A IMPRESSÃO 3D NA EDUCAÇÃO BÁSICA: DISCUSSÕES E POTENCIALIDADES

Diego Alves RIBEIRO

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Carla Cristina Reinaldo Gimenes de SENA

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Barbara Gomes Flaire JORDÃO

Universidade Federal do ABC

Waldirene Ribeiro do CARMO

Universidade de São Paulo

Eixo 06 - Tecnologias e Cultura Digital na Educação

alves.ribeiro@unesp.br

Palavras-chave: Impressão 3D. Recursos Didáticos. Tecnologia na Educação.

Resumo

O seguinte trabalho aborda o uso das tecnologias no ensino, com foco para o uso da impressão 3D, como um recurso pedagógico de mediação da aprendizagem, contribuindo para tornar o ensino mais dinâmico, inclusivo e próximo da realidade dos estudantes. Com essa tecnologia é possível produzir recursos didáticos personalizados, facilitando a compreensão de conteúdos abstratos por meio de modelos concretos. Este artigo apresenta uma breve análise da produção científica de diferentes autores que investigam as potencialidades da impressão 3D no contexto educacional, sintetizando os principais resultados alcançados, as contribuições identificadas e os desafios ainda existentes para sua implementação e consolidação. O uso dessa tecnologia aliada à outras pensando na produção de recursos multissensoriais, amplia suas possibilidades pedagógicas e favorece práticas mais inclusivas. No contexto da educação de pessoas com deficiência visual, essa integração possibilita a elaboração de materiais que articulam diferentes estímulos sensoriais, como informações táteis, sonoras e digitais, promovendo maior autonomia na exploração dos conteúdos, ampliando o acesso às representações espaciais e contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e equitativa. Conclui-se que a impressão 3D possui grande potencial para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, especialmente quando associada à produção de recursos multissensoriais e acessíveis. Entretanto, seu uso depende de formação técnica adequada, planejamento pedagógico e integração consciente às práticas educacionais, não substituindo os métodos tradicionais de ensino.

Palavras-chave: Impressão 3D. Recursos Didáticos. Tecnologia na Educação.

1. A inserção da tecnologia no ensino

As transformações ocorridas na sociedade, especialmente com o avanço das novas tecnologias, têm provocado mudanças constantes no contexto escolar. Segundo Soares e Santos (2013), a integração ao mundo tecnológico, midiático e informacional constitui uma exigência e um direito daqueles que atuam na educação. Nesse sentido, Kenski (2015) destaca que as transformações tecnológicas impõem novas formas de ensinar e aprender, além de influenciarem a organização das práticas educativas e a maneira como os conteúdos são trabalhados, exigindo que o professor repense sua prática docente e utilize as tecnologias como recursos pedagógicos.

Portanto, a questão não está relacionada à implementação ou não das novas tecnologias, mas à forma como elas serão implementadas e à maneira como o conteúdo será pensado a partir delas, pois, segundo Côrtes (2009):

> Atualmente, não podemos mais adiar o encontro com as tecnologias; passíveis de aproveitamento didático, uma vez que os alunos voluntários e entusiasticamente imersos nestes recursos – já falam outra língua, pois desenvolveram competências explicitadas para conviver com elas. (CÔRTES, 2009, p. 18).

O uso das tecnologias, por si só, não representa uma mudança pedagógica. Quando utilizadas apenas como suporte para a aula, elas não cumprem plenamente seu papel, sendo necessário que atuem como mediação da aprendizagem. Moran, Masetto e Behrens (2007) afirmam que muitas aulas convencionais, baseadas na exposição do professor, em que o conhecimento é transmitido e os alunos decoram os conteúdos para as provas, encontram-se ultrapassadas. Os autores destacam ainda que, se ensinar dependesse apenas das tecnologias, melhores soluções já teriam sido encontradas. Embora sejam importantes, as tecnologias não resolvem, sozinhas, as questões fundamentais que precisam ser trabalhadas.

Para Moraes e Varela (2006), mais importante do que o simples acesso à tecnologia é a criação de novos ambientes de aprendizagem e de novas dinâmicas sociais a partir do uso desses recursos didáticos. Nesse contexto, a inserção de novas tecnologias no ambiente escolar não garante, por si mesma, a aprendizagem. Monero e Pozo (2010) afirmam que não se trata apenas de reciclar os conteúdos trabalhados em sala de aula com a introdução do computador, mas sim de promover uma mudança epistemológica.

