

O uso da Modelagem Matemática 3D no ensino de Geometria: Estado do Conhecimento Stricto Sensu de 2016 a 2023

The use of 3D Mathematical Modeling in Geometry Education: State of Knowledge Stricto Sensu from 2016 to 2023

Soleny Canuto de Lima¹, Suelen Aparecida Greatti Vieira², Thiago Beirigo Lopes³

¹Mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Ensino - PPGEn, Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT, Cuiabá, MT, Brasil.

²Coorientadora no Programa de Pós-Graduação em Ensino - PPGEn, Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT, Cuiabá, MT, Brasil.

³Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino - PPGEn, Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT, Cuiabá, MT, Brasil

Resumo

Compreender o campo científico de uma área de estudo é uma tarefa complexa, especialmente em tempos de expansão da produção científica em várias plataformas e tipos de documentos. A busca e análise da produção científica em teses e dissertações, visa qualificar essa construção analítica para subsidiar pesquisas em um determinado tempo e espaço. Desse modo, esta pesquisa de abordagem qualitativa, tem por explorar o Estado do Conhecimento, de trabalhos de pesquisas científicas, tendo como objetivo descrever o levantamento das tendências e abordagens de pesquisa, sobre o possível objeto de estudo relacionado ao ensino de matemática que é a Modelagem Matemática com Impressões 3D para o ensino de geometria, com base nas Dissertações e Teses brasileiras pesquisadas. As fontes de busca utilizadas foram a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, considerando publicações de 2016 a 2023. Portanto, esse tipo de estudo, ao formular uma teoria, realiza uma revisão teórica sistemática, incluindo um levantamento bibliográfico de outros autores sobre o tema a ser desenvolvido, fornecendo assim, a contribuição e o embasamento necessários, baseados na análise crítica de outras produções científicas, para a construção do conhecimento.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; Estado do Conhecimento; Impressão 3D; Levantamento de dados.

Abstract

Understanding the scientific field of a study area is a complex task, especially in times of expanding scientific production across various platforms and types of documents. The search and analysis of scientific production in theses and dissertations aim to qualify this analytical construction to support research within a specific time and space. Thus, this qualitative approach research aims to explore the State of Knowledge of scientific research works, with the objective of describing the survey of research trends and approaches related to the possible study object in mathematics education, which is Mathematical Modeling with 3D Printing for the teaching of geometry, based on Brazilian Dissertations and Theses researched. The search sources used were the Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) and the CAPES Theses and Dissertations Catalog, considering publications from 2016 to 2023. Therefore, this type of study, in formulating a theory, conducts a systematic theoretical review, including a bibliographic survey of other authors on the topic to be developed, thus providing the necessary contribution and foundation based on the critical analysis of other scientific productions for the construction of knowledge.

Keywords: Mathematics Education; State of Knowledge; 3D Printing; Data Collection.

Introdução

A educação enfrenta o desafio contínuo de se adaptar e evoluir para atender às demandas de uma sociedade em constante transformação. À medida que o mundo avança rapidamente para novas fronteiras de conhecimento, é essencial que as estratégias de ensino acompanhem esse progresso, incorporando inovações que promovam o aprendizado. Isso é especialmente relevante na educação matemática, uma disciplina que há muito tem sido alvo de intensos debates e pesquisas, tanto em relação ao conteúdo quanto às metodologias de ensino.

Os professores têm buscado cada vez mais novas estratégias metodológicas para o ensino da matemática, devido à complexidade e dificuldade de compreensão dos conteúdos pelos estudantes. Um exemplo disso é a Geometria, onde é desafiador conectar os modelos geométricos com a realidade dos estudantes. Esse conteúdo é predominantemente ensinado de forma abstrata, utilizando representações gráficas impressas em papel.

Pensando nessa problemática, para inovar as aulas de matemática e tornar algo mais prazeroso, dinâmico e atrativo, que estimule uma boa aprendizagem, o uso da Modelagem Matemática com Impressão 3D, tem sido referenciada como uma metodologia com esse potencial para se trabalhar a matemática nos anos iniciais. Sendo assim, o presente trabalho, tem por explorar o Estado do Conhecimento, de trabalhos de pesquisas científicas de teses e dissertações, sobre o possível objeto de estudo relacionado ao ensino de matemática.

O desenvolvimento de pesquisas científicas abrange vários elementos essenciais, incluindo a definição do campo de investigação, os fundamentos teóricos que sustentam o estudo, ou seja, a teoria existente sobre o tema, os tipos de estudo e as abordagens metodológicas possíveis, que definem o método de pesquisa, além das tendências de pesquisa na área específica de interesse.

A pesquisa científica deve ser conduzida com ética, pois é um processo racional e ordenado voltado para a busca de soluções para problemas. Trata-se de um processo sistemático de investigação destinado a descobrir ou interpretar novos conhecimentos, resolver problemas, desenvolver novas teorias ou validar hipóteses existentes.

