



RECURSOS DIDÁTICOS ADAPTADOS PARA DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA PROPOSTA DE USO DA IMPRESSÃO 3D NO ENSINO INCLUSIVO DE GEOGRAFIA

Diego Alves Ribeiro ¹
Carla Cristina Reinaldo Gimenes de Sena ²

RESUMO

Este artigo objetiva apresentar uma revisão bibliográfica e uma reflexão sobre a semiologia tátil, princípio teórico da Cartografia Tátil, a partir da utilização da tecnologia de impressão 3D, sistematizando sua contribuição na criação de recursos adaptados e demonstrando seu potencial para a promoção de um ensino inclusivo. Os recursos táteis, somados a metodologias que realmente incluem estudantes com deficiência, podem garantir a acessibilidade ao conhecimento e promover a inclusão no ambiente escolar. A tecnologia da impressão 3D se apresenta como uma ferramenta para uma produção eficiente, precisa e de alta replicabilidade, porém é uma tecnologia que ainda não foi explorada em profundidade na área da educação, em especial na geografia.

Palavras-chave: Inclusão; Ensino de Geografia; Cartografia Tátil; Impressão 3D; Ensino Inclusivo;

ABSTRACT

This article aims to present a literature review and a reflection on tactile semiology, the theoretical foundation of Tactile Cartography, through the use of 3D printing technology. It seeks to systematize its contribution to the creation of adapted resources and to demonstrate its potential for promoting inclusive education. Tactile resources, combined with methodologies that genuinely include students with disabilities, can ensure accessibility to knowledge and foster inclusion within the school environment. 3D printing technology emerges as a tool for efficient, precise, and highly replicable production; however, it remains a technology that has not yet been thoroughly explored in the field of education, particularly in geography.

Keywords: Geography Education; Tactile Cartography; 3D Printing; Inclusive Education;

INTRODUÇÃO

A inclusão de estudantes com deficiência visual no ensino impõe a necessidade de adaptações que superem o carácter predominantemente visual da Geografia. De acordo com López (2012), o conceito de inclusão no ambiente escolar implica o desenvolvimento de

¹ Doutorando em Geografia – Universidade Estadual Paulista, alves.ribeiro@unesp.br;

² Doutora em Geografia – Universidade Estadual Paulista; carla.sena@unesp.br;



processos e práticas que assegurem aos estudantes com deficiência uma educação o mais próxima possível do ensino regular, prevenindo sua segregação. Nesse sentido, busca-se construir um ambiente escolar isento de qualquer forma de discriminação, garantindo o direito à educação para todos e promovendo o respeito às singularidades individuais.

Carmo (2009) estima que a visão seja responsável pela maior parte das informações captadas pelo indivíduo. Para pessoas com deficiência visual, os demais sentidos desempenham papel essencial na interação com o meio. A Geografia, por sua própria natureza, fundamenta-se na análise visual para a identificação e compreensão de fenômenos espaciais, exigindo adaptações metodológicas que possibilitem a acessibilidade ao conhecimento por parte de alunos com deficiência visual. Nascimento (2009) argumenta que os elementos constituintes da paisagem são representados por diversos signos, cujos significados e funções são, em sua maioria, interpretados por meio da visão.

A percepção visual é o canal mais importante para a aquisição da informação espacial e para a construção do conceito de espaço. O sentido da visão é também vital para o ensino da Geografia, porque nós vemos o mundo e as suas imagens através do olho (Almeida, 1993, p. 18). Nesse contexto, destaca-se a Cartografia Tátil, uma subárea da Cartografia dedicada à produção de representações adaptadas às necessidades de pessoas com deficiência visual (Sena & Carmo, 2022).

As variáveis gráficas propostas por Bertin (1967): posição, tamanho, valor, granulação, cor, orientação e forma, inicialmente concebidas para o sentido visual, foram adaptadas ao tato por Almeida (1993), que desenvolveu e avaliou uma linguagem gráfica visual e tátil aplicada ao tratamento e à comunicação da informação geográfica, juntamente com um programa de introdução ao uso de mapas, com foco na produção de recursos por meio de técnicas artesanais.