Segundo Santos e Reis (2015), quando utilizadas adequadamente como recursos pedagógicos, as tecnologias podem auxiliar na superação das dificuldades encontradas pelos alunos e, consequentemente, favorecer a inclusão escolar. Além de tornar o ensino mais atrativo e mais alinhado ao cotidiano dos estudantes, o uso da tecnologia em sala de aula pode colaborar de forma significativa para o desenvolvimento de uma educação mais inclusiva, ao oferecer as mesmas oportunidades de aprendizagem a todos os alunos por meio de técnicas e materiais adaptados.

No âmbito da Educação Especial, essa perspectiva torna-se ainda mais relevante, pois a utilização de tecnologias assistivas e recursos didáticos acessíveis amplia as possibilidades de participação dos estudantes público-alvo da educação especial nas atividades escolares. Entre essas tecnologias, destaca-se a impressão 3D, que permite produzir materiais personalizados capazes de atender diferentes necessidades educacionais específicas, tais como as apresentadas pelas pessoas com deficiência visual.

2. A prototipagem rápida e a impressão 3D

A impressão 3D é uma tecnologia de manufatura aditiva que possibilita a produção de objetos físicos a partir de modelos digitais, por meio da deposição sucessiva de material em camadas (FORD, 2014). Inserida no campo da fabricação digital, essa tecnologia integra processos produtivos baseados em projetos desenvolvidos digitalmente e executados com o auxílio de sistemas computacionais (SEELY, 2004). Entre esses processos, destaca-se a prototipagem rápida, definida como o conjunto de técnicas destinadas à fabricação de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais (ALENCAR, 2004). De acordo com Busswell et al. (2007), a denominação "rápida" refere-se à automação do processo produtivo, reduzindo significativamente a necessidade de intervenção humana durante a fabricação.

De acordo com Volpato et al. (2007), um dos grandes diferenciais da prototipagem rápida é a facilidade de automatização, uma vez que dispensa moldes e ferramentas, minimizando a intervenção do operador durante o processo. Nesse sentido, Chicca Júnior (2017) afirma que a impressão 3D se apresenta como uma técnica de prototipagem rápida que possibilita a criação de objetos complexos impossíveis de serem produzidos pelos processos tradicionais de fabricação.

Embora a impressão 3D tenha se popularizado recentemente, sua história teve início em 1980, com Hideo Kodama, que desenvolveu um sistema de prototipagem rápida utilizando luz ultravioleta para formar peças em camadas, mas não conseguiu

registrar sua patente. Em 1984, Charles W. Hull patenteou a técnica de estereolitografia (SLA) e, posteriormente, fundou a 3D Systems, considerada a primeira empresa de impressão 3D do mundo (WOHLERS; GORNET, 2016).

Segundo Silva et al. (2021), após a invenção da estereolitografia surgiram diferentes métodos de impressão 3D, como fused deposition modeling (FDM), selective laser sintering (SLS) e direct metal laser sintering (DMLS), entre outros. Em 1989, Steven Scott Crump patenteou a primeira impressora baseada no método Fused Deposition Modeling (FDM), que, de acordo com Huang et al. (2013), funciona pela deposição de camadas de material termoplástico que endurecem ao entrar em contato com uma plataforma em temperatura inferior.

O método FDM passou por uma grande popularização nos últimos anos. Uma das principais razões para isso foi a expiração da patente dessa tecnologia em 2009, fator que impulsionou seu desenvolvimento, ampliou a acessibilidade e permitiu a criação de diversas impressoras de baixo custo. Além disso, o FDM possibilita a fabricação de peças resistentes, dependendo do material utilizado, com maior vida útil, estabilidade dimensional, precisão e repetibilidade.

A tecnologia de impressão tridimensional permitiu ao ser humano desenvolver objetos sob medida, de alta ou baixa complexidade, sendo introduzida em diferentes níveis nos meios industrial e doméstico. Dessa forma, tornou-se possível imprimir peças, maquetes e moldes em residências, com baixo custo de produção (SANTOS, SILVA, SZESZ JUNIOR, 2020, p. 2).

