

CARTOGRAFIA E TECNOLOGIAS DIGITAIS: IMPRESSORA 3D E MAPAS TÁTEIS NA FORMAÇÃO DOS PROFESSORES

CARTOGRAPHY AND DIGITAL TECHNOLOGIES: 3D PRINTING AND TACTILE MAPS IN TEACHER TRAINING

Lérica Maria Mendes Veloso¹

Rahyan de Carvalho²

Fábia Magali Santos³

¹ Mestre em Geografia pela Unimontes. Bolsista Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Hub de Educação Digital da UNIMONTES. Montes Claros/MG

² Doutor em Geografia pela UFMG. Docente do Departamento de Estágio e Práticas Educacionais. Montes Claros/MG.

³ Doutora em Geografia pela UnB. Docente do Departamento de Métodos e Técnicas Educacionais. Montes Claros/MG.

RESUMO

Esta pesquisa investiga a produção de mapas táteis utilizando a impressão 3D como estratégia pedagógica na formação de professores do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes). O estudo parte do pressuposto de que a educação atua como agente transformador, embora enfrente desafios metodológicos e culturais, particularmente na formação docente e na inclusão de indivíduos com e sem deficiência visual. Apesar dos avanços recentes nas discussões sobre inclusão e tecnologias digitais, observa-se uma lacuna quanto à aplicação prática da impressão 3D na formação docente em Geografia. Dessa forma, o presente estudo tem como objeto analisar as possibilidades pedagógicas da produção de mapas táteis em impressão 3D como recurso de ensino inclusivo. Trata-se de uma pesquisa em fase exploratória, vinculada ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência – PIBID/Unimontes, que visa propor fundamentos teóricos e metodológicos para o desenvolvimento futuro de ações empíricas. Adotando uma abordagem qualitativa, a metodologia combina pesquisa bibliográfica, documental e pesquisa-ação, visando promover a integração entre Cartografia e Tecnologias Digitais. Os resultados esperados abrangem a criação de mapas táteis acessíveis, a aplicação de metodologias multissensoriais e a avaliação do impacto do PIBID na formação geográfica dos participantes. Conclui-se que essa estratégia fortalece a articulação entre teoria e prática, fomenta a inclusão educacional e promove a autonomia dos estudantes, alinhando-se aos princípios freireanos e às políticas de acessibilidade.

Palavras-chave: Cartografia Tátil. Impressão 3D. Educação Inclusiva.

ABSTRACT

This research investigates the production of tactile maps using 3D printing as a pedagogical strategy in the teacher education program of the Geography Degree Course at the State University of Montes Claros (Unimontes). The study is based on the assumption that education functions as a transformative agent, although it faces methodological and cultural challenges, particularly in teacher training and in the inclusion of individuals with and without visual impairments. Despite recent advances in discussions on inclusion and digital technologies, there remains a gap regarding the practical application of 3D printing in Geography teacher education. Thus, this study aims to analyze the pedagogical possibilities of producing tactile maps through 3D printing as an inclusive teaching resource. This is an exploratory research project linked to the Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships (PIBID/Unimontes), which seeks to propose theoretical and methodological foundations for the future development of empirical actions. Adopting a qualitative approach, the methodology combines bibliographic, documentary, and action research in order to promote integration between Cartography and Digital Technologies. The expected results include the creation of accessible tactile maps, the implementation of multisensory methodologies, and the assessment of PIBID's impact on the participants' geographical education. It is concluded that this strategy strengthens the articulation between theory and practice, fosters educational inclusion, and promotes student autonomy, in alignment with Freirean principles and accessibility policies.

Keywords: Tactile Cartography. 3D Printing. Education. Inclusive Education.

INTRODUÇÃO

A educação formal⁴ configura-se como agente de transformação social e intelectual, capaz de reconfigurar paradigmas e fomentar uma sociedade crítica e inclusiva (Gohn, 2014, p. 40). No contexto brasileiro, essa relação dialética entre educação e mudança exige constante (re)avaliação dos processos de ensino e aprendizagem, visando superar modelos tradicionais e promover práticas pedagógicas inovadoras, eficientes e democráticas tal como compreende Freire (1996, p. 39), “[...] É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática”.

As mudanças na relação entre professor e estudante têm sido centrais nesse processo, ressignificando o papel do discente como agente ativo, participativo, capaz e autônomo na construção do conhecimento. Nesta direção, acredita-se que alguns pressupostos realizados por Brandão (2000), Freire (1996), Freire (2011), Libâneo e Pimenta (1999), Arroyo (2003), Guacira (2003), França (2014) entre outros, tiveram participação crucial no modo de pensar a educação como mecanismo de transformação.

Todavia, persistem desafios culturais, metodológicos e no âmbito da prática pedagógica, especialmente na formação docente, na qual alguns educadores ainda reproduzem modelos tradicionais, centrados no professor como único detentor do conhecimento, com práticas pedagógicas anacrônicas e centradas.

Ao refletir sobre a formação docente inicial, é importante analisar o Estágio Curricular Supervisionado como um componente estruturante do processo formativo que possibilita a imersão do licenciando em seu futuro ambiente de trabalho. Assim, Freitas enfatiza que:

A formação inicial dos futuros docentes e/ou profissionais da educação, exige como obrigatoriedade o estágio curricular, apresentando-se como uma experiência fundamental para o desenvolvimento da prática docente. Permite que o graduando experiente o fazer pedagógico, durante sua trajetória de formação (Freitas, *et al.*, 2020, p. 2).

Nesse cenário, o Programa Institucional de

Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID, que integra a Política de Formação de Professores do Ministério da Educação, representa uma importante iniciativa com a qual se promove a inserção dos acadêmicos dos cursos de licenciatura no cotidiano escolar, possibilitando a aproximação da Universidade com a escola de educação básica, bem como a aplicação da teoria vista em sala de aula e vice-versa (Nunes, 2017).