O uso de mapas táteis e maquetes tridimensionais contribui para a ampliação da compreensão do espaço geográfico por esses indivíduos, facilitando a interpretação de representações bidimensionais (Nascimento, 2009).

Além disso, as tecnologias de impressão 3D possibilitam novas abordagens para a elaboração de materiais didáticos multissensoriais aplicados à Cartografia Tátil (Sena & Carmo, 2018, p. 119). Morandini e Del Vechio (2020) afirmam que a impressão 3D viabiliza a criação de objetos físicos a partir de modelos digitais, levando em consideração dimensões como altura, largura e profundidade.

A compreensão de conceitos ligados à Geografia vai além de apenas decorar um conteúdo específico, mas sim proporcionar ao indivíduo uma visão crítica de sua realidade social, ambiental e cultural. Se torna evidente a necessidade de projetos e possibilidades



metodológicas, pedagógicas e acadêmicas que promovam e possibilitem o aprendizado de alunos deficientes visuais dentro das universidades, nesse caso, nos cursos de Geografia.

ENSINO INCLUSIVO DE GEOGRAFIA

O ensino de Geografia deve promover a cidadania, estimulando a reflexão crítica sobre consciência ambiental e territorial. Para isso, é essencial o uso de instrumentos teórico-metodológicos que facilitem a compreensão do espaço geográfico, considerando a Geografia Física e suas paisagens. Essa abordagem crítica é essencial para formar indivíduos capazes de analisar e intervir de maneira responsável no espaço geográfico. Para alcançar tal finalidade, torna-se indispensável o uso de instrumentos teóricos e metodológicos que contribuam efetivamente para a assimilação dos conteúdos geográficos, facilitando a leitura e interpretação do espaço, especialmente no que se refere à Geografia Física e às paisagens naturais e modificadas que a compõem (Percílio & Afonso, 2007).

No cotidiano escolar, professores frequentemente identificam dificuldades significativas entre os alunos no que diz respeito ao domínio dos conhecimentos geográficos. Essas dificuldades se manifestam tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, e são agravadas pelo desinteresse demonstrado por parte de alguns estudantes em relação à disciplina de Geografia (Santos, Menezes & Costella, 2014, p. 4). Além disso, a formação docente voltada especificamente para a Geografia Física ainda representa um desafio considerável. Tal formação exige propostas pedagógicas contextualizadas e alinhadas com a realidade dos alunos, de modo a fortalecer a compreensão do espaço vivido e a estimular uma consciência socioambiental mais ampla e engajada (Silva, 2021).

Adotar uma perspectiva inclusiva no ensino de Geografia é uma estratégia que amplia significativamente o acesso ao conhecimento sobre o sistema terrestre e suas dinâmicas. Essa abordagem permite que todos os indivíduos, independentemente de suas condições físicas ou cognitivas, desenvolvam uma relação crítica e reflexiva com o ambiente social, cultural e natural que os cerca (Silva, 2022). Para que essa inclusão se concretize de forma eficaz, é necessário implementar estratégias pedagógicas que assegurem a acessibilidade em todas as etapas do processo de escolarização. Isso inclui promover a participação ativa dos estudantes com deficiência, além de atuar na redução de barreiras físicas, comunicacionais e atitudinais que possam gerar discriminação ou exclusão (Sena & Carmo, 2022, p. 128).

Dentro do campo da Geografia, a Cartografia Tátil se destaca como um recurso metodológico de grande relevância para a adaptação de materiais didáticos voltados a



estudantes com deficiência visual. Conforme aponta Carmo (2009), essa abordagem permite a conversão de informações originalmente visuais em formatos táteis, tornando-as acessíveis e compreensíveis para aqueles que não utilizam a visão como principal canal de percepção. Almeida (1993) complementa essa perspectiva ao afirmar que a linguagem gráfica tátil não beneficia apenas alunos com deficiência visual, mas também pode ser útil para estudantes sem essa limitação, pois possibilita a apreensão de representações espaciais por meio do tato, promovendo uma experiência sensorial diferenciada e enriquecedora.

