

Geo3DPrint: ensino de Geometria espacial com uso do software Tinkercad e da impressora 3D

Marcela Madanês Chavier¹

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Minéia Cappellari Fagundes²

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Josemar Pereira Hidalgo³

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

RESUMO

O presente artigo explora a aplicação do software Tinkercad e da impressão 3D no ensino de geometria espacial para alunos do ensino médio. Os dados foram produzidos por meio de um curso de extensão desenvolvido com o objetivo de investigar a viabilidade do uso do software Tinkercad e da impressora 3D no ensino de geometria espacial. Os alunos participaram de atividades de modelagem 3D no software Tinkercad e impressão de objetos físicos como canecas personalizadas e poliedros. A análise dos dados, baseada em questionários, observações e produtos desenvolvidos pelos alunos, demonstrou que o uso do Tinkercad e da impressora 3D contribuiu como estratégia de ensino e permitiu o aprendizado sobre figuras geométricas, aprendizado prático, consciência da aplicabilidade no cotidiano e uma percepção positiva sobre projetos em grupo.

Palavras-chave: Ensino; Modelagem 3D; Geometria Espacial; Fabricação Digital.

Geo3DPrint: teaching spatial geometry using Tinkercad software and 3D printer in high school

ABSTRACT

This article explores the application of Tinkercad software and 3D printing in teaching spatial geometry to high school students. The data were produced through an extension course developed with the aim of investigating the feasibility of using Tinkercad software and 3D printers in teaching spatial geometry. Students participated in 3D modeling activities using Tinkercad software and printing physical objects such as personalized mugs and polyhedra. Data analysis, based on questionnaires, observations and products developed by students, demonstrated

¹Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela UNEMAT/BBG. Bolsista profissional UNEMAT, Nova Mutum, Mato Grosso, Brasil. Endereço para correspondência: R. das Mangueiras, 454W, Bela Vista, Nova Mutum, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78452-053. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2671-5229>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1583977958372747>. E-mail: marcela.madan@unemat.br.

²Doutora em Engenharia Elétrica pela UNESP/Rio Claro. Professora Efetiva na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), lotada na Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas e Agrárias (FACISAA), na qual ministra aulas de Matemática. Docente Credenciada no PPGECEM/UNEMAT, em Barra do Bugres, Mato Grosso, Brasil. Endereço para correspondência: Rua das Sucupiras, nº 1213N, Jardim das Orquídeas, Nova Mutum, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78450-000. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9016-1128>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3281107991713811>. E-mail: mineia@unemat.br.

³Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela UNEMAT/Barra do Bugres. Professor Efetivo na Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC/MT), lotado na Escola Estadual Ramon Sanches Marques – Tangará da Serra/M, na qual ministra aulas de Ciências da Natureza nas turmas de 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental. Endereço para correspondência: Travessa 09, quadra 17, lote 14, nº 1493, Jardim Buritis, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78.303-691. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0084-9771>. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4029825759169692>. E-mail: josemar.hidalgo@unemat.br.

that the use of Tinkercad and the 3D printer contributed as a teaching strategy and allowed learning about geometric figures, practical learning, awareness of applicability in everyday life and a perception positive about group projects.

Keywords: Teaching; 3D modeling; Spatial Geometry; Digital Manufacturing.

Geo3DPrint: enseñanza de geometría espacial utilizando el software Tinkercad y una impresora 3D en la escuela secundaria

RESUMEN

Este artículo explora la aplicación del software Tinkercad y la impresión 3D en la enseñanza de geometría espacial a estudiantes de secundaria. Los datos se produjeron a través de un curso de extensión desarrollado con el objetivo de investigar la viabilidad del uso del software Tinkercad y las impresoras 3D en la enseñanza de la geometría espacial. Los estudiantes participaron en actividades de modelado 3D utilizando el software Tinkercad e imprimiendo objetos físicos como tazas personalizadas y poliedros. El análisis de datos, basado en cuestionarios, observaciones y productos desarrollados por los estudiantes, demostró que el uso de Tinkercad y la impresora 3D contribuyó como estrategia de enseñanza y permitió el aprendizaje sobre figuras geométricas, el aprendizaje práctico, la conciencia de aplicabilidad en la vida cotidiana y una percepción positiva sobre proyectos grupales.