A pesquisa envolve uma série de processos sistemáticos, críticos e empíricos utilizados para estudar um fenômeno [1]. A mesma passa por diversas etapas, que vão desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados obtidos [2]. Uma pesquisa científica precisa ser embasada por teorias, que se trata de um corpo de conhecimento acumulado, escritos por especialistas reconhecidos. Conhecimentos esses, que deve ser considerado criticamente e rejeitado quando for incompatível com a prática.

A teoria se trata de um conjunto de constructos (conceitos), definições e proposições inter-relacionadas que formam uma visão sistemática de um determinado assunto. Consiste em ser um conjunto de afirmações, todas relacionadas a um determinado tema, de tal forma que cada uma delas

deriva logicamente de outras proposições dentro da teoria [3]. Os constructos são as unidades básicas de uma teoria, eles são abstratos e representam as ideias fundamentais que a teoria utiliza para descrever o fenômeno de interesse. Já as definições são explicações claras e precisas dos constructos. Elas especificam o que cada constructo significa e como ele deve ser entendido no contexto da teoria.

As proposições dentro de uma teoria, são declarações que expressam as relações entre os constructos, podendo descrever como um constructo influencia outro ou como dois constructos estão correlacionados entre si. A combinação de constructos, definições e proposições cria uma visão sistemática de um determinado assunto.

Para o desenvolvimento de uma pesquisa, é essencial que o campo onde será pesquisado já esteja definido. Sendo ele o espaço onde possivelmente ocorrerá a pesquisa, e quem participará da mesma. Tendo como campo simbólico uma instituição, comunidade, arquivos, dentre outros. O campo de pesquisa é o ambiente prático de interação social, onde o conjunto de hábitos formados pelo poder emerge como um todo e consegue estabelecer significados, legitimando-os ao longo do tempo [4].

O resultado da investigação científica é o conhecimento científico, onde é gerado pela pesquisa científica por meio de seus métodos. Derivado do refinamento do conhecimento cotidiano, o conhecimento científico tem suas raízes nos processos de verificação fundamentados na metodologia científica [5]. Esse método dentro da pesquisa deve estar bem definido, pois, o mesmo irá determinar a abordagem que será utilizada para coletar, analisar e interpretar os dados, influenciando diretamente a validade e a confiabilidade dos resultados.

O método de uma pesquisa científica envolve a seleção de procedimentos sistemáticos para descrever e explicar fenômenos. Esses procedimentos seguem o método científico, que inclui a identificação de um problema, a realização de observações e a interpretação delas com base nas relações identificadas, fundamentando-se nas teorias já existentes.

Neste texto, a reflexão realizada está relacionada a dois tipos de pesquisa, que são pesquisa de campo e pesquisa documental, e ao levantamento das tendências temáticas, teóricas, de campo e metodológicas de investigações realizadas nos últimos oito anos (2016 a 2023), sobre o Ensino de Ciências e/ou Matemática a nível *Stricto Sensu*.

Para o desenvolvimento eficaz das atividades de pesquisa científica, é crucial que os pesquisadores entendam como organizar, estruturar, implementar e comunicar os resultados de uma pesquisa em sua área de interesse, além de identificar as tendências emergentes. A falta de entendimento pelos estudantes no ensino de geometria, quando assimilados a teoria para a prática foi o que motivou a escolha dessa temática.

Partindo disso, acredita-se que essa temática facilitará a compreensão dos conceitos geométricos, promovendo uma abordagem inovadora e participativa para o ensino de matemática, oferecendo aos estudantes a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em contextos práticos e reais,

tendo como possível campo pesquisa, Estudantes do Ensino Fundamental II priorizando as turmas do 9º ano, das escolas estaduais localizadas no município de Confresa – MT, se tratando de uma pesquisa qualitativa.

Este estudo foi motivado pelas discussões promovidas no decorrer da disciplina de Tendências e abordagens de pesquisa em Ciências e Matemática do Programa de Pós-graduação em Ensino, ofertado pelas instituições IFMT/UNIC, turma 2024.

O presente texto tem como objetivo descrever o levantamento sobre as tendências e abordagens de pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática, de acordo com as Dissertações e Teses brasileiras dos programas de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM), tendo como fonte de busca a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e o Catálogo de Teses de Dissertações da CAPES, publicadas nos anos de 2016 a 2023.

Fundamentação teórica

A tecnologia atualmente conhecida como impressão 3D envolve a construção de sólidos tridimensionais, camada por camada, até formar o objeto final. Também chamada de manufatura aditiva, essa técnica consiste na adição gradual de matéria-prima até que a construção do objeto esteja completa. Essa construção de materiais tridimensionais é feita pelas impressoras 3D, uma tecnologia que surgiu em 1984 [6].