No âmbito do ensino de Geografia, iniciativas como o PIBID ganham relevância ainda maior se forem associadas a tecnologias digitais assistivas, como a impressão 3D que pode revolucionar a Cartografia, conforme demonstram os estudos intitulados “Impressão 3D no âmbito das representações cartográficas” (Graça *et al.*, 2021), e “Criação de um mapa tátil através da tecnologia assistiva: mais acessibilidade aos deficientes visuais com a utilização da impressão 3D” (Andrade; Monteiro, 2019). A cartografia é uma área crucial para a compreensão espacial; é um eixo fundamental no ensino de Geografia, mas muitas vezes negligenciada em sua dimensão tátil e inclusiva, com abordagem ainda tradicional em muitas realidades educacionais. Nesta perspectiva, Katuta (1997, p.42), afirma que:

Permitem, além disso, que se perceba a importância de apreender/ entender o mundo em que se vive, fruto cada vez maior de espacialidades diferenciais e composta, portanto, de redes que se interpenetram, comunicam-se, cruzam-se. É através de mapas de grandes escalas que poderemos trazer a “Geografia do alunos” para a sala de aula.

Nesta direção, conforme Silva (2024, p. 18), a Cartografia Tátil configura-se como uma alternativa para ampliação da Cartografia, capaz de adaptar-se a distintas realidades. Sua aplicação favorece tanto a inclusão educacional e social quanto o reconhecimento e compreensão do espaço por usuários com necessidades específicas, possibilitando-lhes mais autonomia, proatividade e sentimento de pertencimento. Desta forma, facilita a compreensão dos mapas por meio do tato e permite a aplicação da metodologia didática multissensorial.⁵ Como destacado por Carmo (2010, p. 78), essa metodologia democratiza o acesso ao conhecimento para estudantes com deficiência

⁴ A educação formal é aquela desenvolvida nas escolas, com conteúdos previamente demarcados; a informal, aquela que os indivíduos aprendem durante seu processo de socialização - na família, bairro, clube, amigos etc., - carregada de valores e cultura própria, de pertencimento e sentimentos herdados; e a educação não formal é aquela que se aprende “no mundo da vida”, via os processos de compartilhamento de experiências, principalmente em espaços e ações coletivas cotidianas Gohn (2006, p. 28).

⁵ A didática multissensorial das ciências pode produzir uma aprendizagem significativa mais completa e com seus métodos são tão válidos para alunos com deficiência visual, quanto para alunos sem problemas de visão, apresenta-se como um caminho interessante para escola que se propôs inclusiva, pois é enriquecedora pelo simples fato de não limitar a utilização de um só sentido ao não permitir a predominância do visual Carmo (2010, p.78).

visual, enriquece a aprendizagem e promove uma compreensão significativa dos fenômenos geográficos.

Desta forma, contando com a participação dos acadêmicos bolsistas do curso de Licenciatura em Geografia do Programa PIBID, *campus* Darci Ribeiro, em Montes Claros e de estudantes do ensino fundamental da escola Estadual João Miguel Teixeira de Jesus, bem como com o uso das tecnologias emergentes, presentes e disponibilizadas pelo grupo de pesquisa Hub de Educação Digital-Unimontes⁶, esta pesquisa inicial pretende promover a integração entre Cartografia e Tecnologias Digitais, promovendo e investigando a produção de mapas táteis em impressão 3D como estratégia e prática pedagógica no programa PIBID- Unimontes, buscando avaliar o impacto do PIBID na formação geográfica e propor novas práticas pedagógicas por meio da prototipagem de materiais didáticos.

O problema de pesquisa que norteia o estudo parte da questão: como a produção de mapas táteis, em impressão 3D, pode contribuir para a formação de licenciandos em Geografia e para o ensino inclusivo na educação básica, no contexto do programa PIBID? Cabe ressaltar que os mapas táteis em 3D representam um avanço na materialização de conceitos abstratos, favorecendo a aprendizagem significativa. Graça (2020) pondera que pesquisas indicam que estudantes com deficiência visual podem compreender melhor os princípios como os de localização e extensão ao usar mapas táteis, embora conceitos como distribuição possam exigir mais tempo para serem assimilados. Nesta direção, em busca de uma cartografia que inclua e gere autonomia, Silva (2024, p. 20), afirma que:

Faz-se necessário pensar uma Cartografia inclusiva, a Cartografia Tátil, que retrate espaços para que Pessoas com Deficiência Visual possam ter dimensões e leituras geográficas como as pessoas que visualizam mapas, gráficos dentre outros recursos, pode ser o caminho para uma educação e cidadania que de fato inclua e dê autonomia.

A construção destes mapas com o apoio didático-pedagógico dos bolsistas do PIBID, que serão futuros professores, pode prepará-los e aproximá-los das metodologias inovadoras e dos recursos didáticos mais contemporâneos e inovadores. Assim, tendo em vista os objetivos do PIBID, especialmente o inciso IV do Art. 4º, que visa:

IV- inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências, metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino aprendizagem.

A participação dos bolsistas na criação e produção de mapas táteis adquire uma relevância particular. Essa atividade alinha-se com a finalidade do Programa de fomentar a iniciação à docência e elevar a qualidade da formação inicial de professores, além de promover uma troca de saberes, em consonância com a pedagogia dialética de Freire (1996) na experiência de produzir e aplicar esses recursos didáticos inovadores, como o uso da impressora 3d para a construção de mapas. Estes recursos, no contexto da educação básica, favorecem aprendizagem mútua e dialógica. Ademais, a pesquisa pode realizar o fortalecimento da relação da Universidade com a escola de educação básica, com a disponibilidade de tecnologias de ponta voltadas para o ensino fundamental e médio.

