

Modelagem Matemática Maker: uma experiência com a caneta 3D

Josiane Silva dos Reis¹

Maria José Costa dos Santos

Jorge Carvalho Brandão

Universidade Federal do Ceará, Brasil

RESUMO

Este artigo, de abordagem qualitativa, é um recorte de uma pesquisa de doutorado em andamento que investiga o uso da Cultura *Maker* em atividades de Modelagem Matemática. Objetiva-se, portanto, apresentar a caneta 3D como recurso didático no ensino de coordenadas cartesianas fundamentada na Modelagem Matemática *Maker*. Trata-se de uma atividade experiencial realizada com estudantes do curso de Pedagogia, na qual se utilizou a caneta 3D como recurso no desenvolvimento de uma proposta didática, integrando a Matemática, a Modelagem Matemática e a Cultura *Maker*. A metodologia adotada inclui a observação participante e análise interpretativa com base nas interações e reflexões dos participantes. A coleta de dados foi realizada por meio de registos das atividades e observações sistemáticas conduzidas pelos estudantes durante o processo. Os resultados sugerem que o uso da caneta 3D, além de estimular a criatividade, potencializa a representação de objetos no plano cartesiano, contribuindo para a construção das noções iniciais de coordenadas. Conclui-se, portanto, que a caneta 3D é um recurso didático que fomenta a prática *maker* no âmbito da Modelagem Matemática.

Palavras-chave: Matemática; Modelagem matemática; Cultura *maker*; Caneta 3D; Coordenadas cartesianas.

ABSTRACT

This article, based on a qualitative approach, is an excerpt from an ongoing doctoral research that investigates the use of the Maker Culture in Mathematical Modeling activities. Its objective is to present the 3D pen as a teaching resource for Cartesian coordinates, grounded in Mathematical Modeling Maker. This is an experiential activity conducted with Pedagogy students, in which the 3D pen was used as a resource for developing a didactic proposal, integrating Mathematics, Mathematical Modeling, and Maker Culture. The adopted methodology includes participant observation and interpretative analysis based on participants' interactions and reflections. Data collection was carried out through activity records and systematic observations conducted by the students during the process. The results suggest that the use of the 3D pen, in addition to stimulating creativity, enhances the representation of objects in the Cartesian plane, contributing to the construction of initial coordinate concepts. It is concluded, therefore, that the 3D pen is a didactic resource that fosters maker practice within the scope of Mathematical Modeling.

Keywords: Mathematical; Mathematical modeling; Maker culture; 3D pen; Cartesian coordinates.

1. Introdução

Este artigo é um recorte de uma pesquisa de doutorado em andamento, intitulada “Modelagem Matemática *Maker*: uma estratégia didática para o ensino de matemática nos anos iniciais”, desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) da Universidade Federal do Ceará (UFC). A pesquisa defende a integração da Cultura *Maker* (CM) em atividades de Modelagem Matemática (MM) como uma estratégia

¹ Endereço de contacto: josireis@alu.ufc.br

didática inovadora para o ensino de matemática que promove uma aprendizagem mais criativa, significativa e alinhada com as demandas de uma sociedade que valoriza a autonomia, a colaboração e a capacidade de resolver problemas de maneira crítica.

No Brasil, a MM vêm sendo debatida desde a década de 1960, quando movimentos internacionais de grande relevância influenciaram pesquisadores sobre a importância da inclusão da MM na Educação Matemática (Aragão; Barbosa, 2016). Alves (2023) destaca que, ao longo do século XX e início do século XXI, a MM evoluiu e assumiu diferentes formas e abordagens, tanto no campo de pesquisa acadêmica quanto como prática educacional, não se limitando, portanto, a uma única abordagem, mas transitando entre diferentes perspectivas teóricas e práticas, o que reflete sua complexidade e importância em diversos contextos.

Dionísio Burak, pesquisador e educador brasileiro reconhecido por seus estudos no campo da MM, expressa seu entendimento sobre a Modelagem na perspectiva da Educação Matemática, ressaltando um interesse maior pela construção do conhecimento matemático pelos estudantes da educação básica, em vez de sua aplicação, uma vez que, nesse nível de escolaridade, tais conhecimentos ainda estão em processo de desenvolvimento (Burak, 2013).

Um dos aspectos fundamentais da Modelagem destacado pelo autor, além de promover o desenvolvimento de habilidades relacionadas à resolução de problemas, é a capacidade de despertar o interesse dos estudantes. Para Burak (2013), quando o processo de ensino e aprendizagem é orientado pelo interesse dos estudantes, há um impacto positivo no processo educacional. Esse impacto ocorre porque, ao trabalharem com temas que lhes despertam interesse, e com problemas reais, os alunos se envolvem de forma mais ativa e autônoma na construção do conhecimento.

Sob este mesmo enfoque, de acordo com Maia-Lima et al. (2024, p. 42), a CM traz a “concepção de uma aprendizagem baseada na aprendizagem prática, na experimentação e na solução de problemas reais, por meio da qual os alunos são incentivados a articular os aspectos teóricos com as suas habilidades, inerentes e necessárias às criações próprias”. Para Reis et al. (2024), a CM vêm ocupando cada vez mais espaço e engajando pessoas em projetos pessoais e coletivos que partem da ideia de compartilhar e trabalhar colaborativamente.

No campo educacional, a CM vem se consolidando como uma abordagem pedagógica que valoriza o interesse dos estudantes, incentivando-os a transformar ideias, individuais e coletivas, em criações concretas por meio do uso de diferentes tecnologias. De acordo com Blikstein (2013), essa abordagem valoriza a experiência do educando, permitindo o aprendizado por meio de erros e acertos, promovendo uma compreensão mais profunda de temas relacionados ao seu cotidiano e interesses.

