modelagem 3D, demonstrou viabilidade prática e potencial para ser reproduzido em larga escala, com baixo custo e alta adaptabilidade. A remoção do Braille, embora inicialmente contraintuitiva, permitiu maior clareza tátil e funcionalidade, atendendo às especificidades do usuário testado. Essa abordagem reforça a importância de envolver pessoas cegas no processo de design, garantindo que as soluções sejam centradas em suas reais necessidades. Para usuários de tecnologias assistivas, o compasso adaptado oferece a possibilidade de participar de atividades de desenho técnico com maior independência, contribuindo para a inclusão educacional e profissional. Futuros aprimoramentos, como o aumento do diâmetro dos furos e o reposicionamento das marcações, podem consolidar ainda mais a eficácia do dispositivo, ampliando seu impacto na promoção da acessibilidade e na garantia de direitos para pessoas com deficiência visual.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio concedido por meio da bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), graças a esse incentivo é possível adquirir novos conhecimentos, o aprimoramento de habilidades técnicas e o fortalecimento profissional de diversos alunos. E um agradecimento a Universidade Federal

do Recôncavo da Bahia (UFRB) pela formação acadêmica e oportunidade de crescimento.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm.

BRASIL. Lei nº 13.409, para dispor sobre a reserva de vagas para pessoas com deficiência nos cursos técnico de nível médio e superior das instituições federais de ensino. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015- 2018/2016/lei/l13409.htm.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. Revista Nacional de Reabilitação (Reação), São Paulo, v. 12, p. 10-16, mar./abr. 2009.

ZAVADIL, Priscila; SCHERER, Fabiano de Vargas; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; SILVA, Régio Pierre da; KOLTERMANN, Tânia; CATTANI, Airton. Possibilidades de uso da matriz morfológica no processo de geração de alternativas em design. In: Anais do 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Gramado, Rio Grande do Sul, p. 1-12, 2024. Disponível em: https://www.ufrgs.br/ped2014/trabalhos/trabalhos/925_arq2.pdf. Acesso em: 18 maio 2025.

Digitavox USP: ensino de digitação acessível e gratuito através de tecnologia assistiva multiplataforma para inclusão digital de pessoas com deficiência visual

Capel Cardoso, Paulo Eduardo*[1]; Venturini, Marcelo Mikley[2]; Okamoto Junior, Jum[3]; Ferreira, João Eduardo[4]

1 – Departamento de Biomateriais e Biologia Oral da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, paulocapel@usp.br

2- Curso de Letras da FFLCH-USP

3- Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos Escola Politécnica da USP

4 – Superintendência de Tecnologia da Informação da Universidade de São Paulo

*- Correspondência: Av. Prof. Lineu Prestes, 2.227, Cidade Universitária, São Paulo, SP, Brasil, 05508-000.

DOI 10.52050/9788579177132-29

RESUMO

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento do aplicativo Digitavox USP, uma tecnologia assistiva multiplataforma voltada à inclusão digital de pessoas com deficiência visual. Seu objetivo é proporcionar ensino de digitação acessível e gratuito. O aplicativo foi criado por meio de desenvolvimento colaborativo e testes com usuários. Os resultados mostram boa aceitação e impacto positivo na autonomia dos usuários. Conclui-se que a solução contribui para equidade no acesso à informação e formação profissional.

Palavras-chave: deficiência visual, digitação, tecnologia assistiva, aplicativo.

ABSTRACT

This paper presents the development of the Digitavox USP application, a multiplatform assistive technology designed for the digital inclusion of people with visual impairments. The objective is to provide accessible and free typing training. The app was created through collaborative development and user testing. The results show good acceptance and a positive impact on users' autonomy. It is concluded that the solution contributes to equitable access to information and professional training.

Keywords: *visual impairment, typing, assistive technology, application.*

1. INTRODUÇÃO

A deficiência visual é um desafio de saúde pública global. Segundo a Organização Mundial da Saúde, ao menos 2,2 bilhões de pessoas no mundo apresentam deficiência visual ou cegueira, sendo que, em muitos casos, isso compromete drasticamente a autonomia e a participação social. No Brasil, o Censo do IBGE de 2022 estimou que mais de 6,5 milhões de brasileiros possuem deficiência visual severa, o que representa uma significativa parcela da população com dificuldades de acesso à educação, mercado de trabalho e serviços básicos — cada vez mais digitais.A alfabetização digital é hoje um requisito essencial para a inclusão social. O uso de computadores e smartphones para educação, comunicação e trabalho demanda o domínio da digitação. Para pessoas com deficiência visual, isso requer não apenas conhecimento do teclado físico, mas também treinamento específico com suporte auditivo, já que o retorno visual é ausente ou limitado.

O Brasil carece de softwares atualizados, gratuitos e acessíveis para aprendizagem do uso do teclado. O único software gratuito disponível até recentemente era o Digitavox, desenvolvido primeiramente para o sistema DOS, e mais tarde adaptado para o sistema Windows, com interface desatualizada e voz sintetizada robótica, pouco agradável e muitas vezes de difícil compreensão. Além disso, o Digitavox roda somente em computadores, o que limita a sua usabilidade, uma vez que os PCs ainda são custosos. Segundo dados do IBGE de 2021, a proporção de domicílios com microcomputador era de 40,7%, inferior ao número de 2019, que era de 41,4%, indicando um movimento de queda. Considerando ainda que, também segundo dados do IBGE, a parcela dos domicílios que tinham telefone móvel celular aumentou de 94,4% para 96,3% entre 2019 e 2021, fica evidente a necessidade de uma ferramenta para treinamento no uso do teclado que possa ser usado em aparelhos celulares, para que um número maior de pessoas com DV possa se beneficiar, uma vez que a exigência de um computador seria por si só um limitador.

Em resposta a necessidade de um aplicativo para o treino de DVs no uso do teclado, que fosse mais atual e agradável, pesquisadores da Universidade de São Paulo, com apoio da Superintendência de Tecnologia da Informação (STI/USP) e diversas entidades da área da inclusão, desenvolveram o Digitavox USP — um aplicativo multiplataforma gratuito, projetado para ensinar digitação de forma acessível, com retornos de voz mais naturais e suporte a Android, iOS, Windows e MacOS. O Digitavox USP visa contribuir com a inclusão de pessoas com deficiência visual na sociedade, ampliando suas oportunidades educacionais e de inserção profissional, e facilitando o seu acesso à informação e o convívio social.

Este artigo tem como objetivo apresentar o processo de desenvolvimento e validação do Digitavox USP, bem como discutir seu potencial de impacto na autonomia e inclusão de pessoas com deficiência visual.

2. DESENVOLVIMENTO

O Digitavox USP foi desenvolvido por um grupo de trabalho interdisciplinar composto por professores, técnicos e pesquisadores da Universidade de São Paulo. O projeto não contou com financiamento externo e foi construído com base em princípios de tecnologia assistiva centrada no usuário.

O aplicativo foi desenvolvido para uso com teclado físico padrão ABNT2, podendo ser usado em computadores ou celulares, esse último requerendo o uso de um adaptador OTG (On-The-Go) para conexão do teclado físico. Todas as instruções são dadas por áudio, com voz sintetizada humanizada, em substituição à voz sintetizada da versão anterior.

O sistema coleta os dados de desempenho do usuário, como acertos, erros e tempo de resposta, oferece estes dados como feedback para o aluno, permitindo o avanço progressivo nas lições.

- A metodologia envolveu:Avaliação de softwares existentes no Brasil e no exterior para ensino de digitação a deficientes visuais;
- Etapas de design participativo, com escuta ativa a pessoas com deficiência visual, em parceria com diversas instituições: Fundação Dorina Nowill, Lar das Moças Cegas e a Associação dos Deficientes Visuais e Amigos (ADEVA), Bengala Verde, Associação Catarinense para Integração do Cego. Além disso, a Coordenadoria de Ações Educacionais (CAED) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) também contribuiu, assim como o SENAI e a Comissão Permanente de Acessibilidade da UNESP.
- Testes interativos com grupos de usuários cegos e de baixa visão para avaliação de usabilidade, clareza dos comandos de voz e acessibilidade da navegação. Uma versão Beta do aplicativo para uso em aparelho celular Android foi enviada a um grupo de testadores das entidades acima relacionadas, composto por pessoas com deficiência visual, para verificar a usabilidade e aplicabilidade dos recursos desenvolvidos. Durante o período de avaliação o grupo de testadores enviava os seus achados através de um grupo de Whatsapp, estes achados foram então compilados e enviados à equipe de desenvolvimento, que adequa a versão Beta. Ao final da avaliação os testadores receberam a versão final do Digitavox USP para nova avaliação. A Fundação Dorina Novill e o

SENAI Ítalo Bologna realizaram a validação do aplicativo e enviaram um relatório sobre a versão final do Digitavox USP.

3. RESULTADOS

O Digitavox USP foi desenvolvido utilizando a plataforma .NET Maui da Microsoft que permite a geração de aplicativos para Android, iOS, Windows e Mac a partir de um código fonte único em C#. O desenvolvimento atual foi baseado na versão DOS original, utilizando os sistemas de síntese de voz nativos de cada sistema operacional e compreendendo todas as funcionalidades da versão original. As versões para celular são distribuídas pelas lojas oficiais da Apple[1] e do Google[2] e as versões Windows e Mac são disponibilizadas para download diretamente da página oficial do Digitavox USP[3].

Atualmente o Digitavox USP encontra-se em uso por instituições e usuários individuais em diferentes estados do Brasil. Os resultados até aqui mostram:

- Aumento da adesão de novos usuários
- Aceitação positiva da voz humanizada, com relatos de que a compreensão dos comandos aumentou significativamente, além de tornar o processo mais acolhedor;
- Melhora no desempenho de digitação dos usuários;
- Feedbacks positivos das entidades parceiras, que relatam que o aplicativo é o único do gênero disponível atualmente no país em formato gratuito e multiplataforma.

4. CONCLUSÕES

A experiência com o Digitavox USP confirma a importância do acesso à tecnologia assistiva como ferramenta de inclusão social. A deficiência visual historicamente foi marginalizada pela sociedade, vista ora como castigo, ora como incapacidade irreversível. No entanto, com o avanço da legislação (como a Lei Brasileira de Inclusão, de 2015) e a mudança do paradigma médico para o modelo social de deficiência, a tecnologia passa a desempenhar um papel fundamental para garantir autonomia, independência e equidade de acesso.

A implementação de um software para o treinamento do uso de teclado com voz mais natural e acessibilidade plena, via celulares ou computadores, permite

---

1 https://apps.apple.com/br/app/digitavox-usp/id6467231671?l=en-GB

2 https://play.google.com/store/apps/details?id=br.usp.digitavox_USP

3 https://sites.usp.br/digitavoxusp/Além disso, o projeto está sendo expandido com desenvolvimento de novos módulos temáticos (digitação avançada, versão infanto-juvenil, etc.).

que deficientes visuais participem de ambientes educacionais e profissionais com mais igualdade.

Conforme observado na dissertação de Lopes (2019), o acesso ao trabalho de pessoas com deficiência está intrinsecamente ligado à superação de barreiras pedagógicas, tecnológicas e atitudinais. O Digitavox USP atua justamente sobre o elo inicial desse processo: o domínio do teclado e das ferramentas de escrita digital.

Além disso, a abordagem centrada no usuário, com envolvimento direto de pessoas com deficiência visual no desenvolvimento, reflete as diretrizes do movimento "Nada sobre nós sem nós", fortalecendo a legitimidade da ferramenta.

O Digitavox USP serve como recurso de suma importância na inclusão da pessoa com DV, permitindo a aprendizagem do uso do teclado, ferramenta fundamental para a interação com o computador, cujo uso e domínio é fundamental para inúmeros postos de trabalho, para a formação escolar, assim como para o acesso à informação através da internet e a comunicação entre as pessoas (e-mail, redes sociais, aplicativos de mensagem, etc.).

Este estudo apresentou o desenvolvimento do aplicativo Digitavox USP como uma resposta à necessidade de letramento digital acessível para pessoas com deficiência visual. O projeto alia inovação, inclusão e colaboração institucional, oferecendo uma alternativa concreta aos modelos limitados anteriormente disponíveis.

Os resultados indicam que o uso de uma voz mais natural, a acessibilidade multiplataforma e a interface auditiva progressiva são diferenciais decisivos para a aprendizagem e engajamento dos usuários.

Como contribuição, o projeto se alinha às políticas públicas de inclusão, ao promover o acesso à educação digital e à formação de competências fundamentais para a empregabilidade. Para estudos futuros, propõe-se a investigação quantitativa da eficácia do software em diferentes contextos educacionais e regionais, bem como a expansão de seus módulos temáticos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Vagner Machado, Vitor Viana de Paula e Vinicius Cotting Ferreira da Superintendência de Tecnologia da Informação da USP, às entidades parceiras como Fundação Dorina Nowill, Lar das Moças Cegas, ADEVA, Bengala Verde, CAED-UFSM, Comissão de Acessibilidade da UNESP e Secretaria de Estado dos Direitos da Pessoa com Deficiência de SP. O projeto não contou com financiamento externo.

REFERÊNCIAS

ALBERNAZ, N. H. C. *Digitavox: curso de digitação para deficientes visuais*. 2011. 89f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

IBGE (Rio de Janeiro). *Censo demográfico 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/22827-censo- demografico-2022.html. Acesso em: 10 maio 2025.

IBGE. Diretoria de Pesquisas; Coordenação de Pesquisas por Amostra de Domicílios (Rio de Janeiro). *Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2021*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022b. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca- catalogo?view=detalhes&id=2101963. Acesso em: 20 abr. 2025.

BRASIL. Presidência da República (Brasília, DF). *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)*. Brasília, DF: 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 10 abr. 2025.

LOPES, S. M. *A pessoa com deficiência e o mercado de trabalho: um estudo na microrregião de Itajubá-MG*. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2057/1/disserta%c3%a7%c3%a3o_2019149.pdf. Acesso em: 30 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (Washington, DC, EUA). *Saúde ocular*. [S. l.]: OPAS, 2025. Disponível em: https://www.paho.org/pt/topicos/saude- ocular. Acesso em: abr. 2025.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Superintendência de Tecnologia da Informação (São Paulo). *Digitavox USP*. São Paulo: STI, [2024]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=00C1ljG4kP0. Acesso em: 20 mar. 2025.

Dispositivos táteis para o ensino de música para pessoas com deficiência visual

Ott, Ellen Carolina[1], Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro[2], Negrelli, Leônia Gabardo[3], Miguel, Vinícius Luiz Lisboa[4], Santos, André Vitkoski Diogo dos[5], Teixeira, Vanessa[6], Cusatis, Piter Pauvelz[7], Bento Junior, Álvaro Ricardo Ferreira[8]

1 - Centro Acadêmico de Atividades Artísticas, UTFPR, ellen@utfpr.edu.br
2 - Departamento de Engenharia Mecânica, UFPR, lucia.demec@ufpr.br
3 - Departamento Acadêmico de Matemática, UTFPR, negrelli@utfpr.edu.br
4 - Curso de Engenharia Mecânica, UFPR, luiz2@ufpr.br
5 - Curso de Engenharia Mecânica, UFPR, andre.vitkoski@ufpr.br
6 - Curso de Engenharia Mecânica, UFPR, vanessateixeira@ufpr.br
7 - Curso de Engenharia Mecânica, UFPR, piter.cusatis@ufpr.br
8 - Curso de Engenharia Mecânica, UFPR, alvaro.ricardo@ufpr.br
* - Correspondência:UFPR-DEMEC-LABERG| Av. Cel Francisco H. dos Santos, 230- Centro Politécnico, Bloco IV|CEP 81531-980

DOI 10.52050/9788579177132-30

RESUMO

Este relato apresenta o desenvolvimento de um dispositivo tátil modular de baixo custo e de acessórios táteis de posicionamento que favorecem o manuseio de instrumentos de corda, em especial o violino, por pessoas cegas ou com baixa visão. O referido dispositivo permite a tradução de informações auditivas e teóricas em estímulos táteis e a abordagem metodológica está baseada em design inclusivo e feedback háptico. Resultados preliminares indicam que tais ferramentas potencializam a autonomia no aprendizado musical, reduzindo a dependência de instrutores ou adaptações complexas, democratizam o acesso à educação musical, além de incentivar políticas de inclusão.
Palavras-chave: Deficiência visual. Educação musical. Tecnologia assistiva. Tátil.

ABSTRACT

This report presents the development of a low-cost modular tactile device and tactile positioning accessories that facilitate the handling of string instruments, especially the violin, by blind or visually impaired individuals. The device allows the translation of auditory and theoretical information into tactile stimuli, and

the methodological approach is based on inclusive design and haptic feedback. Preliminary results indicate that such tools enhance autonomy in musical learning, reducing dependence on instructors or complex adaptations, democratizing access to music education, and encouraging inclusion policies.
Keywords: *Accessibility. Visual impairment. Music education. Assistive technology. Haptic.*

1. INTRODUÇÃO

A educação musical para pessoas com deficiência visual enfrenta desafios estruturais devido à predominância de métodos pedagógicos baseados em recursos visuais, como partituras convencionais e demonstrações gestuais. Durante as investigações iniciais desta pesquisa, verificou-se não apenas a escassez de ferramentas automatizadas para esse público, mas também a ausência de sistemas integrados que combinem aprendizado teórico e suporte instrumental tátil.

O contato com crianças, jovens e adultos, usuários em potencial das tecnologias desenvolvidas, foi possível a partir de atividades extensionistas desenvolvidas pelo Centro Acadêmico de Atividades Artísticas (CAART) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) investigadas em parceria com o Laboratório de Ergonomia, Acessibilidade e Usabilidade (LABERG) dos Departamentos de Engenharia Mecânica e Design da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Este trabalho organizou-se em cinco eixos principais: identificação da demanda por dispositivos táteis que auxiliem no ensino de música, desenvolvimento do produto principal (dividido em eletrônica e modelagem), estudo de acessórios complementares a partir da interação do protótipo com um potencial usuário e análise de viabilidade econômica. Na frente eletrônica, desenvolveu-se um protótipo baseado em Arduino UNO R3 com sensores capacitivos, enquanto a modelagem focou na fabricação de teclas em ABS condutivo por manufatura aditiva. Paralelamente, investigaram-se acessórios táteis como guias para arco de violino, com marcadores de posição ergonômicos.

O diferencial desta pesquisa reside na abordagem integrada, que une um sistema principal para ensino teórico a ferramentas auxiliares para prática instrumental, preenchendo uma lacuna crítica no ecossistema de acessibilidade musical. Alinha-se tanto à Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) quanto ao critério de baixo custo, com viabilidade comprovada abaixo de R$150,00 por unidade. Os resultados demonstram que essa solução combinada potencializa a autonomia no aprendizado, reduzindo a dependência de adaptações caseiras ou instrutores especializados.

2. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do dispositivo multimodal tátil seguiu uma abordagem interdisciplinar, integrando conhecimentos de eletrônica, design de produto e educação musical inclusiva.

2.1 Desenvolvimento dos acessórios

As adaptações feitas ao violino para deixá-lo mais acessível e com intuito de facilitar o aprendizado, foi feita a impressão em PLA de moldes para as cravelhas de violino com a identificação das cordas como apresenta a Figura 1.

Figura 1 - Moldes para as cravelhas de violino



Fonte: Os Autores

Também foi desenvolvida a impressão de uma peça em PLA que auxilia no encontro de notas musicais devido a marcas táteis para o usuário localizar a posição de sua mão ao longo do braço do violino (Figura 2 e 3).

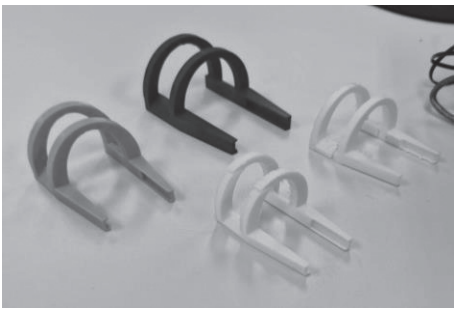
Figuras 02 e 03 - apoio para localização de notas musicais no braço do violino



Fonte: Os Autores

Em paralelo, buscamos medidas de adaptar um apoio para fixar no violino na frente do cavalete, para deslizar o arco sobre as cordas em paralelo ao cavalete. As peças de mercado são importadas e com elevado preço, a decisão pela modelagem em 3D do arco aparentou ser a mais viável, com baixo custo então manufaturados alguns modelos de arco para avaliação estrutural e aplicabilidade.

Figura 04 - Apoio para situar o arco do violino em relação às cordas



2.2 Desenvolvimento do produto

O desenvolvimento do produto se deu em duas frentes, uma focada nos componentes elétricos e outra no desenvolvimento dos modelos 3D que comportam todo o sistema eletrônico, o foco do desenvolvimento foi trazer praticidade para o usuário utilizar, carregar e manusear o dispositivo.

2.2.1 Componentes Eletrônicos

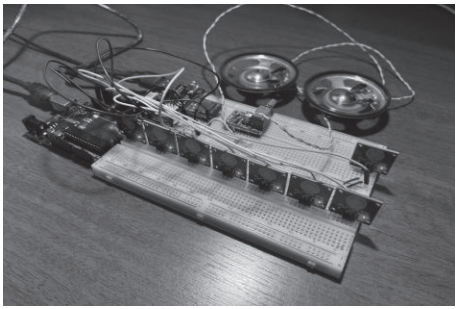
Para a validação das demandas do projeto, contou-se com a colaboração da professora Ellen Carolina Ott, especialista em ensino de música para estudantes cegos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Esse suporte permitiu definir a estrutura ideal para o painel e analisar as melhorias necessárias nos projetos já existentes. Como repertório musical, selecionou-se a canção "Lightly Row", do livro Suzuki Violin School, por seu nível iniciante. O áudio foi segmentado em partes utilizando o software Audacity, facilitando a leitura da partitura em etapas, método mais adequado para o estudo inicial do violino. Os arquivos de áudio foram armazenados em um cartão de memória Micro SD.

O sistema eletrônico foi gerenciado pelo microcontrolador Arduino UNO R3, escolhido por sua versatilidade. A detecção do toque do usuário foi realizada por meio de sensores capacitivos, que garantem precisão na resposta do sistema. A programação foi desenvolvida no software IDE Arduino, utilizando linguagem

C++, com bibliotecas e funções específicas para integração e funcionamento adequado do projeto.

Com base nos testes preliminares realizados com estudantes cegos de violino, planejam-se ajustes no protótipo, incluindo otimizações na quantidade de sensores e no modo de acionamento. Após a finalização do painel áudio tátil funcional, serão conduzidos novos testes com os estudantes para validação do dispositivo.

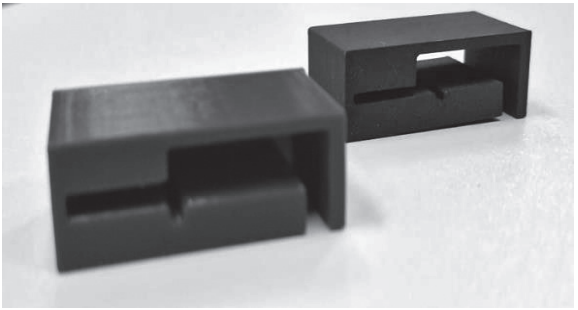
Figura 05 - Circuito elaborado para compor módulo musical tátil



2.2.2 Projeto estrutura

Inicialmente o foco foi em encontrar o formato ideal para as teclas que comportam os sensores, também foi feita uma pesquisa para encontrarmos o material ideal que fosse sensível ao toque e de baixo custo. As nossas opções foram testes com PLA condutivo e ABS (Figura 6).

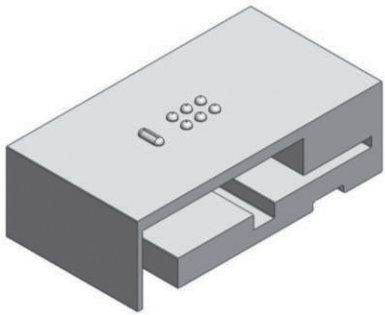
Figura 06 - Teclas em diferentes cores azul PLA condutivo e em preto ABS



Notamos que o ABS possui uma melhor resposta que o PLA condutivo, entretanto escolhemos no teste inicial apresentar ambas as teclas aos usuários em busca de uma resposta mais concreta em resposta à diferente textura dos dois materiais. Após os testes iniciais, aprimoramos as teclas adicionando

identificações em cada uma, variando entre dos números 1 ao 4, para que o usuário pudesse identificar qual a posição do quarto da música gostaria de escutar (Figura 7).

Figura 07 - Modelo CAD da tecla com identificação



Uma vez desenvolvida a tecla, o próximo passo foi o desenvolvimento e construção do compartimento que comportaria os demais componentes eletrônicos, então foi desenvolvido o modelo em caixa que no momento não pode ser apresentado devido ao pedido de patente em andamento do dispositivo.

Todos os modelos 3D então foram então manufaturados no LABERG (Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da UFPR) utilizando a impressora K1 max, todos os modelos até agora foram modelados utilizando o software SOLIDWORKS. Pela falta de alguns filamentos, fizemos o protótipo da caixa de cores variadas que tínhamos disponível, entretanto posteriormente o revestimos com papel filme para ficar com uma cor e evitar confundir pessoas com baixa visão.

Visto que após a primeira visita os usuários requisitaram teclas distintas para passagem de músicas ou a sequência de uma mesma, adicionamos duas teclas em PLA com texturas diferentes para cumprir esta necessidade, entretanto é necessário seguir o trabalho para configurar estas opções.

