

O DUA através da impressão 3D: ensino de artes para estudantes com TEA

Gislene Carvalho, Caroline Revay Franciosi, Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto

Universidade Federal do Paraná (UFPR -LABERG)

DOI 10.52050/9788579177255-08

RESUMO

O ensino de Arte para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) enfrenta barreiras pedagógicas que demandam recursos inclusivos e multissensoriais. Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo apresentar o processo de construção de um artefato tecnológico-pedagógico, fundamentado no Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) e materializado via impressão 3D, visando promover a acessibilidade e inclusão no ensino de arte. Para isso, adotou-se uma pesquisa aplicada e qualitativa, guiada pelo método *Design Science Research* (DSR), aprofundando-se nas fases de exploração e proposição, através de realização da conversão tridimensional modular da obra “Abaporu”, de Tarsila do Amaral. Os resultados iniciais da fabricação de três versões iterativas revelaram que peças inteiriças podem restringir a interação do aluno, enquanto módulos com encaixes convencionais apresentam fragilidade estrutural durante o manuseio. Constatou-se a necessidade de aprimoramentos mecânicos, como o uso de encaixes magnéticos, para garantir a flexibilidade tátil exigida pelo DUA. Conclui-se que o processo documentado consolida a impressão 3D como um recurso promissor e responsivo para democratizar o patrimônio cultural na educação inclusiva, exigindo experimentação material contínua previamente à validação escolar.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva. Neurodivergencia. Desenho Universal para Aprendizagem. Inclusão. Acessibilidade.

1. INTRODUÇÃO

A identificação e o diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista (TEA) tem apresentado um crescimento expressivo. Dados publicados pelo Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos (CDC) em 2022, indicam que a prevalência do autismo atingiu a marca de 1 em cada 31

crianças, aproximadamente 3,22%. É destacado que esse aumento não reflete necessariamente o surgimento de novos casos, mas sim um avanço fundamental no acesso à saúde, na melhoria dos critérios de triagem diagnóstica e em uma maior conscientização clínica e social (SHAW *et al.*, 202a wd5).

No contexto brasileiro, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou um levantamento que identificou mais de 2,4 milhões de pessoas diagnosticadas com autismo no território brasileiro, correspondendo a 1,2% da população. Porém, a taxa de escolarização equivale a 36,9%, uma proporção superior à média geral da população brasileira (24,3%). Esse cenário ocorre porque a maior parte dos diagnósticos se concentra nas idades mais jovens, especialmente entre 6 e 14 anos, que corresponde a faixa etária escolar obrigatória no país (IBGE, 2025).

Embora a educação seja um direito, sua implementação encontra obstáculos significativos de natureza estrutural e comportamental, especialmente no contexto da educação especial. Ao longo da história, esses estudantes foram alvo de práticas de segregação e exclusão no ambiente escolar. Nos dias atuais, o sistema educacional ainda lida com o problema do capacitismo, que se revela em comportamentos e ações diárias que dificultam a participação desses alunos nos espaços de aprendizado (DE MAMANN FERREIRA *et al.*, 2023). Desta forma o desafio atual ultrapassa o acesso à matrícula e concentra-se nas condições de permanência e no desenvolvimento de uma aprendizagem de fato efetiva.

No campo do ensino de Arte, tais desafios tornam-se ainda mais complexos e, simultaneamente, promissores. A Arte, enquanto linguagem sensível, expressiva e multissemiótica, apresenta um elevado potencial inclusivo, sobretudo ao possibilitar múltiplas formas de expressão, percepção e comunicação, favorecendo diferentes modos de participação dos estudantes nos processos de aprendizagem (BARBOSA, 2012; EISNER, 2008). Contudo, práticas pedagógicas pouco adaptadas, excessivamente abstratas ou fundamentadas em modelos tradicionais de ensino ainda podem restringir o acesso, o engajamento e a permanência desses estudantes nas experiências estéticas escolares, evidenciando a necessidade de recursos pedagógicos acessíveis que articulem mediação sensorial, flexibilidade curricular e estratégias inclusivas (MEYER; ROSE; GORDON, 2014). No caso de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), experiências artísticas mediadas por estímulos visuais, táteis e sensoriais podem ampliar possibilidades de interação, expressão simbólica e desenvolvimento da comunicação não verbal (CUNHA, 2020).

Nesse contexto, o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) emerge como um referencial teórico-metodológico relevante, ao propor a flexibilização das práticas educacionais por meio de um conjunto de princípios, estratégias e

ações (WATKINS; TREVIRANUS; ROBERTS, 2020). Fundamentado nas pesquisas desenvolvidas pelo Center for Applied Special Technology (CAST), o DUA visa tornar o ensino acessível e funcional para todos, partindo da convicção de que não existe um estudante padrão, e que existe a necessidade de desenvolver experiências flexíveis dentro de um ambiente de aprendizagem, favorecendo a eliminação de barreiras pedagógicas e a promoção da participação efetiva dos estudantes (MEYER; ROSE; GORDON, 2014).