A impressão 3D começou com a publicação de um método para criar modelos plásticos solidificando um fotopolímero (material líquido na maioria das vezes que, ao ser submetido à luz ultravioleta, endurece) [7]. Em seu estudo, Kodama destacou que essa técnica possibilitou a construção de formas complexas e a criação de objetos com sua estrutura interna em uma única etapa, eliminando a necessidade da montagem tradicional.

Três anos depois, após o trabalho de Kodama, os primeiros testes e protótipos foram criados pelo norte-americano, o engenheiro físico [8], que registrou uma patente para um aparelho semelhante ao método de Kodama. Esta máquina construía objetos tridimensionais usando um método similar ao de Kodama. Hull denominou sua invenção de stereolithography, ou estereolitografia em português.

Hull foi um dos principais inovadores no campo da impressão 3D, que teve grande impacto em vários setores, especialmente na educação. Após registrar sua patente, ele fundou a empresa 3D Systems Corporation para a produção de impressoras 3D. Esta empresa é reconhecida como a primeira fabricante desse tipo de máquina no mundo.

No campo educacional a impressão 3D se estabeleceu como um dos recursos que se propõe a resolver problemas, cultivar pensamentos criativos, despertar interesses e incentivar o aprendizado [9]. O uso da tecnologia de impressão 3D, não deve ser vista como uma ferramenta periférica ou marginal na educação, ou seja, não deve ser considerada como algo secundário ou de pouca relevância [10]. Em

vez disso, os autores argumentam que a impressão 3D possui um potencial significativo e impactante na sala de aula. Para entender esse potencial, os autores utilizaram a teoria do construcionismo, um termo criado por Seymour Papert.

Na educação contemporânea, a interseção entre epistemologia e tecnologia educacional emergiu como uma área de grande interesse e potencial transformador. Especificamente, a utilização da impressão 3D dentro do paradigma construcionista proposto por Seymour Papert exemplifica uma convergência notável entre teoria e prática, promovendo uma abordagem inovadora e eficaz para o ensino e a aprendizagem.

O processo de aprendizagem se torna mais satisfatório quando os estudantes criam algo tangível, um resultado que pode ser compartilhado e discutido com os colegas [11]. Nesse contexto, as teorias construcionistas de Papert enfatizam a valorização da aprendizagem ativa e prática, na qual os estudantes são encorajados a construir, criar e explorar para desenvolver seu próprio entendimento. Papert destaca que o construcionismo reconhece a importância das atividades práticas e das experiências do mundo real na formação do conhecimento, promovendo uma abordagem menos focada apenas na mente do que o construtivismo [11].

Dentre as diversas tecnologias consideradas viáveis para serem integradas aos processos de aprendizagem, Papert se destacou ao investigar o uso do computador como uma "máquina do conhecimento". Ele acreditava que essa ferramenta tinha o potencial de criar as condições necessárias para facilitar a transição do pensamento operacional concreto para o operacional formal.

O uso da tecnologia educacional proporciona ferramentas e recursos que têm o potencial de aumentar e expandir as oportunidades de aprendizagem. A impressão 3D se destaca como uma dessas tecnologias inovadoras, permitindo aos alunos transformar suas ideias em objetos tangíveis e palpáveis. Ao possibilitar a criação de modelos tridimensionais, a impressão 3D oferece uma experiência concreta e sensorial, o que facilita a compreensão de conceitos abstratos e complexos.

Dentro da perspectiva construcionista de Papert, a impressão 3D emerge como uma ferramenta eficaz para transformar as ideias dos estudantes em realidade, possibilitando que eles projetem, planejem e reflitam suas criações de maneira colaborativa. Com isso, o aluno desempenha um papel fundamental no processo educacional ao se envolver na criação de atividades significativas [11].

A Modelagem Matemática é um conjunto de técnicas utilizadas para estabelecer relações matemáticas que ajudam a compreender eventos comuns na vida humana, facilitando a previsão e a tomada de decisões [12]. Além disso, metodologias como a resolução de problemas, o ensino por projetos e a aprendizagem cooperativa incentivam os estudantes a desenvolver habilidades como pensamento crítico, trabalho em equipe e aplicação prática dos conceitos geométricos.

O autor supracitado, define a Modelagem Matemática com impressões 3D como um conjunto de técnicas utilizadas para criar correlações matemáticas que explicam eventos cotidianos, ajudando na

previsão e na tomada de decisões [12]. Em consonância, onde destaca que, a modelagem matemática com impressões 3D consiste na habilidade de converter problemas reais em problemas matemáticos, resolvê-los e interpretar as soluções no contexto do mundo real [13].

A impressão 3D é um método para criar objetos tridimensionais ao construir camadas sucessivas de material, uma sobre a outra, até que o objeto esteja completamente formado [14]. Este processo é conhecido como manufatura aditiva, pois o material é gradualmente adicionado até a conclusão da construção do objeto físico por meio de modelos computacionais.