3. RESULTADOS

Nos testes feitos, os usuários reportaram que o molde na cravelha facilita muito mais o processo de afinação do instrumento para iniciantes, o apoio ao longo do braço precisa de uma referência para ser encaixado no ponto certo no braço do violino então necessita de alguma forma de referência e um trabalho de pós processamento para deixar o apoio menos abrasivo. Já o apoio para o arco do violino, apesar de, ao ser encaixado, cumprir bem sua função, não teve sucesso nos modelos apresentados, o encaixe não é consistente, o formato dificulta o posicionamento correto por parte do usuário.

Figura 08 e 09- Usuários testando apoio para arco e moldes da cravelha



Com os testes conduzidos com estudantes cegos, verificou-se a necessidade de ajustes na dinâmica de acionamento dos sensores. Assim, estão sendo realizadas modificações no código de programação do microcontrolador, permitindo a reprodução dos quartetos musicais por meio de um duplo clique. Além disso, a estrutura do circuito eletrônico foi ajustada para comportar quatro sensores de toque, possibilitando a reprodução de quatro quartetos musicais. Essa mudança visa reduzir a complexidade do protótipo, uma vez que a presença de oito sensores dificultava seu uso.

Figura 10 e 11 - Testes dos sensores sem(Direita) e com(Esquerda) as teclas táteis



Fonte: Os Autores

O conjunto impresso 3D foi bem recebido, apresentou melhor sensibilidade, os usuários reportaram ser confortável e convidativo ao toque e de fácil uso. Entretanto ainda apresenta a necessidade de ser otimizado para melhor

organização do painel elétrico no interior da caixa. Atualmente os componentes se apresentam "soltos" dentro da caixa (Figura 12), isto pode gerar mal funcionamento dos sensores.

Figura 12 - Posicionamento dos componentes elétricos contidos na caixa

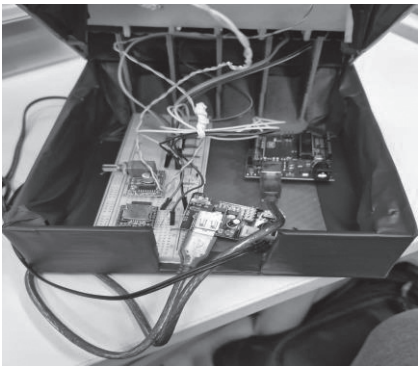


Figura 13 - Protótipo utilizado para os últimos testes



4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste projeto apresentou resultados satisfatórios, com avanços significativos em sua execução. O protótipo demonstrou aspectos positivos, como seu formato físico, o tempo de resposta do painel eletrônico e o funcionamento adequado dos componentes dentro da estrutura.

No entanto, verificou-se a necessidade de otimizações em algumas etapas, como a análise da viabilidade da guia de apoio para o arco do violino, que deverá ser discutida pela equipe para possível reformulação ou remoção.

Os resultados obtidos foram considerados promissores, motivando a continuidade dos trabalhos para os próximos passos do projeto, com foco no refinamento das funcionalidades e na validação final do dispositivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Araucária, CNPq e UFPR pelos suportes de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

BONILHA, F. *Do toque ao som*: o ensino da musicografia Braille como um caminho para a educação musical inclusiva. 2010. Tese (Doutorado em Música) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

CORCIOLI, R.; VENTURA, F. Design inclusivo: pauta musical eletrônica para o ensino de pessoas com deficiência visual. *Fatecnológica*, Jaú, Vol. 16, no. 1, p. 21-35. 2022.

MUNIZ, J. P. S. *Proposta de diretrizes de imagens audiotáteis:* uma aplicação acessível para o ensino de artes. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

PINO, A.; VILADOT, L. Teaching-learning resources and supports in the music classroom: key aspects for the inclusion of visually impaired students. *British Journal of Visual Impairment*, Barcelona, Vol. 37, no. 1 p. 17-28. 2019.

PRITCHARD, D.; ENGLISH, A.; RAVENSCROFT, J. Extended cognition, assistive technology and education. *Synthese*, Edinburgh, Vol. 199 no. 3, p. 1-23. 2021.

ROCHA, C. *Acessibilidade:* práticas culturais e tecnologia assistiva para a cidadania. Centro Nacional Referência em Tecnologia assistiva – CNRTA, Campinas, 2017.

SANCHES, E. C. P. *Artefato de auxílio ao design de imagens audiotáteis impressas em 3D a educação inclusiva de cegos.* Tese (Doutorado em Design) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2023.

SANTOS, A. V. D., OKIMOTO, M. L. L. R. Microcontroladores no desenvolvimento de tecnologias assistivas para o aprendizado de instrumentos musicais. *Anais do 4º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva,* Florianópolis, Vol. 1, no. 1, p. 1108-1112, 2023.

SUZUKI, S. *Suzuki violin school*. Volume 1. Miami, Florida: Summy-Birchard Inc., 1978.

Duolibras: uma plataforma gamificada para letramento e alfabetização em libras

Jasse, Thais Faucz[1]

1 – Departamento de Ciência da Computação, UDESC, fabricia.nascimento@udesc.br

* - Correspondência: R. Paulo Malschitzki, 200 - Zona Industrial Norte, Joinville - SC, Brasil, 89219-710.

DOI 10.52050/9788579177132-31

RESUMO

O presente relato técnico descreve o desenvolvimento do DuoLibras, uma aplicação web gamificada para o ensino de Libras, fundamentada no Design Centrado no Usuário e nas diretrizes WCAG 2.1. O estudo envolveu levantamento de requisitos com usuários, prototipagem iterativa e testes de usabilidade. Os resultados preliminares apontaram aumento de 40% no engajamento e facilidade de uso, indicando potencial para aplicação em contextos educacionais inclusivos. O projeto reforça a importância de soluções minimalistas e acessíveis para promover inovação em tecnologia assistiva.

Palavras-chave: Libras, gamificação, acessibilidade digital.

ABSTRACT

This technical report describes the development of DuoLibras, a gamified web application for teaching Brazilian Sign Language, based on User-Centered Design and WCAG 2.1 guidelines. The study involved user requirements gathering, iterative prototyping, and usability testing. Preliminary results showed a 40% increase in engagement and ease of use, indicating potential for inclusive educational contexts. The project highlights the importance of minimalist and accessible solutions to foster innovation in assistive technology.

Keywords: *Libras, gamification, digital accessibility.*

1. INTRODUÇÃO

A Língua Brasileira de Sinais (Libras) é reconhecida como meio legal de comunicação das comunidades surdas no Brasil, conforme Lei nº 10.436/2002 (BRASIL, 2002). Apesar dos avanços legais, persistem desafios no ensino de

Libras, especialmente pela escassez de materiais didáticos acessíveis e pela ausência de ferramentas tecnológicas adaptadas (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2020). Segundo o IBGE (2021), cerca de 10 milhões de brasileiros apresentam algum grau de deficiência auditiva, reforçando a necessidade de soluções inovadoras para a inclusão educacional.

O ensino de Libras, embora obrigatório em cursos de formação de professores e em escolas bilíngues, ainda encontra barreiras estruturais, metodológicas e tecnológicas. Entre os principais desafios estão a falta de materiais didáticos adaptados, a escassez de profissionais fluentes em Libras, a ausência de recursos digitais acessíveis e a dificuldade de engajar estudantes ouvintes e surdos em ambientes inclusivos. Essas limitações impactam diretamente a qualidade do processo de ensino-aprendizagem, dificultando a promoção de uma educação verdadeiramente inclusiva.

O uso de tecnologias assistivas e estratégias de gamificação tem se mostrado eficaz para aumentar o engajamento e a retenção de conteúdos, especialmente em públicos com necessidades específicas (FURQUIM et al., 2023; VELOSO; RABELO, 2018). A gamificação, definida como a aplicação de elementos de jogos em contextos não lúdicos, tem potencial para tornar o aprendizado mais dinâmico, motivador e adaptativo. No entanto, muitos recursos digitais ainda negligenciam critérios essenciais de acessibilidade, perpetuando barreiras ao aprendizado (CAROLEI et al., 2020).

Além disso, a evolução das diretrizes internacionais de acessibilidade, como as WCAG 2.1, impõe novos padrões para o desenvolvimento de soluções digitais inclusivas. Essas diretrizes, publicadas pelo *World Wide Web Consortium* (W3C), abrangem aspectos de perceptibilidade, operabilidade, compreensibilidade e robustez, sendo fundamentais para garantir o acesso de pessoas com diferentes tipos de deficiência a conteúdos educacionais online (W3C, 2018; HURIX, 2025).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é relatar o desenvolvimento e a avaliação preliminar do DuoLibras, uma plataforma gamificada e acessível para o ensino de Libras, fundamentada em metodologias centradas no usuário e nas diretrizes WCAG 2.1. O relato busca contribuir para o avanço das práticas inclusivas no campo da tecnologia assistiva, apresentando uma solução inovadora, leve e escalável para o ensino de Libras em ambientes digitais.

2. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do DuoLibras seguiu uma abordagem sistemática, fundamentada nos princípios do Design Centrado no Usuário (DCU), que visa garantir que todas as etapas do processo sejam orientadas pelas necessidades, expectativas e limitações dos usuários finais (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR;

PREECE, 2004; INTERFACE TECNOLÓGICA, 2023). O projeto foi dividido em etapas sequenciais e iterativas, abrangendo levantamento de requisitos, definição da arquitetura tecnológica, prototipagem, implementação, testes de usabilidade e validação de acessibilidade. O DCU, ou *User-Centered Design*, é uma filosofia e conjunto de métodos que coloca o usuário no centro do processo de desenvolvimento, promovendo a participação ativa dos usuários e a melhoria contínua do produto por meio de ciclos de iteração e validação (SENNA LABS, 2025).

A primeira etapa consistiu na realização de pesquisas semiestruturadas e observações participantes com professores de Libras, familiares de crianças surdas e estudantes de diferentes faixas etárias. O objetivo foi mapear as principais barreiras enfrentadas no ensino e aprendizagem de Libras, identificar preferências de interação e coletar sugestões para o desenvolvimento de uma plataforma digital acessível e motivadora.

Os dados coletados revelaram a necessidade de uma interface intuitiva, com ênfase em recursos visuais, navegação simplificada e possibilidade de personalização de temas de contraste. Também foi destacada a importância de exercícios práticos, feedback imediato e progressão adaptativa, elementos que fundamentaram a escolha pela gamificação como estratégia pedagógica central. A arquitetura do DuoLibras foi desenhada para ser leve, modular e de fácil manutenção, priorizando tecnologias amplamente suportadas e alinhadas às melhores práticas de acessibilidade.

No que diz respeito à arquitetura tecnológica, o HTML5 (*HyperText Markup Language* versão 5, ou Linguagem de Marcação de Hipertexto versão 5) foi escolhido como base para a estruturação do conteúdo devido à sua semântica nativa, que facilita a interpretação por leitores de tela e outros dispositivos assistivos. Elementos semânticos como <*section*> (seção), <*article*> (artigo), <*nav*> (navegação) e <*dialog*> (janela de diálogo) foram utilizados para organizar o conteúdo de forma lógica e hierárquica, promovendo uma navegação mais eficiente e acessível (W3SCHOOLS, 2025). O uso de HTML5 também contribuiu para a separação clara entre estrutura (marcação), apresentação (CSS) e comportamento (*JavaScript*), facilitando futuras expansões e adaptações da plataforma.

O CSS3 (*Cascading Style Sheets* nível 3, ou Folhas de Estilo em Cascata nível 3) foi empregado para garantir responsividade e acessibilidade visual. O uso de Grid Layout (grade de layout) e *Flexbox* (caixa flexível) permitiu criar layouts adaptáveis, que se ajustam automaticamente a diferentes tamanhos de tela, desde smartphones até monitores de desktop. Variáveis CSS (variáveis de folha de estilo) foram implementadas para permitir a troca rápida entre temas de

alto contraste, acessíveis por atalhos de teclado, beneficiando usuários com baixa visão ou sensibilidade a cores. Além disso, o CSS3 possibilitou a criação de animações suaves e transições visuais, tornando a experiência mais agradável sem comprometer a performance.

A decisão de utilizar *JavaScript* puro (*Vanilla JS*, ou *JavaScript* sem frameworks) foi motivada pela busca por desempenho, simplicidade e independência de frameworks externos. Frameworks populares como React ou Angular, embora ofereçam recursos avançados, tendem a aumentar o tamanho dos arquivos finais e a complexidade da manutenção. Ao optar por *JavaScript* puro, o DuoLibras manteve seu pacote final ("*bundle*", ou conjunto de arquivos compactados para distribuição na web) abaixo de 130KB, garantindo carregamento rápido mesmo em conexões lentas, comuns em regiões menos favorecidas. O código foi modularizado em *Web Components* customizados (componentes web personalizados), permitindo a reutilização de funcionalidades como *quizzes* (questionários), *badges* (insígnias virtuais que reconhecem conquistas do usuário), desafios diários e animações de sinais. Essa abordagem facilitou a manutenção e a expansão do sistema, além de reduzir o risco de incompatibilidades com futuras atualizações de bibliotecas externas.

Figura 01 - Tela de início da plataforma

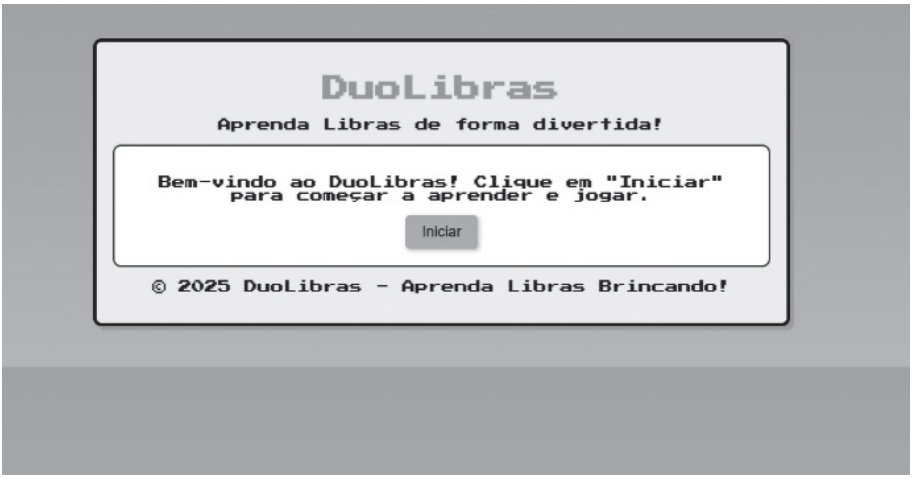


Figura 02 - Tela de fases, de modo gamificado



Figura 03 - Tela tutorial que aparece antes de inicializar a fase correspondente



Figura 04 - Tela de execução de fase



A acessibilidade foi tratada como prioridade máxima em todas as etapas do desenvolvimento. Todas as imagens e elementos visuais receberam descrições alternativas (*alt text*) detalhadas, e SVGs animados foram enriquecidos com atributos ARIA (*Accessible Rich Internet Applications*), tornando-os compreensíveis por leitores de tela. A navegação por teclado foi implementada em todos os fluxos, com foco e ordem lógica dos elementos, permitindo que usuários com deficiência motora utilizem o sistema sem dependência do mouse. Um modo de alto contraste, ativado por atalho de teclado, foi incorporado para facilitar a visualização por pessoas com baixa visão. Timeouts ajustáveis foram adicionados para permitir que usuários com dificuldades motoras tenham tempo suficiente para interagir com os desafios e atividades. A robustez da acessibilidade foi validada por meio de testes com as principais tecnologias assistivas, como o NVDA (*NonVisual Desktop Access*, leitor de tela gratuito para Windows) e o JAWS (*Job Access With Speech*, leitor de tela comercial amplamente utilizado por pessoas com deficiência visual), além de auditorias automatizadas com ferramentas como o *axe-core* (ferramenta automatizada de análise de acessibilidade para páginas web).

O sistema de gamificação foi desenhado para promover o engajamento contínuo e a retenção do aprendizado. O DuoLibras oferece desafios diários, sistema de pontos, *badges* (insígnias virtuais) de conquista e progressão por fases. Cada módulo foi pensado para estimular a repetição espaçada, técnica

comprovada para reforço de memória. A gamificação foi cuidadosamente equilibrada para evitar a ansiedade competitiva, priorizando o progresso individual e a celebração de conquistas pessoais.

O processo de desenvolvimento seguiu ciclos iterativos de prototipagem e validação. A cada nova versão, foram realizados testes de usabilidade com usuários reais, cujos feedbacks orientaram ajustes na interface, nos fluxos de navegação e nas atividades gamificadas. Essa abordagem incremental permitiu corrigir rapidamente problemas identificados e adaptar o sistema às preferências dos usuários, resultando em uma solução mais eficiente e bem-aceita.

Os testes de usabilidade envolveram tarefas específicas, como navegação entre módulos, realização de exercícios, ativação do modo alto contraste e uso de leitores de tela. Foram coletados dados quantitativos (tempo de conclusão, taxa de erros, satisfação) e qualitativos (comentários, sugestões, dificuldades), que subsidiaram melhorias contínuas na plataforma.

Para garantir a sustentabilidade do projeto, foi elaborada documentação detalhada do código, guias de uso para educadores e materiais de treinamento para novos desenvolvedores. O suporte técnico foi estruturado para facilitar a resolução de dúvidas e a implementação de novas funcionalidades, promovendo a expansão e a adoção da plataforma em diferentes contextos educacionais.

O protótipo funcional do DuoLibras permitiu a realização de exercícios gamificados de sinais básicos em Libras, com sistema de progressão baseado em fases desbloqueáveis, pontos e *badges* (insígnias virtuais). A interface modular facilitou a manutenção e a expansão do conteúdo, e a responsividade garantiu acesso fluido tanto em *desktops* quanto em dispositivos móveis.

3. RESULTADOS

Nos testes preliminares realizados com 12 usuários (educadores, familiares e membros da comunidade surda), observou-se um aumento de 40% no tempo médio de engajamento em relação a métodos tradicionais de ensino digital. A taxa de conclusão dos módulos atingiu 78% na primeira semana de uso, e não foram identificados problemas críticos de acessibilidade em auditorias automatizadas realizadas com o *axe-core* (ferramenta automatizada de análise de acessibilidade para páginas web).

Além dos resultados quantitativos, foram coletados depoimentos qualitativos que reforçam o impacto positivo da plataforma. Um professor participante relatou que “a progressão por *badges* facilita o acompanhamento individual do aprendizado e motiva os alunos a persistirem nos desafios”.

4. CONCLUSÕES

O DuoLibras demonstrou que a combinação de gamificação, acessibilidade digital e design centrado no usuário pode resultar em uma ferramenta educacional inclusiva e eficaz para o ensino de Libras. Os objetivos do estudo foram plenamente alcançados, evidenciados pelo aumento do engajamento dos usuários e pela aceitação positiva da interface. A arquitetura minimalista e modular reduziu significativamente os requisitos técnicos para implantação em ambientes escolares, tornando a solução viável mesmo em contextos de infraestrutura limitada.

Como próximos passos, planeja-se a integração com a API VLibras para tradução automática de conteúdos, a implementação de reconhecimento gestual via WebGL e a realização de estudos longitudinais para avaliar a retenção de vocabulário ao longo do tempo. Também está prevista a expansão do banco de sinais e a criação de módulos avançados para diferentes níveis de proficiência 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. *Diário Oficial da União,* Brasília, DF, p. 23, 25 abr. 2002.

CAROLEI, P.; MALHEIRO, C. A. L.; CARNEIRO, L. L. Framework de acessibilidade: construção de um protótipo para projetos de design educacional inclusivos na Educação a Distância. *InFor, Inovação e Formação,* Revista do NEaD-Unesp, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 196-224, 2020.

FURQUIM, J. A. F.; HADDAD, F. B. B.; DIAS, D. G. R. Guess ensino - um jogo interativo para auxiliar no aprendizado de Libras. In: *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (*SBGAMES), 22., 2023, Rio Grande/RS. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 739-749.

HOSTETLER, T. W.; CHEN, S.; BLANCO-CUARESMA, S. *Web accessibility trends and implementation in dynamic web applications*. arXiv, [s.l.], 2022.

HURIX. *WCAG 2.1 Compliance: Shaping Corporate Learning Accessibility. 2025.* Disponível em: https://www.hurix.com/blogs/how-web-accessibility-shapes-corporate-learning-in-the-digital-age/. Acesso em: 14 maio 2025.

PATRA, M. R.; DASH, A. R. *Accessibility analysis of some Indian educational web portals*. arXiv, [s.l.], 2017

SENNA LABS. *Iterative Design in User-Centered Development. 2025.* Disponível em*:* https://sennalabs.com/blog/iterative-design-in-user-centered-development-learning-from-continuous-feedback. Acesso em: 14 maio 2025.

SILVEIRA, A. S.; CÓRDOVA, R. S. *Ensino-aprendizagem de Libras:* uso de tecnologias digitais e recursos visuais. Aracaju: UFS, 2020.

VELOSO, R. N. S.; RABELO, L. C. C. O uso de tecnologia assistiva no processo de letramento de surdos. In: *Congresso Paraense de Educação Especial* (VCPEE), 5., 2018, Marabá. Anais [...]. Marabá: UNIFESSPA, 2018.

W3C. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. 2018.* Disponível em*:* https://www.w3.org/TR/WCAG21/. Acesso em: 14 maio 2025

W3SCHOOLS. *Accessibility Semantic Elements. 2025.* Disponível em*:* https://www.w3schools.com/accessibility/accessibility_semantic_elements.php. Acesso em: 14 maio 2025.

ZHANG, J.; MA, J.; WANG, Y. Responsive Web Design: Implementing Accessibility Features. In: *Advances in Human Factors and Ergonomics,* Springer, 2019.

Elaboração de recurso digital para a alfabetização de estudantes com necessidades complexas de comunicação

Avelan, Danielly Nogueira Mantana*[1]; Pedro, Ketilin Mayra[2]; Leite, Lúcia Pereira[3]

1 – Curso de Licenciatura em Pedagogia, UFSCar, daniellynogueira@estudante.ufscar.br

2 – Departamento de Psicologia, UFSCar, ketilin.pedro@ufscar.br

3 – Departamento de Psicologia, UNESP, lucia.leite@unesp.br

* - Correspondência: Rod. Washington Luís km 235 - SP-310 - São Carlos-SP-Brasil CEP 13565-905.

DOI 10.52050/9788579177132-32

RESUMO

Pessoas com Necessidades Complexas de Comunicação (NCC) podem encarar dificuldades durante o processo de alfabetização. O presente relato técnico objetivou apresentar dados relacionados ao desenvolvimento de um material pedagógico digital alicerçado nos preceitos da Comunicação Alternativa e Ampliada (CAA) e Tecnologia Assistiva (TA) para estimular habilidades preditoras da alfabetização em pessoas com NCC. A pesquisa possui abordagem qualitativa e aplicada. Os resultados serão analisados a partir da observação baseada em um roteiro de *feedback* e respostas de um questionário eletrônico. Conclui-se que o recurso é um instrumento facilitador e acessível para o processo de alfabetização de pessoas com NCC.

Palavras-chave: Recurso de Tecnologia Assistiva, Comunicação Alternativa e Ampliada, Alfabetização.

ABSTRACT

Individuals with Complex Communication Needs (CCN) may face challenges during the literacy process. This technical report aimed to present data related to the development of a digital pedagogical material grounded in the principles of Augmentative and Alternative Communication (AAC) and Assistive Technology (AT), designed to stimulate literacy skills in individuals with CCN. The research adopts a qualitative and applied approach. The results will be analyzed based on observations guided by a feedback script and responses to an electronic

questionnaire. It is concluded that the resource serves as a facilitating and accessible tool for the literacy process of individuals with CCN.
***Keywords*:** *Assistive Technology Resource, Augmentative and Alternative Communication, Literacy.*

1. INTRODUÇÃO

Habilidades comunicacionais são essenciais para que os indivíduos possam participar integralmente nas relações interpessoais e nas ações coletivas (Omote, 2001). No entanto, há pessoas que apresentam Necessidades Complexas de Comunicação (NCC), as quais demonstram dificuldades de expressão através do discurso oral[1], o que pode culminar em um cenário excludente e restrito no que tange a múltiplos aspectos da vida em sociedade: participação, inclusão, comunicação, cuidado médico, educação, trabalho, família e envolvimento na comunidade (Beukelman; Light, 2020).

À vista disso, a Comunicação Alternativa e Ampliada (CAA) é uma área em potencial para que seja garantida a qualidade de vida daqueles(as) que fazem uso. Os procedimentos técnicos e metodológicos de CAA podem colaborar no sentido do desenvolvimento de habilidades de comunicação mais efetivas em pessoas com NCC (Manzini, 2001; Beukelman; Light, 2020). Nesse viés, a CAA pode ser combinada com recursos de Tecnologia Assistiva (TA) com o propósito de expandir as possibilidades e potencialidades. Segundo Passerino (2015), a TA colabora para a qualidade de vida dos indivíduos na medida em que transforma o processo de mediação entre o sujeito e o contexto em que está inserido, considerando sua participação e práticas culturais. Sendo assim, pessoas com NCC podem ser grandemente beneficiadas a partir do uso de tais recursos, procedimentos e metodologias.

Ao considerar o processo de alfabetização das pessoas com NCC em fase escolar, Guedes (2022) demonstra que a CAA é essencial para o sucesso durante a alfabetização de crianças que apresentem as dificuldades anteriormente citadas, haja vista que os procedimentos técnicos e metodológicos de CAA podem permitir a manipulação das unidades de som e a aprendizagem das habilidades de consciência fonológica e fonêmica. Nesse contexto, recursos de TA pautados nos preceitos da CAA reúnem condições para proporcionar meios que apoiem a estimulação de habilidades preditoras da alfabetização, tais como:

1 Diversas condições podem gerar tais dificuldades, como: Paralisia Cerebral, Transtorno do Espectro Autista (TEA), apraxia da fala, dentre outros (Beukelman e Light, 2020).

consciência fonológica, conhecimento de fonemas, fluência verbal, vocabulário e compreensão.
Diante do exposto, o presente relato técnico tem como objetivo apresentar dados parciais do desenvolvimento de um material pedagógico digital para a alfabetização de estudantes com NCC.