Palabras clave: Enseñanza; Modelado 3D; Geometría Espacial; Fabricación Digital.

INTRODUÇÃO

Esse artigo é um recorte de uma pesquisa de mestrado, em que nos dedicamos ao estudo sobre o ensino de geometria espacial. O interesse pelo tema se deve ao fato de que o ensino tradicional, baseado apenas no livro didático ou na lousa, não é suficiente para abordá-la adequadamente, pois oferece uma representação bidimensional (2D) de conceitos tridimensionais (3D).

Apesar da importância do ensino e da aprendizagem da geometria para uma matemática mais contextualizada e para a compreensão da realidade, autores como Pavanello (2009) e Lorenzato (1995) há mais de duas décadas discutem o abandono do ensino da geometria, destacando que essa área da matemática foi negligenciada por um longo período na educação básica.

Além disso, estudos como o de Rogenski e Pedroso (2019) evidenciam que o ensino da geometria frequentemente falha em se conectar com a realidade dos alunos, uma vez que raramente é apresentado de forma inter-relacionada com outros conteúdos estruturantes, como álgebra e números. Isso a torna apenas uma ilustração, sem um entendimento aprofundado de conceitos e propriedades (Rogenski; Pedroso, 2019, p. 2).

Essas dificuldades evidenciam a necessidade de buscar novas abordagens, teorias de ensino e aprendizagem, bem como recursos pedagógicos que abordem a geometria de maneira mais dinâmica e contextualizada, proporcionando, além da visualização, níveis mais formais de conhecimentos geométrico e espacial. Pois segundo Vendruscolo e Bitencourt (2021) as

tendências de Educação Matemática são teorias de aprendizagens desenvolvidas com o objetivo de encontrar maneiras de ensinar conhecimentos matemáticos de modo significativo para o educando. Elas surgem como alternativas para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, motivando e despertando o interesse dos alunos.

De acordo com Domingues (2023, p. 2), a abordagem da geometria moderna incentiva os estudantes a compreenderem os conceitos e visualizarem as formas geométricas em um contexto mais amplo, ao invés de apenas decorar propriedades e teoremas, os alunos são motivados a explorar a lógica por trás das demonstrações e a estabelecer conexões entre a geometria e outras áreas da matemática e da ciência.

Neste contexto, voltamos nossa atenção para as tecnologias associadas à Fabricação Digital (FD), especificamente o *software* de modelagem 3D Tinkercad e a impressora 3D. Embora já existam alguns estudos exploratórios sobre o uso do Tinkercad e da impressão 3D no ensino de geometria espacial, ainda há lacunas na literatura. Conforme apontam Nolla et al. (2021, p. 101), a introdução da impressão 3D na sala de aula ainda está em fase experimental, assim como as atividades que podem ser desenvolvidas com os alunos para apoiar a aprendizagem de conceitos matemáticos. Isso evidencia que há espaço para novas investigações sobre o uso dessas tecnologias. Além disso, há a oportunidade de investigar diferentes contextos educacionais e tipos de projetos.

Bhaduri et al. (2021) destacam a necessidade de definir práticas e entender melhor como utilizar o Tinkercad e a impressão 3D com o objetivo de ensinar modelagem 3D, mantendo o engajamento e o interesse dos alunos por essas tecnologias e apoiando o desenvolvimento do pensamento espacial. Martins et al. (2021) expõe, ainda que um *software* de Matemática Dinâmica se mostra como um poderoso recurso no ensino de geometria espacial, especialmente na promoção da capacidade de visualização espacial dos alunos, ao permitir a exploração de formas geométricas tridimensionais.