Segundo Cosetti (2018), os materiais utilizados na impressão 3D por FDM variam conforme o objeto a ser produzido, abrangendo desde plásticos como ABS e PLA até materiais capazes de simular tecidos humanos. De acordo com Chicca Júnior (2017), o ABS apresenta maior resistência e flexibilidade em relação ao PLA, embora exija maiores cuidados durante o processo de impressão.

Os modelos destinados à impressão 3D geralmente utilizam o formato STL, que, segundo Negromonte (2017), é construído por meio da junção de linhas e polígonos. Esses modelos podem ser criados em softwares CAD (Computer Aided Design ou Desenho Manipulado por Computador) ou obtidos a partir da reprodução de objetos existentes. Após isso, são inseridos em softwares fatiadores, responsáveis por dividir o modelo em camadas que serão sobrepostas pela impressora durante a fabricação do objeto.

Segundo Mello (2017), a atuação dessa tecnologia é extremamente abrangente, podendo ser aplicada desde a produção de objetos voltados à educação até peças destinadas aos setores automotivo e aeroespacial, além de aplicações na área da saúde, contribuindo para transformar o campo dos diagnósticos e das cirurgias.

Essas características tornam a impressão 3D especialmente interessante para a produção de recursos didáticos acessíveis, pois permitem fabricar objetos personalizados, adaptados às necessidades de estudantes com deficiência visual, respeitando características táteis, dimensões e níveis de detalhamento adequados à exploração manual.

3. A impressão 3D no ensino

O avanço das tecnologias digitais tem promovido mudanças significativas nas práticas pedagógicas, ampliando as possibilidades de produção de recursos didáticos e de desenvolvimento de metodologias mais ativas, colaborativas e inclusivas. Entre essas tecnologias, a impressão 3D destaca-se por permitir a materialização de conceitos abstratos em modelos físicos, favorecendo a experimentação, a visualização e a manipulação de objetos durante o processo de ensino-aprendizagem. Sua utilização em diferentes níveis e áreas do conhecimento tem contribuído para aproximar teoria e prática, estimular a criatividade e a resolução de problemas e ampliar as possibilidades de acesso ao conhecimento, especialmente quando integrada a propostas educacionais inovadoras, como a abordagem proposta pelo modelo STEAM. O modelo STEAM, segundo Yakman e Lee (2012), constitui um paradigma educacional que integra diferentes disciplinas e utiliza a arte e a tecnologia no desenvolvimento de soluções inovadoras, incluindo a impressão 3D como uma de suas metodologias. Nesse contexto, as impressoras 3D vêm sendo utilizadas na educação como ferramentas para potencializar o ensino e produzir recursos didáticos. Para Souza (2007), recurso didático corresponde a todo material utilizado como auxílio no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Nunes e Chaves (2015), ao considerar as especificidades e particularidades de cada discente em seus diferentes contextos escolares, a inovação educacional por meio do uso de tecnologias digitais, como a impressora 3D, representa uma ação pedagógica necessária na busca pela reformulação do processo de ensino-aprendizagem.

Para Slavkovsky (2012), a representação de objetos tridimensionais não é exclusividade dos tempos atuais, uma vez que educadores utilizam modelos elaborados em três dimensões e produzidos com diferentes materiais há séculos. O autor destaca

ainda que o objeto físico proporciona uma compreensão diferenciada em relação ao objeto virtual, cuja abstração, dependendo de sua complexidade, pode se tornar quase impossível.

Nesse sentido, a impressora 3D vem sendo utilizada na educação como uma ferramenta capaz de potencializar o processo de ensino, como afirmam Teodoro e Lopes (2013):

> A evolução acontece de forma constante e com ela vêm novidades que se adequarão à classe dos ferramentais educacionais. As formas de interação tomarão outros enfoques, tornando os conteúdos cada vez mais acessíveis, compreensíveis e ilustráveis. Algumas ferramentas que ampliam os conceitos de modelagem e tridimensionalidade palpáveis são os scanners e as impressoras 3D. No caso da impressora, reproduzindo, por meio de um software, um projeto estrutural desenvolvido pelo usuário em ambiente virtual, trazendo-o ao ambiente físico (TEODORO; LOPES, 2013, p. 98).

De acordo com Blikstein (2013), o grande diferencial dos objetos desenvolvidos por meio da impressora 3D está na qualidade, possibilitando sua utilização em testes reais e funcionais. Outro importante diferencial desse modo de produção é a possibilidade de realizar tiragens reduzidas ou até mesmo únicas, atendendo às demandas específicas de cada escola.