2. DESENVOLVIMENTO

O material pedagógico digital para a alfabetização de estudantes com NCC consiste em um livro infantil e atividades para serem realizadas após a leitura. Dentre as habilidades preditoras da alfabetização, a consciência fonológica foi selecionada como enfoque. De acordo com Soares (2020), a consciência fonológica baseia-se na capacidade de perceber e refletir sobre os sons das palavras, focalizando e segmentando as cadeias sonoras constitutivas das palavras. Sendo assim, a habilidade selecionada é fundamental para que a criança possa alcançar o princípio alfabético.

Inicialmente, foram realizadas reuniões para a definição da temática, enredo, plataformas digitais e demais recursos para utilização ao longo do processo. A partir do enfoque do desenvolvimento da habilidade de consciência fonológica, optou-se pela criação de um enredo com a presença de rimas, levando em consideração que, conforme apontado por Soares (2020), as rimas colaboram para que a criança volte sua atenção para os sons das palavras. Com base nos preceitos da CAA, definiu-se o uso de pictogramas do *Aragonese Center of Augmentative and Alternative Communication* (ARASAAC) para a criação de uma narrativa acessível. Dessa forma, o enredo do livro será apresentado através da linguagem escrita em Língua Portuguesa e de pictogramas. A plataforma digital escolhida para a criação do livro foi o *Microsoft PowerPoint* em razão de suas funcionalidades e por ser um recurso amplamente conhecido.

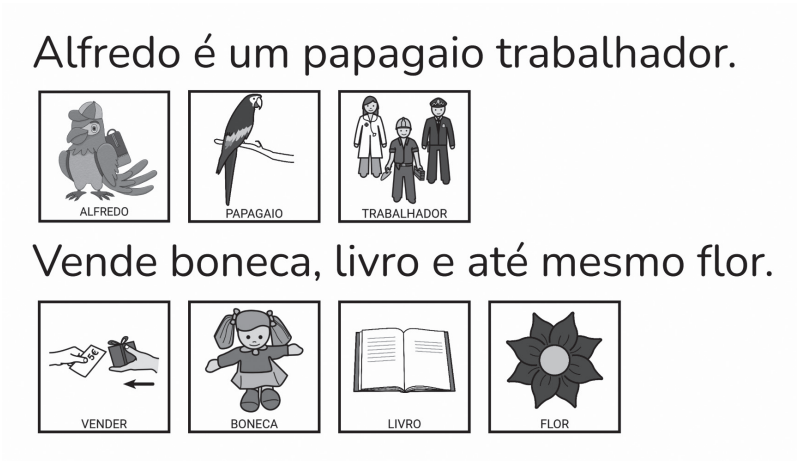
Em suma, a primeira etapa da pesquisa foi caracterizada por uma busca bibliográfica sobre alfabetização de estudantes com NCC com a finalidade de apropriação do tema. Em seguida, houve a identificação e seleção dos modelos e plataformas digitais para a construção de um material acessível. Na terceira etapa, o objetivo central é o desenvolvimento do material pedagógico digital a partir da escrita do enredo e criação de ilustrações. Após a finalização do livro infantil e atividades relacionadas, pesquisadoras e profissionais das áreas de TA e CAA serão convidadas a explorar as produções a fim de que possam oferecer sugestões e ideias de aprimoramento e possíveis adequações, as quais serão consideradas para que alterações ocorram em prol da garantia de um material acessível e pertinente com as finalidades anteriormente pensadas. Quanto à estruturação do material, o Design Instrucional (Silva, 2013) é o referencial

utilizado para subsidiar os fundamentos do processo sistemático de criação de um material de aprendizagem a partir de princípios pautados na intencionalidade e preocupação com as necessidades reais dos(as) estudantes.

3. RESULTADOS

Em relação à temática do livro infantil, definiu-se que o personagem principal seria um papagaio, cuja escolha foi motivada pelo fato de ser um animal que se comunica também através da "fala". Na história, as rimas são o fator central para que o desenvolvimento e as interações entre personagens ocorram e, como suporte para a compreensão, os pictogramas trazem a representação icônica dos diálogos e narrações, conforme exemplificado na Figura 01.

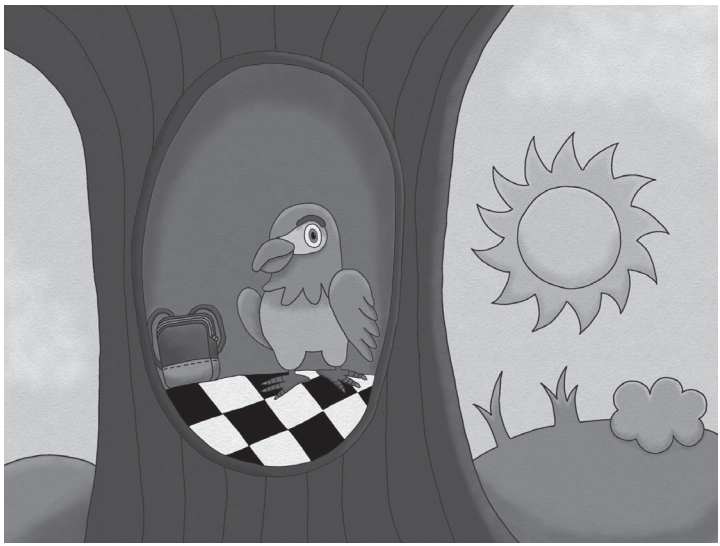
Figura 01 - Trecho do enredo e sua representação através de pictogramas do ARASAAC



Fonte: elaboração própria (2025)

As ilustrações são de autoria própria, criadas primeiramente de modo físico (com uso de lápis e papel) e depois coloridas digitalmente por meio do aplicativo de desenho *ibisPaint* X, o qual está disponível gratuitamente para ser baixado em celulares e tablets.

Figura 02 - Primeira ilustração finalizada após ser colorida digitalmente



Fonte: elaboração própria (2025)

Dada a abordagem qualitativa e aplicada da pesquisa (Gil, 2021), na etapa seguinte ocorrerá a apreciação e uso do material pedagógico digital por parte de docentes atuantes na Educação Básica e de dez crianças com NCC selecionados(as) para a pesquisa. As crianças serão convidadas a explorar o material e serão observadas a partir de um roteiro de *feedback*. Além disso, os(as) professores(as) farão uma análise do material e responderão um questionário eletrônico, o qual será analisado juntamente com o roteiro de *feedback*, assim possibilitando a avaliação do livro infantil digital e atividades criadas.

4. CONCLUSÕES

O presente relato técnico teve como objetivo apresentar os avanços na criação de um material pedagógico digital voltado para a alfabetização de crianças com NCC, expondo aspectos e etapas de sua produção. Trata-se de um material caracterizado por um livro infantil digital e atividades relacionadas, cuja intencionalidade é a de possibilitar o desenvolvimento da habilidade de consciência fonológica a partir do uso de rimas com a utilização dos pictogramas da plataforma ARASAAC.

Visto que a CAA dentro do contexto escolar é um instrumento para a aprendizagem dado seu caráter de meio facilitador para a construção da linguagem (Deliberato, 2008), é esperado que a criação, produção e aplicação do material digital contribua satisfatoriamente no sentido de colaborar para

o processo de alfabetização de pessoas com NCC. Ademais, espera-se que o recurso auxilie no trabalho pedagógico dos(as) profissionais que atuam na Educação Básica, ampliando as possibilidades e diversificando os meios de ensino-aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2025/00661-4.

REFERÊNCIAS

BEUKELMAN, D. R.; LIGHT, J. C. *Augmentative & Alternative Communication*: Supporting Children and Adults with Complex Communication Needs. 5 ed. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co. 2020.

DELIBERATO, D. Comunicação Alternativa: informações básicas para professores. In: OLIVEIRA, A. A. S. OMOTE, S.; GIROTO, C. R. M. *Inclusão Escolar*: as contribuições da Educação Especial. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008. p. 233-250.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

GOBIERNO DE ARAGÓN. *ARASAAC – Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa*. Disponível em: https://arasaac.org/. Acesso em: 11 jun. 2025.

GUEDES, L. A. *Alfabetização de crianças com autismo e a Comunicação Aumentativa e Alternativa*: uma revisão sistemática da literatura. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. 97 p.

MANZINI, E. J. Conceitos básicos em comunicação alternativa. *In:* CARRARA, K. *Educação, universidade e pesquisa*. São Paulo: FAPESP, 2001. p. 163-178.

OMOTE, S. Comunicação e relações interpessoais. *In:* CARRARA, K. *Educação, universidade e pesquisa*. São Paulo: FAPESP, 2001. p. 163-178.

PASSERINO, L. M. A tecnologia assistiva na política pública brasileira e a formação de professores: que relação é essa? *In*: BAPTISTA, C. R. (Org.). *Escolarização e deficiência: configurações nas políticas de inclusão escolar.* São Carlos: Marquezine & Manzini/ABPEE, 2015. p. 189-204. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/116615. Acesso em: 27 maio. 2025.

SILVA, A. R. L. *Diretrizes de design instrucional para elaboração de material didático em EaD*: uma abordagem centrada na construção do conhecimento. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. 179 p.

SOARES, M. B. *Alfaletrar*: Toda criança pode aprender a ler e a escrever. São Paulo: Contexto, 2020.

Ensino de desenho acessível: materiais didáticos para pessoas com deficiência visual

Piekas, Mari Ines[*1]; Fukushima, Kenzo Piekas [2]; Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro[3]; Teixeira, Vanessa[4]

1 – Programa de Pós-graduação em Design, UFPR, maripiekas@gmail.com
2 – Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica, UFPR, kenzo.fukushima@gmail.com.br
3 – Departamento de Engenharia Mecânica, UFPR, lucia.demec@ufpr.br
4 – Departamento de Engenharia Mecânica, UFPR, vanessateixeira@ufpr.br
* - Correspondência: Rua General Carneiro, 460, Bairro Centro, Curitiba, Paraná, Brasil, 80060-150.

DOI 10.52050/9788579177132-33

RESUMO

A educação inclusiva demanda estratégias que considerem as múltiplas formas de percepção e aprendizagem. O estudo trata do ensino de desenho para pessoas com deficiência visual e busca desenvolver diretrizes gráficas e técnicas para desenhos táteis, visando criar material instrucional que facilite a prática e a leitura de imagens bidimensionais em relevo. Esta pesquisa, vinculada ao PPGDesign/UFPR, integra áreas como Design, Engenharia, Arte-educação e Tecnologia Assistiva, utilizando como metodologia entrevistas, focus group e testagens com usuários. Resultados parciais indicam potencialidades dos materiais utilizados e que a manufatura aditiva teve melhor aceitação, contribuindo para aprimorar discussões entre essas áreas.

Palavras-chave: impressão por manufatura aditiva, ensino de desenho, deficiência visual

ABSTRACT

Inclusive education requires strategies that consider multiple forms of perception and learning. The study deals with teaching drawing to people with visual impairments and seeks to develop graphic
guidelines and techniques for tactile drawings, aiming to create instructional material that facilitates the practice and reading of two-dimensional images in relief. This research, linked to PPGDesign/UFPR, integrates areas such as Design, Engineering, Art Education and Assistive Technology, using interviews, focus

groups and user testing as methodology. Partial results indicate the potential of the materials used and that additive manufacturing was better accepted, contributing to improving discussions between these areas.
Keywords: *additive manufacturing printing, drawing teaching, visual impairment*

1. INTRODUÇÃO

A promoção da acessibilidade na educação demanda o desenvolvimento de estratégias interdisciplinares que considerem as múltiplas formas de percepção e aprendizagem. Neste contexto, a presente pesquisa, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Design da UFPR (PPGDesign/UFPR), insere-se nos princípios da Rede de Pesquisa em Design e Tecnologia Assistiva (RPDTA), promovendo o diálogo entre Design, Arte-Educação e Engenharia.

O projeto[1] em andamento está sendo desenvolvido em parceria com o Laboratório de Ergonomia da UFPR (LabErg/UFPR), com uma equipe composta por supervisora, pesquisadora e dois alunos de iniciação científica. As testagens para o estudo contam com a utilização de materiais diversos, como tipos de papel, filamentos, clichês e recursos tecnológicos como digitalização, impressão 3D e termoformagem.

Com base em Okimoto et al. (2022), compreende-se que equipes atuantes em Tecnologia Assistiva devem adotar uma abordagem centrada no usuário, reconhecendo a pessoa com deficiência como protagonista na identificação de suas necessidades e nas decisões ao longo do processo de desenvolvimento e aplicação das soluções.

Resultados de pesquisas anteriores (Piekas, 2010, 2017) evidenciam a necessidade de aprofundamento em diretrizes voltadas à produção de materiais pedagógicos acessíveis, linguagem gráfica e metodologias para o ensino de desenho, principalmente no auxílio da decodificação do tridimensional para o bidimensional. A literatura ainda é limitada quanto a estudos que abordam procedimentos e materiais específicos nesse âmbito, a pessoas com deficiência visual (BARDISA, 1992; MAREK, 2000; CHOJECKA ET AL., 2008; CORREA SILVA, 2011; DUARTE, 2011; PIEKAS, 2017; PINHO, 2020).

Para esta investigação, foi realizado um levantamento de antecedentes e soluções similares, com o objetivo de analisar práticas já existentes. Atualmente, estão em desenvolvimento e testagem os protótipos junto a usuários finais, como professores e estudantes com cegueira congênita e baixa visão, por meio de

1 Pesquisa submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais da UFPR sob o número CAAE número 85036924.9.0000.0214

entrevistas semi-estruturadas e observação participante. As avaliações também estão sendo realizadas por duas especialistas em design e deficiência visual, por meio de *focus group*.

Nesse sentido, a pesquisa em andamento, tem por objetivo elencar diretrizes gráficas e técnicas que orientem a elaboração de materiais pedagógicos para o ensino de desenho no contexto da deficiência visual, propondo métricas para avaliar a acessibilidade e a inclusão decorrente da realização de desenhos, inicialmente com o estudo de linhas, figuras geométricas básicas, pictogramas de animais e de outros esquemas gráficos que possam complementar o aprendizado.

Para tanto, este texto apresentará um recorte da pesquisa no que diz respeito à elaboração e testagem dos protótipos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Diretrizes para elaboração dos protótipos

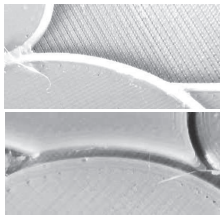
A prototipagem configura-se como uma etapa essencial no processo de design, por permitir a exploração de conceitos, a experimentação de ideias e a obtenção de feedback antes da implementação da versão final do produto. No contexto desta pesquisa, a produção dos protótipos está alinhada aos objetivos investigativos e fundamentada em diretrizes gráficas e técnicas.

As diretrizes gráficas contemplam aspectos como tipos de linhas e formas, escala e proporção, espaçamento entre os elementos do desenho, complexidade na organização das formas, presença de elementos distratores (LIMA, 2001), características da percepção tátil e uso de cores. Já as diretrizes técnicas abrangem parâmetros como o grau de relevo, qualidade tátil das linhas, variedade de texturas, tipo de suporte, formato das pranchas de desenho, acabamento das bordas, marcações de orientação e reprodutibilidade dos protótipos.

Esses critérios foram definidos com base em estudos anteriores que contribuem de maneira significativa para a presente investigação (BARDISA, 1992; MAREK, 2000; CHOJECKA ET AL., 2008; CORRÊA SILVA, 2011; DUARTE, 2011; ADAM, 2015; PIEKAS, 2017; SANCHES, 2023).

A maioria dos protótipos está sendo desenvolvida por meio de manufatura aditiva utilizando filamento PLA (Polímero Poliácido Lático), inclusive na criação de matrizes para a testagem das pranchas táteis por meio de processos de impressão em relevo, como embossing e termoformagem. Adicionalmente, estão sendo realizadas experimentações com tipos de linhas, formas geométricas e texturas por meio da tecnologia DTF (Direct to Film), que também oferece resultados em termos de relevo (ver Quadro 1).

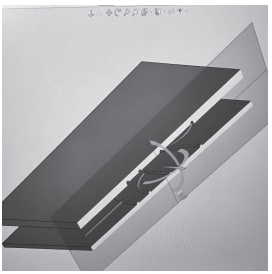
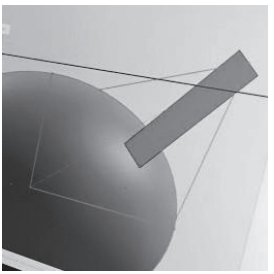
Quadro 1 - Processos de impressão realizados durante a pesquisa. Acervo da pesquisadora

			
Matrizes “macho” e “fêmea”produzidas em PLA (Polímero Poliácido Lático), por manufatura aditiva	Impressão por Embossing em papel, a partir das matrizes “macho” e “fêmea”	Impressão por Termoformagem, em acetato	Impressão por DTF sobre PVC (Policloreto de Vinila)

2.2 Modelagem das peças

O processo de elaboração das pranchas táteis evoluiu por meio de iterações incrementais, buscando otimizar a experiência tátil, a maleabilidade e a eficiência de produção. Primeiramente, após discussão e análise das anotações gráficas e do desenho técnico das primeiras peças a serem impressas, iniciou-se o trabalho de modelagem no *SolidWorks* versão *Estudante* 2025. O programa possibilitou elaborar os desenhos de acordo com as diretrizes preliminares da pesquisa, de modo ainda experimental, no sentido de se utilizar pela primeira vez, dentro do projeto como um todo, protótipos e matrizes por manufatura aditiva. O Quadro 2 mostra algumas das etapas da modelagem.

Quadro 2 - Etapas da modelagem da prancha 2D e Objeto 3D. Acervo da pesquisadora

		
Anotações e desenho técnico das peças	Modelagem da prancha 2D	Modelagem do objeto 3D

Segundo Sanches (2023, *apud* Carvalho e Volpato, 2006), o processo de fabricação das peças que utilizam a manufatura aditiva, permite a produção

automatizada e flexível de modelos físicos em 3D a partir de dados gerados em CAD.

Para as peças 2.5D, que representam a planificação tátil de formas geométricas, o design foi aprimorado, auxiliando a criança na percepção das formas básicas, na intenção de auxiliar na compreensão da decodificação do volume (3D) para o desenho (2D).

No que tange às peças 3D, as iterações focaram na aprimoração da compreensão espacial e da segurança. Inicialmente, objetos circulares, como a esfera e o elipsóide, incorporaram alguns elementos para guiar a criança na compreensão de sua versão planificada em 2.5D e em linha de relevo. Em versões subsequentes, essa abordagem foi refinada. Para os objetos com arestas retas, como o cubo e a pirâmide, as primeiras versões apresentavam pontas agudas que se mostraram desconfortáveis ao toque. Assim, na segunda iteração, as pontas foram arredondadas, garantindo um manuseio seguro e confortável para as crianças.

2.3 IMPRESSÃO DAS PEÇAS POR MANUFATURA ADITIVA

Sanches (2023), com base em Lupton e Lipps (2018), destaca que a seleção de materiais e processos de fabricação deve considerar o contexto de uso e a finalidade da imagem tátil, uma vez que esses fatores impactam diretamente o grau de detalhamento e a qualidade sensorial da peça.

Na primeira versão das pranchas bidimensionais (2D), optou-se por uma espessura robusta, cantos arredondados e desenhos compostos por linhas de contorno. O sistema Braille utilizado foi baseado nas diretrizes das normas técnicas para produção de textos em Braille (BRASIL, 2018).

Na segunda iteração, a espessura da prancha foi significativamente reduzida, com o objetivo de aumentar a flexibilidade e reduzir os custos de produção. As linhas de contorno mantiveram as mesmas dimensões, mas o Braille foi aprimorado, adotando novos espaçamentos entre os pontos e altura reduzida, o que favoreceu a legibilidade tátil.

Na terceira e última versão, a espessura da prancha foi ajustada, buscando um equilíbrio entre maleabilidade e melhor encaixe das peças planificadas em relevo (2.5D). As especificações do Braille foram mantidas conforme a iteração anterior.

Em todas as versões, a escrita em tinta seguiu o mesmo padrão de fonte, tamanho, estilo, com espaçamento e altura que assegurou legibilidade para usuários com baixa visão.

3. RESULTADOS

Até o momento, o projeto passou por uma primeira etapa de testagem, cujos dados coletados contribuíram para o avanço da pesquisa. A validação colaborativa integrou diferentes perspectivas
— especialistas, estudantes e professores — enriquecendo a análise dos materiais. Essa fase possibilitou compreender, ainda que preliminarmente, as expectativas dos alunos e da escola.

As diretrizes gráficas analisadas forneceram subsídios quanto ao espaçamento entre elementos, escala, proporção, presença de elementos distratores, percepção tátil e uso de cores. As diretrizes

técnicas, por sua vez, permitiram definir parâmetros como altura das linhas, objetos 3D e planificações 2.5D, texturas, superfícies, bordas, marcações de orientação e reprodutibilidade dos protótipos.

Entre os quatro métodos de impressão testados (manufatura aditiva, embossing, termoformagem e DTF), a manufatura aditiva destacou-se pela melhor aceitação dos participantes, especialmente em termos de tatilidade e manipulação. Esse método também se mostrou promissor para a criação de matrizes para embossing e termoformagem, embora sejam necessários novos testes.

Com base nos retornos obtidos, os protótipos estão sendo ajustados e novas peças estão em produção para revalidação. Os dados indicam que o conjunto de materiais apresenta potencial significativo para o ensino de desenho a pessoas com deficiência visual.

4. CONCLUSÕES

Considerando os objetivos da pesquisa de definir diretrizes gráficas e técnicas para a criação de materiais didáticos voltados ao ensino de desenho para pessoas com deficiência visual, os resultados obtidos até o momento apontam, de maneira parcial, que esses propósitos estão sendo alcançados por meio da elaboração e experimentação dos protótipos.

As principais contribuições incluem a criação de um conjunto de materiais com alto potencial para o ensino de desenho a pessoas com deficiência visual. A validação colaborativa, envolvendo especialistas, estudantes e professores, ampliou a análise dos protótipos e permitiu identificar expectativas preliminares de alunos e instituições. Dentre os quatro processos de impressão testados (manufatura aditiva, *embossing*, termoformagem e DTF), a manufatura aditiva obteve a melhor aceitação, especialmente quanto à percepção tátil e facilidade de manuseio. Esse processo também demonstrou potencial para gerar matrizes

para as demais técnicas, embora novas avaliações sejam necessárias. Estão sendo avaliadas diretrizes gráficas e técnicas que orientam aspectos como tipos de linha e forma, escala, espaçamento, complexidade visual, percepção tátil e uso de cor, além de parâmetros técnicos relacionados ao relevo, texturas, suporte, formato, acabamento, marcações de orientação e reprodutibilidade. Os protótipos seguem em fase de aprimoramento com base nos feedbacks recebidos, e novas versões estão em desenvolvimento para futuras validações. Recomenda-se a ampliação dos testes com manufatura aditiva para a criação de novos conteúdos didáticos voltados ao ensino de desenho. Além disso, a continuidade do refinamento dos protótipos com base no feedback dos usuários otimizará a eficácia e a experiência de uso desses materiais pedagógicos.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil - Mari Ines Piekas - Bolsa Pós-Doc Júnior - Processo No. 153200/2024-3

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES - Brasil - Kenzo Piekas Fukushima e Vanessa Teixeira - Bolsistas de Iniciação Científica

Centro de Atendimento Educacional Especializado Prof. Osny Macedo Saldanha - Instituto Paranaense de Cegos - Curitiba/PR

Fundação de Assistência à Criança Cega - FACE - Curitiba/PR

Engenhar - MEC / UFPR

REFERÊNCIAS

ADAM, D. L. *Premissas de criação de imagens em relevo em objetos de aprendizagem para cegos*. 2015. [Dissertação de Mestrado] - Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

BARDISA, L. *Cómo enseñar a los niños ciegos a dibujar*. Madrid: ONCE, 1992.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. *Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille*. Elaboração: DOS SANTOS, F. C.; OLIVEIRA, R. F. C. de. Brasília-DF, 2018, 3ª edição.

CHOJECKA, Anna et al. *Nauczanie niewiedomich dzieci rysunku. Przedwonik dla nauczyciela*. Warszawa: Towarzystwo Opieki nad Ociemnialymi - Laski, 2008.

CORREA SILVA, M. del P. *Imágenes que podemos tocar*. Santiago: Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana, 2011.

LIMA, F. J. de. *O efeito do treino com desenhos em relevo no reconhecimento háptico de figuras bidimensionais tangíveis*. 2001. Tese (Doutorado em Psicologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.

MAREK, B. *Does a stone look the way it feels? Introducing tactile graphics, spatial relations and visual concepts to congenitally blind children*. In: EUROPEAN ICEVI CONFERENCE, Cracow, 2000.

OKIMOTO, M. L. R. et al. (Orgs.). *Rede de pesquisa e desenvolvimento em Tecnologia Assistiva*. Bauru, SP: Canal 6, 2022.

PIEKAS, M. I. *Elementos da linguagem visual e ensino de desenho para crianças cegas*. 2017. 412 pág. Tese (Doutorado em Artes Visuais) - Centro de Artes, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

PINHO, F. V. A. *A UTILIZAÇÃO DA IMPRESSÃO 3D NA EDUCAÇÃO DE ALUNOS PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL*. In: CASTRO, Paula Almeida de (Org.). Congresso Nacional da Educação. 1. ed. Campina Grande: Editora Realize, 2020.