Dessa forma, a integração do Tinkercad e da impressão 3D, conforme sugerido pelos autores mencionados, apresenta potencial para auxiliar no ensino de geometria espacial, tornando os conceitos mais acessíveis e tangíveis para os alunos. Com isso em mente, propusemos um curso de extensão voltado para estudantes da 2ª série do Ensino Médio, com o objetivo de investigar a viabilidade do uso do *software* Tinkercad e da impressão 3D no ensino de geometria espacial. E neste artigo nos propomos a explorar a aplicação do *software* Tinkercad e da impressão 3D no ensino de geometria espacial para alunos do ensino médio.

O artigo encontra-se estruturado em seções, inicia com a *Introdução*, que apresenta os desafios do ensino de geometria espacial e destaca a relevância de integrar o Tinkercad e a impressão 3D como recursos pedagógicos. Na seção *Integração entre o Tinkercad e a Impressão 3D no Ensino de Geometria Espacial: Algumas Possibilidades Segundo a Literatura*, são discutidas as contribuições dessas tecnologias para o aprendizado geométrico, como o desenvolvimento do raciocínio espacial e a aplicação prática dos conceitos. Na seção *Aspectos Metodológicos* é descrito o curso de extensão Geo3DPrint, a abordagem pedagógica adotada e os instrumentos utilizados para coletar e analisar os dados, com ênfase no caráter qualitativo do estudo.

Em *Análises e Resultados*, são apresentados os avanços no aprendizado dos estudantes, as habilidades desenvolvidas e os desafios enfrentados no uso das tecnologias. Por fim, a seção *Conclusões* sintetiza os principais achados, destacando as contribuições das tecnologias para o ensino de geometria espacial e sugerindo caminhos para futuras pesquisas.

INTEGRAÇÃO ENTRE O TINKERCAD E A IMPRESSÃO 3D NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL: ALGUMAS POSSIBILIDADES SEGUNDO A LITERATURA

Conforme ressaltado por Pielsticker, Witzke e Vogler (2021, p. 20), existe uma distinção clara entre os contextos virtual e físico. Enquanto o *software* de modelagem tridimensional oferece um ambiente com projeções ajustáveis de forma dinâmica, a impressão 3D possibilita a concretização e a manipulação de objetos sólidos.

Além disso, Lieban e Lavicza (2019) indicam que a capacidade de construir representações de objetos geométricos 2D e 3D pode ser desenvolvida por meio de diversas ferramentas para resolver problemas de projeto e compreender os efeitos das transformações simples e suas composições.

Nesse sentido, Lieban e Lavicza (2019, p. 1) ressaltam a importância de tarefas que integrem a modelagem e a impressão 3D, ao escrever que:

[...] projetar tarefas para fins educacionais combinando a modelagem e os aspectos exploratórios dos Sistemas Geométricos Dinâmicos (DGS), bem como conectar facilmente esses resultados com a impressão 3D para abrir as mentes de alunos e professores para novas ideias e estratégias em modelagem matemática e resolução de problemas. [...] Esta atividade também aborda as questões de adaptação de ideias matemáticas e de design, e como esse processo se baseia e como ele nutre a criatividade matemática por meio da modelagem geométrica e das múltiplas estratégias dos alunos para resolver as tarefas.

Devido a essa diferença nas ações, tomadas de decisões e desenvolvimento de raciocínio proporcionados por cada tecnologia, e considerando que a construção de um objeto impresso requer sua prévia modelagem e que, segundo Voráyová (2021, p. 2), os desafios no desenvolvimento individual ou em grupo para projetar uma estrutura que possa ser impressa em 3D desempenham um papel notável na motivação dos alunos. Torna-se relevante investigar como explorar essas tecnologias no ensino de geometria na sala de aula da educação básica.

A integração entre o Tinkercad e a impressão 3D no ensino de geometria espacial abre diversas possibilidades de exploração de temas relevantes e o aprofundamento de conceitos geométricos. Um dos principais temas explorados é a visualização de sólidos geométricos. Por meio do Tinkercad, os alunos podem criar, modificar e manipular virtualmente diferentes formas, compreendendo melhor suas propriedades e características. A impressão 3D permite que esses sólidos sejam materializados em objetos tangíveis, proporcionando uma experiência prática e concreta. Isso promove a compreensão tridimensional e o desenvolvimento do raciocínio espacial (Pielsticker; Witzke; Vogler, 2021; Santos; Soares, 2021).