No caso de materiais destinados a estudantes que necessitam explorá-los por meio do tato com frequência, como pessoas com cegueira (ausência de visão) ou baixa visão (visão residual), a impressão 3D apresenta vantagens significativas. Enquanto estudantes com cegueira dependem predominantemente da exploração tátil dos materiais, estudantes com baixa visão podem se beneficiar da combinação entre elementos visuais ampliados e recursos tridimensionais, favorecendo uma abordagem multissensorial. A tecnologia possibilita a produção de mapas táteis, modelos de células, formas de relevo e diversos objetos tridimensionais com maior resistência e durabilidade, suportando o manuseio contínuo sem comprometer suas características táteis. Essas propriedades tornam a impressão 3D uma alternativa promissora para a produção de recursos didáticos acessíveis, favorecendo a aprendizagem por meio da exploração tátil e ampliando as possibilidades de participação dos estudantes no ensino.

Nas Salas de Recursos Multifuncionais, a impressão 3D amplia as possibilidades de criação de materiais personalizados, adaptados às necessidades específicas de cada estudante e aos objetivos pedagógicos definidos pelo Atendimento Educacional Especializado (AEE). Além de reduzir a dependência de materiais comerciais, permite que professores desenvolvam recursos de forma mais rápida, flexível e com menor custo de reposição. Assim, deixa de existir a necessidade de produzir peças em grande

escala e em série, tornando possível a criação de materiais personalizados destinados a testes ou ao uso final (PUPO, 2008, p. 53).

Sob a perspectiva do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), a impressão 3D amplia a acessibilidade ao currículo ao possibilitar múltiplas formas de representação dos conteúdos. Ao produzir recursos tridimensionais e táteis, favorece a aprendizagem de estudantes com diferentes necessidades educacionais específicas, reduz barreiras de acesso ao conhecimento e contribui para a construção de ambientes educacionais mais inclusivos e equitativos.

Ribeiro et al. (2025) afirmam que o potencial das impressoras 3D vem se ampliando de maneira significativa. Entretanto, os autores destacam que essa tecnologia não deve ser compreendida como um fim em si mesma, mas como uma ferramenta adicional para a produção de recursos por professores e alunos.

Em articulação ao momento de popularização das impressoras 3D, observa-se um cenário mundial marcado pela ampla disponibilidade de conhecimentos nos meios digitais, pela facilidade de troca de experiências entre as pessoas, principalmente por meio das redes sociais, pela presença de hardwares de baixo custo, pela utilização de softwares livres, pela computação em nuvem para armazenamento de dados e por interfaces de programação computacionais mais intuitivas (ONISAKI; VIEIRA, 2019, p. 129).

Para Tamir et al. (2022), as incertezas qualitativas ainda representam desafios comuns relacionados à impressão 3D. Os autores ressaltam que, para garantir a qualidade da impressão, é importante estudar os parâmetros responsáveis pelos erros e buscar minimizar seus efeitos. Portanto, Ribeiro e Torres (2024) ressaltam a necessidade de formação técnica especializada para que os professores consigam não apenas operar as máquinas, mas também elaborar materiais pedagogicamente eficazes. Isso ocorre porque a inserção dessa tecnologia no ambiente escolar exige uma quantidade significativa de horas de estudo tanto para professores quanto para alunos, além da necessidade de soluções criativas para as questões trabalhadas. Dessa maneira, o uso desses equipamentos demanda tempo de estudo e aperfeiçoamento, seja pela utilização direta dos recursos em sala de aula, envolvendo professores e estudantes, seja de forma indireta, por profissionais responsáveis pela elaboração dos materiais.

Apesar dos desafios impostos pela utilização da tecnologia de impressão 3D, como o custo das máquinas, dos materiais, o tempo necessário para produção e a exigência de conhecimento técnico prévio, permanece válida a exploração dessa ferramenta no contexto educacional. Isso ocorre devido à sua capacidade de colaborar com o processo de ensino, possibilitando a dinamização de práticas tradicionais e

contribuindo para reduzir a abstração dos conteúdos por meio da representação de locais e objetos reais. Basniak e Liziero (2017, p. 452) destacam que a impressora 3D pode ser compreendida como uma ferramenta para a construção de recursos didáticos, cujo uso em sala de aula pode ocorrer de forma indireta, por meio de materiais previamente impressos.