SANCHES, E. C. P. *Artefato de auxílio ao design de imagens audiotáteis impressas em 3D para educação inclusiva de cegos*. Curitiba: UFPR, 2023.

Implementação de Recursos de Tecnologia Assistiva a partir de demandas pedagógicas de uma professora do Atendimento Educacional Especializado

Gonçalves, Adriana Garcia Gonçalves [*1]; Andressa Lopes[2]; Gerusa, Ferreira Lourenço[3]

1 – Departamento de Psicologia da UFSCar, adrigarcia@ufscar.br

2 – Mestre em Educação Especial, UFSCar, adredre151@gmail.com

3 – Departamento de Terapia Ocupacional da UFSCar, Gerusa@ufscar.br

* - Correspondência: Rua Dr. Marino Costa Terra, 1000, casa 138, Bairro: Parque Sabará, São Carlos, SP, Brasil, CEP: 13567-640.

DOI 10.52050/9788579177132-34

RESUMO

A aplicação de recursos de Tecnologia Assistiva (TA), no contexto escolar, é frequentemente direcionada aos estudantes com deficiência para garantir melhores condições de aprendizado e participação. O objetivo foi apresentar os recursos de TA implementados a partir das demandas pedagógicas de uma professora de um Centro de Atendimento Educacional Especializado (CAEE), especificamente para estudantes com deficiência física. Foram implementados quatro recursos de TA a partir de entrevista e observação da prática da professora no CAEE. Os resultados indicaram maior participação nas atividades pelos estudantes. Conclui-se que a implementação dos recursos de TA foi importante para otimizar a prática pedagógica da professora do CAEE.

Palavras-chave: educação especial, inclusão escolar, prática pedagógica.

ABSTRACT

The application of Assistive Technology (AT) resources in the school context is often directed at students with disabilities to ensure better learning and participation conditions. The objective was to present the AT resources implemented based on the pedagogical demands of a teacher from a Specialized Educational Assistance Center (CAEE), specifically for students with physical disabilities. Four AT resources

were implemented based on interviews and observations of the teacher's practice at the CAEE. The results indicated greater participation in activities by students. It was concluded that the implementation of AT resources was important to optimize the pedagogical practice of the CAEE teacher.
***Keywords**: special education, school inclusion, pedagogical practice.*

1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de fomentar a Inclusão Escolar, o Governo Federal instituiu por meio da Portaria Normativa Interministerial nº 13, de 24 de abril de 2007, o Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais (SRM). De acordo com a referida normativa, as SRM são compostas por equipamentos de Tecnologia Assistiva, recursos de acessibilidade, materiais pedagógicos específicos e mobiliário adaptado, de forma a viabilizar o desenvolvimento do Atendimento Educacional Especializado (AEE) para estudantes público da Educação Especial (PAEE) (BRASIL, 2007). As salas são classificadas em dois tipos: Tipo I, destinada ao atendimento de estudantes com diferentes tipos de deficiência, e Tipo II, que, além dessas, é estruturada para atender, especificamente, alunos com deficiência visual.

Adicionalmente, a Resolução nº 4, de outubro de 2009, estabelece que o AEE também pode ser ofertado nos Centros de Atendimento Educacional Especializado (CAEE). Contudo, a normativa ressalta que o atendimento deve ocorrer, prioritariamente, na SRM vinculada à escola na qual o estudante está matriculado, ou, alternativamente, em outra unidade escolar, desde que realizado em turno contrário ao das atividades curriculares regulares. Independentemente do espaço no qual o AEE seja desenvolvido, é imprescindível que haja articulação efetiva entre as práticas do atendimento especializado e as atividades pedagógicas da escola regular. Tal integração visa evitar a concepção da Educação Especial como um sistema paralelo, reforçando seu papel como parte integrante do processo educacional e contribuindo para a consolidação da educação inclusiva.

Nesse cenário, as transformações advindas da reorganização dos serviços de AEE impuseram novas atribuições aos docentes, exigindo competências específicas alinhadas à perspectiva inclusiva. Entre essas competências, destaca-se a utilização de recursos e tecnologias especializadas, particularmente a Tecnologia Assistiva (TA). A TA configura-se como um campo de conhecimento de natureza interdisciplinar, englobando dispositivos, serviços, metodologias e estratégias que objetivam promover a autonomia, a funcionalidade e a participação dos estudantes público da Educação Especial (BRASIL, 2015). No

contexto educacional, a aplicação da TA é frequentemente direcionada aos estudantes com deficiência física/motora e deficiências sensoriais.

O presente relato técnico tem como objetivo apresentar os recursos de Tecnologia Assistiva implementados a partir das demandas pedagógicas de uma professora de um Centro de Atendimento Educacional Especializado (CAEE), especificamente para estudantes com deficiência física.

2. DESENVOLVIMENTO

Este relato técnico teve como participante a professora de um CAEE e indiretamente dois estudantes com deficiência física. Após a aplicação de uma entrevista semiestruturada e de três dias de observação da prática da professora no CAEE, foi possível identificar a ausência da implementação de recursos de TA, sendo necessária a oferta de suporte no tocante ao processo de planejamento de estratégias e situações de ensino para o uso dos recursos pelos alunos. Assim, a partir das demandas pedagógicas apresentadas pela professora do CAEE, foi possível desenvolver o raciocínio para implementar recursos de TA, especificamente para dois estudantes com deficiência física.

3. RESULTADOS

Definidas as situações de ensino a serem desenvolvidas e os recursos de TA a serem confeccionados e implementados, a pesquisadora e a professora do CAEE iniciaram o processo de construção dos recursos.

O primeiro recurso foi um jogo da memória com imagem de frutas, já que os conteúdos pedagógicos que a professora estava trabalhando era o reconhecimento, nomeação de frutas e pareamento. Assim, as figuras das frutas foram coladas em peças de MDF, mantendo a espessura em torno de 2 cm para facilitar o manuseio das peças pelos estudantes com deficiência física. Dessa forma, foi retomada com a participante a importância de o recurso ser pensado e construído de acordo com as necessidades e demandas do estudante.

A seguir, as figuras 01 e 02 apresentam o recurso e o uso do mesmo pelos estudantes.

Figura 01 - Recurso "Jogo da memória frutas"



Figura 02 - Uso do jogo por estudantes do CAEE



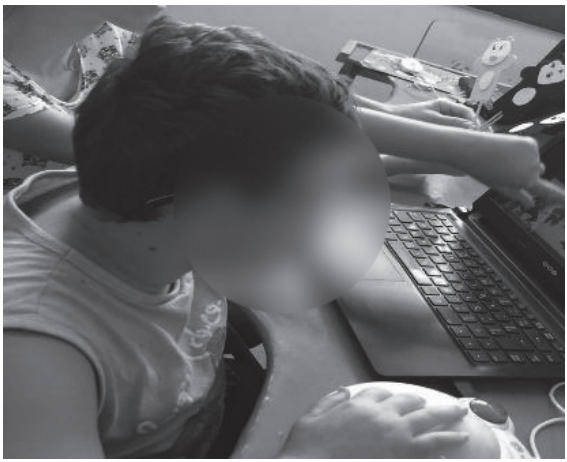
O segundo e terceiro recursos foram construídos para serem utilizados na situação de ensino "Contação de história: Os três lobinhos e o porco mau". Vários quebra-cabeças foram confeccionados com imagens da história, sendo os materiais escolhidos para facilitar o manuseio por parte dos estudantes com deficiência física. Assim, os quebra-cabeças foram confeccionados com caixa de leite e com densidade modificada por meio do preenchimento com pedregulhos.

Figura 03 - Recursos Quebra-cabeças com cenas da história "Os três lobinhos e o porco mau"



E, por último, foram criados jogos acerca da história utilizando o software *Microsoft Power Point* (com ênfase na utilização da ferramenta hiperlink disponível no mesmo). Os jogos foram elaborados a partir de um tutorial elaborado pela pesquisadora para que as duas pudessem criar os jogos de forma colaborativa. Para possibilitar o acesso ao computador pelos estudantes com deficiência física, foi introduzido o mouse adaptado *Big track* para dar acessibilidade aos jogos.

Figura 04 - Utilização do mouse *big track* para acesso aos jogos elaborados utilizando o notebook



4. CONCLUSÕES

O objetivo deste relato técnico foi de apresentar os recursos de Tecnologia Assistiva implementados a partir das demandas pedagógicas de uma professora de um Centro de Atendimento Educacional Especializado (CAEE), especificamente para estudantes com deficiência física. O processo inicial de análise dos dados indicou o conhecimento incipiente da professora do CAEE acerca da implementação e uso de recursos de TA.

Diante desse contexto, buscou-se construir, a partir das demandas da professora do CAEE, recursos de TA que possibilitassem promover condições de ensino e aprendizagem de forma mais eficaz para promover maior autonomia de estudantes com deficiência física diante de suas aprendizagens.

A implementação dos recursos de TA foi importante para otimizar a prática pedagógica da professora do CAEE, bem como proporcionar melhores condições de aprendizado aos estudantes. Sugere-se que tais recursos também sejam compartilhados e inseridos nas classes comuns nas escolas regulares em que os estudantes estão matriculados.

Vale ressaltar a importância e a necessidade da criação de programas de formação em Tecnologia Assistiva para professores, sejam os que atuam no AEE nas escolas regulares ou nos centros especializados (CAEEs), bem como os que atuam nas salas comuns nas escolas regulares.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Portaria Interministerial 13*, de 24 de abril de 2007. Dispõe sobre a criação do Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais. 2007.

BRASIL. *Resolução n. 4*, de 2 de outubro de 2009. Institui diretrizes operacionais para o atendimento educacional especializado na educação básica, modalidade educação especial. 2009.

BRASIL. *Lei n. 13.146*. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm. Acesso em: 02 mai. 2025.

Jogo Música Tátil: desenvolvimento de produtos 3D na educação musical inclusiva

Oviedo, Jesús Alberto López*[1]; Freitas, Luiz Alberto Amorim de[2]; Olanyk, Luciano Zart[3]; Foggiatto, José Aguiomar[4]

1 – Coordenação do Curso de Engenharia Mecatrônica, UTFPR, jesusoviedo@alunos.utfpr.edu.br
2 – Conservatório de MPB de Curitiba, luizalamorim@gmail.com
3 – Departamento de Mecânica, UTFPR, olanyk@utfpr.edu.br
4 – Departamento de Mecânica, UTFPR, foggiatto@utfpr.edu.br
* - Correspondência: NUFER/DAMEC/UTFPR-CT - Rua Deputado Heitor de Alencar Furtado, 5000, Sala EM-101, Ecoville, Curitiba, PR, Brasil, 81.280-340.

DOI 10.52050/9788579177132-35

RESUMO

O conhecimento da partitura visual é fundamental no aprendizado de teoria musical por pessoas cegas ou com baixa visão. Objetiva-se representar a partitura visual concretamente, permitindo sua interação tátil. Utilizou-se métodos de pesquisa de abordagem qualitativa, por meio de revisão bibliográfica, observação participante, prototipagem iterativa e validação por pessoas cegas e de baixa visão. A ferramenta apresenta layout multissensorial de partitura, e o encaixe para os símbolos musicais desenvolvidos e validados. Tornando a partitura visual palpável, pode-se possibilitar um aprendizado significativo da disciplina, apoiar o aprendizado da musicografia braille oferecendo verticalidade, além de ser inclusiva para pessoas que enxergam.

Palavras-chave: manufatura aditiva, educação musical inclusiva, pessoas com deficiência visual.

ABSTRACT

The knowledge of visual notation is fundamental in the learning of music theory by blind or low-vision individuals. The aim is to represent the visual score concretely, allowing for tactile interaction. Qualitative research methods were employed, including bibliographic review, participant observation, iterative prototyping, and validation by blind and low-vision individuals. The tool features a multisensory score layout and fittings for the musical symbols developed and validated. By

making the visual score tangible, it is possible to enable meaningful learning of the subject, support the acquisition of Braille music notation by providing verticality, and promote inclusion for sighted individuals as well.
Keywords: *additive manufacturing, inclusive music education, people with visual impairment.*

1. INTRODUÇÃO

A inclusão de pessoas cegas e pessoas com baixa visão no ensino musical oferece desafios que exigem o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas e de materiais didáticos acessíveis. Entre o obstáculo de maior destaque, identificado por pesquisadores da área, encontra-se a falta de recursos capazes de traduzir, de forma tátil e compreensível, os elementos visuais da notação musical tradicional, fundamental para a leitura e escrita musical (FREITAS, 2021, p.157). Diante dessa problemática, buscar soluções que facilitem o ensino da teoria musical para o referido público é essencial para garantir a participação plena desses estudantes.

O Jogo Música Tátil surge visando ser uma ferramenta inclusiva que também contempla pessoas que enxergam aplicando o conceito do Desenho Universal de Aprendizagem - DUA (SILVA, 2022, p. 17), através da presença de cores e na ergonomia da sua construção. Além disso, buscou-se complementar o sistema de escrita exclusivamente em linhas horizontais presente na Musicografia Braille (TOMÉ, 2007, p. 06).

Trabalhos recentes apresentaram propostas relevantes, como a Abordagem Musical CLATEC (TRINDADE, 2008) e a Abordagem Touch to Touch (MALHEIROS, 2017), de modo a incluir pessoas cegas e com baixa visão no aprendizado da Teoria Musical. A fim de seguir esta linha de estudo, foi proposto o desenvolvimento de uma partitura tátil tridimensional, acessível a esse público, utilizando a modelagem digital e manufatura aditiva.

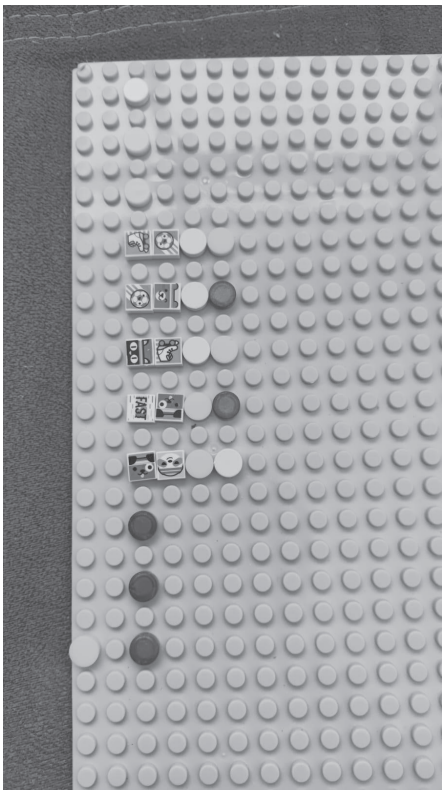
2. DESENVOLVIMENTO

A Musicografia Braille possui particularidades que a diferenciam significativamente da notação musical convencional em formato visual (TOMÉ, 2007, p. 06). Essas particularidades e a falta de recursos oferecem um obstáculo na tradução compreensível de modo tátil dos elementos visuais dessa notação tradicional (FREITAS, 2021, p.157).

Nesse contexto, desde o lançamento do curso de Teoria Musical e Musicografia Braille do Projeto Música Tátil, em Curitiba, em 2016, identificou-se a necessidade de apresentar aos estudantes a partitura visual. Contudo, embora

isso fosse parcialmente atendido pelos "Sinais Musicográficos em Relevo" de Zoilo de Lara, buscava-se também proporcionar a experiência da escrita musical. Este problema foi parcialmente solucionado em 2024 *com jogo Lego Dots (Figura 1) apresentado por Iriana Vezzani da FAP/UNESPAR.*

Figura 1 - Jogo Lego Dots



Fonte: Autoria Própria (2025)

A partir dessa solução, desenvolveu-se o Jogo Música Tátil considerando características específicas de músicos cegos e com baixa visão. Trata-se de uma partitura tridimensional, modelada digitalmente e produzida por meio da manufatura aditiva. Ao viabilizar a exploração tátil de uma grafia originalmente visual, o dispositivo fundamenta-se em pressupostos teóricos da abordagem da Enação (VARELA et al., apud KASTRUP et al., 2009; WEID, 2015) e da Multissensorialidade (LEOTE, 2013), as quais enfatizam a cognição incorporada e o papel da integração sensorial múltipla no processo educativo.

Inicialmente, para desenvolver o Jogo Música Tátil, foram modelados três protótipos utilizando como base o Lego Dots. A primeira versão (Figura

2) adotou furos circulares de 5 mm como sistema de encaixe das notas, com as cinco linhas da partitura em relevo mais alto e linhas suplementares mais finas. Analogamente, modelou-se as claves de Sol e Fá e as figuras musicais de semibreve, mínima e semínima com pinos que encaixam nos furos da partitura. A impressão 3D foi utilizada como meio de teste com pessoas com plena visão, pois possuem um sentido do tato menos sensível.

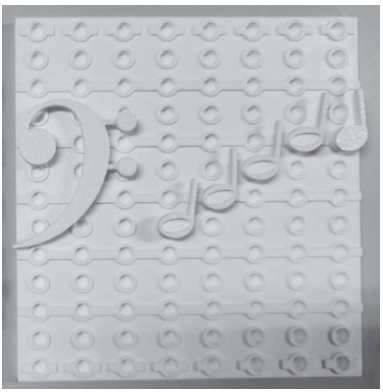
Figura 2 - Primeiro protótipo.



Fonte: Autoria Própria (2025)

A segunda versão (Figura 3) manteve o sistema de furos, mas ajustou o espaço planar das linhas, deixando-as mais finas e próximas do visual tradicional da partitura, além do mais, reutilizou-se as claves e figuras utilizadas no primeiro protótipo. Apesar da tentativa de melhorar a legibilidade tátil, notou-se problemas como giro indesejado das peças e deformação das linhas causadas pelos furos. Do mesmo modo que na primeira partitura, a manufatura aditiva foi utilizada.

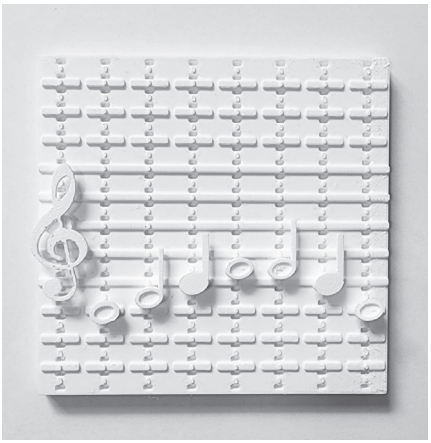
Figura 3 - Segundo protótipo.



Fonte: Autoria Própria (2025)

Por último, a terceira versão (Figura 4) substituiu o sistema de furos circulares. Foram adotados dois furos retangulares por nota, impedindo rotação e evitando a deformação da pauta. Introduziu também pontos táteis inspirados na lógica de leitura do sistema Braille, para orientar a localização do encaixe. As linhas principais e suplementares foram mantidas em alto relevo, organizadas com regularidade.

Figura 4 - Terceiro protótipo.



Fonte: Autoria Própria (2025)

A primeira visita ao Conservatório de MPB de Curitiba (CMPBC) representou um momento significativo no processo de validação do Jogo Música Tátil. Para essa apresentação, os três protótipos foram organizados em ordem de

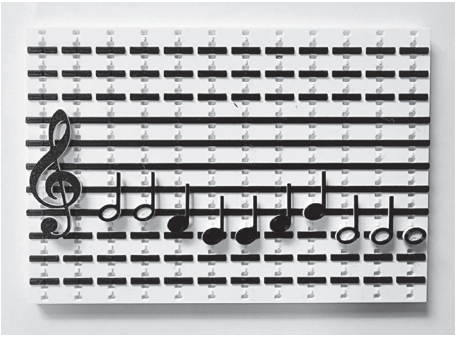
desenvolvimento e uma explicação preparada com as decisões técnicas e os conceitos aplicados, relacionando cada versão aos desafios enfrentados e às soluções propostas no projeto.

Durante a apresentação, a receptividade do público evidenciou o potencial da ferramenta. Comentários sobre clareza tátil, estabilidade das notas e semelhança com a estrutura da partitura tradicional indicaram que o projeto está alinhado às necessidades práticas do público-alvo. A troca de experiências também proporcionou aprendizados valiosos, especialmente sobre como diferentes pessoas interpretam as informações táteis, o que reforça a importância de manter o design centrado no usuário em futuras adaptações.

3. RESULTADOS

A partir das observações e sugestões recebidas durante a apresentação no CMPBC, o terceiro protótipo foi consolidado como a versão final do Jogo Música Tátil, devido à sua maior clareza tátil e estabilidade no encaixe das notas. Iniciou-se, então, a produção de uma nova unidade (Figura 5) utilizando impressão 3D em duas cores (branco e preto), simulando visualmente a partitura tradicional, tornando-se inclusiva para pessoas com baixa visão e de plena visão. Outra adaptação relevante foi o aumento em 25% do tamanho da base tátil, com o objetivo de melhorar a percepção da textura e incluir usuários com sensibilidade tátil reduzida, como é comum em pessoas com diabetes.

Figura 5 - Terceiro protótipo com aumento de tamanho de 25% e com uso de cores preto e branco



Fonte: Autoria Própria (2025)

Apesar do resultado obtido, todavia é necessário melhorar o Jogo Música Tátil para ser plenamente usado como material de apoio. Ademais, é necessário resolver problemas, como tornar as linhas suplementares como peças de encaixe

ao invés de compor o corpo principal da partitura, assemelhando-se ainda mais a partitura visual.

4. CONCLUSÕES

O Jogo Música Tátil é uma ferramenta tridimensional com o principal objetivo de apoiar o ensino de teoria musical para pessoas cegas e com baixa visão. Considerando os processos de modelagem digital, da concepção com o uso da manufatura aditiva e da validação com o público-alvo, é possível afirmar que os objetivos do trabalho foram parcialmente alcançados. Ademais, como o produto foi bem recebido pelos usuários, o Jogo Música Tátil demonstrou potencial pedagógico, embora exija ajustes para sua consolidação como material didático auxiliar.

Em contextos especializados ou inclusivos, a ferramenta pode ser um recurso que possibilitará desde o reconhecimento tátil da partitura visual, até abordagens de ensino de harmonia e contraponto. Após o desenvolvimento da primeira versão, serão necessários estudos de caso que verifiquem sua efetividade operacional. A seguir, sua aplicabilidade deverá ser testada como recurso didático no ensino-aprendizagem de teoria musical.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Araucária pelo apoio financeiro através do NAPI-TA (Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva) e ao CNPq pela bolsa de produtividade em desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora.

REFERÊNCIAS

FREITAS, LUIZ ALBERTO AMORIM DE. *A disciplina de teoria musical em perspectiva inclusiva: um levantamento sobre especificidades de pessoas com deficiência visual.* 186 f. Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade Estadual do Paraná, 2021.

KASTRUP, VIRGÍNIA; CARIJÓ, FILIPE HERKENHOFF; ALMEIDA, MARIA CLARA DE. A Abordagem da Enação no Campo da Deficiência Visual. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 114-122, jul./dez. 2009.

LEOTE, R. *Processos perceptivos e multissensorialidade: entendendo a arte multimodal sobconceitos neurocientíficos*. In: ArteCiênciaArte [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2015, pp. 23-44. ISBN 978-85-68334-65-2.

MALHEIROS, OZANI PEREIRA DE OLIVEIRA. *Musicografia Braille: estratégias e recursos para a formação musical da pessoa normovisual, cega e/ou com deficiência visual.* 130 f. Dissertação (Mestrado em Música) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SILVA, JONATAS SOUZA E. *A musicografia braille e o desenho universal para a aprendizagem: uma proposta didática/pedagógica.* 106 f. Dissertação (Mestrado) Instituto Federal do Ceará, 2022.

TOMÉ, DOLORES. Musicografia Braille - instrumento de inserção e formação. *Revista Benjamin Constant*, ED. 36, 2007.

TRINDADE, BRASILENA GOTTSCHALL PINTO. *Abordagem Musical CLATEC: uma proposta de ensino de música incluindo educandos comuns e educandos com deficiência visual.* 421 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

WEID, OLIVIA VON DER. O corpo estendido de cegos: cognição , ambiente, acoplamentos. *sociologia & antropologia*, rio de janeiro, v.05.03: 935 – 960, dez. 2015.

Livro de artista: potencial didático e metodológico como tecnologia assistiva

Souza, Maria Aparecida de*[1]; Borges, Douglas Andrade[2]

1 – Departamento de Ciências Humanas e Letras, DCHL -UESB, maria.aparecida@uesb.edu.br

2 – Núcleo de Ações Inclusivas para Pessoas com Deficiências NAIPD -UESB, douglas.borges@uesb.edu.br

* - Correspondência: Rua José Moreira Sobrinho ,s/n, Bairro Jequiezinho, Cidade -Jequié, BA, Brasil, 45205-490

DOI 10.52050/9788579177132-36

RESUMO

O ensino de teatro para pessoas com deficiência ganha um complemento didático com o livro de artista. Abrangências conceituais que elucidam as tecnologias assistivas somadas à sensibilização quanto ao público-alvo; análise de experiências e laboratório prático de criação e planejamento temático atestam essa afirmação. Os livros de artista demonstraram ter uma flexibilidade de aplicação; estimulação sensorial e cognitiva e potencial didático. Ainda que a experimentação e o próprio nome deste instrumento se concentrem na área das artes sua aplicação é vasta, podendo iniciar, desenvolver ou concluir processos de adaptação de aprendizagem quando se trata da educação inclusiva.

Palavras-chave: livro de artista, metodologia, tecnologia assistiva.

ABSTRACT

The teaching of theater to people with disabilities gains a didactic complement through the artist's book. Conceptual scopes that elucidate assistive technologies, combined with awareness regarding the target audience; analysis of experiences and a practical laboratory of creation and thematic planning support this statement. Artist's books have demonstrated flexibility in application, sensory and cognitive stimulation, and didactic potential. Although experimentation and the very name of this tool are rooted in the arts, its application is broad, capable of initiating, developing, or concluding learning adaptation processes in the context of inclusive education.