Este estudo integra as ações vinculadas ao projeto de doutorado submetido ao Edital nº 02/2025 – Processo Seletivo de Ingresso de aluna regular no Doutorado em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), e Edital 04/2025 – Processo seletivo de alunos regulares no doutorado em geografia – PPGEo inserindo-se nas discussões sobre formação docente e uso de tecnologias digitais na Cartografia Escolar.

METODOLOGIA

A metodologia se baseou em: revisão bibliográfica abordará o espaço geográfico (Santos, 1994, 2000 e 2006), Lefebvre (1976,) a educação, com base em Freire (1996) e Gohn (2006); práticas pedagógicas (Pimenta e Lima, 2004); estágio curricular (Alves, 2024); e cartografia (IBGE, 2023), incluindo cartografia temática (Andrade e Monteiro, 2019; Graça, 2021; Silva, 2024) e impressão 3D na educação (Beyer, 2018). A pesquisa documental analisará a Constituição Federal (1988), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n.º 9.394/1996), a Lei de Acessibilidade (Lei n.º 10.098/2000) e a oficialização do Braille (Lei n.º 4.169/1962). Institui a Política Nacional de Educação Digital (Lei nº 14.533, de 11 de ja-

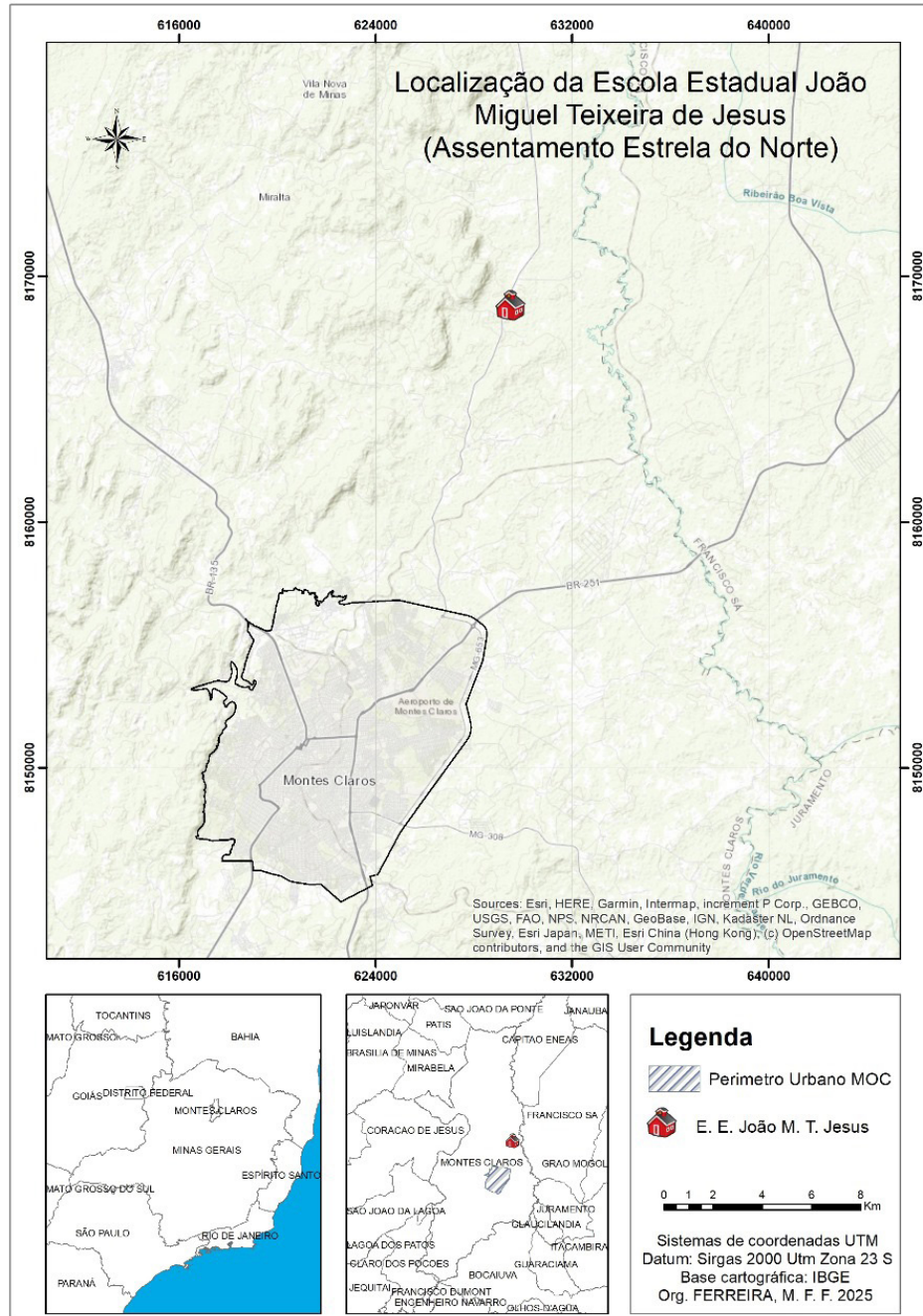
6 Projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

neiro de 2023) e Resolução CNE/CP nº 4, de 29 de maio de 2024.

A pesquisa será desenvolvida com abordagem qualitativa e natureza exploratória. Pre-

vê-se a realização de uma pesquisa bibliográfica, documental e de campo na Escola Estadual João Miguel Teixeira de Jesus, localizada em Montes Claros – MG (Figura 1).