Apesar da relevância desses recursos para a inclusão educacional, Almeida (2011) chama atenção para a escassez de materiais gráficos acessíveis voltados ao público com deficiência visual. Essa carência compromete a capacidade desses estudantes de compreender conceitos espaciais fundamentais, limitando sua participação plena nas atividades de ensino-aprendizagem. Diante desse cenário, torna-se urgente e necessário ampliar o acesso a recursos pedagógicos inclusivos, garantindo que todos os alunos tenham oportunidades equitativas de aprender e se desenvolver no contexto do ensino de Geografia.

IMPRESSÃO 3D E PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS

A tecnologia de impressão tridimensional, conhecida como impressão 3D, representa uma inovação significativa no campo da manufatura, pois permite a criação de objetos físicos a partir de modelos digitais previamente elaborados. Esse processo ocorre por meio da chamada manufatura aditiva, uma técnica que consiste na adição sucessiva de camadas de material até que o objeto desejado esteja completamente formado. Essa abordagem possibilita a produção de estruturas com geometria complexa, muitas vezes impossíveis de serem fabricadas por métodos convencionais ou tradicionais de usinagem e moldagem, como destaca Chicca Júnior (2017).

Entre as diversas técnicas existentes no universo da impressão 3D, uma das mais utilizadas e difundidas é o método FDM (Fused Deposition Modeling), que se caracteriza pela deposição de finíssimas camadas de material termoplástico sobre uma superfície de construção. Essas camadas, ao serem aplicadas, endurecem rapidamente ao entrarem em contato com temperaturas mais baixas, formando gradualmente o objeto final com precisão e resistência.

A tecnologia, que remonta aos anos 80 com a criação da estereolitografia (SLA) por Charles Hull, popularizou-se especialmente após 2009, quando a patente da tecnologia FDM se tornou pública, impulsionando o movimento open source. Com o avanço da tecnologia e a crescente popularização das impressoras 3D, observou-se uma significativa redução nos custos



de aquisição e operação desses equipamentos, o que contribuiu diretamente para a democratização do acesso à tecnologia. Atualmente, é possível realizar a produção doméstica de peças, protótipos e modelos tridimensionais com relativa facilidade, como apontam Santos, Silva & Szesz Junior (2020, p. 2). Essa acessibilidade ampliada tem favorecido a aplicação da impressão 3D em uma ampla gama de setores produtivos e científicos, incluindo áreas como a indústria automotiva, a engenharia aeroespacial e o campo da saúde, conforme observa Mello (2017).

No ambiente educacional, a impressão 3D surge como uma ferramenta promissora para o aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem. Sua utilização permite a realização de testes funcionais e estimula o desenvolvimento de habilidades práticas, como a coordenação motora e o raciocínio espacial, além de competências cognitivas ligadas à resolução de problemas e à criatividade, como destaca Blikstein (2013).

A implementação dessa tecnologia nas instituições de ensino pode tornar o conhecimento mais acessível, dinâmico e interativo, contribuindo de maneira significativa para a formação integral dos estudantes. Por meio da possibilidade de projetar, fabricar e manipular objetos tridimensionais, os alunos conseguem visualizar de forma concreta conceitos abstratos, o que facilita a compreensão de conteúdos complexos em diversas áreas do saber, como matemática, ciências, engenharia, arte e design.

ESTADO DA ARTE

A revisão sistemática da literatura foi realizada em abril de 2024, utilizando as bases de dados do Google Acadêmico. A pesquisa foi realizada em português, inglês e espanhol, seguindo uma série de estratégias de pesquisa nas diferentes fontes, onde os resultados passaram por uma seleção com base em diferentes critérios de inclusão (quadro 1).