Keywords: *artist's book, methodology, assistive technology*

1. INTRODUÇÃO

O teor deste relato técnico apresenta um procedimento em sala de aula que foi aplicado em caráter investigativo a partir de uma experiência com alunos de Licenciatura em Teatro em uma disciplina optativa na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia no ano de 2024. O ensino de teatro, numa perspectiva generalizada nos espaços escolares, apresenta uma relação direta com a participação dos alunos em peças de teatro, considerando sempre o que cada um consegue assimilar. Porém situações que trazem conteúdos de natureza predominantemente conceitual ou teórica (didática; história; estética; dramaturgia..) ou técnicas (maquiagem, figurino, teatro de formas animadas...) podem recorrer a meios multidisciplinares e metodologias diversas (mapas mentais, seminários, diário de bordo e outros) para envolver aspectos cognitivos e sensíveis de alunos de modo operacional. Essa diversidade também é aceita em procedimentos avaliativos que permitem a leitura individual pelo envolvimento, assimilação e apropriação dos assuntos.

O *livro de artista* – objeto de interesse das Artes Visuais – tem referências remotas como "os antigos cilindros de papiros romanos, as iluminuras medievais, até os livretos dos futuristas russos" (Britto, p.133) caracterizado pela particularidade e até exclusividade de produção ou registro de conteúdos. Pode ser vista como uma obra de arte em formato de livro ou ainda uma obra/produto inédito que se dá à leitura em um formato original. Essa peculiaridade gerou o interesse que motivou a sugestão deste instrumento em uma experimentação pedagógica na disciplina Teatro e Inclusão.

Na intenção de refletir e ampliar sobre os recursos metodológicos e propor uma ação que é lúdica e envolve várias habilidades, o uso do *livro de artista* como instrumento didático sugere uma gama de possibilidades como tecnologia assistiva. Consecutivamente, ele ultrapassa a experiência mediada pelo docente, pois envolve pesquisa e apropriação para além da exclusiva centralidade da sala de aula. Seu caráter artístico, tanto de maneira teórica quanto prática, se distingue pelo fato de incluir formatos seletos (papel, tecido, folhas, caixas...), linguagem híbrida (poemas, desenhos, jogos...) e estímulos multissensoriais (áudio; visual; tátil...).

Trata-se portanto de motivação para projetos pedagógicos que podem ser produzidos individualmente ou em grupo, pensados para a educação inclusiva cuja a construção e instrumentalização pode conter materiais, muitas das vezes, de baixo custo.

De difícil conceituação e presente em meio a uma vasta categorização que envolve entendimentos aproximados aos livro de arte; livro objeto e livro obra (Silveira, 2008) o *livro de artista* aqui será considerado como suporte de uma

ideia que pode ser sintetizada. Similar a uma coleção de folhas associadas a fotos ou desenhos de suas árvores ou uma caixa com frascos de perfumes e relato das sensações do que as pessoas sentem ao cheirá- los:

> Existe uma história do livro de artista ainda sendo escrita, tanto brasileiro, como mundial. Mas essa história não se define quanto ao seu começo, porque não se define quanto ao conceito do que o seu objeto é exatamente.Enquanto isso, trabalhos mais ou menos escultóricos, emocionais, entram na festa sem serem convidados e exigem atenção. (Silveira, 2008, p. 68)

Ao ser sugerido como tecnologia assistiva está se pensando a potencialidade de leituras e escritas não verbais, diversas na materialidade, traduzindo uma opção de metodologia ativa. Neste relato em que os discentes são professores em formação, a ambivalência de aprender através do livro de artista ou de produzi-lo como material didático coloca os envolvidos no processo de aprendizagem (aluno e professor) em similitude de investigação perceptiva.

Pode-se, assim, observar a abrangência das Tecnologias Assistivas para além de um excessivo pragmatismo, carente de vivências outras que sensibilizem educandos e educadores para possibilidades novas de construção e transformação do processo de aprendizagem. A expressão e contato com as artes podem ser ressignificados dentro das mais diversas possibilidades fora do que é convencionado e normativizado, refeitos dentro de visões antes ignoradas ou submetidas a mera mecanicidade da "realização de tarefas".

O sensível e o cognitivo, quando da escolha de como o objeto de criação tomará forma, passa por consideráveis habilidades e investigação técnica. O papel do professor é de provocador do interesse dos alunos, exige maleabilidade e repertório criativo e dialógico.

São indispensáveis o conhecimento das formas de comunicação/interação adaptadas para pessoas com deficiência e ter caminhos opcionais no caso de dificuldade de aceitação. Compreendendo que a validação dos instrumentos pedagógicos precisam acontecer com o público alvo, esse procedimento, apresentado como investigativo, atendeu parcialmente suas expectativas.

2. DESENVOLVIMENTO

Concentrar a experiência de uma educação inclusiva em aulas de teatro significa compor, com os envolvidos, um acesso à sensível habilidade de estudar e criar simultaneamente. O objetivo geral na disciplina Teatro e Inclusão se propunha a problematizar acerca de alguns conteúdos de teatro e a linguagem inclusiva.

Inicialmente alguns conteúdos eram apresentados com referências diversas (texto, vídeo, rede social, testes) e se desenvolviam a partir de debates, questionamentos e até relatos orais que compunham o andamento das aulas e nutria o que culminaria no procedimento de avaliação final da disciplina.

O engajamento dos discentes faz parte de uma das diretrizes didáticas do DUA conforme apresentado por Sebastián-Heredero (2024) que evidencia o benefício de poder fazer escolhas com a oferta diversificada de meios de acessar e processar as informações. Ainda que construídos coletivamente, é comum que a auto percepção seja motivada e acompanhada e os produtos/resultados espelhem tanto o individual, como o conjunto de colegas de uma turma, como sujeitos colaboradores.Também foi considerada a importância da validação do público-alvo (pessoas com deficiência) neste processo disciplinar, porém as instituições com quem contávamos encerraram seu período letivo antes do previsto na universidade. A alternativa adotada foi a de solicitar a apreciação da exposição final por técnicos do Atendimento Educacional Especializado do Núcleo de Ações Inclusivas - NAIPD do campus, que tanto puderam questionar como apontar possíveis desdobramentos do uso/forma livro de artista. Apenas uma das alunas teve sua criação experimentada em sala com seus alunos (será tratado no próximo tópico).

O livro, tal qual o conhecemos de modo comum, é rodeado de um status que pode se expandir para quem o cria. Mas a ideia de ser um instrumento de informação traduz muito do potencial pedagógico que segue sendo atribuído ao livro de artista, pois para além dos que são produzidos por profissionais de arte ou que por contágio adquirem essa associação, eles podem ser o exercício de uma escrita diversificada em seu material, forma e conteúdos. Ele pode ter um formato de um cartão artesanal e adensar uma informação intelectual ou ser sutil; pode ser a reunião de poemas ou cartas de uma pessoa ou pessoas, uma arte escultórica, um acervo sensorial.

O fato de dar-se à leitura é um princípio, mas nesse recorte que apresentamos o propósito era estruturar um conteúdo de teatro, vislumbrar uma público alvo (com deficiência ou neurodivergência específica) e produzir considerando formas de acesso estudadas ou feitas em consulta a uma pessoa diretamente interessada.

Foram apresentados livros em formatos diversos: táteis; dobráveis; com colagens; infantis; com jogos e referências de alguns artistas na intenção de estimular, gerar curiosidade. Outras experiências de cena foram consideradas como leituras de artigos e vídeos sobre a temática; autodescrição; audiodescrição e tradução em LIBRAS consecutivas (durante a ação cênica).

Na questão da materialização do livro, uma aula sobre livro pop-up[1] serviu como elemento lúdico e uma vez mais instigador de pesquisas. A variação da forma se enquadra dentro do que pode ser entendido enquanto Comunicação Alternativa, uma das áreas da Tecnologia Assistiva, sendo das mais importantes enquanto via complementar, suplementar, ou que ainda pode oferecer alternativas para que o processo comunicativo aconteça.

Esses parâmetros entre Arte e Comunicação não indicam que tais áreas andam, de maneira alguma, em âmbitos paralelos uma à outra. Para o universo de Pessoas com Deficiência a multiplicidade dos meios comunicacionais confirmam a importância da diversidade de meios para que haja possibilidade de expressões originais e com riquezas de camadas, de sentidos, de singularidades autorais.

Souza (2000), traz que a comunicação é atividade inerente ao ser humano independentemente do contexto e por mais diferenciado que ele o seja. Como dito anteriormente, as Tecnologias Assistivas expõem as infindas possibilidades dentro de processos relativos à interação humana, possibilidades essas melhor expressas no âmbito artístico, posto que este vê-se quase ilimitado em sua capacidade de reinterpretar a realidade circundante. O livro de artista exemplifica com clareza o que traz Souza. Houve, notoriamente, um reaproveitamento criativo de materiais outrora facilmente descartáveis na construção de narrativas que podem ser verdadeiramente sentidas, às vezes recriadas no imaginário dos estudantes a quem seriam apresentados os livros. A escolha dos referidos materiais foi feita, inclusive, pensando-se no aspecto da tangibilidade; como diferentes texturas que poderiam ser interpretadas, sobretudo por estudantes que são pessoas com deficiência, além das possibilidades lúdicas de escolhas, cores, formas e sensorialidades envolvidas no processo de confecção ou leitura. Isso porque o *livro de artista* tanto pode ser feito pelo docente ou ser criado com os alunos.

3. RESULTADOS

Foram produzidos quatro *livros de artista* no período final das 60 horas de aula, aqui apresentados com a devida autorização do e das discentes.

Livro de artista em forma de caixa de maquiagem (Figura 1): feita de papelão, forrado de E.V.A. em formato de livro grande fechado. Continha um espelho que poderia ser fixado em um ponto alto da "capa", porções pequenas de maquiagem em 3 cores. Fotos de referência. Pincéis e esponjas. Em bilhetes curtos e com linguagem simples o passo-a-passo da maquiagem era orientado. Objetivo:

1 Livro de papel que tem efeito tridimensional ao ser aberto, devido a formas estruturadas nas duas páginas.

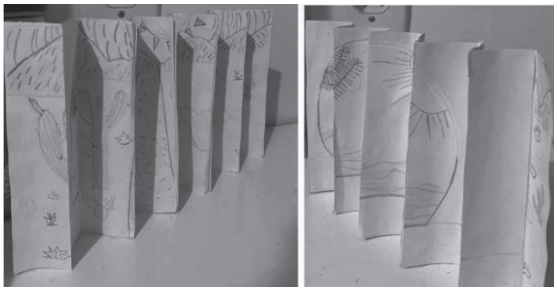
Propor autonomia e valorização da autoestima e criatividade. Público-alvo: pessoas surdas jovens e adultas.

Figura 1 - criação de Maria S. Ferreira Neta



Livro de artista em forma de leque (Figura 2): feita em papel ofício com dobras, quando olhado do lado direito apresentava nas dobras visíveis daquele ângulo uma paisagem praiana, no outro lado uma paisagem da caatinga (sertão). Objetivo: estimular curiosidade e assuntos sobre os elementos da cena como calor, lugar de moradia e lugar de lazer. Público-alvo: crianças com TEA e D.I.

Figura 2 - criação de Umberd Costa Santos



Livro de artista com elementos de cultura tradicional (Figura 3): feito com papel grosso forrado com xitão (tecido comum em adornos juninos) em formato de duas grandes folhas de um livro. Ao abrir era possível tatear flores em alto relevo, encontrar um envelope com letras de músicas, fotos de um grupo de reizado, mini instrumentos de brinquedo Objetivo: Estimular jovens e adultos a interagir a partir destes elementos característicos dos ternos de reis e fazerem trocas culturais lúdicas e proporcionar que pessoas com diferentes deficiências

acessassem, mediados uns pelos outros. Público-alvo: deficiências diversas, diversas idades.

Figura 3 - criação de Cledson Almeida dos Santos



Os relatos acima se circunscrevem à experiência dos docentes em formação (licenciandos) e foi avaliado como promissor pelos técnicos de AEE que apreciaram o objetivo e a argumentação de cada um. Detalhes de aprimoramento ou maior simplificação na linguagem escrita; dinâmica de introdução a possíveis alunos foram as sugestões apontadas. Em todos os casos atestaram a capacidade de motivar o envolvimento e apreciação sensível dos envolvidos. Abaixo o único em que a experiência se concretizou em ambiente de ensino.

Um *livro de artista* em forma de kit de múltipla escolha (Figura 4): reaproveitamento de um organizador transparente (similar a uma sapateira que pode ser presa à parede, porém com espaço para colocar algo bem menor), cada espaço tinha um número que poderia ser de 1 a 100. Foi usado apenas 20. Em cada espaço há objetos diversos (vidro de esmalte; borracha; clip...). Os alunos poderiam falar um número e teriam que descrever o objeto aos colegas sem falar o que era (ex. clip: "fio de metal dobrado em várias partes"). Objetivo: ampliar repertório de palavras e exercício comunicacional. Público-alvo: pessoas com TEA; TDAH e D.I. Experiência: A docente em formação pode aplicar em uma turma de alunos de uma ONG e se mostrou dinâmica; instigadora e envolveu todos os alunos entre narrar os objetos e tentativas de adivinhar ou objeto ou sua função.

Figura 4 - criação de Thamires A.L. Hull Santana



4. CONCLUSÕES

O presente relato expôs, a priori, que, para além do que é entendido pelo senso comum enquanto metodologia de ensino e práticas de aprendizagem de cursos de Teatro, como participação em peças. Há, sobretudo, um aspecto multidisciplinar latente o qual precisa ser considerado. A proposta da construção dos *livros de artista*, consegue, com tranquilidade, estabelecer o diálogo entre educação artística e tecnologias assistivas ao orientar a prática da construção de ferramentas de ensino que viabilizam o contato dos estudantes com as artes através do uso de materiais de baixo custo, também expondo a riqueza de possibilidades de trabalho, muita das vezes, por vias mais acessíveis e que melhor dialogam com as vivências de muitos alunos.

Como dito anteriormente, a utilização de materiais de baixo custo, torna a construção e subsequente uso dessas tecnologias de comunicação mais viável para os estudantes posto que dialogam mais facilmente com aspectos práticos da vida destes. Ora, o uso de texturas já conhecidas, no caso, por exemplo, de estudantes com deficiência, viabiliza a elaboração e interpretação de determinados conceitos presentes na realidade do mesmo. Dentro de suas especificidades, pode-se também, considerar a aplicação destas tecnologias nas vivências de estudantes dentro do TEA, cujas percepções, muitas das vezes requerem o acesso a analogias mais concretas e às quais estes possam visualizar. Ademais, sendo materiais mais facilmente acessíveis, também se torna viável e muito mais abrangente o trabalho dos professores em sala de aula.

O entendimento dos processos de ensino e aprendizagem mediante diálogos interdisciplinares é fundamental para o desenvolvimento de um trabalho mais assertivo dentro das Tecnologias Assistivas, vale também ressaltar a importância da formação contínua dos professores na Educação Especial. O interesse dos mesmos por metodologias educacionais que busquem abarcar também os

estudantes que sejam pessoas com deficiência ou neurodivergentes e a fuga das chamadas "zonas de conforto", as quais impactam negativamente o processo educacional, em muito auxilia na desconstrução de noções excessivamente simplistas acerca do que significa, por exemplo, a disciplina e os cursos de Teatro. A partir disso, abre-se a possibilidade da elaboração constante de tecnologias cada vez mais refinadas, mas que ainda assim, não precisem escapar as esferas de vivência prática tanto de discentes quanto de docentes.

REFERÊNCIAS

BRITTO, Ludmila.S..R N. A. A poética multimídia de Paulo Bruscky. 2009. 214. Programa de Pós-Graduação em Artes visuais da UFBA Salvador, 2009.

SEBASTIÁN-HEREDERO, Eladio. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem. Revista Brasileira de Educação Especial, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbee/a/F5g6rWB3wTZwyBN4LpLgv5C/#. Acesso em: 19 fev. 2024.

SILVEIRA, P. Definições e indefinições do livro de artista. In: A página violada: da ternura à injúria na construção do livro de artista [online]. 2nd ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008, pp. 25-71. Acesso em 08 abr. 2025.

SOUZA, L.V. Caracterização da comunicação alternativa: um estudo entre alunos com deficiência física em escolas de uma região do município do Rio de Janeiro. 2000. Dissertação. (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Humanidades, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

TEIXEIRA, Carolina. Deficiência em cena: a ciência excluída e outras estéticas. Natal: Offset, 2021.

O estudo de cinemática por meio de gráficos audiodescritos

Crispim, Gabriela*[1]; Santos, Angela Maria dos[2]; Góes, Heliza Colaço[3]

1 – Campus Curitiba, IFPR, gabriela0crispim@gmail.com
2 – Campus Curitiba, IFPR, angela.dossantos@ifpr.edu.br
3 – Campus Curitiba, IFPR, heliza.goes@ifpr.edu.br
* - Correspondência: Rua João Negrão, 1285, Rebouças, Curitiba, Paraná, Brasil, 80230-150.

DOI 10.52050/9788579177132-37

RESUMO

O processo de inclusão educacional é essencial para a aprendizagem dos estudantes, tanto para aqueles da educação especial, quanto para os que têm alguma dificuldade com os métodos de ensino. Desta forma, a criação de diferentes ferramentas, práticas e recursos didáticos é fundamental para que cada estudante, em sua especificidade, possa aprender os mesmos conteúdos que os demais alunos. Neste sentido, este trabalho apresenta uma pesquisa realizada sobre artigos referentes ao processo de audiodescrição didática e ao mesmo tempo, apresenta a criação e o desenvolvimento de gráficos de cinemática, audiodescritos didática e pedagogicamente, que são disponibilizados nas redes sociais para que os estudantes de ensino médio, sejam eles da educação especial, ou não, tenham diferentes formas de aprender cinemática no ensino de Física, além disso, o material auxilia os professores a desenvolverem diferentes metodologias para o processo de ensino-aprendizagem.
Palavras-chave: audiodescrição, ensino de Física, gráficos.

ABSTRACT

The inclusion process is essential for student learning, both for those in special education and for those who have difficulty with some teaching method. Therefore, the creation of different tools, practices and resources is essential so that students can learn the same content in different ways. In this sense, this work presents the creation of kinematics graphics, didactically and pedagogically audio-described, which are made available on social networks so that high school students, whether

they are in special education or not, have different ways of learning kinematics in Physics teaching.
Keywords: *audio description, physics education, graphics.*

1. INTRODUÇÃO

A ciência tem um papel fundamental para iniciação no letramento científico e auxilia na construção para um olhar analítico do mundo, assim, segundo Almeida e Moreira (2021, p.50) a audiodescrição nas ciências, permite aos estudantes, principalmente com deficiência visual, que a ciência seja melhor compreendida.

A audiodescrição pode ser entendida como "uma modalidade de tradução onde o que se pretende é processar as informações permitindo a sua passagem de uma linguagem para outra" (Vieira; Lima, 2010, p. 4).

Para além do propósito de aumentar o entendimento de estudantes da educação especial, pensar a educação inclusiva é pensar uma educação para todos, assim, desenvolver novas metodologias, novas ferramentas e diversificar o uso destes processos em sala de aula, é propiciar para todos os estudantes, sejam típicos ou atípicos, a verdadeira possibilidade de aprendizagem. Neste sentido, este projeto também trabalha a partir do Desenho Universal para Aprendizagem, uma abordagem criada por Meyer, Rose e Gordon (2024) e que possui a visão de uma currículo para todos, sem que haja a adaptação de materiais, mas que os estudantes aprendam com diferentes métodos por meio do próprio engajamento (Góes e Costa, 2021, p. 28).

Numa pesquisa apresentada por Cozendey e Costa (2018, p. 1176) em uma turma de Ensino Médio em que foi apresentado um vídeo com audiodescrição em que não havia estudantes cegos, oitenta por cento dos estudantes informaram que aprenderam mais com os vídeos audiodescritos.

Considerando, portanto, a educação inclusiva, a audiodescrição e o ensino de ciências este relato técnico tem a intenção de mostrar a construção de gráficos didaticamente audiodescritos a respeito do conteúdo de cinemática que foram disponibilizados para uso de professores e estudantes como mais uma tecnologia assistiva educacional que possibilita a compreensão dos estudantes de um modo que pode ser utilizada em sala de aula ou como mais um método de aprendizagem e estudo.

2. DESENVOLVIMENTO

O projeto teve início com a criação do protótipo de um vídeo didático com audiodescrição, abordando o tema movimento retilíneo uniforme (MRU), comumente estudado nas aulas de Física do Ensino Médio. Para isso,

foi realizada, primeiramente, uma revisão bibliográfica sobre os métodos existentes de audiodescrição de elementos imagéticos, que serviram de base para o desenvolvimento das descrições dos gráficos. Durante essa etapa, além de redesenhar formas de audiodescrição já existentes aos elementos presentes nos gráficos, também foram elaboradas estratégias para descrever, de forma didática, o que esses gráficos representam no contexto do conteúdo da aprendizagem da disciplina de Física. O termo redesenho(ar) é cunhado por Góes, Costa e Góes (2023, p. 25) e

> ... é preferido, em vez de "adaptar", visto que este está frequentemente associado a práticas de segregação, em que o professor adapta um recurso ou a sua prática para determinado estudante, o qual é isolado na sala de aula, realizando atividades sem qualquer interação com os demais colegas (GÓES, COSTA e GÓES, 2023, p.25).

Ao longo da produção do primeiro vídeo — e mantendo-se o mesmo padrão nos vídeos subsequentes — foi estabelecido um processo de criação dividido nas seguintes etapas: (a) Escolha do tema; (b) Elaboração do gráfico; (c) Redação do roteiro; (d) Gravação do áudio; (e) Edição do vídeo e (f) Publicação do material.

Escolhido o tema a criação dos gráficos foi realizada com base nas características de seu comportamento matemático. Essa etapa foi incluída no processo de produção para evitar possíveis problemas relacionados à autoria de gráficos já existentes, além de permitir uma personalização que favorecesse a elaboração de audiodescrição clara e didática. Para facilitar a compreensão do gráfico, especialmente por pessoas com baixa visão, priorizou-se o uso de traços na cor preta e a utilização mínima de cores. Foram empregados apenas pontos vermelhos e traços pontilhados pretos para representar elementos como pontos no plano cartesiano. A simplicidade visual foi intencional, pois quanto mais objetivos e reduzidos são os elementos gráficos, maior é sua acessibilidade.

A criação do roteiro é a parte mais importante do projeto pois é nela que se discute o conteúdo da aprendizagem e se faz a explicação da imagem priorizando a descrição de elementos relevantes e de forma organizada. Na produção de áudios e criação de vídeos é importante que se mantenha um padrão. Para este projeto foram escolhidas cores escuras de fundo, mesma fonte de letras e gráfico centralizado na tela.

Para a divulgação dos vídeos, foram criados um canal no YouTube e uma conta no Instagram dedicados ao projeto. Esses espaços foram pensados como meios de tornar os vídeos acessíveis e reconhecidos como ferramentas de apoio ao ensino, promovendo a inclusão e auxiliando tanto professores quanto alunos no processo de aprendizagem, dentro e fora da sala de aula.

3. RESULTADOS

O objetivo principal deste projeto é permitir que estudantes do Ensino Médio e professores tenham acesso a gráficos audiodescritos de quaisquer temas das ciências. Neste primeiro momento foram trabalhados temas referentes ao conteúdo de cinemática, apresentados na disciplina de Física. No futuro pretende-se que outras disciplinas e também outros temas de Física, bem como de Matemática tenham seus gráficos audiodescritos de maneira didática e que estes materiais auxiliem o processo de ensino e aprendizagem.

No contexto da cinemática foram desenvolvidos alguns gráficos. Nas figuras 1 e 2, como exemplo, podem ser visualizadas imagens de dois vídeos apresentados no youtube com acesso livre para todos os interessados.

Os vídeos trazem, para além da audiodescrição da imagem, explicações de como o movimento dos objetos é realizado por meio da imagem apresentada no gráfico conforme a Figura 1 e Figura 2.

Figura 1 - Um dos gráficos audiodescritos apresentados no youtube

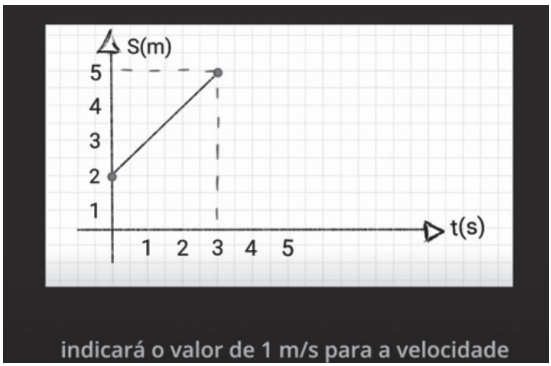
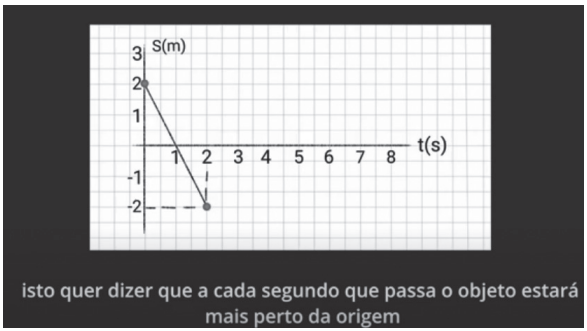


Figura 2 - Imagem de um dos gráficos audiodescritos apresentados no youtube



Nas redes sociais do projeto, foi também incluída uma breve descrição explicativa, com o objetivo de contextualizar novos visitantes sobre o projeto, além disso, foi criado um formulário destinado à coleta de opiniões e avaliações sobre os vídeos, contribuindo para o aprimoramento contínuo do material.