Enquanto, a impressão 3D permite uma exploração tátil e comparação física com objetos da vida real, o aspecto dinâmico do Tinkercad permite observar uma variedade de casos com um simples movimento de arrastar e uma valiosa representação interna, graças à possibilidade de controlar a transparência/opacidade dos modelos (Reichenberger *et al.*, 2019, p. 3)

Outro tema explorado são as propriedades geométricas. Com o *software*, os alunos podem realizar operações como dimensionamento, corte, duplicação e encaixe de formas, proporcionando uma compreensão mais profunda das relações entre diferentes elementos. A impressão 3D permite que eles vejam essas operações se concretizando em objetos físicos, tornando os conceitos abstratos mais concretos (Voráyová, 2021; Nolla *et al.*, 2021).

A criação de projetos integrados e práticos é uma abordagem a ser explorada, os alunos podem projetar objetos que resolvam problemas reais ou que exemplifiquem conceitos geométricos, utilizando o Tinkercad para criar os modelos virtuais e a impressão 3D para produzir as versões físicas. Isso incentiva a aplicação dos conhecimentos em situações do cotidiano e estimula a criatividade e o pensamento crítico (Reichenberger *et al.*, 2019; Mangione; Garzia, Esposito, 2019).

Além disso, a interatividade proporcionada pelo Tinkercad e a possibilidade de modelagem dinâmica são elementos importantes. Os alunos podem mover, redimensionar, agrupar e manipular objetos virtualmente, experimentando diferentes cenários e relações. Essa abordagem contribui para a compreensão de transformações geométricas e propriedades dos sólidos, ampliando a visão sobre a geometria espacial (Cadena-Blanco; Arias-Rueda; Arias-Rueda, 2022; Lieban; Lavicza, 2019).

O *software* Tinkercad facilita a cocriação de modelos virtuais, e a impressão 3D transforma esses modelos em objetos físicos que podem ser compartilhados e discutidos. Isso promove a aprendizagem colaborativa, a troca de ideias e o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe (Nolla *et al.*, 2021; Freitas *et al.*, 2019).

Assim, a integração do Tinkercad e da impressão 3D no ensino de geometria espacial envolve uma diversidade de temas geométricos e proporciona elementos práticos e interativos para o aprendizado. Desde a visualização de sólidos até a modelagem dinâmica, criação de projetos e colaboração, essas tecnologias oferecem uma nova dimensão ao ensino de geometria, preparando os alunos para a aplicação dos conceitos no mundo real.

As potencialidades dessas tecnologias segundo Chavier (2024) são evidenciadas em diversos aspectos, expostos a seguir. O Tinkercad, com sua interface intuitiva e acessibilidade *online*, oferece aos alunos um ambiente propício para explorar conceitos tridimensionais e desenvolver habilidades de pensamento espacial. Além disso, a criação colaborativa de projetos virtuais promove a aprendizagem em equipe e a troca de ideias. A impressão 3D, por sua vez, transcende a representação bidimensional, permitindo aos alunos materializar objetos geométricos e visualizar conceitos de forma tangível, o que estimula a criatividade e a resolução de problemas reais.

No entanto, a integração entre o *software* Tinkercad e a impressão 3D também apresentam desafios que requerem atenção. A curva de aprendizado inicial do Tinkercad e as dificuldades técnicas relacionadas à configuração de parâmetros e à qualidade da impressão podem impactar no ensino. Além disso, a integração dessas tecnologias exige um planejamento cuidadoso e a capacitação dos educadores para orientar os alunos.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi baseado na abordagem qualitativa. Os dados foram produzidos por meio de instrumentos como questionários (inicial e final), observações em cadernos de campo e

análises dos projetos desenvolvidos pelos estudantes. Além disso, foi utilizada a gravação de uma roda de conversa ao final do curso para reflexão e coleta de feedback.