Figura 1 - Localização da Escola Estadual João Miguel Teixeira de Jesus



Fonte: IBGE

As entrevistas e observações planejadas terão como propósito compreender as percepções de professores e estudantes sobre o uso de tecnologias digitais e mapas táteis, cujos dados serão futuramente organizados em planilhas e analisados à luz da hermenêutica e da análise descritiva.

Os dados serão organizados em banco no Microsoft Excel 2010, integrados a SIG via ArcGIS 10.23. As tecnologias empregadas incluem, Impressoras 3D e o software Autodesk Fusion para modelagem de mapas 3D, itens disponibilizados pelo grupo de pesquisa HUB de Educação Digital.

A seleção de materiais imersivos seguirá os conteúdos da Base Nacional Comum Curricular – BNCC, articulando-se com os professores de Geografia. Serão desenvolvidos mapas 3D e táteis, croquis, maquetes e representações dos alunos, abrangendo a escola, a comunidade e o entorno. Nesse processo, a escolha dos materiais buscará contemplar conteúdos que permitam a articulação entre diferentes escalas espaciais. Assim, os mapas táteis serão utilizados em diálogo com materiais já disponíveis mapas em 2D que retratam fenômenos globais, áreas urbanas de grande densidade, mapas de declividades e processos ambientais. Essa combinação possibilitará que os estudantes transitem entre o local e o global, estabelecendo relações críticas entre sua realidade próxima e transformações mais amplas do espaço geográfico. A utilização integrada dos mapas táteis e recursos cartográficos digitais ampliará a compreensão da interdependência entre escalas, fortalecendo a leitura geográfica do mundo, além de possibilitar que o estudante construa seu próprio material didático.

A pesquisa-ação seguirá Tripp (2005), considerando investigação que utiliza técnicas de pesquisa para informar e aprimorar práticas pedagógicas. Espera-se produzir mapas em impressora 3D, banco de mapas táteis 3D de livre acesso (HUB/Unimontes) e mapas táteis 3D para escolas de educação básica.

As etapas compreendem:

- Fase exploratória: observação de estudantes com e sem deficiência visual e das estratégias pedagógicas em uso;
- Fase de intervenção: oficinas de planejamento, seleção de materiais, treinamento técnico em modelagem 3D com acadêmicos e estudantes, produção de protótipos de mapas táteis, testes em sala de aula e refinamento iterativo.

A análise dos dados será descritiva e hermenêutica, assegurando fidelidade aos relatos, reflexão crítica e integração entre Geografia escolar, tecnologias digitais imersivas e inclusão educacional.

Todos os procedimentos seguirão os critérios do Comitê de Ética da Unimontes, garantindo anonimato e consentimento livre e esclarecido (Resolução CNS 510/2016). Os resultados da pesquisa bibliográfica, documental e de campo resultarão na consolidação e continuação da sequência deste trabalho inicial.

Diante deste contexto, esta pesquisa em fase preliminar visa promover e investi-

gar a produção de mapas táteis em impressão 3D como estratégia e prática pedagógica no programa PIBID-Unimontes. Dessa forma, o presente estudo tem como objeto analisar as práticas formativas de professores e licenciandos de Geografia no uso de mapas táteis digitais como estratégia de inclusão e letramento digital.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por tratar-se de pesquisa em fase inicial, os resultados aqui apresentados são de natureza **projetiva e teórica**, correspondendo às expectativas derivadas da revisão de literatura e da proposta metodológica. Espera-se que a produção de mapas táteis em impressão 3D favoreça a compreensão espacial e a inclusão de estudantes com deficiência visual, além de ampliar a formação prática dos licenciandos em Geografia.

A educação é fundamental para o desenvolvimento integral do indivíduo, pois fomenta a autorrealização, prepara para o mercado de trabalho e capacita para o pleno exercício da cidadania (Oliveira; Veloso, 2017). Ela atua na redefinição de paradigmas e possibilita a construção de uma sociedade crítica e inclusiva. Ao mesmo tempo em que promove mudanças, a educação também passa por constantes transformações ao longo do tempo, o que exige uma contínua reflexão e aperfeiçoamento dos processos de ensino-aprendizagem. Desta forma, elementos como o papel do professor e do estudante, bem como as práticas pedagógicas tornam-se centrais nesse processo de constante (re)avaliação.

Alguns autores contribuíram de forma categórica para a compreensão e transformação do modo de conceber e aplicar a educação e as práticas educacionais. Entre eles, destacam-se as pesquisas de Freire (1996), Brandão (2000) e outros. Dentre esses, Freire (1996) exerceu influência direta no modelo educacional brasileiro contemporâneo, ao considerar o estudante como agente ativo, crítico e autônomo, Freire não negligenciou o papel e a importância do professor nesse processo, ele demonstrou que a educação é dinâmica e evolutiva e que o processo de ensino e aprendizagem se manifesta da mesma forma. Corroborando com essa perspectiva, Brandão (2000, p. 1) afirma que não existe uma única forma de ensinar e de aprender, “Não há uma forma única nem

um único modelo de educação; a escola não é o único lugar onde ela acontece e talvez nem seja o melhor; o ensino escolar não é a sua única prática e o professor profissional não é o seu único praticante.”

Conforme Freire (1996) observa-se que as transformações no cenário educacional não são meramente desejáveis, mas inerentes, necessárias e contínuas. Elas se manifestam como um espelho das constantes e dinâmicas evoluções sociais, tecnológicas e culturais que caracterizam a contemporaneidade. Dessa forma, o processo de ensino e aprendizagem transcende uma mera transmissão vertical dos conteúdos, ocorrendo como um espaço de construção mútua de saberes, conforme afirma Freire (1996, p. 25): “Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”. Assim, a aprendizagem é participativa, é compartilhada, espaço no qual o conhecimento não está pronto e acabado, mas em constante progresso e construção e (re)construção.