Quadro 1 – Estratégias de pesquisa e critérios de inclusão

Item	Informações
Descritores	Cartografia Tátil • Português: cartografia tátil, mapa tátil, cartografia inclusiva, mapas táteis, mapa inclusivo • Inglês: Tactile cartography, Tactile map, Inclusive cartography, Inclusive map



	• Espanhol: Cartografía tátil, Mapa tátil, Cartografía inclusiva, Mapas táctiles, Mapa inclusivo Impressão 3D • Português: impressão 3d, impressora 3d, modelagem 3d, prototipagem rápida • Inglês: 3D printing, 3D printer, 3D modeling, rapid prototyping. • Espanhol: impresión 3D, impresora 3D, modelado 3D, prototipado rápido, creación rápida de prototipos Maquete • Português: maquete, maquete em relevo, maquete tátil, maquete inclusiva • Inglês: model, relief model, tactile model, inclusive model. • Espanhol: maqueta en relieve, maqueta tátil, maqueta inclusiva.
Estratégias de pesquisa	Português “cartografia tátil” OR “mapa tátil” OR “cartografia inclusiva” OR “mapas táteis” OR “mapa inclusivo” AND “impressão 3d” OR “impressora 3d” OR “modelagem 3d” OR “prototipagem rápida” AND “maquete” OR “Maquete em relevo” OR “maquete tátil” OR “maquete inclusiva” AND “geografia” Inglês "tactile cartography" OR "tactile map" OR "inclusive cartography" OR "tactile maps" OR "inclusive map" AND "3D printing" OR "3D printer" OR "3D modeling" OR "rapid prototyping" AND "model" OR "relief model" OR "tactile model" OR "inclusive model" AND “geography”



	Espanhol "cartografía táctil" OR "mapa táctil" OR "cartografía inclusiva" OR "mapas táctiles" OR "mapa inclusivo" AND "impresión 3D" OR "impresora 3D" OR "modelado 3D" OR "prototipado rápido" AND "maqueta" OR "maqueta en relieve" OR "maqueta táctil" OR "maqueta inclusiva" AND “geografía”
Fontes de pesquisa	Google Academico
Critérios de Inclusão	Artigos, teses e dissertações Títulos e resumos contendo os descritores Conteúdos sobre cartografia, cartografia tátil, ensino de geografia, ensino inclusivo, pessoas com deficiência visual e recursos didáticos inclusivos Conteúdo a partir de 2015
Resultados da Consulta	Português: 67 Inglês: 212 Espanhol: 3
Portifólio após critérios de inclusão	53 artigos, teses e dissertações

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A partir da aplicação das estratégias de pesquisa previamente definidas, foram encontrados duzentos e oitenta e dois trabalhos relacionados ao tema investigado. Dentre esse total, verificou-se que cento e setenta e dois estudos estavam diretamente voltados à área de Orientação e Mobilidade, com ênfase na produção de mapas voltados à representação de ambientes internos, como edifícios, salas e corredores. Quando se realiza uma nova busca excluindo o termo “geografia” dos critérios de pesquisa, observa-se um aumento expressivo no número de resultados, que chega a oitocentos e dezenove publicações. Esse contraste evidencia que a metodologia voltada à produção de recursos adaptados, embora amplamente explorada em outras áreas, ainda não foi devidamente aprofundada no campo da Geografia, indicando uma lacuna importante a ser preenchida.

Além disso, os dados obtidos demonstram que a maior parte da produção científica relacionada ao tema está disponível predominantemente na língua inglesa, sendo preciso uma



maior abordagem do tema por pesquisadores brasileiros, ontribuinndo para o fortalecimento da produção nacional e para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inclusivas no contexto da educação geográfica. A ampliação da pesquisa nessa área pode favorecer a criação de recursos didáticos mais acessíveis e promover uma educação mais equitativa e sensível às necessidades dos estudantes com deficiência visual.

POSSIBILIDADES E DISCUSSÕES

A análise bibliográfica, até o momento, evidencia o potencial da impressão 3D na produção de materiais didáticos, viabilizando a acessibilidade para alunos e professores. A popularização dessa tecnologia reduziu custos e ampliou sua aplicação no ambiente escolar, possibilitando que instituições de ensino se tornem centros autônomos de fabricação de recursos educacionais.