No âmbito da aprendizagem, a CM tem sido explorada por meio de várias ferramentas, tais como kits de robótica, impressoras 3D, cortadoras a laser, placas programáveis (Arduino), softwares de programação visual (Scratch, Tinkercad), plataformas de prototipagem virtual (Tinkercad), dispositivos eletrônicos de baixo custo (sensores, motores, LEDs), materiais de construção reutilizáveis (papelão, madeira, EVA, plástico), além de máquinas de costura, furadeiras, lixadeiras, ferramentas de corte e mais recentemente a caneta 3D.

A caneta 3D é uma ferramenta que possibilita escrever, desenhar e modelar objetos tridimensionais, “é um objeto que proporciona uma projeção da realidade” (Veiga & Luterman, 2021, p. 2). No campo da aprendizagem, ela tem se configurado como uma ferramenta que possibilita a concretização de conceitos abstratos, promovendo o aprendizado por meio da experimentação, em consonância com o princípio do “aprender fazendo” (Papert, 1980). De acordo com Silveira et al. (2023), trata-se de um recurso versátil, capaz de potencializar a criatividade e desenvolver o pensamento espacial, ao permitir a transformação de ideias em protótipos físicos.

Tendo em vista a importância de estimular abordagens que favoreçam um ensino de matemática conectado às demandas contemporâneas, este estudo, de natureza qualitativa, tem como objetivo apresentar a caneta 3D como recurso didático para o ensino de coordenadas cartesianas, ancorado na Modelagem Matemática *Maker*. Para isso, foi analisada uma atividade de cunho experiencial que empregou a caneta 3D como instrumento para a solução de problemas decorrentes do processo de modelagem. A atividade envolveu a participação voluntária de nove discentes do curso de Pedagogia da UFC.

Os dados foram coletados por meio de registros fotográficos e das interações entre os discentes durante a atividade, realizada nas dependências da Faculdade de Educação (FACED) da UFC, no contexto de uma das aulas da disciplina de Ensino de Matemática. A análise dos dados foi conduzida com base no método de

análise interpretativa proposto por Creswell (2010). O foco da experiência consistiu em explorar as possibilidades de desenvolver atividades que integrem a CM e a MM. Nessa perspectiva, torna-se fundamental apresentar as primeiras concepções do que se entende por Modelagem Matemática *Maker*.

2. Modelagem matemática *maker*

A *Modelagem Matemática Maker* é uma estratégia didática para o ensino de matemática que encontra-se em processo de validação. Os dados coletados, até o momento, mostram que ela tem se delineado como uma abordagem que integra a CM na resolução de problemas formulados ao longo do processo de MM. Assim, já é possível identificar características que evidenciam a aproximação teórico-metodológica entre a MM e a CM, demonstrando como essa interconexão pode contribuir para a construção de uma estratégia didática inovadora e significativa no ensino de matemática.

Com o intuito de evidenciar essa aproximação teórico-metodológica, destacam-se, no Quadro 1, algumas características comuns tanto à MM quanto à CM, acompanhadas de suas respectivas referências, as quais fundamentam e fortalecem a concepção adotada neste estudo. Essa sistematização visa elucidar as convergências entre as duas abordagens, contribuindo para a compreensão de suas potencialidades quando trabalhadas de forma integrada.

Quadro 1. Aproximação teórico metodológica

Característica	Referências
Envolve o interesse do aluno	<p>De acordo com Burak (1992, 2013), coletar os dados no contexto em que se manifesta o interesse do grupo é um dos princípios fundamentais da Modelagem, pois permite que os estudantes estabeleçam conexões significativas entre a matemática e a realidade</p> <p>Os espaços <i>maker</i> asseguram ao aluno a centralidade do seu processo de formação, “o que significa dizer que os interesses e inclinações dos aprendizes devem constituir o foco principal do trabalho pedagógico”. (Cordova; Vargas, 2016, p. 1).</p>
Requer um processo de pesquisa	<p>“O professor tem o papel de fazer as mudanças necessárias para que a modelagem matemática seja aplicada como estratégia de ensino, “sem, contudo, perder a linha mestra que é o favorecimento a pesquisa e posterior criação de modelos pelos alunos, e sem desrespeitar as regras educacionais vigentes” (Biembengut; Hein, 2014, p. 28).</p> <p>Segundo De Paula (2022), o movimento <i>maker</i> promove e estimula a criação, investigação, resoluções de problemas e autonomia, motivando o aluno a pesquisar e ir além do conteúdo que está sendo explorado em sala de aula.</p>
Tem como foco a resolução de problemas	<p>Uma atividade envolvendo a Modelagem Matemática, por exemplo, pode envolver a resolução de problemas, mas também o uso de tecnologia na confecção de uma tabela ou um gráfico, mostrando que essas tendências podem ser complementares em uma prática educativa (Kluber; Burak, 2008).</p> <p>Para Carvalho e Alves (2011), a base do movimento <i>maker</i>, encontra-se na experimentação, tendo como ponto de partida a resolução de problemas e desafios ou da construção de algo significativo como resultado da resolução de problemas.</p>
Envolve o pensamento crítico	<p>Niss e Blum (2020) justificam o uso da Modelagem Matemática, pois ela pode favorecer a aprendizagem, fornecer uma aplicação prática do conteúdo e desenvolver habilidades como o pensamento crítico.</p> <p>Blikstein (2013) afirma que as atividades <i>maker</i> podem transformar o ambiente escolar e fomentar o desenvolvimento das capacidades, entre elas o pensamento crítico, a pesquisa e o tratamento de informações, aprender com os colegas, errar, corrigir, recriar e a resiliência diante da dificuldade.</p>

Nota: Elaborado pelos/as autores/as (2025)

Essas características foram evidenciadas por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), que abordou a utilização da CM para o ensino de matemática em atividades de MM. Conforme Reis (2024), os resultados da RSL indicam que, embora a MM ainda não seja amplamente empregada como metodologia orientadora da prática *maker*, seus pressupostos estão presentes em 80% dos estudos analisados. Isso sugere uma convergência metodológica significativa entre ambas, com potencial relevância para o ensino de matemática.