Para análise dos dados, utilizamos a análise interpretativa conforme Creswell (2014). Nesta forma de análise abstraem-se códigos e temas para atribuir um significado maior aos dados. Esse processo começa com a criação de códigos e a organização de temas em unidades mais amplas. A interpretação pode ser baseada em impressões, intuições ou inserida em um constructo da ciência social, podendo também combinar visões pessoais com esses conceitos.

A pesquisa foi conduzida em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat). O protocolo de pesquisa, incluindo os procedimentos de coleta, análise e proteção dos dados dos participantes, foi submetido e aprovado pelo CEP sob o número 5.823.785. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos do estudo e deram seu consentimento informado por escrito antes de participar.

Lócus da pesquisa e abordagem de ensino do curso Geo3DPrint

O curso de extensão Geo3DPrint foi ministrado em uma disciplina eletiva direcionada a uma turma da 2ª série do ensino médio, na Escola de Tempo Integral Deputado Freire, localizada na cidade de São José dos Quatro Marcos, Mato Grosso. O projeto teve a duração de um semestre, totalizando 40 horas-aula, com encontros semanais de 2 horas.

A turma era composta inicialmente por 17 estudantes. Durante o semestre, dois deles foram transferidos de escola, resultando na participação final de 15 alunos ao longo do projeto. As idades variavam entre 15 e 18 anos, com a seguinte distribuição: 65% (11 alunos) tinham 16 anos, 23% (4 alunos) tinham 15 anos, 6% (1 aluno) tinha 17 anos e 6% (1 aluno) tinha 18 anos. Quanto ao sexo, 35% (6 alunos) se identificavam como femininos e 65% (9 alunos) como masculinos.

Para proteger os dados dos participantes, na apresentação e análise dos resultados, os estudantes serão identificados de forma aleatória, utilizando a nomenclatura Aluno 1 (A1), Aluno 2 (A2), ..., até Aluno 17 (A17). Os grupos serão designados como Grupo 1 (G1), Grupo 2 (G2), Grupo 3 (G3), Grupo 4 (G4) e Grupo 5 (G5).

O ambiente virtual utilizado foram as classes no *software* de *design* Tinkercad usado para modelagem tridimensional dos objetos digitais de aprendizagem (ODA), assim como para a criação física dos artefatos por meio de manufatura aditiva (impressão 3D). Por meio da conta

com perfil de professor, é possível criar uma sala de aula virtual, na qual o educador pode acompanhar em tempo real os projetos sendo desenvolvidos pela turma. O processo envolve o professor selecionar a opção “Aulas”, em seguida clicar em “Criar nova aula”, nomeando a aula, e, em então, compartilhar o *link* ou o código para permitir que os estudantes entrem na sala virtual (Figura 1). Dentro desse ambiente, é possível programar atividades, visualizar os alunos pertencentes à turma, analisar os projetos em progresso, além de receber notificações e adicionar “coprofessores”.



Fonte: Tinkercad (2023).

Optou-se por utilizar este *software* como recurso de ensino, por oferecer a possibilidade de abordar a geometria espacial de forma ativa, aproveitando especialmente a função de “Projeto 3D” e os “Blocos de Código”.

Baseada na perspectiva construtivista de aprendizagem, a pesquisadora optou por uma abordagem de ensino que se distancia do Modelo da Narrativa descrito por Don Finkel (2008), no qual o professor apenas transmite informações. Em vez disso, optou-se por uma metodologia em que os alunos fazem uso ativo das informações, enfrentando desafios e realizando projetos em atividades coletivas (Bacich; Holanda, 2020).

De acordo com Bender (2014), a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é altamente recomendável para o ambiente educacional do século XXI, sendo considerada uma abordagem que diferencia o ensino e desenvolve habilidades tecnológicas. Bender argumenta que ajudar os alunos a dar sentido a uma grande quantidade de informações virtuais é fundamental para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e para o uso eficiente das tecnologias emergentes (Bender, 2014, p. 25).

Dessa forma, o problema real que os estudantes tiveram que resolver foi a fabricação de uma caneca personalizada individualmente, e depois em grupos foram desafiados a modelarem e imprimir poliedros.