De acordo com Bersch (2017), a Tecnologia Assistiva (TA) constitui uma área interdisciplinar que reúne produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços destinados a promover a funcionalidade de pessoas com deficiência. Seu objetivo central é ampliar a autonomia, a independência, a qualidade de vida e a inclusão social desses indivíduos, por meio da superação de barreiras que limitam sua participação nos diferentes contextos. Ao convergir com os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), a Tecnologia Assistiva viabiliza a oferta de múltiplas formas de representação das informações, de ação e expressão dos conhecimentos e de engajamento no processo educativo. É exatamente nessa intersecção que a impressão 3D emerge como um recurso assistivo promissor. Ao permitir a materialização de conteúdos bidimensionais em objetos tridimensionais táteis, essa tecnologia operacionaliza as diretrizes do DUA, instrumentalizando a construção de recursos pedagógicos flexíveis, capazes de atender às especificidades sensoriais e cognitivas de estudantes e promover a participação efetiva de todos na sala de aula.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, pois visa resolver um problema prático por meio da construção de um artefato tecnológico-pedagógico através da impressão 3D, adota-se uma abordagem qualitativa, por buscar compreender significados, comportamentos, sentimentos e experiências humanas. Utiliza-se como método o *Design Science Research* (DSR), pela proposta de resolução de problemas concretos por meio do desenvolvimento de artefatos capazes de promover intervenções em contextos reais (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015; PEFFERS *et al.*, 2007).

O método DSR justifica-se pela natureza desta investigação, uma vez que o estudo não se limita à compreensão de um fenômeno educacional, mas busca desenvolver um protótipo pedagógico fundamentado nos princípios do Design Universal para Aprendizagem (DUA) através de Tecnologias Assistivas (TA), destinado ao ensino de Arte para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Nesse sentido, o artefato pedagógico assume função mediadora,

sendo concebido como recurso de acessibilidade e suporte aos processos de ensino-aprendizagem em contextos inclusivos.

Embora o percurso metodológico original da DSR, proposto por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), seja estruturado em doze etapas, sua inerente flexibilidade permite adequá-lo em quatro fases macro: Exploração, Proposição, Avaliação e Conclusão. Cabe ressaltar, contudo, que o escopo deste artigo concentra-se exclusivamente nas duas primeiras fases, tendo como objetivo mapear o desenvolvimento inicial de um protótipo pedagógico criado para suprir as lacunas identificadas. Para isso realizou-se um levantamento teórico e documental acerca dos desafios encontrados na literatura, especialmente no ensino de Arte, considerando aspectos relacionados à acessibilidade pedagógica, participação, engajamento e mediação dos processos de aprendizagem.

As ações desenvolvidas articulam-se em torno das duas primeiras fases do percurso metodológico: a Exploração e a Proposição. A fase de Exploração iniciou-se com uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) em bases de dados nacionais e internacionais, com o objetivo de mapear a produção científica sobre a tradução de imagens bidimensionais (2D) para representações tridimensionais (3D) nos campos da arte, design, educação e acessibilidade. Na sequência, realizou-se uma Revisão Bibliográfica Assistemática (RBA) para o aprofundamento teórico de conceitos emergentes, como percepção tátil, design universal e prototipagem. A articulação entre a RBS e a RBA evidenciou a lacuna científica que justifica este trabalho: a ausência de metodologias estruturadas para a conversão de conteúdos 2D em experiências 3D acessíveis em contextos educacionais e artísticos.

Diante desse diagnóstico, avançou-se para a fase de Proposição, na qual foram definidos os objetivos da solução. Estabeleceu-se como meta o desenvolvimento de um protótipo pedagógico acessível, flexível e sensorialmente responsivo, idealizado para favorecer a compreensão estética e o engajamento de estudantes com TEA. Para tanto, a estrutura inicial do artefato foi fundamentada nos princípios do DUA, assegurando múltiplos meios de representação, ação, expressão e engajamento.

Outro aspecto importante, refere-se à escolha da obra “Abaporu”, de Tarsila do Amaral, como objeto de materialização tridimensional. A transposição de uma obra emblemática da arte brasileira para um recurso tátil amplia as possibilidades de acesso ao patrimônio artístico-cultural, contribuindo para práticas pedagógicas mais inclusivas e democráticas. Essa perspectiva reforça a compreensão da Arte como linguagem acessível a diferentes formas de percepção e expressão, valorizando a diversidade presente nas salas de aula contemporâneas.