Entre os diversos processos de modelagem apresentados por distintos autores, este estudo adota o processo delineado por Dionísio Burak (1992, 2010, 2013, 2019), o qual estabelece cinco etapas fundamentais para o desenvolvimento do trabalho com a Modelagem Matemática, a saber:

Etapa 1 - Escolha do tema: etapa que emerge quando os estudantes escolhem o tema e o professor acaba por realizar algumas sugestões caso sejam necessárias;

Etapa 2 - Pesquisa exploratória: os alunos buscam conhecimentos por meio de pesquisas em diversos meios, para subsídio do tema pesquisado;

Etapa 3 - Levantamento dos problemas: permite com que os alunos possam elaborar problemas dos mais simples aos mais complexos;

Etapa 4 - Resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema: neste momento o aluno tenta responder os problemas levantados com o auxílio de conteúdos matemáticos e;

Etapa 5 - Análise crítica das soluções: Este momento, é marcado pela criticidade no qual o aluno consegue refletir e perceber toda a sua construção do conhecimento durante as outras etapas.

Nessa perspectiva, a MM é compreendida como um estudo matemático acerca de um problema não essencialmente matemático, que envolve a formulação de hipóteses e simplificações adequadas para analisar um problema. Sendo assim, ela vai além da ideia utilitarista de aplicar a Matemática para resolver problemas. Por este motivo as etapas propostas por Burak (1992, 2008, 2013, 2019) orientam a estruturação das atividades experimentais que estão sendo propostas, e aplicadas, tanto no âmbito da formação inicial quanto na formação continuada de professores que ensinam matemática na Educação Básica.

No que se refere à CM, parte-se do pressuposto de que ela se fundamenta na premissa de que qualquer indivíduo, desde que disponha das ferramentas adequadas, é capaz de construir, modificar ou fabricar diversos tipos de artefatos, utilizando materiais de baixo custo e recorrendo à produção manual. Ela pode ser entendida como uma cultura que baseia-se na filosofia “*Do It Yourself*” (DIY), do português “faça você mesmo” que influenciou significativamente o Movimento Maker (Dougherty, 2016).

Na educação, o *maker* tem proporcionado uma abordagem contemporânea que valoriza a aprendizagem prática, a experimentação, a colaboração e a criatividade nos processos de ensino e aprendizagem. Para Blikstein (2013), “há apelos em todos os lugares para abordagens educacionais que estimulam a criatividade e a inventividade” (Blikstein, 2013, p. 2), e a CM pode representar uma nova e significativa abordagem para proporcionar oportunidades às crianças, jovens e adultos expressarem suas ideias e explorarem sua criatividade de maneira inovadora.

Nessa perspectiva, entende-se que a CM pode ser incorporada ao processo de Modelagem por meio de atividades que fazem uso de uma ampla variedade de materiais e ferramentas tecnológicas. Assim, a depender da maneira como a atividade é estruturada e conduzida, especialmente se for direcionada à resolução de uma problemática identificada no processo de modelagem, pode-se configurar um ambiente de Modelagem Matemática *Maker*. Esse ambiente se caracteriza pela aplicação dos princípios da CM, como a experimentação, a colaboração e a prototipagem, alinhando-os aos fundamentos da MM para potencializar a aprendizagem.

3. A caneta 3D

A caneta 3D (Figura 1) é uma tecnologia que se assemelha a uma impressora 3D manual. É uma “ferramenta que pode ser definida como uma impressora 3D portátil, uma ferramenta compacta que permite a modelagem de desenhos por meio da ejeção de polímero plástico a alta temperatura” (Silveira et al., 2023, p. 352). Com ela, é possível produzir traços em relevo sobre diversas superfícies, os quais podem representar desenhos e formas que, após a solidificação do material, podem ser retiradas e manipuladas como objetos independentes.

Figura 1. Caneta 3D



Nota: Retirado de 3D Magična Olovka besplatna dostava | Halo Oglasni

A Figura 1 apresenta uma caneta 3D convencional, acompanhada de seu suporte, carregador e o material compatível para utilização. Em sua maioria, elas possuem um sistema interno de aquecimento e, para funcionar, precisam estar conectadas a uma fonte de energia elétrica. Ao ligar, a parte interna da caneta atinge altas temperaturas, sendo necessário inserir um filamento de polímero plástico (PLA) em uma das extremidades. Esse filamento é aquecido, derretido e expelido pelo bico extrusor.

No entanto, já existem fabricantes, como a *3Doodler Essentials*, que oferecem modelos com sistema de carregamento independente, dispensando a necessidade de conexão direta à tomada. Essas canetas foram projetadas especialmente para crianças, com um design seguro que evita partes quentes, permitindo que o bico e o plástico possam ser tocados sem risco de queimaduras. Além disso, seu uso é facilitado por controles simplificados, pensados para o manuseio intuitivo por crianças.

Para Veiga e Luterman (2021, p. 4), “a caneta 3D pode ser considerada um instrumento da cultura *maker*” (Veiga & Lutermam, p. 4), uma vez que seu uso possibilita a criação de uma ampla variedade de artefatos, promovendo a mobilização da coordenação motora fina, além de estimular os sentidos e expressar subjetividades por meio de cores, texturas, formas e diferentes materialidades visuais.

No contexto da CM, a caneta 3D tem viabilizado a criação de protótipos, peças decorativas, artefatos funcionais e modelos geométricos, estimulando habilidades criativas, espaciais e motoras, além de apoiar práticas pedagógicas inovadoras. Segundo Lopes et al. (2019), a essência da CM está no engajamento em projetos que despertem a capacidade de criar. Nessa perspectiva, a caneta 3D se torna uma aliada na proposição de atividades *maker*, que segundo Reis (2024) são atividades que priorizam a prática, a colaboração, a criatividade e a inventividade.