A potencialidade da impressão 3D reside na capacidade que ela confere à escola de se tornar uma “pequena fábrica de recursos didáticos adaptados”, ao permitir que professores e estudantes modelem e produzam sob demanda maquetes táteis, modelos de relevo e outros recursos adaptados (Ribeiro; Torres, 2024). Com a distribuição de modelos em repositórios gratuitos ou a modelagem de modelos próprios, encontramos uma tecnologia que ajuda na democratização da acessibilidade ao conhecimento e empodera a instituição de ensino, tornando a inclusão mais ágil, criativa e alinhada com as necessidades singulares de cada aluno com deficiência visual. Essa autonomia é um fator revolucionário no ensino inclusivo, pois elimina a dependência de materiais didáticos produzidos externamente, que são frequentemente caros, escassos ou não específicos para a realidade local dos alunos.

A busca por novas metodologias, materiais e recursos didáticos para abordagens inclusivas em sala de aula é uma busca constante, tendo em mente que os desafios e realidades dos alunos estão em constante mudança em nossa sociedade (Ribeiro, 2024, p. 75).

Nesse sentido, o aprimoramento contínuo das práticas pedagógicas, fundamentado em investigações anteriores, constitui um aspecto essencial para o avanço do ensino inclusivo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional da Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 2, de 11 de setembro de 2001. Diretrizes Nacionais para Educação Especial na Educação Básica. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de setembro de 2001. Seção IE, p. 39-40. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>>. Acesso em: 06 fev. 2025.



ALMEIDA, R. A. (Vasconcellos). A cartografia tátil e o deficiente visual: uma avaliação das etapas de produção e uso do mapa. 1993. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

ALMEIDA, R. A. A cartografia tátil no ensino de geografia: teoria e prática. In: ALMEIDA, R. D. (Org.). Cartografia Escolar. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

BERTIN, Jacques. Semiologie Graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes. ParisLa Haye: Mouton/Gauthier-Villars, 1967.

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

CARMO, W. R. Cartografia tátil escolar: experiências com a construção de materiais didáticos e com a formação continuada de professores. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

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.

LOPÉZ, J. L. Facilitadores de la inclusión. Revista Educación Inclusiva, v. 5, n. 1, p. 175-187, 2012.

MATTA, A. E. R.; SILVA, F. P. S.; BOAVENTURA, E. M. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade [online]. 2014, vol. 23, n. 42, pp. 23-36. ISSN 0104-7043.

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.

MORANDINI, M. M.; DEL VECHIO, G. H. Impressão 3D, tipos e possibilidades: uma revisão de suas características, processos, usos e tendências. Revista Interface Tecnológica, vol. 17, nº 2, dezembro de 2020, p. 67-77.

NASCIMENTO, R. Maquetes geográficas táteis e o ensino de geografia para deficientes visuais – DVs metodologia "Do meu passo para o espaço". In: 10º Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia. Porto Alegre, 2009.

PERCÍLIO, R. R.; AFONSO, A. E. Materiais e métodos de abordagem à Geografia Física no Ensino Médio. In: Anais do IX Encontro Nacional de Prática de Ensino de Geografia. Universidade Federal Fluminense, 2007.

RIBEIRO, Diego Alves. 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.

SANTOS, L. P.; MENEZES, V. S.; COSTELLA, R. Z. Por uma geografia do “custo zero”: práticas pedagógicas em sala de aula. *Revista FSA*, Porto Alegre, p. 1-14, mar. 2014.

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.

SENA, C. C. R. G. Cartografia Tátil: o papel das tecnologias na educação inclusiva. *Boletim Paulista de Geografia*, v. 99, p. 102-123, 2018.

SENA, C. C. R. G.; CARMO, W. R. Cartografia inclusiva: o potencial dos mapas táteis no ensino de geografia. *Diálogos e Perspectivas em Educação Especial*, v. 9, p. 127-144, 2022.

SILVA, E. R. M. O ensino de Geografia Física na escola: uma proposta extensionista aplicada no curso de licenciatura em Geografia. *RLAHIGE*, Ilhéus - BA, p. 42 - 50, 18 dez. 2021.

SILVA, J.; PIMENTEL, A. A inclusão no ensino superior: vivências de estudantes com deficiência visual. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 28, 2022.

SILVA, T. A. S. Ensino de Geociências em uma perspectiva inclusiva: panorama das iniciativas publicadas entre 2000 e 2020. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, UNICAMP. Campinas, SP, 2022.