4. CONCLUSÕES

A audiodescrição é uma tecnologia assistiva fundamental para a realização deste projeto. A produção de gráficos audiodescritos didaticamente representa uma inovação ainda pouco explorada, mas com grande potencial para transformar práticas pedagógicas. Disponibilizar esse tipo de material em sala de aula contribui para a construção de um ambiente mais inclusivo, beneficiando tanto o processo de aprendizagem e a autonomia dos estudantes quanto o trabalho dos educadores.

Como campo voltado à investigação, à análise crítica e à compreensão do mundo, a ciência deve estar em constante evolução. Nesse sentido, este projeto busca incentivar a criação e a disseminação de gráficos audiodescritos por diferentes agentes, promovendo a acessibilidade e reafirmando o direito à educação de forma adequada, equitativa e inclusiva.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e à Fundação Araucária pelas bolsas de iniciação científica Jr. e pelo financiamento do NAPI – TA.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. C.; MOREIRA, M. G.. *Introdução à audiodescrição em sala de aula.* Ponta Grossa: Editora Atena. 2021.

COZENDEY, S. G.; COSTA, R. M.. Utilizando a audiodescrição como um recurso de ensino. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 13, n. 3, p. 1164-1186. 2018.

GÓES, A. R. T.; COSTA, P. K. A. da (Orgs.). *Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem*: fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva. São Carlos: Pedro & João Editores. 2021.

GÓES, A. R. T.; COSTA, P. K. A.; GÓES, H.C. *Desenho Universal para Aprendizagem: a transformação necessária e urgente na educação.* In. GÓES, A. R. T.; COSTA, P. K. A. da (Orgs.). Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem: fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva. Vol 2. São Carlos: Pedro & João Editores. 2023.

MEYER, A.; ROSE, D.; GORDON, D. Universal Design for Learning: Principles, Framework, and Practice. Wakefield: CAST Professional Publishing, 2024.

VIEIRA, P. A.; LIMA, F. A teoria na prática: áudio-descrição, uma inovação no material didático. *Revista Brasileira de Tradução Visual*, v. 2, n. 2, p. 1-10.2010.

Sala Multifuncional e Regulação Emocional: percepções de professores sobre uso, formação e impacto em estudantes neurodivergentes

Franciosi, Caroline Revay*[1]; Carvalho, Gislene[2]; Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro[3]

1 – Programa de Pós Graduação em Design, UFPR, revaycaroline@email.com.br
2 – Programa de Pós Graduação em Design, UFPR, gi272000@yahoo.com.br
3 – Departamento de Departamento de Engenharia Mecânica, UFPR, lucia.demec@ufpr.br
* - Correspondência: Rua General Carneiro, 460, Centro, Curitiba - PR.

DOI 10.52050/9788579177132-38

RESUMO

O aumento da presença de estudantes neurodivergentes nas escolas tem impulsionado a criação de estratégias que favoreçam sua inclusão e bem-estar emocional. Este relato técnico investiga as percepções de professores sobre o uso da sala multifuncional como espaço de apoio à regulação emocional desses estudantes. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa descritiva e foi realizada em uma escola da rede particular de Curitiba (PR), por meio da aplicação de formulário online. Os resultados indicam que o uso intencional da sala contribui para maior foco, tranquilidade e acolhimento. Conclui-se que o espaço possui potencial como recurso de inclusão sensorial e pedagógica.
Palavras-chave: neurodivergência, sala multifuncional, práticas pedagógicas.

ABSTRACT

The growing presence of neurodivergent students in schools has driven the development of strategies to support their inclusion and emotional well-being. This technical report investigates teachers' perceptions of the multifunctional room as a support space for emotional regulation in these students. The study adopted a qualitative descriptive approach and was conducted at a private school in Curitiba, Brazil, through an online questionnaire. Results indicate that intentional use of the room contributes to increased focus, calmness, and a sense of emotional safety. It is concluded that the space has strong potential as a tool for sensory and pedagogical inclusion.
Keywords: *neurodivergence, multifunctional room, teaching practices.*

1. INTRODUÇÃO

Em 2023, o Brasil registrou mais de 1,7 milhão de matrículas na educação especial, representando um aumento significativo em relação aos anos anteriores. Desses estudantes, mais de 53% apresentam deficiência intelectual, dos quais 36% possuem o diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA) (INEP, 2023). Assim, o crescimento da presença de estudantes neurodivergentes nas escolas brasileiras tem impulsionado a necessidade de adaptações pedagógicas, estruturais e metodológicas que garantam sua inclusão e bem-estar dentro desse ambiente escolar.

Crianças e adolescentes neurodivergentes frequentemente enfrentam barreiras sensoriais e emocionais que dificultam sua permanência, concentração e participação em atividades regulares de ensino. Esses desafios impactam não apenas sua trajetória educacional, mas também seu bem-estar emocional e social a longo prazo, sendo necessário o uso de abordagens capazes de oferecer suporte educacional adequado e intervenções eficazes (DE OLIVEIRA et al., 2024). Nesse cenário, as Salas de Recursos Multifuncionais (SRM) surgem como espaços voltados ao Atendimento Educacional Especializado (AEE), com foco na eliminação de barreiras não intencionais que dificultam a aprendizagem por meio de recursos pedagógicos e de acessibilidade (BRASIL, 2010).

Embora a função original da SRM seja complementar à escolarização de estudantes da educação especial, muitas dessas salas também têm sido utilizadas como ambientes de regulação emocional, especialmente para alunos com hipersensibilidade sensorial, dificuldades de autorregulação ou crises comportamentais. A implementação desses espaços, por permitirem pausas com estímulos sensoriais controlados, iluminação indireta, texturas variadas e recursos lúdicos, favorece significativamente a autorregulação emocional e comportamental de alunos neurodivergentes, promovendo sua permanência e participação mais ativa no cotidiano escolar (DE OLIVEIRA et al., 2024; IFPB, 2024; SILVA; SANTOS, 2024).

Contudo, é importante levar em consideração as percepções dos professores que atuam diretamente com esses espaços, a fim de compreender como esses profissionais vivenciam e avaliam o uso da sala multifuncional como estratégia de apoio emocional é fundamental para qualificar as práticas inclusivas. Neste contexto, o presente relato técnico tem como objetivo analisar as percepções de professores sobre os efeitos do uso da sala multifuncional na regulação emocional e no bem-estar de estudantes neurodivergentes, a partir de suas experiências práticas no ambiente escolar.

2. FUNDAMENTAÇÃO

A inclusão de estudantes neurodivergentes no sistema educacional brasileiro demanda não apenas mudanças curriculares, mas também adequações no ambiente físico e emocional da escola. O ambiente escolar evoluiu para um ecossistema complexo, no qual o suporte socioemocional é tão importante para o aprendizado quanto o conteúdo curricular (MORI, 2024). Como destaca Boechat et al. (2024), o desafio da inclusão escolar recai sobre a necessidade de estratégias pedagógicas adaptadas e ambientes acolhedores que considerem os aspectos sensoriais e emocionais da aprendizagem, a presença de estímulos inadequados, rotinas inflexíveis e estruturas padronizadas muitas vezes impede a participação plena desses estudantes no cotidiano escolar.

Nesse contexto, as salas de recursos multifuncionais têm se destacado como ambientes que, além de oferecer atendimento educacional especializado, contribuem para a regulação emocional e sensorial dos alunos, promovendo autorregulação, proporcionando calma, foco e conforto a estudantes com dificuldades de processamento sensorial (BRASIL, 2010; OLIVEIRA et al., 2024). Para estudantes neurodivergentes, esses ambientes contribuem diretamente para a redução da sobrecarga sensorial e para o equilíbrio emocional. Quando autorregulados sensorialmente, os estudantes conseguem organizar seus comportamentos e responder de forma mais significativa às atividades pedagógicas. Por isso, o uso intencional desses espaços e recursos tem sido associado a estratégias que favorecem a modulação comportamental e emocional no cotidiano escolar, e como base necessária para uma aprendizagem escolar significativa (FURTUOSO; MORI, 2022).

Por isso, o uso intencional dessas salas tem sido associado a estratégias que favorecem a autorregulação comportamental e emocional, prevenindo comportamentos desafiadores no cotidiano escolar, além do impacto direto no comportamento, tais espaços têm sido associados ao fortalecimento do sentimento de pertencimento e da segurança emocional dos alunos, aspectos essenciais para o desenvolvimento de vínculos sociais e para a aprendizagem (OLIVEIRA et al., 2024).

No entanto, a criação e a manutenção desses espaços exigem a articulação da equipe pedagógica, a formação docente contínua e a escuta ativa das necessidades específicas de cada estudante. Assim, investigar aspectos como acessibilidade, rotina de uso, efeitos comportamentais percebidos e desafios enfrentados pelos docentes, pode contribuir para o fortalecimento das práticas inclusivas e mais eficazes no contexto da educação brasileira.

3. MÉTODO

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa e descritiva para investigar as percepções de docentes sobre o papel da sala multifuncional na regulação emocional, no comportamento e no bem-estar de alunos neurodivergentes. A escolha dessa abordagem

permitiu compreender e aprofundar as experiências, opiniões e práticas cotidianas dos participantes.

A investigação foi conduzida no Colégio Marista Paranaense, localizado em Curitiba (PR), uma instituição da rede particular de ensino que conta com uma sala de recursos multifuncional ativa. Por se tratar de um estudo com recorte local e de natureza qualitativa, não se buscou representatividade estatística, mas sim profundidade na análise das experiências relatadas pelos docentes.

A coleta de dados foi realizada por meio de um formulário online semi-estruturado, enviado a professores atuantes na instituição. O questionário abordou: a frequência e as finalidades do uso da sala; as percepções sobre mudanças comportamentais e emocionais observadas; os recursos sensoriais mais eficazes segundo a experiência docente; dificuldades enfrentadas e sugestões para aprimoramento do espaço. As respostas foram organizadas e analisadas por meio de análise qualitativa de conteúdo, buscando identificar categorias emergentes e padrões de percepção entre os participantes.

4. RESULTADOS

O formulário online obteve um total de 18 respostas, mas apenas 9 foram consideradas para a análise. Esse afunilamento ocorreu devido ao recorte metodológico da pesquisa, que direcionou o estudo apenas aos docentes com acesso efetivo ao espaço e experiência prévia de uso. A escolha por esse grupo específico visou garantir que as percepções analisadas fossem fundamentadas em vivências reais, mesmo que isso implicasse em uma amostra reduzida. Dessa forma, o estudo priorizou a profundidade e a relevância das experiências relatadas, em alinhamento com sua abordagem qualitativa.

Com relação à percepção de melhorias na regulação emocional, a maioria dos professores indicou efeitos positivos, como aumento de foco, calma e receptividade por parte dos alunos. A Tabela 1 apresentada a seguir demonstra a distribuição percentual das respostas, cruzando a frequência de uso com a percepção de mudanças comportamentais:

Tabela 01 - Distribuição percentual das respostas dos professores que utilizam a sala multifuncional, cruzando frequência de uso com percepção de mudanças comportamentais nos estudantes (n = 9)

Frequência de Uso	Perceberam a regulação (%)	Não perceberam a regulação (%)
Diariamente	66,7%	33,3%
Semanalmente	50%	50%
Raramente	75%	25%

Fonte: As autoras (2025)

Além da frequência de uso, observou-se também uma relação entre a formação docente em educação inclusiva e a percepção de mudanças nos estudantes. Professores com formação concluída ou em andamento nessa área foram os que mais relataram transformações positivas no comportamento dos alunos após o uso da sala. Os dados correspondentes são apresentados na Tabela 2:

Tabela 02 - Relação entre a formação dos professores em educação inclusiva e a percepção de mudança comportamental dos estudantes após o uso da sala multifuncional (n = 9)

Formação em Educação Inclusiva	Perceberam a mudança	Não perceberam a mudança
Sim	3	0
Não	2	3
Em Andamento	1	0

Fonte: As autoras (2025)

As respostas abertas também ofereceram percepções relevantes sobre o comportamento dos estudantes após o uso da sala. Professores relataram melhorias identificadas, os mesmos citaram aspectos como: “mais calmos”, “maior entrosamento e empatia”, “autoregulação” e “felicidade”. Embora algumas respostas tenham sido neutras ou indicaram pouco uso, os relatos positivos reforçam a contribuição da sala para o bem-estar e o foco dos alunos. Os elementos mais mencionados foram jogos e brinquedos, zonas de descanso, sons suaves, texturas e iluminação controlada.

Foi destacado por docentes a importância do ambiente acolhedor: “Eles saem da turma regular para um espaço com atendimento mais individualizado”. Isso reforça a percepção de que a qualidade sensorial do espaço contribui para o processo de autorregulação. Na perspectiva da inclusão escolar, muitos professores relataram que a sala multifuncional “ajuda a criança a se sentir pertencente”, “retira da exposição” e “permite um olhar individualizado”.

Contudo, algumas falas revelam desafios na efetivação da inclusão, como apenas o uso pontual, a ausência de articulação com a sala regular e a limitação no acesso para todos os alunos.

Dentre os desafios apontados com mais frequência, estão a falta de recursos, a indisponibilidade do espaço em momentos-chave, a escassez de formação especializada e a ausência de um planejamento pedagógico integrado. Professores comentaram que "não basta ter o espaço estruturado", sendo essencial o "conhecimento sobre os diferentes tipos de deficiência e vínculo com a educação especial".

3. CONCLUSÕES

Embora o número de participantes deste estudo seja reduzido, essa delimitação decorre do escopo intencional da pesquisa, que se concentrou em professores com acesso efetivo à sala de recursos multifuncional em uma escola da rede particular. A escolha metodológica qualitativa priorizou a riqueza das experiências e percepções dos educadores, permitindo a construção de insights relevantes para o campo da educação inclusiva.

Para investigações futuras, recomenda-se ampliar o escopo da pesquisa para diferentes redes de ensino, incluindo instituições públicas, bem como incorporar a perspectiva de outros atores escolares, como estudantes, famílias e gestores. Estudos longitudinais também poderão contribuir para avaliar os efeitos duradouros do uso desses espaços na trajetória educacional e emocional dos alunos.

Os achados deste trabalho reforçam o potencial das salas multifuncionais como recursos estratégicos no fortalecimento de práticas inclusivas no cotidiano escolar, além da eficiência em seu uso para a regulação emocional. Quando utilizadas com intencionalidade e frequência, essas salas favorecem o engajamento emocional e comportamental dos estudantes. Para isso, é fundamental investir na formação continuada dos docentes, garantir a oferta de materiais sensoriais adequados e integrar o uso desses espaços ao planejamento pedagógico coletivo.

Como encaminhamento, propõe-se o desenvolvimento de melhorias que dialoguem com os desafios apontados pelos professores participantes. Tais medidas visam garantir que o ambiente mantenha seu caráter acolhedor e funcional, respondendo com mais eficácia às demandas emocionais e comportamentais dos estudantes e no cotidiano dos docentes.

REFERÊNCIAS

BOECHAT, G. P. F. *et al. A influência da participação familiar e das redes de apoio na inclusão escolar de estudantes neurodivergente. Revista Foco*, v. 17, n. 8, p. e 5956, 2024. DOI:10.54751/revistafoco.v17n8-111. Disponível em: https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/5956. Acesso em: 8 mai. 2025.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. Matrículas na educação especial chegam a mais de 1,7 milhão. Brasília: INEP, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/matriculas-na-educacao- especial-chegam-a-mais-de-1-7-milhao. Acesso em: 7 mai. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. *Secretaria de Educação Especial. Programa de implantação de salas de recursos multifuncionais: manual de orientação.* Brasília: MEC/SEESP, 2010.

DE OLIVEIRA, L. N. R.; SILVA, J. L.; LIMA, M. T. S. *Transtornos neurodivergentes na infância: abordagens multidisciplinares para intervenção e suporte educacional. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 7, p. 385–399, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/382034817_Transtornos_Neurodivergentes_na_infancia_Abordagens_Multidisciplinares_para_Intervencao_e_Suporte_Educacional. Acesso em: 9 mai. 2025.

FURTUOSO, Patrícia; MORI, Nerli Nonato Ribeiro. *Integração sensorial e modulação sensorial de escolares com transtorno do espectro do autismo.* Conjecturas, [s. l.], v. 22, n. 16, p. 419-431, 2022. Disponível em: https://conjecturas.org. Acesso em: 7 mai. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB. *IFPB inaugura 1ª sala de autorregulação emocional da Rede Federal.* Brasília: Ministério da Educação, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/setembro/ifpb-inaugura-1a-sala-de-autorregulacao-emocional-da-rede-federal. Acesso em: 8 mai. 2025.

MORI, N. N. R.; FURTUOSO, P.; GONÇALVES, F. P. *A teoria da integração sensorial: estratégias escolares para alunos com TEA e reatividade sensorial.* Imagens da Educação, [s. l.], v. 14, 2024. Disponível em: https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/68563. Acesso em: 8 mai. 2025.

OLIVEIRA, S. R. A. S. de; SANTOS, A. A. C. dos; BARROS, R. C. B. *Concepção de sala de autorregulação para discentes autistas no ensino superior.* In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E INCLUSÃO – CINTEDI, 6., 2024, Campina Grande. *Anais* Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2024/TRABALHO_COMPLETO_EV196_MD1_ID2356_TB327_22042024094624.pdf. Acesso em: 9 mai. 2025.

SILVA, L. D. A.; SANTOS, G. R. *Autorregulação de estudantes com TEA para promoção da inclusão escolar. International Interdisciplinary Scientific Journal*, v. 5, n. 1, p. 1–10, 2024. Disponível em: https://iiscientific.com/artigos/aef174/. Acesso em: 7 mai. 2025.

URC – Unidade Robótica Cúbica: uma solução scessível para educação e tecnologia assistiva

Seixasl, Gabrie[1]; Reis, Lucas[2]; Batista, Mariane[3]; Moura, Ian[4]; Brito, Leandro[5]

1 - Bacharelado Interdisciplinar em Engenharia e Sustentabilidade, UFRB, gmseixas@aluno.ufrb.edu.br;
2 - Brailista, UFRB, lucasreis@ufrb.edu.br;
3- Graduanda em Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade, UFRB, marianebatista@aluno.ufrb.edu.br;
4 - Bacharelado Interdisciplinar em Engenharia e Sustentabilidade, UFRB, ianmoura@aluno.ufrb.edu.br;
5 - Professor Adjunto, UFRB, lbsantos@ufrb.edu.br.
Correspondência: Rua do Salvador, 790 - Tomba, Feira de Santana, Bahia, Brasil - 44094060.

DOI 10.52050/9788579177132-39

RESUMO

Este relato técnico apresenta o desenvolvimento da URC – Unidade Robótica Cúbica, um modelo educacional acessível inspirado no ARDU. Além do ensino de lógica de programação, a URC integra características de tecnologia assistiva, permitindo o uso por pessoas cegas, com baixa visão e neurotípicas. Sua estrutura modular e compatibilidade com componentes eletrônicos garantem versatilidade e adaptação a diferentes contextos educacionais. O projeto, vinculado à UFRB, também prioriza a sustentabilidade, utilizando materiais reciclados para reduzir custos e ampliar seu alcance. Testes de usabilidade e refinamento do design serão conduzidos para otimizar sua acessibilidade e expandir sua aplicação em larga escala.

Palavras-chave: robótica educacional, acessibilidade instrumental, kit robótico inclusivo.

ABSTRACT

This technical report presents the development of URC – Cubic Robotic Unit, an accessible educational model inspired by ARDU. In addition to teaching programming logic, the URC integrates assistive technology features, allowing use by blind, low-vision, and neurodivergent individuals. Its modular structure and compatibility with electronic components ensure versatility and adaptation to different educational contexts. The project, linked to UFRB, also prioritizes

sustainability by using recycled materials to reduce costs and broaden its reach. Usability tests and design refinement will be conducted to optimize accessibility and expand its large-scale application.
Keywords: *educational robotics, instrumental accessibility, inclusive robotics kit.*

1. INTRODUÇÃO

A robótica educacional é uma abordagem inovadora que incorpora robôs e programação ao processo de ensino-aprendizagem, com destaque para as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). No entanto, seu impacto vai além da simples construção e programação de dispositivos tecnológicos. A robótica educacional favorece o desenvolvimento de habilidades essenciais, como raciocínio lógico, pensamento crítico e resolução de problemas complexos. Além disso, estimula a motricidade fina, a concentração e a criatividade, ao mesmo tempo em que promove o trabalho em equipe e a interação social (CASTRO et al., 2023; SILVA MENDES et al., 2020). No contexto da educação inclusiva, a robótica educacional se destaca como uma ferramenta facilitadora, permitindo a criação de práticas pedagógicas interdisciplinares que promovem a inclusão de alunos com e sem deficiência em um ambiente colaborativo de aprendizado. Por meio de atividades interativas e acessíveis, essa abordagem contribui para a quebra de barreiras educacionais, possibilitando que todos os estudantes desenvolvam suas competências de maneira equitativa.

Entretanto, apesar de seu vasto potencial, a implementação da robótica educacional ainda enfrenta desafios significativos no Brasil. A falta de acesso a tecnologias educacionais e a escassez de adaptações específicas para alunos com deficiência dificultam a ampla adoção dessa metodologia. Superar essas barreiras exige investimentos estruturais e políticas educacionais que garantam a inclusão digital e tecnológica como um direito fundamental para todos os estudantes.

Pensando nas barreiras instrumentais enfrentadas por pessoas com deficiência, Sassaki (2009) destaca que a acessibilidade instrumental implica na adaptação e adequação de instrumentos, ferramentas e dispositivos, de modo que possam ser utilizados plenamente por todos, independentemente de suas limitações físicas, sensoriais ou cognitivas. Relacionado com a robótica educacional, percebe–se uma necessidade de tornar acessível componentes eletrônicos ou estruturas convencionais de robôs para que pessoas com deficiência tenham acesso aos conteúdos associados a essa abordagem de ensino.

Com a entrada de pessoas com deficiência no ensino superior, apoiada pelas políticas públicas, as universidades além de garantir a permanência desses

públicos, precisam assegurar o acesso às informações contidas nas salas de aula e laboratórios de aulas práticas. Nos cursos convencionais de engenharia, muitos discentes são apresentados às disciplinas que são lecionadas com o apoio de componentes eletrônicos e fazem uso da robótica educacional para facilitar o processo de ensino e aprendizagem, com isso alguns docentes sentem a necessidade de tornar acessível essas informações, visto a chegada de alunos com deficiência nos seus espaços.

O presente relato técnico tem como foco o desenvolvimento da **URC – Unidade Robótica Cúbica**, um modelo derivado do conceito original do robô ARDU, conforme proposto por Barreto et al. (2020), que explora o formato cúbico como base para um kit de robótica educacional voltado para o ensino de lógica de programação. Além disso, o projeto se diferencia ao incorporar elementos de tecnologia assistiva, tornando a robótica acessível para pessoas cegas, com baixa visão e neuroatípicas.

O Robô ARDU, conforme desenvolvido por Barreto et al. (2020), serviu como um ponto de partida conceitual para o desenvolvimento de uma nova proposta de robótica educacional. Ao invés de reproduzir suas funcionalidades e estrutura, este projeto se inspirou na abordagem de uma unidade robótica em formato cúbico, característica fundamental do ARDU. Com base nessa premissa, buscou-se explorar novas possibilidades de aplicação, ampliando sua utilização no ensino de lógica de programação e incorporando atributos voltados para acessibilidade e inclusão.

A necessidade de docentes que lecionam disciplinas relacionadas à programação e instrumentação eletrônica levou à proposta de adaptação do robô ARDU, buscando viabilizar sua utilização em um contexto de ensino mais inclusivo. Para atender a essa demanda, o desenvolvimento desta nova versão do robô seguiu princípios fundamentais de acessibilidade instrumental, design inclusivo, sustentabilidade e baixo custo, visando democratizar o acesso à robótica educacional.

Essa iniciativa integra o plano de trabalho **"Desenvolvimento de um Kit Robótico para Competições de Robótica"**, vinculado ao projeto de pesquisa **"Reaproveitamento de Materiais Poliméricos para Produção de Filamento para Impressão 3D"**, conduzido na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). O desenvolvimento da URC busca não apenas ampliar as possibilidades educacionais, mas também eliminar barreiras instrumentais e promover uma abordagem mais inclusiva e acessível.

Este relato técnico tem como objetivo descrever o processo de desenvolvimento do URC, destacando os desafios enfrentados e as soluções implementadas para superar barreiras instrumentais e contribuir para uma

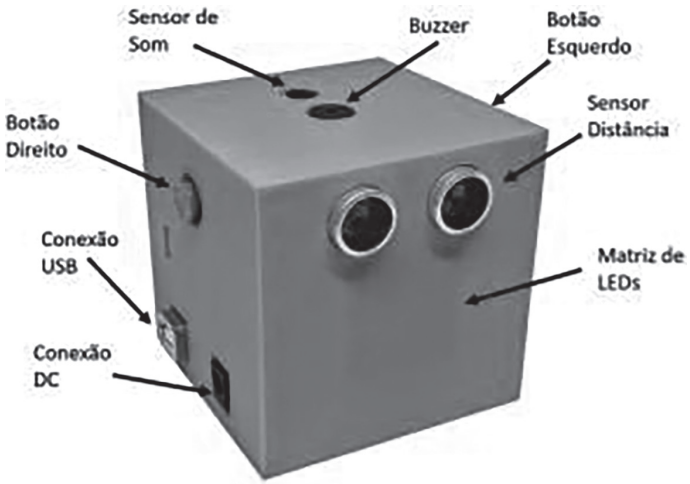
educação mais equitativa, na qual a tecnologia e a inovação sejam aliadas no fortalecimento de práticas inclusivas, permitindo que todos os estudantes, independentemente de suas limitações físicas ou cognitivas, possam se beneficiar das potencialidades da robótica educacional.