ANÁLISES E RESULTADOS

Pesquisadora: Antes vocês já sabiam que tinham essas três dimensões?

Todos: Não!

A03: Eu achava que era tudo igual. Eu achava que o cubo e o quadrado eram a mesma coisa.

A epígrafe acima trata de um excerto retirado da transcrição de um diálogo que aconteceu na roda de conversa de encerramento do curso de extensão Geo3DPrint. A partir desse relato, é possível perceber que o estudante chegou ao Ensino Médio sem desenvolver uma habilidade geométrica essencial, prevista na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental: diferenciar figuras planas de espaciais. Este é apenas um exemplo das dificuldades associadas ao ensino de geometria, que muitas vezes é abordado de maneira mecânica ou, em alguns casos, sequer é ensinado.

Na primeira etapa do curso, realizou-se um levantamento dos conhecimentos prévios dos discentes, questionando-os sobre vários assuntos relacionados à pesquisa e ao contexto da sala de aula. O intuito era identificar o conhecimento sobre os temas da pesquisa, pois, consoante Moreira (2023) baseado em Ausubel (1968, 1978, 1980, 2000), o ensino deve considerar os subsunçores dos estudantes. Seguem alguns resultados extraídos do Google Forms respondido pela turma:

Já estudou geometria? Se sim, como foi e o que se lembra?

A01: *Sim, com o professor ..., fórmulas com divisão e multiplicação.* A13: Não.

A02: Não.

A03: Não me lembro.

A05: Nunca estudei.

A06: Sim.

A07: Sim, não me lembro muito bem.

A08: Sim, N lembro muita coisa.

A09: Não, ksksksk.

A10: Não lembro.

A11: Foi muito bom.

A13: Não me lembro.

A14: Ss, foi legal lembro de nada.

A15: Lembro não.

A17: Não lembro.

Você já viu o termo “3D” em quais lugares? O que significa?

A01: Na Internet.

A02: Sim, em livro, filmes e anúncios.

A03: Já vi sim, pois não sei o que significa.

A05: Nunca vi.

A06: Cinema.

A07: Sim, vi em filmes.

A08: Impressora 3d, filme 3d.

A09: Não sei, mskskssksskssk.

A10: Filmes 3d pra mim o que significa é realidade virtual.

A11: Lembro não.

A13: Não.

A15: Sim, em vídeos.

A14: Não sei não.

A17: Desenhos, não sei.

Qual a diferença entre geometria plana e espacial?

A01: .

A02: Não saber.

A03: N sei.

A05: Não sei.

A06: Não sei.

A07: Não sei.

A08: Não sei, kskssks.

A09: Não sei, kkkkk.

A10: Uma a gente pega.

A11: A diferença entre uma geometria plana: é uma figura com duas dimensões como círculo e quadrados e a diferença entre espacial: é uma figura com três dimensões tipo esferas, cubos, paralelepípedo e pirâmides.

A13: Não sei.

A14: Sei não.

A15: Não sei.

A17: Não sei não.

Cite, se souber, um exemplo de geometria no cotidiano.

A01: Não.

A02: Não.

A03: Caderno.

A05: Quadrado.

A06: Triângulo.

A07: Meu celular, retângulo.

A08: Não sei não, esqueci.

A09: Não sei, kskssks.

A10: Não sei.

A11: Cubo, quadrado e retângulos.

A13: Não sei.

A14: N sei.

A15: Não sei.

A17: Não sei, kkkj.

Você acha que a tecnologia pode potencializar o processo de aprendizagem? Como? Quais recursos tecnológicos gostaria de utilizar em aula?

A01: Robótica.

A02: Sim. Tecnologia robótica.

A03: Diários digitais.

A05: Sim, pra fazer *pesquisa* quando o professor mandar.

A06: Sim, calculadora.

A07: Celular e etc...

A08: Ss, celular.

A09: Notebook, celular.

A10: Acho que sim, em *pesquisas*.

A11: Celular eo cromebuk.

A12: Sim, hoje em dia a tecnologia ajuda bastante, computador.