Nesta perspectiva, ao se pensar no processo de transformação da educação, é necessário refletir sobre a complexidade do papel do professor e, logo, na qualidade de sua formação inicial. Assim, em contrapartida às visões reducionistas, uma perspectiva dialética da formação docente mostra que o processo educativo não se limita à dimensão técnica, mas deve promover a consciência crítica do professor acerca de sua práxis pedagógica. Ao confrontar suas ações enquanto educador com o referencial teórico, o professor pode promover a ressignificação das práticas quanto à reconstrução dos próprios fundamentos teóricos que as orientaram (Pimenta; Lima, 2004).

Ao se pensar na formação dos futuros professores e, considerando que a educação é uma prática associada à teoria, é fundamental observar que o Estágio Curricular Supervisionado assume uma importância crucial na formação docente. Desta forma, conforme Alves *et al.* (2024, p. 2) “O Estágio Curricular Supervisionado (ECS) configura-se como uma das mais importantes etapas para a formação do professor. Nesse momento, o acadêmico vivencia a relação entre teoria e prática no ambiente escolar”, ou seja, o estágio supervisionado proporciona contato com a escola, o que é essencial para que o futuro professor entenda sua área de atuação. Além disso, ele permite a vivência e a práxis pedagógica e a aproximação entre a Universidade e o ambiente escolar, facilitando a aplicação da teoria aprendida em sala

de aula na prática e vice-versa.

Nessa perspectiva de aprimorar a formação docente e estreitar os laços entre Universidade e escolas percebeu-se a importância da experiência prévia dos estudantes de licenciatura com o ambiente escolar para a melhoria da qualidade da educação pública no Brasil. Por isso, em 2007, foi criado o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PI-BID) por meio da normativa nº 2/2007.

O PIBID, especificamente no Curso de Licenciatura em Geografia, promoveu mudanças significativas no interesse por temas educacionais, sobretudo na Educação Básica. Além disso, esse programa enriqueceu a possibilidade da práxis escolar e proporcionou aos acadêmicos uma experiência valiosa com o futuro ambiente de trabalho, desde os primeiros períodos da graduação até o final.

Em consonância com os objetivos do Programa PIBID, esta pesquisa busca contribuir diretamente para a melhoria do currículo do curso de graduação em Geografia ao oferecer aos futuros docentes uma vivência prática com tecnologias assistivas, com o enfoque didático multissensorial, fortalecendo a articulação entre teoria e prática e inserindo-os na cultura escolar do magistério de forma mais qualificada e preparada para os desafios da inclusão e da inovação pedagógica.

Nesse contexto, a didática multissensorial emerge como uma abordagem pedagógica essencial para a formação de professores de Geografia, alinhando-se tanto aos princípios inclusivos quanto às demandas por inovação no ensino, conforme afirma Carmo (2010, p. 77):

A didática multissensorial propõe a utilização de todos os sentidos no momento de ensinar e aprender ciências, não se restringindo unicamente ao visual, constitui um fator interessante na inclusão escolar de alunos com deficiência visual, já que o método é igualmente válido para todos os alunos, com deficiência ou não.

Como destacado por Carmo (2010, p. 78), essa metodologia democratiza o acesso ao conhecimento para estudantes com deficiência visual, enriquece a aprendizagem e promove uma compreensão significativa dos fenômenos geográficos.⁷ Essas contribuições se tornam

⁷ A didática multissensorial das ciências pode produzir uma aprendizagem significativa mais completa e com seus métodos são tão válidos para alunos com deficiência visual quanto para alunos sem problemas de visão, apresenta-se como um caminho interessante para escola que se propôs inclusiva, pois é enriquecedora pelo simples fato de não limitar a utilização de um só sentido ao não permitir a predominância do visual.

ainda mais relevantes ao considerar a Cartografia como um pilar fundamental da Geografia. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), a cartografia permite realizar levantamentos e representar espacialmente a dimensão territorial, facilitando e tornando mais eficaz a compreensão de diversas áreas do conhecimento, sejam aspectos ambientais, socioeconômicos, educacionais, entre outros. Corroborando com este pensamento, Carmo (2010, p. 34) afirma que:

A cartografia como linguagem da Geografia, é uma forma de representar análises e sínteses geográficas. Permite a leitura de fatos e fenômenos geográficos pela sua localização. Sendo parte da Geografia ela se torna um importante conteúdo do ensino, podendo facilitar e ampliar a análise do espaço estudado, sem contar que os alunos têm, em geral, um interesse acentuado por mapas.

Neste sentido, Silva (2024, p. 26), considerando a importância da Cartografia para a Geografia, enfatiza que:

A Cartografia é o ramo da geografia que mais confere identidade a essa ciência, especialmente por meio dos mapas. Desde os primórdios, o ser humano busca se localizar e traçar seus caminhos, construindo mapas mentais e registrando-os, mesmo que de maneira inconsciente e elementar, já desenvolvendo um raciocínio espacial.

Nogueira (2021, p. 1964), afirma que os mapas mentais representam as dimensões “afetivas, simbólicas, culturais e sociais”, o que reforça a importância de abordagens multisensoriais na educação geográfica.

O raciocínio espacial, inerente à construção e interpretação de mapas, é uma competência essencial que, quando aliada às tecnologias assistivas e metodologias ativas, potencializa a formação de futuros docentes. Nesta direção, Katuta (1997) explica que a alfabetização cartográfica transcende a mera decodificação de símbolos, inserindo-se na formação de sujeitos capazes de intervir e compreender o mundo. Não basta apenas elaborar e ler os mapas é necessário entender as informações, os símbolos e legendas e o contexto por trás de cada mapa. “No entanto na leitura de mapas, só mapear não basta, é preciso dominar um conjunto de habilidades, noções, conceitos, informações para que realmente essa leitura seja plena de significados” KATUTA (1997, p. 43).