2. DESENVOLVIMENTO

Assim, o projeto se propõe a desenvolver um kit de robótica educacional URC que não apenas facilite a aprendizagem da programação, mas também atue como um modelo de tecnologia assistiva. Com características que permitem seu uso por pessoas cegas ou com baixa visão e por indivíduos neuroatípicos, o robô é concebido como um instrumento inclusivo, democratizando o acesso ao ensino de robótica e promovendo maior equidade no aprendizado. A estrutura cúbica possibilita uma maior diversidade de aplicações, tornando-o uma ferramenta versátil e adaptável às diferentes necessidades dos estudantes.

O desenvolvimento do robô URC seguiu em uma abordagem iterativa e centrada na acessibilidade instrumental, visando eliminar barreiras no uso dos componentes eletrônicos internos. O ponto inicial foi a análise detalhada do robô ARDU, apresentado na Figura 1, projeto desenvolvido pelo Barreto et al. (2020). A partir dos documentos disponibilizados e de suas leituras, foram propostas melhorias significativas a fim de tornar o robô URC, facilitando a manutenção, manipulação e aprendizado.

Figura 01 - Robô Ardu



Com esse modelo de referência, foi desenvolvido o modelo denominado URC, projetado especificamente para garantir acessibilidade instrumental

e funcionalidade inclusiva, tornando possível a prática e a utilização dos componentes eletrônicos e sensores por pessoas com deficiência, mantendo baixo custo e facilitando a replicação do projeto em ambientes escolares com infraestrutura limitada.

As etapas técnicas do projeto foram realizadas no LABMAKER da UFRB. A modelagem tridimensional foi executada utilizando o software Fusion 360, garantindo precisão dimensional e facilidade na manipulação dos componentes internos. Após a modelagem, os arquivos foram exportados no formato STL e processados pelos softwares de fatiamento Ultimaker Cura e CrealtyPrint, gerando comandos em GCODE para impressão 3D.

As peças do URC foram impressas nas impressoras Creality CR10 V2 e Creality K1, utilizando exclusivamente filamento PLA, material escolhido por sua biodegradabilidade, acessibilidade financeira e facilidade de uso. Optou-se por uma abordagem totalmente baseada em manufatura aditiva para simplificar o processo de produção e reduzir custos operacionais, permitindo o contato direto e facilitado o acesso ao hardware, oferecendo vantagens essenciais em contextos educacionais com práticas inclusivas.

3. RESULTADOS

Inicialmente, foram elaborados esboços e modelagens CAD (utilizando o software Fusion 360) para o design do case aberto (Figura 2 a 8). Esta estratégia permite o acesso rápido aos componentes internos, facilitando a manutenção e a compreensão da estrutura do robô. Foram feitos sucessivos testes para ajustes dimensionais, testes de encaixe e reorganização dos elementos para alcançar um resultado satisfatório.

Figura 2 - URC

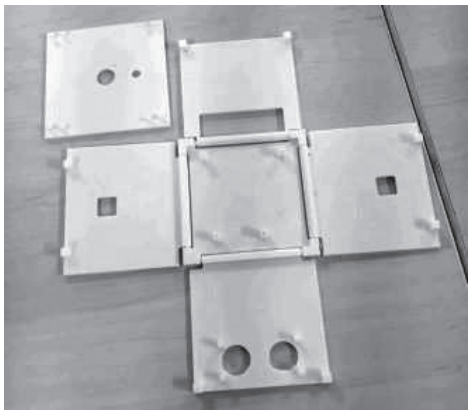
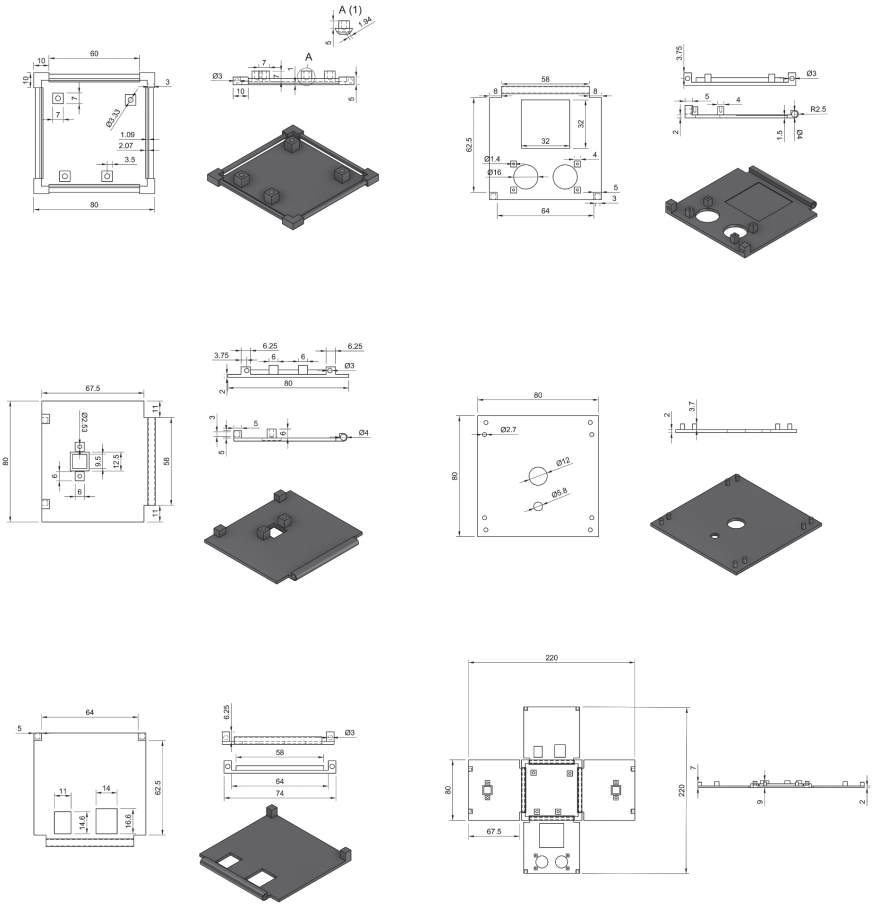


Figura 3: Vistas do URC:



O design aberto permitiu a substituição fácil e rápida de peças, aumentando a sustentabilidade do projeto ao evitar o descarte completo em caso de falhas ou necessidade de atualizações. A modelagem buscou otimizar o espaço interno para acomodar adequadamente os componentes eletrônicos e sensores.

Os tempos médios de impressão variam de 15 horas e 2 minutos na Creality CR10 V2 com os parâmetros de 0.16mm por camada e na impressora Creality K1 a produção dura 1 hora e 43 minutos com os mesmos parâmetros. O custo estimado de cada unidade é de aproximadamente R$10,00 na Creality CR10 V2 e R$8,25 na Creality K1. Esse processo viabiliza a produção de 12 a 15 peças por 1kg de PLA.

Além dos aspectos técnicos, o design acessível do kit se mostrou um facilitador para o aprendizado, permitindo que estudantes compreendam

a estrutura e o funcionamento do robô sem a necessidade de conhecimento prévio avançado. A utilização do URC pode potencializar o desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas e motoras, como a coordenação motora fina através da manipulação das peças, o raciocínio lógico na programação, a criatividade na construção e a resolução de problemas. Ao facilitar a interação e a experimentação, o robô também fomenta o trabalho em equipe e a interação social.

4. CONCLUSÕES

A URC – Unidade Robótica Cúbica representa um avanço significativo na robótica educacional e na tecnologia assistiva. Inspirado no conceito modular do robô ARDU, este modelo foi desenvolvido para preservar a compatibilidade com os principais componentes eletrônicos, como a placa Arduino Uno, sensor ultrassônico HC-SR04, sensor de som, buzzer e botões físicos. Sua estrutura aberta não apenas simplifica a manutenção e substituição de peças, mas também proporciona uma visualização completa dos circuitos, tornando a compreensão e o manuseio mais acessíveis para alunos com deficiência. Dessa forma, a URC promove um aprendizado prático, intuitivo e inclusivo da robótica e eletrônica básica.

Além de sua viabilidade técnica e potencial como ferramenta educacional, a URC se destaca por suas características de acessibilidade instrumental. Sua concepção foi orientada para superar barreiras de aprendizagem e possibilitar o uso por estudantes com deficiência visual, baixa visão e neuroatípicos. O design acessível, aliado ao uso de materiais reciclados, reforça o compromisso com a inclusão e a sustentabilidade, tornando a robótica educacional uma realidade para um público mais amplo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa PIBITI/UFRB pelo apoio financeiro ao projeto. Estendemos nossos agradecimentos ao orientador Dr. Leandro Brito Santos pela orientação valiosa. Reconhecemos também a contribuição dos membros do grupo de pesquisa PROMDEP pelo auxílio nas atividades de desenvolvimento e testes. Por fim, agradecemos à comunidade educacional de robótica pelas ferramentas e metodologias que serviram de inspiração para este trabalho.

REFERÊNCIAS

BARRETO, E. B. de S. et al. *Robótica educacional: construção de uma dinâmica a partir do robô Ardu.* Revista SODEBRAS, Belo Horizonte, v. 15, n. 179, p. 71-78, nov. 2020. ISSN 1809-3957.

CASTRO, F. L. et al. *Robótica como ferramenta de aprendizagem: a experiência de uma monitora de robótica para crianças do Ensino Fundamental.* In: WORKSHOP DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA – WEI, 2023, Brasília. Anais... Brasília: WEI, 2023. p. 45-52.

SASAKI, R. *Acessibilidade: guia prático para inclusão digital e social.* São Paulo: Casa do Psicólogo, 2009.

SILVA MENDES, M. et al. *Robótica educacional: uma experiência de auxílio ao aprendizado na Serra Geral (MG).* Revista Em Extensão, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 125-137, 2020. Disponível em: http://www.revistaemextensao.ufmg.br. Acesso em: 16 jun. 2025.

Jardim sensorial: possibilidades pedagógicas

Watashi, Marilia Daniela Tessarin[1*]; Hickmann, Darlene Taís[2*];

1 – Fundação Catarinense de Educação Especial, FCEE, mariliawatashi@fcee.sc.gov.br

2 – Fundação Catarinense de Educação Especial, FCEE, darlene@fcee.sc.gov.br

* - Rua Paulino Pedro Hermes, 2785 | Bairro Nossa Senhora do Rosário | São José | SC | Brasil | CEP 88110-694

DOI 10.52050/9788579177132-40

RESUMO

O relato refere-se à criação de jardim sensorial com Tecnologia Assistiva na Fundação Catarinense de Educação Especial/SC. O objetivo é expor o processo que envolveu tal criação e sugerir a inserção desse tipo de jardim em ambientes educacionais. Utiliza-se abordagem qualitativa de análise e apresentação de dados, com método hipotético-dedutivo. Os desafios consistiram em conciliar as metas com questões financeiras. Ideias diversas surgiram para futuros projetos: capacitação para uso do espaço, criação de *e-book* e proposta de espaços semelhantes em instituições educacionais. Espera-se, como resultado do trabalho, a eliminação de barreiras para acesso ao conhecimento por meio desses espaços.

Palavras-chave: tecnologia assistiva, recurso pedagógico, jardim sensorial.

ABSTRACT

The report concerns the creation of a sensory garden with Assistive Technology at the Catarinense Foundation for Special Education (SC). The objective is to present the process involved in this creation and to propose the incorporation of such gardens within educational environments. A qualitative approach is employed for data analysis and presentation, utilizing the hypothetical-deductive method. The challenges consisted of reconciling the objectives with financial constraints. Various ideas emerged for future projects, including training for the use of the space, the creation of an e-book, and the proposal of similar spaces within educational institutions. The anticipated outcome of this work is the elimination of barriers to access knowledge through these environments.

Keywords: *assistive technology, pedagogical resource, sensory garden.*

1. INTRODUÇÃO

A Tecnologia Assistiva[1], no campo educacional, é imprescindível no processo de ensino e aprendizagem das pessoas com deficiência, mobilidade reduzida e/ou incapacidade, pois possibilita o acesso aos diversos materiais, atividades e, consequentemente, a conhecimentos. Além de essencial para esse grupo de pessoas, ela está prevista na legislação[2] sendo, portanto, um direito desse público a fim de que lhe sejam garantidas condições de acesso e de participação efetiva nos mais variados espaços de que faz uso.

A partir dessa realidade, é necessário que os profissionais que atuam com essas pessoas sejam capacitados na área da TA, para que, desse modo, possam ter acesso às inovações e às reflexões que envolvem a Tecnologia Assistiva no campo educacional. Por isso, surge a iniciativa pela criação de um "jardim sensorial modelo" com componentes de Tecnologia Assistiva no câmpus da Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE/SC) e, ainda, pela defesa de que espaços como o apresentado neste relato sejam implementados em escolas do estado de Santa Catarina.

Com o objetivo de qualificar o trabalho pedagógico e promover o desenvolvimento de pessoas com deficiência, incapacidade e/ou mobilidade reduzida, foi desenvolvida a proposta *Jardim sensorial: possibilidades pedagógicas*.

Nessa proposição, os elementos da natureza são organizados como recursos pedagógicos, levando-se em consideração variadas frentes da Tecnologia Assistiva (equipamentos, recursos, estratégias e práticas), que atuarão como facilitadores no processo de aprendizagem, já que em diversos ambientes escolares observa-se a existência de áreas verdes; todavia muitas barreiras impedem o acesso e a permanência de pessoas com deficiência, incapacidade e/ou mobilidade reduzida nesses locais.

---

1 Conforme estabelecido, o termo Tecnologia Assistiva é aplicado no singular, por referir-se a uma área de conhecimento (CAT, 2007, p. 27). Bersch (2017, p. 15) apresenta que "está indicado que a expressão Tecnologia Assistiva seja utilizada sempre no singular, por referir-se a uma área de conhecimento e não a uma coleção específica de produtos. *Assim, é incorreto dizer 'as tecnologias assistivas'. Para nos referirmos a um conjunto de equipamentos, deveremos dizer: Recursos de TA. Para especificar serviços e procedimentos utilizamos: os serviços de TA, os procedimentos em TA". Para Galvão Filho, deve-se proceder aos "possíveis encaminhamentos para a revisão da nomenclatura em instrumentos legais no país".

2 Existem diversas leis que garantem a TA a pessoas com deficiência, mobilidade reduzida e/ou incapacidade, entre elas, citamos: Decreto n.º 3.298/1999, Decreto n.º 5.296/2004, Lei n.º 13.146/2015, Decreto n.º 10.645/2021.

Sendo assim, pretende-se apresentar uma proposta inovadora, que almeja contribuir para o debate sobre a Tecnologia Assistiva no ambiente educacional, propondo-se a execução de jardins sensoriais com recursos, estratégias e práticas que tornem possível a aprendizagem de estudantes com deficiência, já que "os jardins sensoriais, ao contrário dos jardins comuns, diferem-se ao proporcionar aos usuários sensações perceptivas táteis, olfativas, visuais, auditivas e palatáveis" (Farias, 2020, p. 12). Ou seja, são espaços que podem ser formativos a partir do momento que estimulem a aprendizagem para além da tradicional que, geralmente, é centrada em uma sala de aula fechada, com carteiras, cadernos e lousa.

A escolha de espécies para compor o espaço foi baseada em pesquisas para se verificar a toxicidade das plantas; mas, também, planejadas em relação aos estímulos sensoriais que provocam; pois, de acordo com Chimenthi e Cruz (2007), a composição das espécies vegetais pode "despertar, além dos próprios sentidos, a curiosidade, e o resgate de memórias prévias"; e, conforme Leão (2007, p. 13), os jardins sensoriais, por incluírem elementos estimulantes, favorecem as pessoas a "usarem os outros sentidos: tocar, cheirar e escutar se elas não podem ver; tocar, cheirar e ver, se elas não podem escutar, ou tocar, cheirar, escutar e olhar tudo que estiver a seu alcance, se não puderem andar".

Este relato utiliza uma abordagem qualitativa de análise e apresentação de dados. Foi elaborado a partir do método hipotético-dedutivo, em que "se inicia pela percepção de uma lacuna nos conhecimentos, acerca da qual formula hipóteses e, pelo processo de inferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese" (Lakatos, Marconi, 2003, p. 106). Baseia-se em observações realizadas pela equipe multiprofissional (pedagogos, terapeuta ocupacional, veterinário, arquiteta, equipe de jardinagem e manutenção) do CERTA[3]/FCEE e apoiadores.

O registro foi construído a partir da experiência de realização do jardim sensorial na instituição, e a proposta de inserção de jardins sensoriais em escolas catarinenses deve-se ao fato de observarmos, a partir de assessorias e cursos de formação continuada, a ausência de espaços formativos para além da sala de aula; podendo os jardins propiciar atividades que contemplem aspectos sensoriais. Tais espaços, quando existem, geralmente são relativos a painéis sensoriais,

3 O Centro de Referência em Tecnologia Assistiva "É um polo maker de soluções personalizadas e tem como objetivo principal ser referência em pesquisa, desenvolvimento, inovação e formação na área da Tecnologia Assistiva, no Estado de Santa Catarina, fomentando, produzindo e difundindo o conhecimento nessa área, especialmente para o público da educação especial no contexto educacional". Disponível em: https://www.fcee.sc.gov.br/centros-de-atendimento/certa.

localizados em espaços fechados ou são compostos apenas de recursos físicos para exploração tátil.

Assim sendo, este trabalho tem por objetivo apresentar a experiência de efetivação de um jardim sensorial na FCEE, instrumentado com diferentes elementos da Tecnologia Assistiva, que pode servir como referência (modelo) para outras instituições formais de educação, desde que concebido como espaço destinado a qualificar o trabalho pedagógico, com múltiplas possibilidades de ensino e aprendizagem a partir de experiências sensoriais.

2. DESENVOLVIMENTO

A proposta para a criação de um jardim sensorial no campus da FCEE surgiu entre os anos de 2010 e 2012. No entanto, o projeto foi elaborado em maio de 2021, quando do projeto de construção de um novo prédio para sediar alguns centros de atendimento da FCEE.

No início do ano de 2025, a presidência da instituição convidou os profissionais do CERTA para avaliarem o projeto do jardim sensorial. Considerou-se o que já havia sido construído e sugeriu-se adequações, tanto na acessibilidade quanto em estratégias, práticas e recursos pedagógicos para possibilitar o uso do espaço por pessoas com deficiência, mobilidade reduzida e/ou incapacidade.

Localizado na cidade de São José (SC), no campus da FCEE, o jardim sensorial está em fase final de construção física, e, para melhor compreensão sobre o seu funcionamento, o projeto foi dividido em fases para descrever o processo de criação, implementação e entrega do espaço. São elas:

1ª Fase: Elaboração de projeto arquitetônico, paisagístico e estrutural do jardim sensorial (sem participação dos pesquisadores responsáveis por este relato).

2ª Fase: Início das obras de instalação do jardim sensorial no pátio interno do novo prédio que está sendo construído, dentro da FCEE (sem a participação dos pesquisadores responsáveis por este relato) está sendo realizada por empresa terceirizada..

3ª Fase: Visita ao espaço destinado ao jardim e análise dos projetos.

4ª fase: Relatório multiprofissional sobre adequações necessárias ao jardim sensorial.

5ª fase: Realização das adequações sugeridas no relatório.

6ª fase: Inserção de novos recursos pedagógicos de Tecnologia Assistiva - placas de identificação em braille e língua brasileira de sinais, identificando os espaços, equipamentos, plantas etc.; criação de canteiros móveis (que podem ser manipulados em diferentes locais, como sobre uma mesa instalada na cadeira de rodas, no chão, sobre uma bancada etc.; instalação de cascata de água

(proporcionando estímulos visuais, táteis e auditivos com segurança); instalação de aquário de peixes ao ar livre (para que sejam observados pelas pessoas, com segurança, para que não ocorra afogamento ou incidentes); instalação de caixas de abelhas sem ferrão (caixas de abelha com parte superior em acrílico ou outro material transparente, que permita a visualização da estrutura da colmeia, bem como o trabalho interno das abelhas) - etapa em andamento.

7ª fase: Elaboração do *e-book intitulado Jardim sensorial: possibilidades pedagógicas*.

8ª fase: Inauguração oficial e publicação de vídeo em rede social, apresentando o Jardim sensorial.

9ª fase: Capacitação profissional de equipe interna, que irá atender no local, e outros profissionais externos interessados na temática.

Importante destacar que ao utilizar o jardim sensorial como espaço para a prática pedagógica o docente conta com elementos da natureza para despertar a curiosidade e a criatividade dos estudantes. Segundo Borges e Paiva (2009, p. 9), "através do Jardim Sensorial os conteúdos formais são mostrados ao estudante em um ambiente descontraído [...] que o torna um ser participativo no processo de aprendizagem, por estimular sua curiosidade". Podemos, entretanto, questionar: por que um jardim sensorial e não qualquer outro espaço de jardim?

Considera-se que o jardim sensorial contém elementos que acalmam e estimulam os sentidos, além de poder tornar-se um lugar onde, por exemplo, crianças com autismo e outros distúrbios do processamento sensorial se sintam seguras e confortáveis para explorar seus sentidos sem serem sobrecarregadas por eles (Romani *et al*., 2021, p. 170). As sensações são os receptores da informação sensorial no nosso corpo, é por meio delas que sentimos e compreendemos o mundo. Consideramos que proporcionar para as pessoas com deficiência, momentos de aprendizagem em ambientes naturais e fora das tradicionais salas de aula, permite também o acesso a outras formas de cultura, e conforme afirma Vygostki (1995, p. 153), "o desenvolvimento cultural é a esfera principal de onde é possível a compensação da deficiência. Onde é impossível o desenvolvimento orgânico, ali está aberta de forma ilimitada a via do desenvolvimento cultural". Garcia (1999, p. 43), outra autora que corrobora com a perspectiva apresentada defende que: "não há, *... diferenças quanto aos princípios de desenvolvimento para os considerados normais e considerados deficientes [...] existem particularidades na forma de aprender e se desenvolver, nos recursos necessários para a aprendizagem, entre outros fatores".

Portanto, o contato com elementos de um jardim sensorial possibilita "descortinar o mundo" para pessoas que necessitam de outras fontes de estímulo, para além daquelas rotineiras num ambiente escolar.

A ideia central do jardim sensorial é promover o encontro entre pessoas e a natureza, em que seja possível uma interação respeitosa, tanto com a pessoa que o explora, como com a própria natureza. Isso porque nesses jardins as pessoas são encorajadas a tocar, cheirar, saborear e a interagir com o ambiente ao seu redor, trazendo à tona o sentido de respeito e de responsabilidade com a natureza (Romani *et al.*, 2021, p. 170). Dessa forma, justifica-se a proposta de um modelo de jardim sensorial, instrumentado com elementos da Tecnologia Assistiva, que possa ser implantado tanto no ensino regular, quanto em instituições especializadas que atendem pessoas com deficiência.

Para facilitar a compreensão sobre os elementos da Tecnologia Assistiva propostos neste modelo de jardim sensorial, categoriza-se e apresentam-se alguns deles a seguir.

Recursos pedagógicos possíveis de serem implementados como Tecnologia Assistiva em um jardim sensorial: horta suspensa/canteiro elevado; corrimão ao redor da horta suspensa/canteiro elevado; canteiros móveis; caixas de abelhas sem ferrão; cascata de água "pedagógica"; percurso escavado no chão com diferentes elementos sensoriais etc..

Importante ressaltar que tão necessários quanto os recursos pedagógicos, são as práticas e estratégias utilizadas como Tecnologia Assistiva, para tornar possível a aprendizagem das pessoas com deficiência, incapacidade e/ou mobilidade reduzida. As estratégias e práticas propostas neste trabalho levam em consideração o trabalho intencional docente e irão depender sempre da avaliação, do planejamento e dos objetivos a serem desenvolvidos com o estudante, logo não podem ser entendidas como uma "receita" ou única possibilidade; mas, sim, como sugestões, elaboradas a partir de atendimentos e assessorias realizadas pela equipe multiprofissional do CERTA/FCEE.

Entre as estratégias e as práticas, destaca-se: identificação do espaço, dos recursos, equipamentos e espécies, utilizando placas com escrita em braille e língua brasileira de sinais; exploração inicial do espaço e avaliação de interesses dos estudantes; adoção de recursos de Tecnologia Assistiva do local para atrair a atenção; uso do espaço por pequenos grupos; possibilidade de trazer para o jardim sensorial ideias dos estudantes; integração de diferentes experiências sensoriais nas propostas a serem desenvolvidas; utilização de recursos pedagógicos disponíveis para tornar possível ao estudante agir com mais autonomia; planejamento, observação e registro da prática.

3. RESULTADOS

Implantar um jardim sensorial no campus da FCEE foi um desafio para a equipe multiprofissional do CERTA. Desafio que gerou muitas reflexões aos

profissionais, a começar pelo conceito de jardim sensorial, passando pelas questões relativas à acessibilidade e à Tecnologia Assistiva presente no espaço.

As figuras, a seguir, apresentam o projeto inicial do jardim e a atual fase, a de implementação.

Figura 01 - Projeto de paisagismo do jardim sensorial



Figura 02 - Jardim sensorial da FCEE



Além de gerar problematização e muita reflexão, a efetivação do jardim sensorial proporcionou ainda ideias para projetos futuros, que ampliam as possibilidades de uso do local, caso da capacitação, que será proposta para uso do espaço; a criação do *e-book* sobre o jardim sensorial e a iniciativa de propor espaços semelhantes em instituições educacionais do estado de Santa Catarina.