A13: Sim, ..., tudo.

A14: Celular ou chrome book.

A15: Sim, calculadora.

A17: Sim. *Porque é uma coisa que a gente sempre utiliza, celular e notebook.*

O que você acha sobre o desenvolvimento de projetos e trabalhos em grupos?

A01: Bem legais.

A02: *Eu acho bom porque isso vai ajudar o aluno se desenvolver mais e mais ânimo.*

A03: Gosto, mas prefiro fazer sozinha.

A05: Eu gosto, acho que desenvolve bastante.

A06: Bom.

A07: Acho muito bom.

A08: Eu acho legal.

A09: São muito bom, principalmente *quando estamos com amigos.*

A10: Excelente.

A11: Muito bom.

A12: Acho legal, mas pelo lado ruim é chato que pode causar briga, igual aconteceu comigo.

A13: Legal.

A14: Bom, pois *é mais fácil aprender.*

A15: Bom.

A17: Bom.

Das respostas ao questionário inicial aplicado à turma, foi possível fazer algumas inferências:

Falta de familiaridade com conceitos de geometria: 61,5% dos estudantes respondentes não se lembravam ou não estudaram geometria anteriormente, 90% não souberam dizer a diferença entre geometria plana e espacial, e 70% não sabiam um exemplo de geometria no cotidiano, sendo que os outros 30% deram exemplos equivocados, ao dizerem, por exemplo, que o celular é um retângulo. Isso sugere uma lacuna no conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto.

Entretanto, o professor pode aproveitar exemplos como estes, para discutir a diferença entre geometria plana e espacial. Partindo de uma informação presente na estrutura cognitiva do estudante, para trazer um conceito novo. Assim, por exemplo, chegar ao entendimento comum de que a superfície da tela de alguns celulares é realmente retangular, mas não o celular todo, porque ele é uma figura tridimensional.

Conhecimento superficial sobre termos relacionados à geometria: Embora 57,14% dos alunos tenham visto o termo “3D” em contextos diversos, como filmes e anúncios, nenhum sabia o significado. Isso indica uma compreensão superficial ou falta de conhecimento sobre conceitos básicos de geometria espacial.

Interesse na utilização da tecnologia para aprendizagem: 100% dos estudantes reconhecem o papel da tecnologia para potencializar o processo de aprendizagem, e mencionaram recursos como calculadoras, dispositivos móveis e robótica. Um deles argumentou que é interessante o uso de tecnologias na escola, “porque é uma coisa que a gente sempre utiliza, celular e *notebook*”, e outro ainda disse que pode ser usado para “fazer pesquisa

quando o professor mandar”. Apesar de concordarmos com suas visões, nesta pesquisa a concepção de tecnologia aplicada na educação vai além de formas instrucionais ou como recurso.

Percepção positiva sobre trabalhos em grupo: 78,6% dos alunos expressam uma opinião positiva sobre o desenvolvimento de projetos e trabalhos em grupo, destacando benefícios como colaboração, aprendizagem cooperativa e motivação.

Durante o curso foram coletadas evidências de aprendizagem e no encerramento foi realizada uma roda de conversa para reflexão sobre o processo. Após a finalização, enviamos um novo formulário para autoavaliação dos estudantes e avaliação do curso; devido a ter sido enviado posteriormente, apenas oito dos quinze estudantes responderam.

O que você leva de aprendizado do curso?

A02: Conheci muitas figuras geométricas que antes eu via, e eu achava que era uma simples coisa.

A03: O nome das formas geométricas.

A04: Aprender cada etapa.

A06: Conhecer o nome das figuras geométricas e união que tivemos no grupo, ou seja, a forma em que todos os participantes se ajudavam.

A08: Sobre as canecas que nós criamos.

A09: As programações que fizemos no Tinkercad.

A10: *Que as coisas podem ser plana ou espacial.*

A12: A impressão 3D das canecas e das figuras geométricas.

A17: Que a matemática está até na produção de objetos, como canecas.

Quando perguntados “O que você aprendeu no curso tem alguma aplicação no cotidiano?”