O uso de mimeógrafos e a noção de computadores conectados a impressoras era inimaginável há alguns anos atrás, era impensável a ideia de não utilizar mais [14]. No entanto, o avanço tecnológico ocorre de maneira cada vez mais rápida. Com a ajuda da impressão 3D, é possível criar objetos que antes existiam apenas na imaginação. Sendo assim, a Modelagem Matemática com impressões 3D, caracteriza-se por meio da criação de modelos palpáveis, detalhados e precisos de objetos complexos, facilitando a visualização e manipulação de modelos matemáticos em três dimensões. Em consonância [9], ressalta a importância dessa tecnologia, tendo como potencial de transformação na sociedade.

O uso da impressão 3D começou inicialmente nas áreas de medicina e engenharia, como indicado por alguns estudos. Com o passar do tempo, essa tecnologia foi ganhando importância na educação, especialmente no ensino de ciências, como química, física e biologia. Pesquisas recentes mostram que a impressão 3D tem atraído atenção também na matemática, sendo aplicada em conteúdos específicos da disciplina, incluindo a geometria plana e espacial. De acordo com [15], embora já existam algumas produções sobre o uso da impressora 3D na educação, poucas são focadas na matemática e, dessas, quase todas são direcionadas para o Ensino Médio e o ensino superior.

O uso dessa ferramenta de impressão 3D como instrumento de ensino, possibilita propor a complexidade, criatividade e personalização, permitindo a criação de peças altamente complexas que muitas vezes não poderiam ser construídas manualmente [15]. Além disso, possibilita a produção de materiais didáticos ajustados às necessidades específicas de cada disciplina e professor, incluindo materiais exclusivos desenvolvidos pelos próprios docentes.

Outros estudos analisados em trabalhos de dissertações apresentadas ao PROFMAT, relatam sobre o ensino de geometria, tecnologias e a utilização da impressora 3D no ambiente educacional, bem como a matemática e sua conexão com os números. Um dos estudos analisados o autor busca através de estudos bibliográficos uma reflexão sobre o uso dessa ferramenta para melhorar as práticas em sala de aula.

A tecnologia emergente de impressão 3D está sendo utilizada para criar materiais didáticos que podem ser explorados em sala de aula, tanto no ensino básico quanto no superior, com o objetivo de contribuir, facilitar e possibilitar novos métodos de ensino [16]. Por meio de ferramentas tecnológicas, é apresentada a criação de material em 3D para o ensino de conceitos de Cálculo e Geometria plana e

espacial, visando o estudo de área e volume, com a intenção de melhorar o processo de Ensino e Aprendizagem.

Estudos apontam que essa nova abordagem de ensino, permite uma compreensão mais profunda e intuitiva de conceitos abstratos, facilitando a previsão, análise e tomada de decisões em diversos campos, como engenharia, medicina, arquitetura e educação. A combinação da modelagem matemática com a impressão 3D promove o desenvolvimento de habilidades críticas, como resolução de problemas, pensamento espacial e colaboração.

Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa configura-se como Estado do Conhecimento, sendo de natureza básica que apresenta objetivo exploratório de cunho bibliográfico, com abordagem qualitativa. O objetivo foi verificar as tendências e abordagens de pesquisa no Ensino de Ciências e Matemática, analisando as teses e dissertações desenvolvidas até o ano de 2023.

A busca para a realização da mesma, foi sobre a temática de estudo a ser pesquisada, proposto dentro da disciplina de Tendências e Abordagens de Pesquisas em Ciências e Matemática do programa de Pós-graduação em Ensino (PPGE), tendo como fonte de busca a BDTD e o Catálogo de Teses de Dissertações da CAPES, publicadas com o recorte temporal dos últimos sete anos (2016 a 2023).

A escolha dos últimos sete anos como período de estudo foi motivada pelo rápido avanço e destaque da tecnologia na sociedade atual, resultando em uma geração altamente conectada ao meio tecnológico. Esse contexto tem gerado intensas discussões na área da educação, especialmente no ensino de matemática.

Para a realização da busca pelas teses e dissertações analisadas, foram utilizados alguns descritores para afunilar a pesquisa sendo, “Impressão 3D AND Matemática”, “modelagem 3D AND Matemática”, “Geometria”, “Impressão 3D”. Essa busca resultou em 41 trabalhos encontrados, tendo 6 teses e 35 dissertações, dentre os trabalhos encontrados, foi realizado a leitura dos resumos, assim como os procedimentos metodológicos para realizar a seleção dos que mais se aproximavam do meu objeto de estudo. Onde após a leitura foram selecionadas 10 dissertações e apenas 3 teses, por se tratar de trabalhos relacionados a minha temática de pesquisa.