Estudos como os do Department for Education (2013), relacionados à impressão de modelos matemáticos, e os de Knill e Slavkovsky (2013), com provas físicas baseadas nos métodos de Archimedes, evidenciam o potencial da impressão 3D para o processo de ensino-aprendizagem em diferentes disciplinas. Nesse contexto, torna-se possível reproduzir artefatos e utilizá-los em sala de aula, como discutido por Aguiar (2016) no ensino de Ciências para a produção de experimentos. As disciplinas de Artes e História também podem se beneficiar dessa tecnologia, conforme demonstrado por Onisaki e Vieira (2019) na produção de modelos arquitetônicos em escala e de representações de esculturas famosas.

Devido à natureza personalizável da impressão 3D, é possível produzir recursos capazes de atender às necessidades específicas de diferentes usuários. Segundo Pinzetta e Frosch (2019), o desenvolvimento de recursos adaptados por meio da impressão 3D proporciona experiências sensório-motoras importantes para o desenvolvimento dos sentidos remanescentes de estudantes com deficiência visual, configurando-se como uma ferramenta relevante para a construção do sistema de significação.

Estudos como os de Faria (2019) e Araújo (2018) demonstram o potencial da impressão 3D na produção de recursos adaptados, como mapas táteis e símbolos cartográficos voltados a pessoas com deficiência visual. Da mesma forma, pesquisas desenvolvidas por Araujo e Santos (2015), Alves (2018), Sánchez et al. (2020) e Palaio, Almeida e Patreze (2018) evidenciam a utilização da impressão 3D na produção de recursos adaptados para pessoas cegas ou com baixa visão, abrangendo áreas como Artes, Astronomia e Ciências. Ribeiro (2024), por sua vez, desenvolveu uma coleção de maquetes topográficas adaptadas e avaliou sua eficácia pedagógica por meio de aplicações e reformulações contínuas junto a professores e estudantes da educação básica.

Pinho (2021) afirma que a tecnologia de impressão 3D pode romper limitações enfrentadas por pessoas com deficiência visual, além de auxiliar no ensino de alunos videntes e com baixa visão por meio de modelos didáticos produzidos em diferentes escalas e proporções. Dessa forma, espera-se que a área educacional se expanda com a utilização dessa tecnologia, contribuindo para uma sociedade mais inclusiva e para a ampliação da produção do conhecimento.

4. Conclusões

Este artigo analisou as potencialidades da impressão 3D como recurso didático na Educação Básica, evidenciando que essa tecnologia amplia as possibilidades de produção de materiais pedagógicos ao permitir a criação de recursos personalizados, contextualizados e adequados às diferentes demandas de ensino e aprendizagem. Além da utilização de modelos digitais já disponíveis, a modelagem tridimensional possibilita que escolas e professores desenvolvam seus próprios materiais, favorecendo a produção de recursos específicos para diferentes conteúdos e realidades educacionais.

Os resultados indicam que a impressão 3D constitui um recurso promissor para o ensino por possibilitar a produção sob demanda, o baixo custo de reprodução, a elevada precisão na representação de modelos científicos e a confecção de objetos tridimensionais que contribuem para tornar conceitos abstratos mais concretos e compreensíveis. Essas características ampliam as possibilidades de construção de materiais didáticos acessíveis, especialmente para estudantes com deficiência visual, ao favorecer a exploração tátil e a compreensão de conteúdos que, tradicionalmente, dependem de representações exclusivamente visuais.

Entretanto, a impressão 3D não deve ser compreendida como substituta das técnicas tradicionais de produção de recursos didáticos, mas como uma tecnologia complementar que amplia as possibilidades de representação e de mediação da aprendizagem. Seu potencial educativo depende da integração com práticas pedagógicas planejadas, da formação dos professores e da adequação dos materiais aos objetivos de ensino e às necessidades dos estudantes.

Conclui-se, portanto, que a impressão 3D representa uma importante inovação para a Educação Básica ao favorecer a produção de recursos didáticos mais flexíveis, acessíveis e alinhados aos princípios da educação inclusiva. Nesse sentido, recomenda-se que futuras pesquisas investiguem os impactos da utilização desses materiais nos processos de ensino e aprendizagem em diferentes componentes curriculares e contextos educacionais, bem como explorem estratégias de formação docente que ampliem o uso pedagógico dessa tecnologia nas escolas.