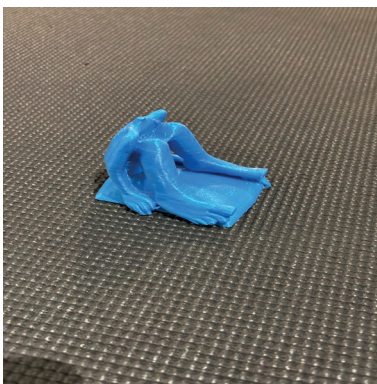
3. RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa evidenciam contribuições relevantes para o campo da educação inclusiva e do ensino de Arte, especialmente no que se refere ao desenvolvimento de práticas pedagógicas acessíveis voltadas a estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A investigação permitiu não apenas compreender um problema presente no contexto educacional, mas também conceber um artefato pedagógico, de maneira inicial.

Na etapa de identificação do problema, os resultados apontaram a persistência de barreiras pedagógicas no ensino de Arte, especialmente relacionadas à rigidez metodológica, à predominância de abordagens excessivamente abstratas e à limitada adaptação dos recursos didáticos às especificidades cognitivas, sensoriais e comunicacionais dos estudantes com TEA. O levantamento teórico evidenciou que, embora os estudantes autistas estejam cada vez mais presentes na escola regular, ainda existem lacunas significativas quanto às estratégias efetivas de permanência, participação e aprendizagem significativa no ambiente escolar.

Desta maneira, nasceu o primeiro protótipo, impresso na impressora K1 MAX - Creality, em PNL, na cor azul (Figura 1), constituindo-se em uma peça inteiriça para testar a transição do bidimensional para o tridimensional, mas apresentou um tamanho muito reduzido e a limitação de não ser divisível em partes. Como alternativa para corrigir as primeiras impressões negativas acerca do primeiro protótipo, desenvolveu-se uma segunda versão (figura 2), impressa na mesma impressora e com o mesmo material, em módulos separados, contudo, os encaixes projetados ficaram rasos e mostraram-se suscetíveis à quebra durante o manuseio.

Figura 1 - Primeira versão impressa.



Fonte: As autoras (2026).

Figura 2 - Segunda versão impressa.



Fonte: As autoras (2026).

A terceira iteração, impressa na P2S, Bambu Lab, com PLA (figura 3), modificou a estrutura para recortes em formato de “bolachas” com encaixes horizontais, mas ainda assim evidenciou fragilidades na junção final, resultando em novas quebras das peças.

Figura 3 - Terceira versão impressa.



Fonte: As autoras (2026).

A partir dessa trajetória contínua de avaliação definiu-se que a solução para a próxima etapa de consolidação do artefato envolverá o uso de encaixes magnéticos (ímãs) para garantir a durabilidade, além da necessidade apontada de aperfeiçoar o acabamento geral da superfície e incorporar as cores originais da tela da artista. Além de que, teremos nesta forma de impressão diferentes níveis de dificuldade, uma vez que poderemos ter mais junções ou menos.

Portanto o percurso de concepção relatado demonstra que o uso da impressão 3D, para a realização da abordagem do DUA, exige experimentação, manuseio e articulação, mas aponta para um alto potencial inclusivo, oferecendo um mapeamento rigoroso e subsídios projetuais consolidados para que futuras investigações realizem testes empíricos estruturados.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos reforçam a relevância da articulação entre os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) e as potencialidades da impressão 3D como estratégia para a promoção da educação inclusiva. Ao identificar barreiras pedagógicas presentes no ensino de Arte para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), a pesquisa corrobora apontamentos recorrentes na literatura, os quais destacam a necessidade de práticas mais flexíveis, multissensoriais e responsivas às diferentes formas de aprender no contexto escolar inclusivo.

A predominância de abordagens centradas na abstração e em representações exclusivamente visuais pode limitar a participação de estudantes autistas, especialmente daqueles que apresentam necessidades específicas relacionadas ao processamento sensorial, à comunicação e à compreensão de conceitos espaciais. Nesse sentido, os resultados observados convergem com os pressupostos do DUA, que defendem a oferta de múltiplas formas de representação, ação, expressão e engajamento. A exploração tátil da obra “Abaporu”, por exemplo, materializa essa diretriz ao permitir que o aluno compreenda concretamente a relação entre as partes da obra e suas proporções características, superando a barreira da bidimensionalidade.