A metodologia de análise adotada foi proposta por [17], para a autora, se trata de um método rigoroso e sistemático que envolve a codificação e categorização de dados textuais. Essa abordagem permite aos pesquisadores identificar padrões, temas e significados

subjacentes nos textos, oferecendo percepções valiosas sobre o objeto de estudo. A análise dos trabalhos não é apenas uma técnica de contagem de palavras ou temas, mas uma ferramenta profunda de interpretação que requer sensibilidade e conhecimento contextual [17].

A análise das fontes selecionadas é particularmente útil na metodologia Estado de Conhecimento, que visa mapear e compreender a evolução do conhecimento em um campo específico [17]. Nesse contexto, a análise categorizada ajuda a identificar tendências, lacunas e avanços na literatura, fornecendo uma visão abrangente do estado atual da pesquisa.

Assim, as categorias pré-definidas para o desenvolvimento do trabalho foram: Tema/Assunto; Principais referenciais teóricos; Campo de investigação/fonte de informações; Tipo de pesquisa e Abordagem; Coleta de dados e Metodologia de análise. Quando não encontrados nos resumos das obras, foram realizadas leituras mais aprofundadas na seção de Metodologia ou Métodos.

Os trabalhos analisados incluem dez dissertações e três teses de ambos os programas pesquisados, cujos resultados e discussões foram apresentados através de um quadro que compara as categorizações, seguido pela análise dos dados. Para isso, utilizando a análise proposta por [17], onde destaca a relevância dessa metodologia para a pesquisa qualitativa, sublinhando sua capacidade de revelar padrões e significados profundos nos dados textuais, bem como sua aplicação crucial na metodologia Estado de Conhecimento para mapear a produção científica e acadêmica.

A análise das produções resultou no quadro 01 apresentado a seguir.

Resultados e Discussões

O quadro abaixo apresenta a temática, os principais referenciais teóricos, o campo de investigação/fonte de informações, o tipo de pesquisa e abordagem, como foi realizado a coleta de dados e a metodologia de análise dos dados das 10 dissertações e 3 teses, totalizando 13 trabalhos analisados. Conforme Quadro 1.

Quadro 1: Estudos encontrados na busca.

Estudo (autor/ano)	Tema/Assunto	Principais referenciais teóricos	Campo de investigação/ fonte de informações	Tipo de pesquisa e Abordagem	Coleta de dados e Metodologia de análise
-------------------------------	---------------------	---	--	---	---

Aguiar (2016) [18]	O uso da tecnologia na construção de instrumentos didáticos para o ensino	Knill e Slavkovsky (2013); Kostakis, Niaros e Giotitsas (2014)	Licenciandos da Faculdade de Ciências da Unesp de Bauru	Tipo de pesquisa: Não informada; Abordagem: Qualitativa;	Aplicação de atividades por meio de oficinas, Observações, entrevistas Debates e preenchimento de questionários. Os dados qualitativos foram observados por meio da Análise de Conteúdo
Silva (2017) [19]	Inovação para o ensino de zoologia com o uso das impressões 3D	Vygotsky (1987); Oliveira (1997); Lipson (2007); Aguiar (2016);	51 Discentes do curso de Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre/IFAC	Pesquisa de campo experimental Abordagem: qualitativa;	Questionário; Pré-teste; Pós-teste; Levantamento bibliográfico;
Silva (2017) [20]	Ensino de ciências por meio de oficinas na construção de modelos atômicos 3D	Cavalcante e Silva (2008); Berlesi (2011); Beserra (2012); Amorim (2013);	55 Estudantes do 8º ano da Escola Estadual de Ensino Fundamental, Colégio Acreano	Pesquisa de campo; Abordagem: qualitativa;	Oficinas; Questionário semiestruturado; Pré-teste e pós-teste;
Miranda (2018) [21]	O uso da tecnologia na elaboração de atividades esculturais para o estudo da integral dupla	Pupo (2008); Fávero (2013); Bibano (2014);	Alunos do 4º e 5º semestre dos cursos de Engenharia de Produção da faculdade Flamingo/São Paulo	Pesquisa de campo Abordagem: qualitativa	Entrevistas; Gravação de vídeos; Diário de bordo; Levantamento bibliográfico;
Becker (2019) [22]	Impressões 3D no âmbito formal e não formal no ensino de Astronomia	Russel (2004); Horowitz (2014); Schelly (2015);	Alunos do 1º e 2º ano do ensino médio, de uma Instituição de ensino privado, localizada em Criciúma, cidade da região Sul de Santa Catarina.	Pesquisa de campo; Abordagem: qualitativa; documental.	Levantamento bibliográfico; Modelos concretos e ilustrativas de valor didático; Observação e debates; Preenchimento de questionários; Diário de bordo