Neste estudo, a caneta 3D é apresentada como uma ferramenta pedagógica no ensino de Matemática, com ênfase em sua aplicação no ensino de coordenadas cartesianas nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Sua utilização está vinculada à proposição de atividades que integram a CM ao processo de MM, promovendo uma abordagem mais prática e interativa para a aprendizagem desse conteúdo.

4. Metodologia

Este estudo possui uma abordagem qualitativa, pois tem como objetivo apresentar a caneta 3D como recurso didático no ensino de coordenadas cartesianas fundamentada na Modelagem Matemática *Maker*. De acordo com Gil (2002), os estudos qualitativos buscam uma maior familiaridade com o tema proposto possibilitando a construção de hipóteses a respeito do objeto em estudo por meio de diferentes perspectivas, permitindo alcançar uma compreensão abrangente da temática.

Para atender a esse objetivo, realizou-se uma atividade experiencial com nove estudantes do curso de Pedagogia, no âmbito da disciplina Ensino de Matemática, oferecida pela Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará (FACED-UFC), durante o segundo semestre de 2024. Nesse período, os estudantes encontravam-se no último ano do curso, especificamente no sétimo semestre, sendo que, dos nove participantes, apenas três já possuíam experiência em sala de aula atuando como monitores.

Nenhum dos estudantes apresentava familiaridade com o conceito de MM, e apenas dois relataram ter ouvido menções sobre a CM no contexto escolar em que atuavam. No que diz respeito à matemática, os estudantes mencionaram gostar de apenas alguns tópicos específicos da disciplina, destacando ainda que o curso oferece apenas duas disciplinas relacionadas à área, o que, segundo eles, é insuficiente para que se sintam seguros e preparados para lecionar em sala de aula.

A atividade desenvolvida, que ocorreu durante uma aula de quatro horas, integra a dimensão experiencial de uma pesquisa de doutorado em andamento. Por essa razão, a metodologia aqui analisada contempla a proposição de atividades *maker* como estratégia para solucionar problemas identificados no processo de modelagem, com ênfase na etapa de *resolução de problemas*. Neste estudo, a caneta 3D foi incorporada como uma das ferramentas passíveis de utilização no âmbito dessa abordagem metodológica, abrangendo os conceitos fundamentais de coordenadas cartesianas, tais como a localização de pontos, a utilização de pares ordenados e a representação espacial.

A coleta de dados foi realizada por meio de registros das atividades *makers* propostas e de observações sistemáticas conduzidas pelos participantes. Para tanto, a observação participante foi utilizada como estratégia para acompanhar e registrar as interações entre os participantes durante a aula. Esse método é indicado em estudos que buscam interpretar dinâmicas sociais em contextos educacionais, permitindo ao pesquisador imergir no ambiente estudado e coletar dados de forma direta e interativa. Essa estratégia envolve não só a observação direta, mas todo um conjunto de técnicas metodológicas pressupondo um grande envolvimento do pesquisador no fenômeno em estudo (Lüdke & André, 1986).

A aula foi organizada em três etapas, cuidadosamente planejadas para integrar conceitos teóricos, prática pedagógica e experimentação com a caneta 3D. Na primeira etapa, foi realizada uma exposição teórica acerca do Movimento *Maker*, enfatizando suas origens, princípios e contribuições para o campo educacional, especialmente no que se refere à promoção de uma aprendizagem ativa e ao estímulo à criatividade. Nessa fase, também foram apresentados os fundamentos teóricos e as etapas metodológicas da MM, com base na perspectiva de Burak (2005, 2010), destacando-se a importância de conectar situações reais ao ensino da matemática.

Na segunda etapa, os participantes foram introduzidos ao uso da caneta 3D, com explicações detalhadas sobre suas funcionalidades, técnicas de preenchimento e diferentes formas de aplicação no contexto educacional. Os estudantes puderam explorar a ferramenta em um ambiente controlado, a fim de familiarizar-se com seu manuseio antes de iniciar a elaboração das propostas didáticas.

Na terceira e última etapa, os estudantes foram desafiados a planejar uma atividade de MM na qual a caneta 3D pudesse ser utilizada como recurso didático. Durante esse processo, os participantes tiveram a oportunidade de refletir sobre o potencial pedagógico da ferramenta, buscando estratégias para o ensino de conceitos matemáticos e sobre as possibilidades de aplicação da MM nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Figura 2. Planejamento da atividade



Nota: Arquivo dos/as autores/as (2025)

A Figura 2 registra o momento de planejamento, no qual os estudantes foram organizados em grupos de três integrantes, cabendo a cada grupo a responsabilidade pela elaboração de uma atividade. No entanto, considerando as limitações de espaço para a exposição detalhada de todas as atividades desenvolvidas, este estudo opta por apresentar apenas uma das propostas elaboradas que tem como temática o turismo e seu processo de modelagem descrito no Quadro 2.

Além da caneta 3D, foram utilizados outros materiais de apoio, como *tablets*, papel, canetas esferográficas, malhas quadriculadas, réguas e borrachas, ampliando as possibilidades de criação e permitindo que os estudantes experimentassem diferentes formas de representação e construção de objetos. Essa abordagem multimodal visou estimular a integração de tecnologias digitais e recursos tradicionais, valorizando tanto a inovação quanto a viabilidade prática no ambiente escolar.