Sob a perspectiva metodológica do *Design Science Research* (DSR), em suas fases iniciais, o processo de observação, refinamento e readequação do protótipo permitiu identificar limitações e potencialidades fundamentais ao longo da execução. A fragilidade estrutural observada nas primeiras iterações evidenciou que falhas materiais podem atuar como gatilhos de desregulação ou frustração motora para estudantes com TEA. Assim, o direcionamento para o uso de encaixes magnéticos desponta não apenas como um aprimoramento técnico, mas como uma adequação pedagógica que garante o *feedback* tátil e a autonomia exigidos pelo DUA. Esse resultado demonstra a viabilidade da utilização da impressão 3D como recurso pedagógico acessível, reforçando o entendimento de que práticas inclusivas demandam constante adaptação estrutural às singularidades dos sujeitos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram constatar que a elaboração do protótipo possibilitou refletir sobre formas alternativas de representação do conhecimento artístico, favorecendo abordagens mais concretas, multissensoriais e acessíveis, em consonância com os pressupostos do DUA.

A utilização do método *Design Science Research* (DSR) mostrou-se adequada aos objetivos da investigação, uma vez que possibilitou a compreensão do problema, o desenvolvimento do artefato e a realização de sucessivos processos de avaliação e refinamento material. Nesse sentido, o estudo evidencia que a construção de soluções educacionais inclusivas demanda um movimento contínuo de análise, adaptação e aperfeiçoamento, considerando as especificidades dos contextos escolares e das necessidades dos estudantes.

A materialização tridimensional da obra “Abaporu”, de Tarsila do Amaral, demonstrou o potencial da impressão 3D para ampliar o acesso ao patrimônio artístico-cultural, oferecendo novas possibilidades de interação, exploração tátil e compreensão espacial. Embora não tenha sido realizada uma validação experimental com estudantes, o artefato desenvolvido apresenta potencial para contribuir com práticas pedagógicas mais inclusivas, especialmente no atendimento às demandas de alunos que se beneficiam de recursos concretos e multissensoriais.

Como limitações da pesquisa, destaca-se a ausência de aplicação direta do protótipo em contextos escolares e a inexistência de avaliações sistemáticas junto a estudantes e professores. Dessa forma, os resultados devem ser compreendidos como indicativos preliminares das possibilidades oferecidas pela proposta desenvolvida.

Conclui-se que a impressão 3D, quando fundamentada nos princípios do DUA, consolida-se como um recurso pedagógico potente para democratizar o ensino de Arte, especialmente para estudantes com TEA. Embora os resultados apresentados sejam de caráter inicial e projetual, eles fornecem evidências e subsídios metodológicos concretos para que futuras investigações avancem para a validação empírica nas escolas, avaliando o impacto direto desses artefatos tridimensionais no engajamento e na aprendizagem inclusiva.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Ana Mae. *A imagem no ensino da arte: anos oitenta e novos tempos*. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2012.

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

CUNHA, Eugênio. *Autismo e inclusão: psicopedagogia e práticas educativas na escola e na família*. 8. ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2020.

DE MAMANN FERREIRA, Simone; GESSER, Marivete; LETÍCIA KEMPFER BÖCK, Geisa; CARVALHO LEANDRO, Gabriel. *A produção científica sobre capacitismo na educação básica: uma revisão integrativa de literatura*. Revista Portuguesa de Educação, [s. l.], v. 36, n. 1, p. e23022, 2023. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/27998>. Acesso em: 15 abr. 2026.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. *Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EISNER, Elliot W. *O que pode a educação aprender das artes sobre a prática da educação?* Currículo sem Fronteiras, v. 8, n. 2, p. 5-17, jul./dez. 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2022 identifica 2,4 milhões de pessoas diagnosticadas com autismo no Brasil*. Agência de Notícias IBGE, Rio de Janeiro, 23 maio 2025. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/43464-censo-2022-identifica-2-4-milhoes-de-pessoas-diagnosticadas-com-autismo-no-brasil>. Acesso em: 27 maio 2026.

MEYER, Anne; ROSE, David H.; GORDON, David. *Universal Design for Learning: theory and practice*. Wakefield: CAST Professional Publishing, 2014.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A.; CHATTERJEE, S. *A design science research methodology for information systems research*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESIGN SCIENCE RESEARCH IN INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY, 1., 2007, Pasadena. Proceedings [...]. Pasadena, CA, 2007.

SHAW, K. A. *Prevalence and early identification of autism spectrum disorder among children aged 4 and 8 years*. Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 16 Sites, United States, 2022. MMWR. Surveillance Summaries, v. 74, n. 2, 17 abr. 2025.

WATKINS, Caren; TREVIRANUS, Jutta; ROBERTS, Vera. *Inclusive Design for Learning: creating flexible and adaptable content with learners*. Ontario: Inclusive Design Research Centre (IDRC), 2020.