Santos (2020) [23]	Contextualização dos jogos educacionais digitais no ensino de matemática	Bassanezi (2002); Prensky (2012); Teodoro (2013); Pacheco (2019)	Alunos bolsistas, oriundos da graduação, dos cursos de Bacharelado em Tecnologia da Informação e Licenciatura em Artes Visuais, e alunos da pós-graduação, do curso de Mestrado em Inovação em Tecnologias Educacionais	Pesquisa: Estudo de caso; Abordagem: qualitativa;	Levantamento bibliográfico; Aplicação de questionários semiestruturados;
Hedler (2020) [24]	Tecnologias digitais e o pensamento geométrico espacial de estudantes do ensino médio	Piaget (1972); Gutierrez (1991); Becker (2013); Knill e Slavkovsky (2013)	Estudantes do ensino médio, no Colégio de Aplicação da UFRGS, em Porto Alegre	Pesquisa: Estudo de caso; Abordagem: qualitativa;	Entrevista; Questionário; diário de bordo; Observação participante;
Silva (2021) [25]	A modelagem matemática como potencial na estratégia de ensino para o ensino médio	Bassanezi (2002); Almeida e Silva (2016); Biembengut e Hein (2003);	Estudantes do 2º ano do ensino médio de uma escola da rede pública estadual do município de Cordeiros/BA	Pesquisa de campo e exploratória; Abordagem: qualitativa;	Questionários; Vídeos; Entrevistas; Observação participada; Tratamentos dos dados por meio de transcrição textual;
Perpétuo (2021) [26]	Estudo das superfícies através do uso da tecnologia no ensino superior	Chaves (1999); Giotti (2016); Monzon e Basso (2019); Basniak e Liziero (2017)	Discentes de Licenciatura em Matemática;	Pesquisa bibliográfica de caráter exploratório; Abordagem: qualitativa;	Levantamento bibliográfico; Oficinas de construção de materiais concretos; Questionários; Caderno de exercícios;

Santos (2021) [27]	Metodologias de ensino com o uso das tecnologias digitais na educação matemática no conteúdo de geometria espacial	Lorenzato (1995); Giraldo, Caetano e Mattos, (20129); Rocha (2018); Monzon e Basso (2019);	36 Professores de matemática; 22 Alunos de uma escola pública de Teresina das turmas de 8º ano e 9º ano	Pesquisa de campo; Abordagem: qualitativa;	Pré-teste e pós-teste; Entrevista; Questionário; Levantamento bibliográfico;
Amado (2022) [28]	Material didático inclusivo, uma sequência didática, no ensino de geometria	Deuwey (1952); Ausubel (1982); Zabala (1998); Moreira (2016);	Alunos do 2º ano do Ensino Médio com ou sem necessidades educacionais especiais, e alunos com dificuldades de aprendizado	Pesquisa de campo; Abordagem: qualitativa;	Ilustrativas de valor didático; questionário; Levantamento bibliográfico; entrevista;
Simões (2023) [29]	Desenvolvimento de recursos didáticos no ensino de ciências para alunos com deficiência visual	Papert (1991); Kostakis, Niaros e Giotitsas (2014); Souza (2021); Atanga (2020)	Análise de catálogo de teses e dissertações da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior) Entre o período de 2013 a 2022	Pesquisa bibliográfica Caracterizado como estado da arte Abordagem: qualitativa;	Levantamento bibliográfico; Análise de conteúdo;
Gusmão (2023) [30]	Inovação no ensino de química através do uso das impressões 3D para o ensino de isomeria geométrica	Coimbra Toledo, Madeira dos Santos e Maria Rizzatti, (2020); Smith (2016); Bhattacharje (2018);	22 Professores em formação inicial de química e alunos bolsistas do PIBID	Pesquisa de campo; Abordagem: qualitativa;	Questionário; Análise textual discursiva;

Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Teses e Dissertações da Capes e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.

Verificou-se que as tendências temáticas mais recorrentes nos programas de pós-graduação incluem a formação de professores, o uso de tecnologias digitais na educação e a criação de materiais didáticos para o ensino. Em termos de campo, as entrevistas com professores e estudantes foram predominantes. A maioria das pesquisas adotou uma abordagem qualitativa, enquanto pesquisas quantitativas ou mistas não foram observadas.

Durante o processo de análise das dissertações e teses, pode-se observar que os teóricos mais citados nas pesquisas analisadas foram: Knill e Slavkovsky; Bassanezi; Papert; Moreira; Biembengut e Hein; Monzon e Basso; Giraldo, Caetano e Mattos; Zabala; Ausubel; Basniak e Liziero; Giotti; Becker; Piaget; Prensky. Teóricos que embasam as temáticas mais frequentes nas pesquisas analisadas.