Quadro 2. Descrição da atividade

Etapas do processo de modelagem	Descrição	Dinâmica
Escolha do tema	Turismo	Reunir os alunos em grupos para definirem uma temática seja por acordo ou sorteio
Pesquisa exploratória	Pesquisar em sites Visitar o centro de turismo da cidade	Levar os alunos ao laboratório da escola para realizar a pesquisa na internet sobre passeios na cidade; Levar os alunos para visitar o centro de turismo da cidade
Levantamento de problemas	Quais transportes são utilizados para fazer os passeios turísticos na nossa cidade?	Escolher um dos problemas levantados e tentar solucioná-lo com uma atividade <i>maker</i>
Resolução de problemas	Esboçar o desenho de carros, barcos, buggy e ônibus em uma malha quadriculada e depois prototipá-los com a caneta 3D	Solicitar que os alunos construam uma malha quadriculada com uma unidade de área de sua preferência e pedir para que sigam as coordenadas com base em uma sequência apresentada para descobrir qual transporte estava sendo representado. Após descobrir a figura, a criança utilizaria a caneta 3D para construir o protótipo da figura encontrada.
Análise crítica das soluções	Analizar a construção dos alunos	Discutir com os alunos os conhecimentos matemáticos envolvidos no processo de construção

Nota: Elaborado pelos/as autores/as (2025)

O Quadro 2 expõe os elementos da atividade planejada por um dos grupos, detalhando cada etapa do processo de modelagem conforme proposto por Burak (1992, 2010, 2013, 2019). Os estudantes sugeriram que a atividade poderia ser aplicada a uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental. Durante o planejamento, os estudantes indicaram diversos problemas relacionados ao tema, como: Quanto custa um passeio para a praia? Qual praia é mais distante? O passeio de buggy é mais caro que o passeio de barco? Qual a época do ano mais barata para viajar para nossa cidade? Quais são os pontos turísticos mais visitados?, entre outros. Dentre as opções apresentadas, os estudantes optaram por abordar apenas um dos problemas, por entenderem que esse era o que melhor se adequava ao uso da caneta 3D. Posteriormente, propuseram a elaboração de um protótipo relacionado ao problema escolhido, empregando a caneta 3D como recurso principal, o que permitiu a concretização prática e visual dos conceitos de coordenadas cartesianas.

Todas as interações foram acompanhadas de forma sistemática pela pesquisadora, primeira autora deste trabalho, que registrou a escrita, as falas, questionamentos e debates entre os participantes. A partir desse acompanhamento, os dados coletados foram organizados, analisados em relação aos significados construídos, articulados com a literatura e apresentados conforme as etapas previamente descritas nesta seção.

5. Resultados e discussões

A atividade descrita neste trabalho foi proposta por três estudantes do curso de Pedagogia durante uma experiência com o uso da caneta 3D. Inicialmente, os estudantes tentaram elaborar uma atividade baseada

no jogo “batalha naval”. No entanto, após algumas discussões, perceberam que a atividade deveria iniciar com um tema ou um problema específico e optaram por adotar o “turismo” como a temática central (conforme descrito no Quadro 2). Dada a abrangência do tema, diversas ideias foram emergindo, permitindo que os estudantes percebessem como uma atividade de modelagem poderia ser ampla e interdisciplinar.

Ao pensar em como a pesquisa exploratória poderia se constituir, os estudantes sugeriram, além da pesquisa em sites da internet, a visita ao centro de turismo da cidade, que é um local onde poderiam obter informações sobre os pontos turísticos locais, além de compreender melhor a dinâmica do turismo na região. De acordo com Burak (1992, 2013), coletar os dados no contexto em que se manifesta o interesse do grupo é um dos princípios fundamentais da MM, pois permite que os estudantes estabeleçam conexões significativas entre a matemática e a realidade, promovendo a compreensão crítica dos conhecimentos envolvidos.

Os estudantes apontaram ainda a possibilidade de, durante a visita, entrevistar profissionais da área, coletar materiais informativos e observar como o turismo é promovido e organizado na cidade. Essa experiência enriqueceria a atividade, fornecendo elementos adicionais para a etapa seguinte, quando seriam identificados os problemas dentro do tema.

A imersão no contexto local e a coleta de informações mais concretas permitiriam aos estudantes perceber questões específicas e desafios presentes no setor de turismo, os quais poderiam servir de base para a formulação de problemas a serem trabalhados na sequência da atividade. Os estudantes demonstraram uma compreensão significativa sobre o processo de MM ao mencionar que esses problemas, não necessariamente matemáticos, poderiam ser traduzidos em situações que exigem o uso de conceitos matemáticos para sua análise e solução, evidenciando a importância da matemática na compreensão e intervenção em questões do mundo real.

Nessa linha, Reis et al. (2024) destacam que a modelagem vai além do uso de conceitos puramente matemáticos, ao englobar um processo de investigação e resolução de problemas que possuem significados relevantes para além do campo da matemática. Ao selecionarem o problema “Quais transportes são utilizados para fazer os passeios turísticos na nossa cidade?” os estudantes pensaram na possibilidade de construir o protótipo desses transportes com a caneta 3D abordando as habilidades EF05MA14 e EF05MA15 da BNCC (2018) que sugerem respectivamente:

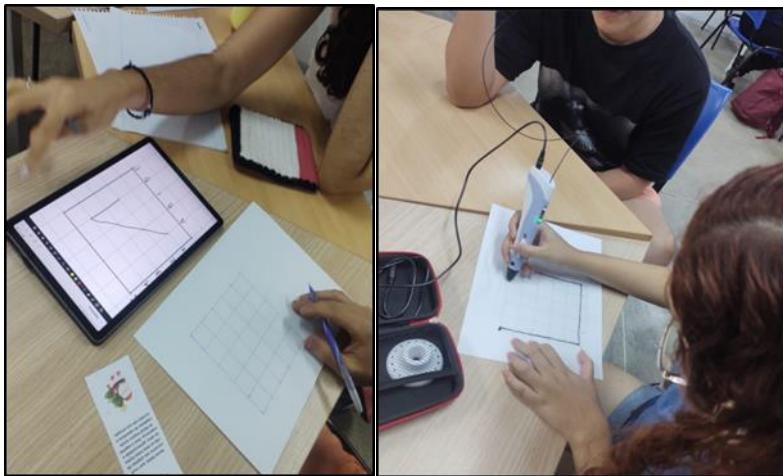
EF05MA14 - Utilizar e compreender diferentes representações para a localização de objetos no plano, como mapas, células em planilhas eletrônicas e coordenadas geográficas, a fim de desenvolver as primeiras noções de coordenadas cartesianas.