O maior desafio foi conciliar as questões financeiras com os objetivos propostos; e o mesmo se dará, acredita-se, com as instituições educacionais. Novas situações surgirão até o término do projeto que, espera-se, sejam todas

devidamente registradas e compartilhadas. Como se trata de relato acerca de um projeto em desenvolvimento, o desejo que ao final, seja possível divulgar outro estudo, com o balanço relativo ao que até aqui foi realizado.

4. CONCLUSÕES

Pretendeu-se, com este estudo, relatar descritivamente a implementação de um jardim sensorial, instrumentado com elementos de Tecnologia Assistiva, no câmpus da FCEE, bem como apresentar elementos que compõem esse espaço e sugerir a multiplicação deles em instituições de educação formal. Como se trata de relato sobre um projeto em desenvolvimento, detivemo-nos aos desafios superados até o momento.

Este trabalho, a partir do momento que detalha aspectos que só a prática, efetivamente, proporciona, contribui para o campo científico. Ao mesmo tempo, sugere ideias novas e criativas, tornando possível que pessoas com deficiência, incapacidade e/ou mobilidade reduzida adentrem espaços como um jardim sensorial e possam aprender e se desenvolver por meio dele.

O jardim sensorial deve ser pensado inclusive como uma possibilidade pedagógica nas instituições formais de educação, pois muitos estudos (Leal, 2023; Leão, 2007; Julião; Ikemoto, 2006; Silva, 2023) já comprovam os benefícios da interação entre pessoas e a natureza, explorando diferentes aspectos sensoriais. Essa ideia vai ao encontro do que defende Barros (2018, p. 1) quando aborda o "desemparedamento da infância", afirmando que crianças permanecem muitas horas confinadas na escola e muitas vezes não têm respeitado seu direito de interagir e brincar na natureza, perspectiva que também defendemos com respeito à capacitação aos profissionais de espaços formais de educação para que possam sentir-se instigados a efetivarem, igualmente, um jardim sensorial em seus locais de atuação.

Deste relato, fruto de projeto em desenvolvimento, espera-se compartilhar com a comunidade científica o balanço qualitativo de todo o processo, apresentando dados reais, informações sobre agentes facilitadores e, quem sabe, relato de outras instituições que terão por base este projeto piloto e implementarão um jardim sensorial, como espaço formativo, dentro do ambiente educacional.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE) por proporcionar espaço de pesquisa e construção de conhecimento na temática da Tecnologia Assistiva.

REFERÊNCIAS

BARROS, M. I. A. Desemparedamento da infância: a escola como lugar de encontro com a natureza. 2. ed., Rio de Janeiro: Alana, 2018.

BORGES, T. A.; PAIVA, S. R. Utilização de Jardim Sensorial como recurso didático. Revista Metáfora Educacional, n.º 7, p. 27-32, dez. 2009.

CHIMENTHI, B.; CRUZ, P. G. Jardim sensorial: um jardim deve ser possível para todos. Casa & Cia. arq., Niterói, RJ, 2007.

FARIAS, M. I. R. A utilização do jardim sensorial na APAE/PB como recurso de ensino e aprendizagem. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (Campus II - Areia PB), Areia, 2020.

GARCIA, R. M. C. A educação de sujeitos considerados portadores de deficiência: contribuições vygotskianas. Ponto de Vista, Florianópolis, v. 1, n. 1, pp. 42-46, 1999.

JULIÃO, D. P.; IKEMOTO, S. M. O direito ao lazer do deficiente visual em áreas naturais públicas e unidades de conservação. *In*: Seminário de áreas protegidas e inclusão social, 2., 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEAL, M. B. Jardim Escolar Educativo: fonte de aprendizagem interdisciplinar e estímulo por educação ambiental: instagram. 2022. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Uninter, Nova Bandeirantes, 2023.

LEÃO, J. F. M. C. Identificação, seleção e caracterização de espécies vegetais destinadas à instalação de jardins sensoriais táteis para deficientes visuais, em Piracicaba (SP), Brasil. 2007. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agicultura Luiz de Queiroz Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ROMANI, E; ARAÚJO, M. F. F. A; BARBOSA, L. C. B. Jardim Sensorial da UFRN: espaço de inclusão e sustentabilidade. Revista Projetar. Projeto e Percepção do Ambiente, v.6, n.2, maio de 2021, p. 169-178. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/23797/14240. Acesso em: 12 maio 2025.

SILVA, F. K. C. Jardim sensorial como mecanismo de inclusão no ensino fundamental. 2023. 115 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá (AM), 2023.

VYGOTSKI, L. S. Fundamentos de defectologia. Obras completas. Tomo V. Tradução: Maria Del Carmen Ponce Fernández. Ciudad de la Habbana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1995.

Understanding two-dimensional representations of human figure by people with congenital blindness in different cultural backgrounds

Piekas, Mari Ines*[1]; Marek, Bogusław[2]; Szubielska, Magdalena[3]

1 – Design Department, Federal University of Paraná, maripiekas@gmail.com
2 - Fundacja Hungry Fingers, Lublin, Poland, forblindkids@gmail.com
3 – Department of Experimental Psychology, Institute of Psychology, The John Paul II Catholic University of Lublin, magdasz@kul.pl
* - Address information: Rua General Carneiro, 460, Bairro Centro, Curitiba, Paraná, Brasil, 80060-150.

DOI 10.52050/9788579177132-41

ABSTRACT

Drawings of human figures representations are especially challenging for people with congenital blindness. This study evaluated the use of Fleximan, an innovative pedagogical resource, with children with congenital blindness in Brazil, Poland, India and Nepal. The results showed significant improvements in spatial perception and drawing ability. It is concluded that Fleximan contributes to cognitive development, social inclusion and learning, facilitating the understanding of the relationship between body, movement and graphic representation. The experience highlights the relevance of assistive technologies in the education of people with visual impairments.

Keywords: *congenital blindness, human figures drawing representations, Fleximan.*

PORTUGUESE ABSTRACT

Desenhos de figuras humanas são especialmente desafiadores para pessoas com cegueira congênita. Este estudo avaliou o uso do Fleximan, recurso pedagógico inovador, com crianças com cegueira congênita no Brasil, Polônia, Índia e Nepal. Os resultados mostraram avanços significativos na percepção espacial e na capacidade de desenhar. Conclui-se que o Fleximan contribui para o desenvolvimento cognitivo, a inclusão social e a aprendizagem, facilitando a compreensão da relação entre corpo, movimento e representação gráfica. A experiência destaca a relevância das tecnologias assistivas na educação de pessoas com deficiência visual.

Palavras-chave: cegueira congênita, representações de desenhos de figuras humanas, Fleximan.

1. INTRODUCTION

It may seem that representation of the human body should be well understood by blind persons. However, a fundamental difference exists between how we experience our body and what it looks like in a given position. While awareness of one's own body may be related to kinaesthetic imagery, understanding what a person looks like in a particular posture requires using external imagery of "watching yourself from a third-person perspective" (CALLOW, WATERS, 2005; HALL, 2001). In other words, the first perspective has more to do with the egocentric reference frame, while the second involves the allocentric reference frame, which is often linked with using visual imagery (SZUBIELSKA et al., 2024). Consequently, people with blindness may need support with understanding how the appearance of the human figure changes when performing various movements and activities (for instance, when dancing or playing sports).

Although advanced technologies exist for producing and audio-describing tactile graphics, they do not aid comprehension of drawings. The Hungry Fingers Transfograph (MAREK, 2009; SZUBIELSKA et al., 2016) effectively explains the 3-D to 2-D transition for static objects. For introducing learners with congenital blindness to tactile drawings of people (objects, whose shape changes as a result of movement), Fleximan was developed – a magnetic stick figure with bendable joints, which makes it possible to show what people look like when they engage in various activities. Understanding such drawings is crucial for development and social inclusion of children and adults with a visual impairment[1]. This report compiles observations from research in Brazil, Poland, India, and Nepal on how children with congenital blindness interpret and create drawings, fostering dialogue on the findings.

The main objectives of this report are to: investigate how people with congenital blindness understand two-dimensional representations of the human body, using the Fleximan pedagogical resource; to evaluate the effectiveness of the Fleximan in mediating the understanding of spatial and structural concepts, such as front/back and left/right, in multicultural educational contexts; to

1 Other drawing approaches for blind children, such as those by Duarte and Piekas (2013), emphasize tailored sequences and each child's graphic abilities. Duarte (2013) notes that while sighted children's human figure drawing develops in predictable stages (LUQUET, 1927; LOWENFELD, 1947), blind children require a distinct approach considering their unique perceptual modes

investigate whether cultural differences interfere with learning and results, with regard exclusively to the use of Fleximan.

2. DEVELOPMENT

Fleximan is a HUNGRY FINGERS[2] educational tool which supports the cognitive and perceptive development of children with visual impairment, especially in understanding body structure and representing human movement through tactile drawings. It serves as an intermediate link between the three-dimensional human body and its two-dimensional representation as a drawing (Figure 01).

Figure 01 - Hungry Fingers FLEXIMAN

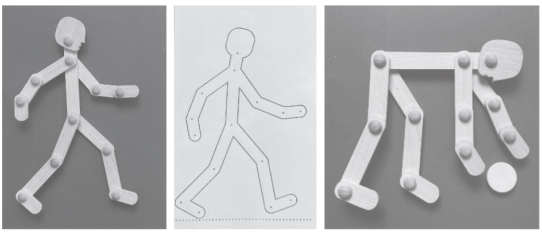


Photo: Bogusław Marek

Fleximan promotes body recognition and spatial concepts like laterality and orientation through posture imitation, spatial organization, and tactile overlays. It has three versions—front, back, and side views—offering varied perspectives. Originally plastic with magnets, the latest wooden model meets Norman's (2013) standards for tactile aids. Its effectiveness was validated in specialized educational settings and is supported by the 'Playing and Learning with Fleximan' series—three booklets with simplified tactile stick-figure illustrations (see Figure 04).

3. RESULTS

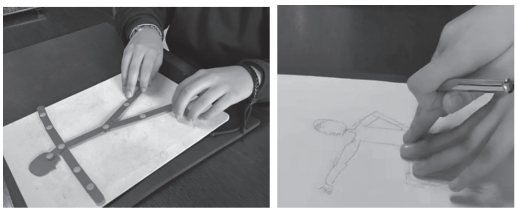
The reports below detail Fleximan's use as an accessible teaching tool for visually impaired learners in various countries and educational settings.

2 HUNGRY FINGERS. Teaching materials for blind children. https://www.hungryfingers.com/index.html.

3.1. Experience in Brazil

This qualitative report presents the use of the Fleximan (MAREK, 2009) teaching resource in drawing activities with a 16-year-old student with total visual impairment. Conducted over five years (2019–2025) in weekly Visual Arts workshops in Curitiba, the student was the only visually impaired participant in the class (Figure 02).

Figure 02 - A. C., 16 years old, using FLEXIMAN, 2025



Photos: Mari Ines Piekas

Alongside Fleximan, accessible materials and inclusive methods greatly improved the student's drawing and painting skills (PIEKAS, 2017; MARCHI, 2019). Classes covered anatomy, landscapes, and creative drawing using tactile boards, pencils, crayons, and 3D objects to teach body proportions, movement, and spatial concepts. The student exhibited work in shows for visually impaired artists. Fleximan reinforced spatial and laterality learning, supporting inclusive art and socialization. Results appear in Table 01.

Table 01 - Human figure drawings by A. C., before and after using FLEXIMAN, with ages noted

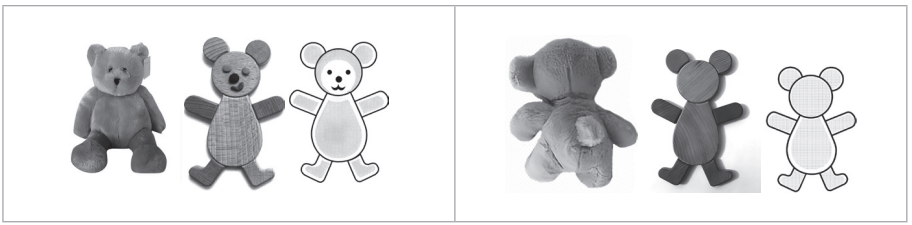
						
A. C. (10) before, 2019	A. C. (10) beginning to use Fleximan, 2019	A. C., (12) with Fleximan, 2021	A. C. (13) with Fleximan, 2022	A. C. (14) "Golfer" 2023	A. C. (15) "African native", 2024	A. C. (16) "Dancer", with Fleximan, 2025

Drawings: Collection of A. C., with her age in parentheses

3.2. Experience in Poland

In Poland, tactile diagrams are widely used from the age of seven. Introducing drawings of people starts with the Hungry Fingers Teddy Bear set. This includes a 3D teddy bear, flat magnetic puzzles, and a storybook where the teddy bear drawing emerges step by step. The puzzles bridge the 3D toy and 2D drawing, helping children grasp spatial concepts like “front”, “back”, “right” and “left” depending on the teddy bear’s orientation (Figure 03).

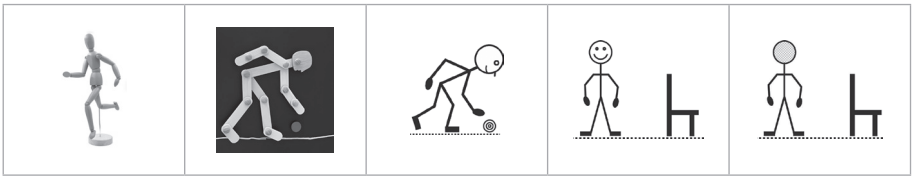
Figure 03 - The puzzles bridge the 3D toy and 2D drawing



Photos: Bogusław Marek

Stage two involves using 3D human models, Fleximan, and tactile drawings to explore spatial concepts. With practice, children understand drawings of various activities, engaging both egocentric and allocentric imagery (Figure 04).

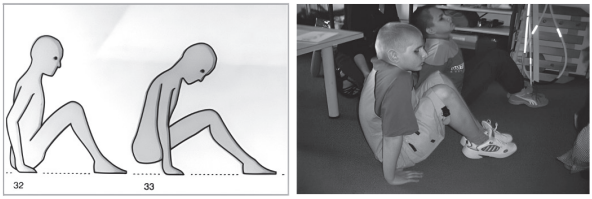
Figure 04 - 3D human models, Fleximan, and tactile drawings



Photos: Bogusław Marek

Imitating postures demonstrated by Fleximan and shown in the accompanying booklets with tactile drawings is an important part of the training (Figure 05).

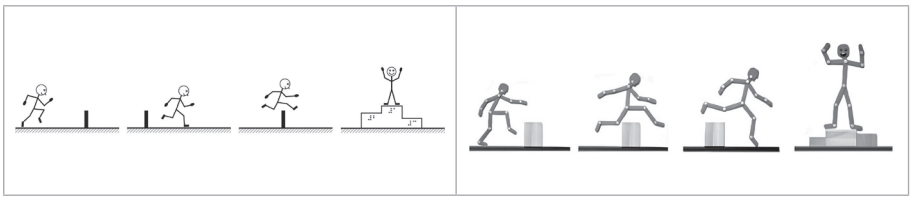
Figure 05 - Imitating postures



Photos: Bogusław Marek

Fleximan is also used to introduce children with total blindness to tactile comic strips which help understand 2-D representations of movement (Figure 06).

Figure 06 - Fleximan's Adventures



Photos: Bogusław Marek

To engage children in tactile drawing, the RNIB geometry mat and German film are used with a pen or Braille stylus. Aptitudes vary: some need help, while others, with Fleximan training, create recognizable drawings of practiced activities. Images B and C show an eight--year-old's drawing of a ski jumper (A); Image D shows the same child's (as an adult) drawing of a person walking a dog (Table 02).

Table 02 - Drawings of practiced activities

			
Image A	Image B	Image C	Image D

Photos: Bogusław Marek

3.3. Experience in India and Nepal

In India and Nepal, unlike Poland, children had no experience with representational tactile drawings. At Jothi Seva schools (Bangalore, Nongbah) in India, basic tactile graphics like geometry and maps were available, but some children at Head Nepal (Simikot) did not even understand the concept of "drawing."

This allowed testing resources for introducing congenitally blind children (ages 7–14) to graphics. Activities included work with the Transfograph, Teddy Bear set, and Fleximan. Additionally, training evaluated if drawings made during workshops reflected developmental stages observed in both blind and sighted individuals (MILLAR, 1975; KENNEDY, 1993; D'ANGIULLI, MAGGI, 2003).

No examples of Scribble stage were found. The early lines were made consciously to build confidence with drawing tools. Similarly, no Fortuitous Realism (LUQUET, 1927) instances appeared. Thus, under controlled workshop conditions, development of drawing skills began at Failed realism (poor resemblance) or Intellectual realism (based on the child's knowledge). Drawings of teddy bears and people made in pr-test (before using the teddy bear set and Fleximan) showed Failed realism: images A – B: a person; Intellectual realism: image C - teddy bear, image D - person (Table 03).

Table 03 - Drawings of a teddy bear and a person before introducing the Teddy Bear and Fleximan sets

			
Image A	Image B	Image C	Image D

Photos: Bogusław Marek

It is worth noting down that both teddy bear and person were drawn as 'toads' by an 8-year-old congenitally blind child - just as sighted 3-4-year-olds draw people. After exercises with the Teddy Bear set and Fleximan and imitation (Fig. 07), drawings showed traces of Visual Realism (LUQUET, 1927) - more detail and better recognizability, though accuracy varied. (Figure 07 and Table 04).

Figure 07 - Use of FLEXIMAN. Left: India, Right: Nepal



Photos: Bogusław Marek

Table 04 - Drawings of a teddy bear and a person before and after training with teddy bear puzzle and Fleximan

					
Teddy bear - Drawing after examining toy	Person - drawing after examining human model	Teddy bear - drawing after story and puzzle	Person - drawing after training with Fleximan	Teddy bear - drawing after comparing drawing, puzzle, and toy	Attempt to show person walking

Photos: Bogusław Marek

With specialized aids and ample chances to explore tactile drawing, children with congenital blindness achieve remarkable results, as this example from Nepal showing spatial relations like on, under, above, off, and between, with easily recognizable drawings of furniture and teddy bear (Figure 08).

Figure 08 - Drawing showing a variety of spatial relations - static and movement

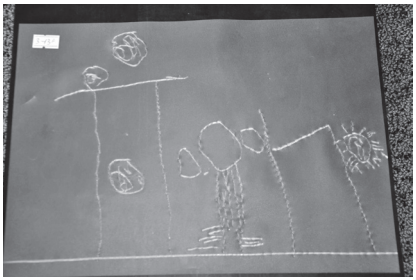


Photo: Bogusław Marek

These results reinforce the importance of inclusive pedagogical practices and provide valuable insights for the concluding reflections presented below.

4. CONCLUSION

This report examines how individuals with congenital blindness understand and create tactile drawings of people and evaluates the effectiveness of Fleximan across cultures. Fleximan, a low-tech tool, aids in linking 3D objects to 2D representations, complementing The Hungry Fingers Transfograph, which focuses only on static objects. Fleximan helps blind individuals understand body movement, fostering participation in sports, dance, and social interactions. It introduces children with congenital blindness to tactile books with collages and raised-line illustrations. The effectiveness of Fleximan was confirmed across cultures, revealing differences: Brazil and Poland emphasized its use for books with tactile illustrations and art, while India and Nepal focused on yoga and sports. The need for additional tools, like the Teddy Bear set, depended more on age and tactile experience than cultural factors.

Future efforts must focus on investigating affordable ways to promote the potential of Fleximan and accompanying tactile materials such as illustrated tactile instructions to various activities – increasing accessibility of sport, art and other social interactions of persons with a visual impairment. Fleximan can also be an inspiration to developing other assistive low-tech resources explaining difficult concepts and filling numerous gaps in blind persons knowledge and understanding of the invisible world.

ACKNOWLEDGMENTS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq-Brazil - Mari Ines Piekas - Postdoctoral Scholarship Holder - Process No. 153200/2024-3

REFERENCES

CALLOW, N.; WATERS, A. The effect of kinesthetic imagery on the sport confidence of flat race horse jockeys. *Psychology of Sport and Exercise,* v. 6, p. 443–459. 2005.

D'ANGIULLI, A.; MAGGI, S. Development of drawing abilities in a distinct population: Depiction of perceptual principles by three children with congenital total blindness. *International Journal of Behavioral Development*, v. 27, n. 3, p. 193–200. 2023.

DUARTE, M. L. B. *Desenho infantil e seu ensino a crianças cegas:* razões e método. Curitiba: Insight, 2013.

DUARTE, M. L. B.; PIEKAS, M. I. *Vocabulário pictográfico para educação inclusiva.* Curitiba: Insight, 2013.

HALL, C. R. Imagery in sport and exercise. In: SINGER, R. N.; HAUSENBLAS, H. A.; JANELLE, C. M. (eds.). Handbook of research on sport psychology. 2. ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 2001. p. 529–549.

KENNEDY, J. M. *Drawing and the blind:* Pictures to touch. New Haven, CT: Yale University Press, 1993. LOWENFELD, V.; BRITTAIN, W. L. *Creative and mental growth.* London: Macmillan Publishers, 1947. LUQUET, G.-H. *Le Dessin enfantin*. Paris: F. Alcan, 1927.

MARCHI, S. R. *Design Universal de Código de Cores Tátil*: Contribuição de Acessibilidade para Pessoas com Deficiência Visual. 2019. 252 pág. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

MAREK, B. Filling the gap: From tactile picture books to tactile graphics. In: CLAUDET, P. (ed.). *The Typhlo & Tactus Guide to Children's books with Tactile Illustrations.* Talant: LDQR, 2009. p. 85–100.

MAREK, B. Does a stone look the way it feels? Introducing tactile graphics, spatial relations and visual concepts to congenitally blind children. In: *EUROPEAN ICEVI CONFERENCE*, Cracow, 2000.

MILLAR, S. *Visual experience or translation rules?* Drawing the human figure by blind and sighted children. Perception, v. 4, n. 4, p. 363–371, 1975.

NORMAN, D. *The Design of Everyday Things.* Revised and Expanded Edition. Philadelphia: Basic Books, 2013.

PIEKAS, M. I. *Elementos da linguagem visual e ensino de desenho para crianças cegas.* 2017. 412 pág. Tese (Doutorado em Artes Visuais) – Centro de Artes, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SZUBIELSKA, M.; NIESTOROWICZ, E.; MAREK, B. Drawing without eyesight. Evidence from congenitally blind learners. Roczniki Psychologiczne / *Annals of Psychology*, v. 19, n. 4, p. 681–700. 2016.

SZUBIELSKA, M.; SZEWCZYK, M.; AUGUSTYNOWICZ, P.; KĘDZIORA, W.; MÖHRING, W. Adults' spatial scaling of tactile maps: Insights from studying sighted, early and late blind individuals. *PLoS One*, v. 19, n. 5, Article e0304008, 2024.

EIXO TEMÁTICO | Recursos Pedagógicos Escolares

RESUMO

Ensino de desenho para crianças com deficiência: estratégias inclusivas com linhas e formas geométricas básicas a partir de pictogramas

Piekas, Mari Inês[1*]; Oleques, Liane Carvalho[2]

1 - Programa de Pós-Graduação em Design, UFPR, maripiekas@ufpr.br

2 – Secretaria de Educação de Palhoça/SC, lioleques@gmail.com

* - Correspondência: Rua General Carneiro, 460, Bairro Centro, Curitiba, Paraná, Brasil, 80060-150.

Artigo aprovado e selecionado pelo comitê científico do V CBTA para a publicação na revista Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial.

RESUMO

Diante dos desafios enfrentados por crianças cegas e com deficiência intelectual no aprendizado do desenho, este estudo busca evidenciar alternativas pedagógicas inclusivas e a aplicabilidade de método de ensino do desenho para esses públicos específicos. Para isso, foram examinadas duas pesquisas em Artes Visuais que utilizam tipos de linhas e formas geométricas básicas como estratégias didáticas, conforme proposto no livro Vocabulário Pictográfico para Educação Inclusiva. Os resultados indicaram que a esquematização das formas facilitou a aprendizagem e a expressividade gráfica dos participantes. Conclui-se que tais abordagens favorecem práticas inclusivas, com potencial de aplicação nas áreas da Educação e Tecnologia Assistiva.

Palavras-chave: deficiência, ensino do desenho, tecnologia assistiva

ABSTRACT

Given the challenges faced by blind and intellectually disabled children in learning to draw, this study seeks to highlight inclusive pedagogical alternatives and the applicability of drawing teaching methods for these specific audiences. To this end, two studies in the area of Visual Arts were examined that use types of lines and basic geometric shapes as teaching strategies, as proposed in the book Pictographic Vocabulary for Inclusive Education. The results indicated that the schematization of shapes facilitated the learning and graphic expressiveness of the participants.

It is concluded that such approaches favor inclusive practices, with potential for application in the areas of Education and Assistive Technology.
Keywords: *disability, teaching drawing, assistive technology*

REALIZAÇÃO

NAPiTA
PESQUISA E INOVAÇÃO EM TECNOLOGIA ASSISTIVA

ABPTA

INCENTIVO

CNPq

ARAUCÁRIA

APOIO

HOSPITAL INC INSTITUTO DE NEUROLOGIA DE CURITIBA

Unimed

UNILEHU

SANEPAR

APOIO INSTITUCIONAL

UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

PUCPR
GRUPO MARISTA

UENP

INSTITUTO FEDERAL
Paraná

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E FAMÍLIA

COMPLEXO HOSPITALAR DO TRABALHADOR

Aliança Contra Hanseníase
INSTITUTO

Associação Paranaense de Hansenologia
APH

COMPLEXO HOSPITALAR
PEQUENO COTOLENGO

TS
TECHSOLUTION

LABERG

canal6 editora

ISBN 978-85-7917-713-2