Dentro dos estudos observados, percebe-se que as tendências de campo, mais recorrentes de investigação foram os estudantes de Ensino Médio e Fundamental II, professores atuantes em sala de aula e discentes de cursos de licenciaturas. E dentro das tendências metodológicas observadas, no que se refere aos procedimentos, os mais frequentes foram a pesquisa de campo e o estudo de caso. A metodologia de análise predominante foi a análise de conteúdo, enquanto os questionários, levantamento bibliográfico e entrevistas foram as principais formas de coleta de dados.

Na conjuntura atual em relação à educação, é perceptível que o uso das tecnologias dentro de salas de aulas se tornou algo constante. Nos trabalhos analisados percebe-se os desafios dos professores em busca de metodologias voltadas para o uso das tecnologias para atrair a atenção dos estudantes e melhorar o seu ensino e aprendizagem. A aplicação dessa tecnologia no ambiente educacional oferece uma abordagem prática e concreta para o aprendizado, possibilitando que os estudantes construam e visualizem conceitos de maneira tangível, conforme mencionado por [11].

O emprego de tecnologias em conteúdos abstratos nas disciplinas de exatas tem sido amplamente debatido na comunidade acadêmica através de pesquisas voltadas para aprimorar o ensino nessas áreas. Diante dessa discussão, destaco a relevância da utilização da modelagem matemática 3D no ensino de geometria, que é o tema abordado nesta pesquisa.

O uso dessa ferramenta, funciona como um conjunto de técnicas que ajudam a estabelecer as relações matemáticas com o cotidiano dos estudantes, facilitando na tomada de decisão dos mesmos[12]. Com o manuseio dos materiais concretos construídos por essa tecnologia, faz com que os estudantes desenvolvam habilidades como pensamento crítico, trabalho em equipe e aplicação prática dos conceitos geométricos.

A Impressão 3D no ensino também levanta questões sobre como o conhecimento é construído e representado [13]. Ao elaborar modelos físicos de objetos e fenômenos, os estudantes participam de um processo ativo de construção do conhecimento que transcende a mera absorção de informações. Eles experimentam, testam hipóteses e aperfeiçoam suas compreensões através da interação direta com os objetos que criam.

Os estudos analisados trás essa temática de forma inovadora para o ensino. Pois através da Impressão 3D, os estudantes têm a oportunidade de projetar e fabricar diversos objetos, desde protótipos de engenharia até modelos artísticos. Essa abordagem permite que os estudantes, utilizando a Impressão 3D, criem modelos de estruturas arquitetônicas, explorando conceitos de geometria, física e

design de forma prática e colaborativa. Isso reflete os princípios do construcionismo, onde os estudantes são incentivados a se tornarem construtores ativos do seu próprio conhecimento [11].

A tecnologia de impressão 3D, oferece uma ferramenta poderosa para enriquecer o ensino de matemática, tornando conceitos abstratos mais acessíveis e promovendo uma aprendizagem ativa e envolvente. Além disso, permite a criação de materiais didáticos personalizados conforme as necessidades específicas de cada disciplina e professor, incluindo materiais exclusivos elaborados pelos próprios docentes [15].

O uso dessa nova tecnologia para o ensino, conforme relatada nos estudos analisados, apesar dos desafios enfrentados, os benefícios potenciais fazem dela uma inovação valiosa para explorar em contextos educacionais diversos. Para maximizar seu impacto, é essencial um compromisso contínuo com a formação de professores, a integração curricular e a avaliação rigorosa de suas contribuições para o aprendizado dos estudantes.

Considerações Finais

Por meio desse estudo, foi possível estabelecer a teoria, o campo e o método de pesquisa que é uma fase essencial no planejamento de qualquer estudo científico. Isso destaca a importância do planejamento detalhado e da integração harmoniosa de todos os componentes da pesquisa, promovendo o avanço do conhecimento e a resolução de problemas práticos.

O objetivo também foi realizar uma análise de buscas por estudos de teses e dissertações que focam no possível objeto de uma futura pesquisa científica. As buscas realizadas ofereceram um embasamento teórico crucial, fornecido por autores fundamentais que contribuirão para o desenvolvimento do objeto de estudo.

Os principais ensinamentos e aprendizados adquiridos no decorrer desse estudo, incluem uma variedade ampla de métodos para conduzir pesquisa científica. Isso é crucial para expandir os horizontes dos pesquisadores, proporcionando uma compreensão abrangente das diversas abordagens disponíveis para estudo, suas implicações e os resultados práticos que oferecem à sociedade.

Dentro de uma pesquisa, após formular a teoria, é essencial realizar uma revisão teórica sistemática, que envolve um levantamento bibliográfico de outros autores sobre o tema em questão. Isso contribui para fundamentar e enriquecer o conhecimento com base na análise crítica de outras produções científicas.