A leitura cartográfica transcende a simples decodificação de símbolos. Pelo contrário,

ela exige uma associação intrínseca do mapa ao conteúdo geográfico e sua aplicação de maneira crítica e contextualizada nas práticas pedagógicas, conforme afirma de Katuta (1997, p.42).

Apesar da importância do uso dos mapas no ensino de Geografia, é preciso ter claro que o mesmo não deve se resumir ao ensino do mapa. O uso desse meio de comunicação deve estar relacionado com o tema de estudo ou ao entendimento de determinado fenômeno, ou seja, é preciso não confundir o ensino do mapa com o ensino de Geografia, priorizando somente o primeiro. O mapa deve ser entendido então como um material que auxilia no entendimento/desvendamento de determinada realidade, caso contrário, o ensino de Geografia poderá torna-se um “ensino do mapa pelo mapa”, o que coloca em xeque o papel a disciplina no currículo de qualquer série escolar.

Dessa forma, a vivência prática com essas ferramentas e abordagens aprimora a compreensão cartográfica, tendo em vista que se propõe a formação de professores para promover uma educação geográfica mais inclusiva e inovadora. Nesta direção, as Tecnologias Digitais (TD) têm remodelado profundamente a maneira como nos relacionamos com o mundo, trabalhando, vivendo e nos conectando. Em meio à cibercultura, conforme nos ensina Lévy (2000), a presença das tecnologias digitais no cotidiano é inegável, moldando uma verdadeira cultura digital. No contexto, geográfico o autor, reforça a urgência de se atualizar os processos de ensino-aprendizagem:

A Geografia, sendo comumente recordada como a área do conhecimento das atualidades, não pode ficar estagnada quanto aos métodos de ensino. A sociedade está cada vez mais digital, e a sala de aula, a cada dia que passa, pode aproveitar os novos recursos oferecidos por essa tendência (Machado, 2023,p.14).

Na educação as Tecnologias Digitais têm a capacidade de contribuir de forma assertiva, pois sua utilização pode, de fato, propiciar aulas mais dinâmicas, criativas, interativas, além de proporcionarem novas ferramentas para pesquisa, colaboração e personalização do aprendizado, capacitando estudantes com o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, aptidões essenciais para a sociedade contemporânea (Schlemmer, 2024). Essa transformação, contudo, não se restringe à esfera digital; ela é um pilar da Quarta Revolução Industrial, que, como pontua Schwab (2016, p. 19).

A quarta revolução industrial, no entanto, não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.

É nesse contexto de constante evolução tecnológica que a impressão 3D emerge como uma ferramenta inovadora com o potencial de revolucionar a Cartografia. Ao permitir a materialização de mapas tridimensionais, essa tecnologia vai além da representação bidimensional, oferecendo uma experiência tátil e imersiva do espaço geográfico. De acordo com Schwab (2016, p. 152).

A impressão em 3D, ou fabricação aditiva, consiste na criação de um objeto físico por impressão, camada sobre camada, de um modelo ou desenho digital em 3D. Imagine-se criando um pão, pedaço por pedaço. A impressão em 3D poderá criar produtos muito complexos sem equipamentos complexos.

Ao trazer o mapa para o plano físico tridimensional, a impressão 3D possibilita que estudantes com diferentes estilos de aprendizagem, incluindo aqueles com deficiência visual, possam explorar o relevo, as curvas de nível e a distribuição espacial de forma concreta. Isso não só enriquece o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais dinâmico e acessível, contribuindo para a democratização do acesso ao conhecimento. Neste sentido, a cartografia tátil se apresenta como uma alternativa possível, conforme afirma Silva (2024, p.19):

Como alternativa possível e potencializada de possibilidades e desafios aponta-se a utilização Cartografia Tátil. A referida Cartografia lança mão de materiais devidamente adaptados, com alto relevo ou tridimensional, legenda em *braille* ou com símbolos, que possibilitem o reconhecimento dos diferentes espaços.

Essa abordagem tátil e multissensorial transcendem as barreiras do ensino tradicional, promovendo uma compreensão profunda e inclusiva da Geografia. A capacidade de “tocar” o mapa, sentindo suas formas e dimensões, torna o conhecimento geográfico mais tangível e, portanto, mais acessível. As tecnologias digitais são importantes ao considerar a

linguagem cartográfica e a cartografia. Assim, para Katuta, e a linguagem cartográfica são essenciais para a leitura significativa e entendimento contextualizado e articulado do espaço vivido (seja ele rural ou urbano) com o espaço global. Katuta (1997, p.43). Permitem, além disso, que se perceba a importância de apreender/ entender o mundo em que se vive, fruto cada vez maior de espacialidades diferenciais e composta, portanto, de redes que se interpenetram, comunicam-se, cruzam-se. É através de mapas de grandes escalas que poderemos trazer a “Geografia dos alunos” para a sala de aula.

Nessa perspectiva, Gonçalves (2020, p. 3) observa em seu trabalho intitulado “O Estudo Da Categoria Lugar: uma possibilidade para aprender geografia no ensino fundamental” que a categoria lugar permite aos alunos compreenderem as conexões entre os espaços de vivência, o que corrobora com a proposta de utilizar a cartografia tátil como recurso pedagógico significativo.

Tradicionalmente, concebemos o mapa como uma representação plana do espaço. No entanto, a evolução tecnológica da indústria 4.0 nos permite agora ir além, criando modelos tridimensionais que oferecem uma perspectiva imersiva e tátil de paisagens, relevos, regiões geográficas e até mesmo de estruturas urbanas complexas. Essa abordagem nos aproxima de uma compreensão mais holística do território, revelando nuances que podem passar despercebidas em um mapa convencional (Graça, 2020, p. 28).