EF05MA15 - Interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano (1º quadrante), utilizando coordenadas cartesianas, indicando mudanças de direção e de sentido e giros.

Além da atividade principal, os estudantes sugeriram algumas dinâmicas complementares. Uma das propostas consistia em organizar os alunos na sala de aula de forma a simular um plano cartesiano. Cada aluno, com seu transporte previamente construído, ocuparia uma posição no espaço e, com base nas coordenadas fornecidas, deveriam identificar sua localização na sala. Outra proposta seria desenhar uma grande malha quadriculada na lousa e criar trajetos utilizando coordenadas, permitindo que os alunos apresentassem o transporte que escolhessem construir seguindo corretamente o trajeto dado.

Após algumas discussões e simulações com a malha quadriculada projetada no *tablet*, os estudantes decidiram construir uma malha com uma unidade de área maior que a fornecida. Na Figura 3, observa-se a construção de malhas de diferentes dimensões, uma vez que, segundo os estudantes, uma unidade de área ampliada contribuiria para facilitar tanto a visualização por parte das crianças quanto a manipulação da caneta 3D.

Figura 3. Construção de malhas com diferentes unidades de área



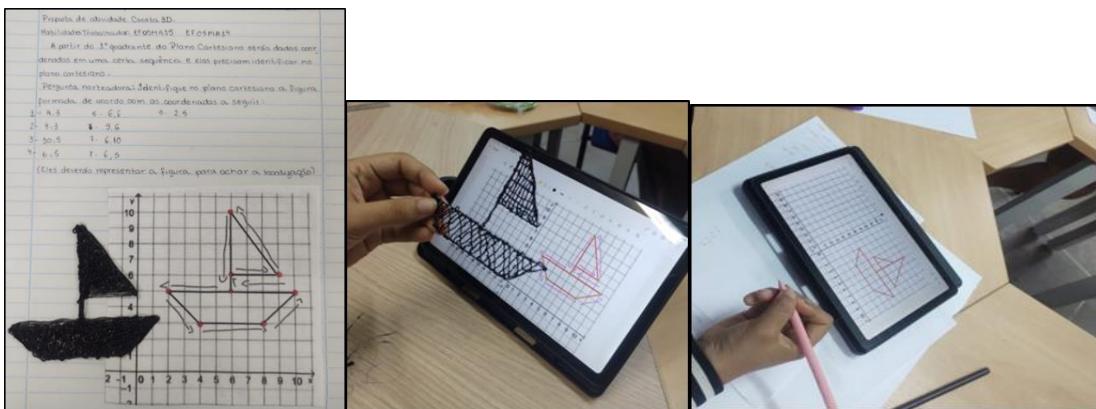
Nota: Arquivo dos/as autores/as (2025)

A ideia dos estudantes era criar protótipos de desenhos que as crianças gostassem para que a atividade se tornasse mais interessante. No entanto, após alguns esboços eles propuseram primeiramente fornecer coordenadas, que ao serem conectadas, projetassem uma determinada figura. Segundo os estudantes, isso fortaleceria a compreensão das noções de localização e posicionamento no plano cartesiano, facilitando a transição para a etapa prática de construção do protótipo com a caneta 3D e tornando a aprendizagem mais lúdica e significativa para as crianças.

Brandt et al. (2016), destacam, em suas pesquisas, elementos que sustentam as potencialidades da MM para tornar mais flexível o currículo favorecendo a aprendizagem significativa. Blikstein (2013) argumenta que os espaços e ferramentas da CM podem proporcionar um ambiente de aprendizagem mais significativo ao permitir que os estudantes se envolvam ativamente na construção do conhecimento, ao invés de apenas consumi-lo.

A Figura 4, a seguir, apresenta a atividade elaborada pelos estudantes, na qual são indicadas as habilidades previstas na BNCC passíveis de serem desenvolvidas, bem como uma questão relacionada à localização de pontos no plano. O objetivo era trabalhar noções de coordenadas cartesianas e promover a representação gráfica no plano, utilizando a caneta 3D para criar um protótipo tridimensional de uma figura a partir de pontos previamente fornecidos.

Figura 4. Proposta de atividade apresentada pelos estudantes



Nota: Arquivo dos/as autores/as (2025)

De acordo com os estudantes, a atividade poderia ser proposta inicialmente em forma de um desafio no qual as crianças deveriam seguir as coordenadas com base na sequência apresentada para descobrir a figura, o que faria com que elas trabalhassem esse conteúdo de forma prática e não apenas reproduzindo algo já pronto. Além disso, com a evolução da atividade elas poderiam criar, recriar e até inventar outros transportes diferentes. Sobre isso, Papert (2007) argumenta que na Educação não se pretende ter imitadores, mas pessoas que inspirem outros a ir mais além. “Nesta conceção de Educação é preciso incentivar os alunos a acreditarem nas suas capacidades de inventar, construir, reparar, projetar, modificar e de criar soluções” (Maia-Lima, 2024, p.43). Os estudantes apresentaram primeiramente o protótipo de um barco a vela, conforme mostra a Figura 4. Em seguida, construíram outros protótipos utilizando diferentes cores e formas geométricas conforme mostra a Figura 5.