Referências

[1] SAMPIERI, Roberto. Hernández.; CALLADO, Carlos. Fernández.; LUCIO, María. Pilar. Batista. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

- [2] GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- [3] BUNGE, Mario. **Epistemologia: curso de atualização**. Tradução de Cláudio Navarra. 2ª ed. São Paulo: T. A. Queiroz: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.
- [4] BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.
- [5] FONSECA, João. José. Saraiva. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.
- [6] AGUIAR, Leonardo. de. Conti. Dias.; YONEZAWA, Wilson. Massachiro. **Construção de instrumentos didáticos com impressoras 3D**. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa (PR), 2014.
- [7] KODAMA, Hideo. **Automatic method for fabricating a three dimensional plastic model with photohardening polymer**. Review of Scientific Instruments, v. 52, n. 11, p. 1770-1773, 1981.
- [8] HULL, Charles W. **Aparelho para produção de objetos tridimensionais por estereolitografia**. Patente dos EUA n. 4.575.330, 11 mar. 1986.
- [9] AGUIAR, Leonardo de Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. 2016.
- [10] KOSTAKIS, Vasilis; NIAROS, Vasilis; GIOTITSAS, Christos. **Impressão 3D de código aberto como meio de aprendizagem: Um experimento educacional em duas escolas secundárias na Grécia**. Telematics and informatics, v. 32, n. 1, p. 118-128, 2015.
- [11] PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- [12] BURAK, Dionísio. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem**. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Campinas, 1992.
- [13] BASSANEZI, Rodney. Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2004.
- [14] LOPES, Felipe da Silva. **A utilização da impressão 3D no ensino de projeto do produto: um estudo de caso no curso de engenharia de produção da UFRJ**. 2014.
- [15] SANTOS, Raylane Soares. **O processo de impressão 3D como ferramenta mediadora no ensino e aprendizagem de geometria espacial na educação básica**. Instituto Federal de Piauí, Campus Floriano, 2021.
- [16] ROCHA, Leonaldo Viegas. **Uma aplicação da tecnologia de impressão 3D no ensino da matemática: construindo instrumentos didáticos para a sala de aula**. 103 p. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, 2018.
- [17] MOROSINI, Marília Costa. Estado de conhecimento e questões do campo científico. Revista da Educação. Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 101-116, jan./abr. 2015.
- [18] AGUIAR, Leonardo de Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. 2016.

- [19] SILVA, Marcelo Loureiro da. **Educação para a sexualidade através de oficinas e modelos anatômicos 3D, no processo de ensino aprendizagem na educação básica.** Rio Branco/AC, 2017. Dissertação (Mestrado em educação). Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Acre, 2017.
- [20] SILVA, Regina Guimarães. **Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3d no processo de ensino e aprendizagem de zoologia.** Rio Branco/AC, 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, 2017.
- [21] MIRANDA, Gina Magali Horvath. **Esculturas matemáticas: atividades para o estudo da integral dupla.** São Paulo, 2018.
- [22] BECKER, Diógenes Antunes. **Guia para o Uso de Modelos Construídos com Impressoras 3d no Âmbito Formal e não Formal no Ensino de Astronomia do Sistema Solar.** Araranguá, 2019. Dissertação (Mestrado em educação). Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.
- [23] SANTOS, Gisélia Maria dos. **Modelagem matemática como método para contextualização de problemas no ambiente dos jogos educacionais digitais.** 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- [24] HEDLER, Larissa Weyh Monzon. **Desenvolvimento do pensamento geométrico espacial GeoGebra, Impressora 3D e Abstração Reflexionante processo de abstração reflexionante.** 2020.
- [25] SILVA, Cassislane Maria Ribeiro. **A modelagem matemática como Estratégia para o Ensino de Geometria: uma proposta para eletivas de exatas.** Vitória da Conquista/BA, 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) em Rede Nacional-PROFMAT, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 2021.
- [26] PERPÉTUO, Alexandre de Sousa. **Estudo de superfícies no ensino superior com o auxílio da impressão 3D.** 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Matemática, Diamantina, 2021.
- [27] SANTOS, Raylane Soares. **O processo de impressão 3D como ferramenta mediadora no ensino e aprendizagem de geometria espacial na educação básica.** Floriano/PI, 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Instituto Federal do Piauí, Campus Floriano, 2021.
- [28] AMADO, Deborah Senra. **Desenvolvimento de um material didático inclusivo e uma sequência didática sobre virologia, com uso de modelagem e impressão 3D, para alunos do Ensino Médio.** 2022. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.
- [29] SIMÕES, Guilherme Soares. **Possibilidades do uso de Impressão 3D no Desenvolvimento de Recursos Didáticos no Ensino de Ciências para Alunos com Deficiência Visual: um mapeamento em Teses e Dissertações (2013 a 2022).** São Paulo, 2023.
- [30] GUSMÃO, Rodrigo Monteiro. **A impressão 3D no ensino de Química: Projeto e fabricação de modelos moleculares e sua aplicação no ensino de isomeria geométrica e óptica.** Bagé, 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Pampa, 2023.