5. Referências bibliográficas

AGUIAR, L. D. C. D. Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 2016.

ALENCAR, F. de. A Virtualidade no Projeto do Produto e a Prototipagem Rápida no Design. In: 6o. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo, 2004.

ALVES, I. O. M. Kit de complementação pedagógica para crianças deficientes visuais utilizando a tecnologia de impressão 3D. 2018, 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Comunicação Visual Design) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

ARAUJO, N. S. Desenvolvimento de símbolos para mapa tátil indoor a partir de impressora 3D. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal Da Bahia, Salvador, Bahia, 2018.

ARAUJO, M. D. X.; SANTOS, D. M. dos. Fotografia Tátil: desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressora 3D. Revista Brasileira de Design da Informação - Infodesign, São Paulo, v. 12, n. 1, 2015.

BASNIAK, M. I.; LIZIERO, A. R. A IMPRESSORA 3D E NOVAS PERSPECTIVAS PARA O ENSINO: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos. Revista Observatório, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 445–466, 2017.

BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. Stanford: Stanford University, 2013;

BUSWELL, R. A.; SOAR, R. C.; GIBB, A. G. F.; THORPE, A. Freeform construction: mega-scale rapid manufacturing for construction. In: Automation in construction, n.16, 2007. p.224-231.

CHICCA JÚNIOR, N. A. A integração da impressora 3D FDM no processo ensino-aprendizagem da prática projetual de design. 2017. Tese (Doutorado) - Design, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Recife, 2017.

CORTÊS, H. A importância da tecnologia na formação de professores. Revista Mundo Jovem, Porto Alegre, n. 394, março de 2009, p.18;

COSETTI, Melissa C. Como funciona uma impressão 3D. Tecnoblog, 2018. Disponível em: https://tecnoblog.net/responde/como-funciona-impressora-3d/. Acesso em 17 de abril de 2026;

DEPARTMENT FOR EDUCATION. 3D printers in schools: uses in the curriculum. Enriching the teaching of STEM and design subjects. United Kingdon. 2013, 24p.

FARIA, I. S. S. Geração de mapa tátil da UFRRJ em impressora 3D FFF para orientação e navegação de pessoas com deficiência visual. 2019. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica) - UFRRJ. Seropédica, 2019.

FORD, S. Additive manufacturing technology: Potential Implications for U.S. Manufacturing Competitiveness. Journal of International Commerce & Economics, p. 1-35, 2014;

HUANG, P. H.; LIU, P.; MOKASDAR, A.; HOU, L. Additive manufacturing and its societal impact: a literature review. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 67, n. 5-8, p. 1191-1203, 2013;

KENSKI, V. Educação e Internet no Brasil. Cadernos Adenauer. XVI. 133, 2015;

KNILL, O.; SLAVKOVSKY, E. Thinking like Archimedes with a 3D printer. arXiv, arXiv:1301.5027, 2013;

MELLO, S. T. Influência do tipo e da técnica de aplicação de agente infiltrantes na resistência mecânica de componentes produzidos por manufatura aditiva (3DP). Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017.

MONEREO, C; POZO, J. I. O aluno em ambientes virtuais: condições, perfil e competências. In: COLL C. & MONEREO C. Psicologia da Educação Virtual. São Paulo: Artemed, 2010;

MORAES, C.R., VARELA, S. A motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem, 2006.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (Ed.). Novas tecnologias e mediações pedagógicas. 13. ed. São Paulo: Papirus, 2007;

NEGROMONTE, Emanuel. Explicando o formato de arquivo STL para impressões em 3D. 2017. Disponível em: https://sempreupdate.com.br/o-que-e-formato-de-arquivo-stl-para-impressoes-em-3d/. Acesso em: 06 de março de 2026;

NUNES, J. B. C.; CHAVES, J. B. Tecnologias digitais na educação superior: a analítica da aprendizagem e a Didática. In: CAVALCANTE, M. M. D.; SALES, J. A. M. de; FARIAS, I. M. S. de; LIMA, M. S. L. (Org.). Didática e prática de ensino: diálogos sobre a escola, a formação de professores e a sociedade. 1ed.Fortaleza: EdUECE, 2015, v. 4, p. 347-358.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. B. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. REVISTA DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE ENSINO TECNOLÓGICO, v. 5, p. 128-137, 2019.