A Cartografia Tátil é uma ramificação da Cartografia que se dedica a criar recursos para representar o espaço de forma adaptada, em alto relevo, texturas com gramaturas diversificadas, bidimensionais, tridimensionais e transcrição em *braille*, que tenham em vista contribuir para a compreensão e organização espacial do Deficiente Visual (DV). Os recursos da Cartografia Tátil, principalmente os mapas táteis podem ser considerados não somente uma tecnologia assistiva, bem como um recurso educativo no ensino da geografia para deficientes visuais e estudantes com dificuldade de aprendizagem. Deve se levar em consideração que as representações cartográficas nem sempre atendem à diversidade de compreensão de todos, seja pela limitação física, cognitiva ou mesmo pelas diferentes maneiras de ensinar, aprender ou experiências vividas.

O cerne dessa revolução está no formato STL (Standard Triangle Language). Como já pontuado por Graça *et al.* (2020, p. 811), e conforme a norma ISO/ASTM 52900:2015, o STL descreve a superfície geométrica de um objeto

como uma “rede de triângulos”. Essa tesselação triangular, embora simples em sua concepção, é a linguagem universal que permite às impressoras 3D “entender” e, conseqüentemente, construir o objeto físico. A criação de um mapa 3D para impressão é um processo complexo que exige precisão e conhecimento técnico. Conforme Graça (2020) são necessárias algumas etapas, aqui descritas de forma simplificada, para construção de mapas em 3D.

O ponto de partida é a confecção do mapa em um ambiente virtual, onde todos os seus elementos são tratados como um modelo tridimensional. Isso significa que, em vez de um arquivo vetorial tradicional, que representa apenas linhas e áreas, o mapa é concebido como um sólido. Softwares especializados, como o ArcGIS, são essenciais nessa fase, permitindo a modelagem de cada feição geográfica em suas três dimensões. Para isso, é comum o uso de técnicas de modelagem sólida, empregadas em softwares profissionais de CAD (Desenho Assistido por Computador). Uma vez que o modelo virtual esteja pronto, ele precisa ser exportado para o formato de arquivo compreendido pelas impressoras 3D, o STL (Standard Triangle Language). É crucial entender que o STL “descreve a superfície geométrica de um objeto como uma rede de triângulos (*tessellation of triangles*) e é usado para informar a geometria 3D para máquinas, de forma a construir o objeto físico” (ISO/ASTM 52900:2015, citado por Graça *et al.*, 2020, p. 811). Apesar de sua simplicidade, o STL é um formato robusto e amplamente aceito para representar produtos de modelagem tridimensional.

A etapa seguinte é o fatiamento, em que um software específico interpreta o arquivo STL e o “fatia” em múltiplas camadas finas, determinando como o objeto será construído pela impressora. Nesta etapa, são definidas variáveis cruciais que impactam diretamente as características do mapa, tais como a altura de cada camada, que influencia a resolução, e suavidade do mapa impresso; a porcentagem e o tipo de preenchimento interno, que afetam a resistência e o peso do objeto e a temperatura e a velocidade de extrusão do material, parâmetros essenciais para uma impressão de qualidade.

Após o fatiamento, o software gera o G-Code. Este é um conjunto de comandos que a impressora 3D utiliza para movimentar sua cabeça extrusora e depositar o material no local exato de cada camada. É, em essência, a lingua-

gem que a impressora entende para construir o mapa. Com o G-Code carregado, a impressora inicia a construção física do mapa, camada por camada. A etapa final consiste no acabamento do produto e sua pigmentação, momento em que o mapa ganha suas características finais, tornando-o fiel à representação geográfica.

Um dos maiores desafios na elaboração de mapas 3D táteis reside na integração de informações textuais. O tamanho dos textos em Braille é pré-definido pela norma NBR 9050:2015, um requisito fundamental para que a pessoa com deficiência visual consiga decodificar a informação através das pontas dos dedos. Essa padronização, embora essencial para a legibilidade, impõe uma limitação significativa ao tamanho máximo da impressão, podendo se tornar uma barreira substancial na construção de mapas 3D detalhados; a área física necessária para acomodar o texto em Braille em uma escala que permita a percepção tátil pode exceder o espaço disponível no mapa, comprometendo a densidade de informações ou a própria escala cartográfica.

Diante dessa limitação, uma alternativa promissora e de grande valor inclusivo é a utilização de símbolos pictóricos táteis⁸. Como demonstrado pelo estudo de Andrade e Monteiro (2019), esses símbolos oferecem uma solução eficaz para transmitir informações de forma concisa e universalmente compreensível sem depender exclusivamente do texto em Braille. Ao empregar ícones e representações gráficas táteis é possível otimizar o espaço do mapa, permitindo a inclusão de mais dados geográficos e, conseqüentemente, aprimorando a riqueza informativa do material.

A integração de símbolos pictóricos táteis contorna a restrição dimensional do Braille e abre caminhos para uma cartografia tátil mais intuitiva, beneficiando um público mais amplo e garantindo que o mapa 3D cumpra sua função essencial de democratizar o acesso ao conhecimento geográfico (Andrade; Monteiro, 2019). Desta forma, considera-se que a educação preconiza uma formação docente que transcende a mera racionalidade técnica, impulsionando a ampliação da consciência crítica do professor acerca de sua práxis. Ao confrontar suas ações cotidianas com o arcabouço teórico existente, torna-se premente uma revisão das práticas e das teorias que as informam.