Figura 5. Outros protótipos construídos com a canta 3D



Nota: Arquivo dos/as autores/as (2025)

Após as construções, os estudantes destacaram que fornecer previamente as coordenadas torna a atividade mais desafiadora, mas também evidencia a aprendizagem do conteúdo abordado. “Quando o sujeito *maker* cria algo ou soluciona um problema munido de um saber-poder, de um poder do conhecimento, ocorre a validação da aprendizagem” (Veiga, 2021, p.20).

Os estudantes ressaltaram ainda a importância de equilibrar a liberdade de exploração com a orientação pedagógica, garantindo que a atividade permanecesse dentro dos propósitos de aprendizagem, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento do conceito de coordenadas cartesianas. Dessa forma, evidenciaram a necessidade de o professor atuar como mediador, oferecendo suporte ao processo criativo sem restringir a autonomia dos alunos.

No Quadro 3, apresenta-se alguns resultados observados evidenciando o impacto e relevância da metodologia na atividade planejada pelos estudantes.

Quadro 3. Síntese dos resultados observados

Aspectos avaliados	Dinâmica da atividade	Resultados observados
Compreensão da metodologia	Discussões orientadas pelo pesquisador e exemplos práticos ajudaram na compreensão da abordagem da Modelagem Matemática <i>Maker</i> .	Dificuldades para entender que a matemática deveria emergir da investigação Facilidade em propor uma atividade <i>maker</i> a partir da temática escolhida Formulação de problemas compatíveis com a atividade <i>maker</i>
Construção de modelos (representação matemática)	Uso da malha quadriculada para projetar figuras, fornecendo coordenadas previamente para a construção dos protótipos.	Problemas conectados com situações do mundo real para localização de pontos no plano cartesiano e interpretação gráfica Os estudantes propuseram inicialmente um jogo de batalha naval, mas ajustaram a atividade para abordar coordenadas cartesianas e representação espacial. Deslocamento em um sistema de coordenadas e identificação de pontos.
Engajamento dos estudantes	Discussões e interações dos estudantes e a experimentação com a caneta 3D.	A participação foi maior quando a atividade envolveu desafios e exploração criativa.
Relevância da atividade	Exploração e contextualização dos conceitos matemáticos.	Os estudantes perceberam a interdisciplinaridade como elemento central da metodologia Facilita o uso de conceitos geométricos e espaciais para resolver problemas do cotidiano

Nota: Elaborado pelos/as autores/as (2025)

A análise do Quadro 3 evidencia que a integração do *maker* em atividades de MM foi assimilada de maneira satisfatória pelos estudantes, contribuindo para a consolidação do que se tem denominado, aqui, Modelagem Matemática *Maker*. Embora tenham apresentado dificuldades iniciais na compreensão da modelagem, os estudantes demonstraram progressos ao longo da atividade, elaborando problemas pertinentes e explorando representações matemáticas de forma prática, com o uso adequado da caneta 3D. O envolvimento dos participantes foi amplificado pela experimentação e pelos desafios propostos, enquanto a interdisciplinaridade se revelou um aspecto central no processo de aprendizagem.

No contexto educacional, essa abordagem destaca a relevância de oferecer ambientes de aprendizagem flexíveis e abertos, nos quais os estudantes possam experimentar ideias, dialogar, fazer descobertas e desenvolver soluções próprias. Nesse sentido, Burak (1992, 2012) ressalta que, no trabalho com a MM, o diálogo mobiliza as capacidades de expressão e comunicação de ideias, contribuindo para a formação de sujeitos autônomos.

De forma complementar, Blikstein (2013) e Valente e Blikstein (2019) argumentam que a abordagem *maker* promove ambientes de aprendizagem flexíveis que incentivam a autonomia, preparando os estudantes para um mundo em constante transformação e desenvolvendo suas habilidades de criar e inovar.

Dessa forma, os resultados indicam que o uso da caneta 3D, além de estimular a criatividade, potencializa a representação de objetos no plano cartesiano, contribuindo significativamente para a construção das noções iniciais de coordenadas. Ademais, a caneta 3D demonstrou-se um recurso didático eficaz no apoio à resolução de problemas no contexto da Modelagem Matemática *Maker*.

Entretanto, alguns desafios também podem ser identificados, tais como a limitação do tempo de aula, que se mostrou insuficiente para um processo de reflexão mais aprofundado, e o grau de complexidade da atividade proposta. Além disso, a disponibilidade de recursos representou uma limitação, uma vez que cada grupo teve acesso a apenas uma caneta 3D, sendo que o ideal seria que cada participante dispusesse de uma unidade. Outro aspecto relevante refere-se ao desconhecimento prévio de alguns estudantes sobre a MM, o que resultou em uma maior dificuldade para compreender que o conteúdo matemático deveria emergir da investigação, e não ser previamente estabelecido. Por fim, é possível que algumas interações não tenham sido registradas, visto que a pesquisadora precisou acompanhar simultaneamente todos os grupos, o que pode ter resultado na perda de dados potencialmente relevantes para a pesquisa.

A atividade proposta não apenas aprimora a compreensão visual e espacial dos conceitos matemáticos, mas também fomenta a integração entre a MM e a CM, ao incentivar a experimentação, a criação e o engajamento dos estudantes na solução de uma problemática. Além disso, o uso dessa ferramenta tecnológica viabiliza a criação de representações concretas, tornando a abstração de conceitos matemáticos mais acessível e conectando o aprendizado ao cotidiano dos alunos.

6. Considerações finais

A experiência com o uso da caneta 3D como recurso didático no âmbito da Modelagem Matemática *Maker* revelou-se eficaz na representação de conceitos abstratos, como as coordenadas cartesianas, ao estimular a criatividade, o pensamento espacial e a conexão entre teoria e prática, transformando atividades que tradicionalmente permaneciam no plano abstrato ou em papel em realizações concretas, materializando ideias e conceitos matemáticos.