PALAIO, S. C. S.; ALMEIDA, M. V. L.; PATREZE, C. M. Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências. Revista ENCITEC, v. 8, n. 3, 2018.

PINHO, F. V. A. A utilização da impressão 3d na educação de alunos portadores de deficiência visual. E-book VII CONEDU (Conedu em Casa) - Vol 02. Campina Grande: Realize Editora, 2021. p. 506-519.

PINZETTA, P.; FROSCH, R. Produção maker de material pedagógico com impressora 3D para pessoas com deficiência visual. In: PEROVANO, L. P; MELO, D. C. F. (Org.). Práticas Inclusivas: saberes, estratégias e recursos didáticos. 1. ed. Campos dos Goytacazes - Rj: Brasil Multicultural, 2019.

PUPO, R. T. A inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto: um novo desafio para o ensino de arquitetura. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

RIBEIRO, D. A. Produção de recursos didáticos inclusivos para o ensino de geografia por meio da impressão 3D. 2024. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

RIBEIRO, D. A.; TORRES, E. C. Impressão 3D na produção de recursos didáticos inclusivos para o ensino de geografia. Revista Geoaraguaia, v. 14, p. 1-21, 2024.

RIBEIRO, D. A.; SENA, C. C. R. G.; CARMO, W. R.; JORDAO, B. G. F. Development and production of an inclusive didactic resource for the introduction to the use of maps through 3D printing. In: 32nd International Cartographic Conference, Vancouver. Advances in Cartography and GIScience of the ICA, v. 5, p. 1, 2025.

SÁNCHEZ, A. H.; SÁNCHEZ, C. E. T.; SANCHEZ, J. M. M.; MORENO, L. G. C. Modelos hápticos 3D para crianças com deficiência visual. Uma abordagem à cidade histórica. Bitácora Urbano Territorial, 30 (II): 47-60, 2020.

SANTOS, T. P.; REIS, M. B. F. Educando na diversidade: o uso das tecnologias e a inclusão escolar. In: XII Congresso Nacional de Educação (EDUCERE), 2015, Curitiba. Anais do XII Congresso Nacional de Educação - EDUCERE, 2015. v. 1. p. 5312-5326;

SANTOS, T. R.; SILVA, S. C. R.; SZESZ JUNIOR, A. O Uso De Impressora 3D Na Inclusão De Deficientes Visuais Na Educação Matemática. In: XXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR (SICITE), 2020, Toledo. Anais do XXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR (SICITE), 2020.

SEELY, J. C. K. Digital fabrication in the architectural design process. 2004. 77 f. Dissertação (Master of Science in Architecture Studies) – Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Architecture, Massachusetts, 2004.

SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R.; BENITEZ, L. B.; KAUFMANN, E. A. Impressão 3D: Análise da Evolução e Seus Impactos no Mundo Científico. REVISTA FSA (FACULDADE SANTO AGOSTINHO), v. 18, p. 124-144, 2021;

SLAVKOVSKY, E. A. Feasibility Study For Teaching Geometry and Other Topics Using Three-Dimensional Printers. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Harvard, Cambridge, USA, 2012;

SOARES, C.; SANTOS, E. Artefatos tecnoculturais nos processos pedagógicos: usos e implicações para os currículos. In: LIBÂNEO, José Carlos; ALVES, Nilda (Orgs.). Temas de pedagogia: diálogos entre currículo e didática. São Paulo: Cortez, 2013;

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM, Maringá, 2007. Arq. Mudi. Periódicos.

TAMIR, T. S. et al. A feedback-based print quality improving strategy for FDM 3D printing: an optimal design approach. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,vol. 120, 2022.

TEODORO, J. V; LOPES, J. M. Evolução e perspectivas da tecnologia em sala de aula e na formação docente. Revista Educação e Fronteiras On-Line, Dourados/MS, v.3, n.8, p.91- 104, mai./ago. 2013.

VOLPATO, N.; FERREIRA, C. V.; SANTOS, J. R. L dos. Integração da prototipagem rápida com o processo de desenvolvimento de produto. In: Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

WOHLERS, T.; GORNET, T. History of additive manufacturing. Wohlers Report, p. 1-34, 2016;

YAKMAN, G.; LEE, H. Exploring the exemplary STEAM Education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. Journal of The Korean Association for Science Education, 32, n. 6, p. 1.072-1.086, 2012.