Este processo implica investigar a prática para, então, gerar novos conhecimentos que re-

8 Para mais informações consultar Andrade e Monteiro (2019).

troalimento e qualifiquem a teoria e a prática do ensino. Assim, a efetivação das transformações nas práticas docentes estará condicionada à expansão da consciência do professor sobre sua própria atuação, tanto no ambiente da sala de aula quanto no contexto escolar mais amplo, o que pressupõe uma sólida base de conhecimentos teóricos e críticos sobre a realidade (Pimenta; Lima, 2004, p. 14).

CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que a integração entre cartografia tátil e impressão 3D poderá fortalecer a articulação entre teoria e prática na formação docente. Como limitação, destaca-se que a pesquisa encontra-se em fase inicial, e a análise empírica dos resultados será realizada em etapas futuras, após a implementação das oficinas e coleta de dados. Espera-se que os achados futuros contribuam para o desenvolvimento de práticas inclusivas e tecnológicas no ensino de Geografia.

Esta pesquisa inicial mostra a relevância da produção de mapas táteis em impressão 3D como uma estratégia pedagógica inovadora no contexto do PIBID da UNIMONTES. A análise bibliográfica reforça a premissa de que a educação constitui como elemento fundamental para a transformação social e intelectual, embora persista a necessidade de superar desafios metodológicos e culturais inerentes à formação docente e à promoção da inclusão de indivíduos com deficiência visual.

Observa-se que o Estágio Curricular Supervisionado e o PIBID desempenham um importante papel crucial na formação inicial de professores, proporcionando-lhes a oportunidade de vivenciar a prática pedagógica e de seu local de trabalho. Nesse cenário, a integração da Cartografia com tecnologias digitais assistivas, como a impressão 3D, surge como uma possibilidade para melhorar o ensino de Geografia, tornando-o mais acessível e inclusivo. Ademais, o uso desse recurso pode democratizar o acesso ao conhecimento geográfico, favorecendo a autonomia e o sentimento de pertencimento de estudantes com deficiência visual e sem deficiência visual, pois enriquece a aprendizagem por meio de metodologias multissensoriais.

Assim, este trabalho não apenas fortalece a articulação entre teoria e prática no processo

de formação docente, mas também contribui significativamente para a inclusão educacional e para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Essa abordagem alinha-se intrinsecamente aos princípios da pedagogia freireana, que preconiza uma educação libertadora e transformadora, e às diretrizes das políticas de acessibilidade, reafirmando o compromisso com uma educação mais equitativa e de qualidade para todo.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. C. et al. Estágio Curricular Supervisionado e a utilização de jogos no ensino da Geografia. **Educação, Escola e Saúde**, Montes Claros, v. 20, n. 22, p. e03, 2024. DOI: 10.46551/ees.v20n22art03. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/rees/article/view/6314/7875>. Acesso em: 25 maio, 2025.

ANDRADE, A. F.; MONTEIRO, C. C. Um estudo sobre a utilização de Símbolos Pictóricos Táteis em Mapas Temáticos para o Ensino de Geografia no âmbito do Desenho Universal. **Revista cartográfica**, n. 99, p. 71-94, 2019.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Atlas Escolar**: Cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, [20--]. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/cartografia/21728-cartografia.html>. Acesso em: 01 maio, 2025.

BEYER, H. O. **Impressão 3D na educação**: desafios e possibilidades. Porto Alegre: Penso, 2018.

CARMO, A. A. do. A didática multissensorial no ensino de ciências para alunos com deficiência visual. 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 60. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2016. Disponível em: <https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Pedagogia-da-Autonomia-Paulo-Freire.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2025.

FRANÇA, S. D. **Inclusão de alunos com NEE no ensino superior**: um estudo de caso na Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). 2014. Tese (Doutorado em Ciências

da Educação) – Programa de Doutorado em Ciências da Educação, Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2014.

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

GOHN, Maria da Glória. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38, jan./mar. 2006.

GONÇALVES, Claudemir Fonseca. *O estudo da categoria lugar: uma possibilidade para aprender geografia no Ensino Fundamental*. In: **VI Congresso Nacional de Educação (CONEDU)**, 2019, Campina Grande. Anais VI CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/61415>. Acesso em: 2 nov. 2025.

GRAÇA, A. J. S. *et al.* A Impressão 3D no Âmbito das Representações Cartográficas. **Rev. Bras. Cartogr.**, v. 73, n. 3, 2021.

LEFEBVRE, H. **Espacio y Política**. Edicions 62, Provenza, 278, Barcelona, 1976.

https://www.academia.edu/10983337/_El_espacio_pp_23-42_en_Espacio_y_Pol%C3%ADtica._El_derecho_a_la_ciudad_2._Henri_Lefebvre

LIBÂNIO, J. C.; PIMENTA, S. G. Formação de profissionais da educação: visão crítica e perspectiva de mudança. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 20, n. 68, p. 239-277, dez. 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v20n68/a13v2068.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2024.

NOGUEIRA, André Ricardo B. M. *Geograficidades e cartograficidades: os mapas mentais e o ato de representar*. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v. 11, n. 21, p. 1955-1970, 2021. Disponível em: <https://revistaedugeo.com.br>. Acesso em: 2 nov. 2025.

OLIVEIRA, G. G.; VELOSO, L. M. M. Principais desafios na inclusão dos alunos com deficiência no sistema educacional. **Revista Brasileira de Educação Básica**, ano 1, n. 2, p. 65-70, jan./mar. 2017.

SCHLEMMER, E., Souza, G. H. S., Bittencourt, J. R., & Palagi, A. M. M. (Orgs.). (2024). **O habitar do ensinar e do aprender** OnLife em tempos de ecologias inteligentes. Editora do IFNMG.

SILVA, K. S. C. **O uso da cartografia tátil para reconhecimento dos espaços públicos de/em Montes Claros – MG**. 2023. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Montes Claros, 2023.