No ensino de coordenadas cartesianas, essa ferramenta permite que os estudantes desenvolvam habilidades de localização e representação espacial ao criar protótipos físicos a partir de pontos plotados no plano cartesiano, promovendo o raciocínio lógico, a criatividade e o engajamento dos alunos, além de tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo. A experiência integrar de forma eficiente a CM a uma atividade de modelagem, evidenciando contribuições relevantes para o desenvolvimento de competências previstas pela BNCC.

Com isso, é fundamental destacar a importância da formação inicial e continuada dos professores para que possam integrar tecnologias como a caneta 3D em suas práticas pedagógicas. Essa integração exige mediação cuidadosa e planejamento adequado para alcançar resultados significativos.

Sugere-se, como proposta para pesquisas futuras, a investigação da percepção dos alunos da educação básica ao abordarem os conteúdos matemáticos por meio da Modelagem Matemática *Maker*. Compreender como os estudantes percebem, interagem e aprendem com essa metodologia constitui um fator relevante para a análise de sua eficácia, alinhando-se, inclusive, aos objetivos da tese em fase de finalização.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Estudo e Pesquisa Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem (G-TERCOA/CNPq), à Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC-PA), à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP - CE) e à Universidade Federal do Ceará (UFC), ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) e à Rede Nordeste de Ensino (RENOEN - UFC), pelo apoio fundamental no desenvolvimento deste estudo.

Referências

- Aragão, M. F. A., & Barbosa, J. L. C. (2016). A história da modelagem matemática: Uma perspectiva de didática no ensino básico. *Anais IX EPBEM*. Realize Editora. Disponível em <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/26383>
- Biembengut, M. S., & Hein, N. (2014). *Modelagem matemática no ensino*. Contexto.
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and “making” in education: The democratization of invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of machines, makers and inventors* (pp. 1–22). Transcript.
- Brandt, C. F., Burak, D., & Klüber, T. E. (Orgs.). (2016). *Modelagem matemática: Perspectivas, experiências, reflexões e teorizações* (2^a ed., rev. e ampl.). Editora UEPG. <https://doi.org/10.7476/9788577982325>
- Burak, D. (1992). *Modelagem matemática: Ações e interações no processo de ensino-aprendizagem* [Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas].
- Burak, D. (2010). Modelagem matemática sob um olhar de educação matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. *Revista de Modelagem na Educação Matemática*, 1(1), 10–27.

- Burak, D., & Aragão, R. M. de. (2012). *A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa*. Editora CRV.
- Burak, D. (2013). *Ações e interações nas atividades de modelagem matemática*. VIII Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, Santa Maria, RS.
- Carvalho, A. B., & Alves, T. P. (2011). Apropriação tecnológica e cultura digital: O programa um computador por aluno no interior do Nordeste brasileiro. *Logos*, 18(1).
- Cordova, T., & Vargas, I. (2016). *Educação maker SESI-SC: Inspirações e concepção*. 1ª Conferência FabLearn Brasil. Disponível em http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_108.pdf
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto* (3ª ed.). Artmed.
- De Paula, B. B. (2022). *Cultura Maker na educação: Uma abordagem integrada ao ensino* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Paulo]. <https://hdl.handle.net/11600/63764>
- Dougherty, D. (2016). *Free to make: How the maker movement is changing our schools, our jobs and our minds*. North Atlantic Books.
- Klüber, E. T., & Burak, D. (2008). Concepções de modelagem matemática: Contribuições teóricas. *Revista Educação Matemática Pesquisa*, 10(1), 17–34.
- Lopes, L. O., et al. (2019). O “Maker” na escola: Uma reflexão sobre tecnologia, criatividade, responsabilidade social. *Ctrl+E*, Pernambuco. Disponível em <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/e/article/view/8908/8809>
- Ludke, M., & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. EPU.
- Maia-Lima, C., Baltazar, A., & Santos, M. F. (2024). Educação Maker, uma abordagem agregadora. *Sensos-e*, 11(1), 41–50. <https://doi.org/10.34630/sensose.v11i1.5173>
- Niss, M., & Blum, W. (2020). *The learning and teaching of mathematical modeling*. Routledge.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. BasicBooks.
- Reis, J. dos, Brandão, J. C., & Santos, M. J. C. dos. (2024). A cultura maker no contexto da modelagem matemática: Uma revisão sistemática da literatura. *Ensino Da Matemática Em Debate*, 11(1), 65–88. <https://doi.org/10.23925/2358-4122.2024v11i62286>
- Resnick, M. (2020). *Jardim de infância para a vida toda: Por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos* (2ª ed.). Penso.
- Silva, R. O., Ataíde, J. A. O., Rivera, J. A., & Nascimento-e-Silva, D. (2023). Educação maker: Entre teorias e práticas na educação profissional e tecnológica. In I. Dickmann (Org.), *Esperançar: Criar e recriar a educação* (Vol. 1, pp. 362–375). Diálogo Freiriano.
- Silveira, C., de Aguiar, R., & Frizzarini, T. (2023). A exploração tátil de representações geométricas produzidas com a caneta 3D: Uma ferramenta para o ensino de estudantes cegos. *Revista Sergipana De Matemática E Educação Matemática*, 8(2), 348–366. <https://doi.org/10.34179/revsem.v8i2.18445>
- Stürmer, C. R., & Maurício, C. R. M. (2021). Cultura maker: Como sua aplicação na educação pode criar um ambiente inovador de aprendizagem. *Brazilian Journal of Development*, 7(8), 77070–77088. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n8-091>
- Veiga, J. F., & Luterman, L. A. (2021). Possibilidades de leitura com a caneta 3D: Saber-poder numa cultura maker. *Web Revista Sociodialeto*, 12(35), 1–23. <https://doi.org/10.61389/sociodialeto.v12i35.8118>