A02: *Qualquer coisa que vejo uma figura, kskks, tipo cilindro, cone, entre outros.*

A03: Sim.

A04: Aprendi bastante coisa, porém se for pra mim fazer dnv eu esqueço.

A06: Eu aprendi muito sobre as figuras geométricas. Sim, *diariamente eu vejo um objeto e percebo por exemplo que é um paralelepípedo.*

A08: A fazer caneca 3D e gif.

A09: *Ainda não mas vai ter, vou fazer faculdade de tecnologias de informação e agora já tenho uma noção inicial de programação.*

A10: Sim.

A12: Às vezes.

A17: SIM.

Qual sólido você/seu grupo construiu? Quais as características desse sólido?

A02: Prisma.

A03: Corpos redondos.

A04: Pirâmide.

A06: Corpos redondos, esferas, cones de cilindros.

Ficamos com os corpos redondos, utilizamos o triângulo para fazer o cone, para a fabricação da esfera utilizamos círculos, para fazer o cilindro utilizamos o retângulo.

A09: Os corpos redondos, *são obtidos pela rotação de formas planas.*

A10: *Dodecaedro, é constituído por 12 pentágonos, 30 arestas, 20 vértices e 12 faces pentagonal.*

A12: Pirâmide, figura tridimensional.

A17: Eu construí octaedro e o meu grupo construiu o tetraedro, icosaedro e o cubo.

O que você acha do desenvolvimento de projetos e trabalhos em grupos?

A02: Bom.

- A03: Eu gosto bastante, *pois cada integrante do grupo se ajuda.*
A04: Muito bom, *pois vc fazendo com quem gosta aqui tem mais desempenho.*
A06: Bom e ruim.
A08: É até bom.
A09: Excelente.
A10: Não gosto muito pois temos *ideias diferentes.*
A12: Gostei.
A17: Eu acho bom.

Das respostas do questionário final aplicado à turma, podem-se realizar algumas inferências:

Aprendizado sobre figuras geométricas: Muitos alunos destacam ter ampliado seu conhecimento sobre figuras geométricas, reconhecendo a importância e a complexidade desses conceitos que antes consideravam simples. Quando perguntados: “Qual sólido você/seu grupo construiu? Quais as características desse sólido?”, dois estudantes mostraram conhecimento sobre as características dos sólidos que construíram, como se pode observar nos trechos: A06: “Corpos redondos, esferas, cones de cilindros. Ficamos com os corpos redondos, utilizamos o triângulo para fazer o cone, para a fabricação da esfera utilizamos círculos, para fazer o cilindro utilizamos o retângulo”; e A10: “Dodecaedro, é constituído por 12 pentágonos, 30 arestas, 20 vértices e 12 faces pentagonal”.

Aprendizado prático: Alguns alunos mencionaram ter aprendido a criar canecas 3D, fazer programações no Tinkercad e imprimir objetos em 3D, indicando uma aprendizagem prática e aplicável.

Consciência da aplicabilidade no cotidiano: Alguns alunos reconhecem a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos no curso em situações cotidianas, como identificar figuras geométricas em objetos do dia a dia e utilizar noções de programação em futuros estudos ou carreiras.

Percepção positiva sobre projetos em grupo: A visão positiva inicial sobre o desenvolvimento de projetos e trabalhos em grupo manteve-se, e destacaram benefícios como cooperação, apoio mútuo e melhoria do desempenho. No entanto, alguns alunos reconhecem que podem surgir desafios quando as ideias são divergentes.

Iniciamos esta seção pelas respostas escritas extraídas dos formulários sobre conhecimentos prévios dos estudantes, para fazer um comparativo que demonstre a fabricação digital como relevante no processo de ensino e aprendizagem de geometria. Consideramos ter sido relevante, pois observamos que no começo do curso, os alunos deram indícios de ter pouco conhecimento de conceitos envolvendo geometria. Mas por meio das práticas se engajaram,

construíram conhecimentos e desenvolveram habilidades que são importantes como conhecimento formal, bem como fizeram sentido em suas estruturas cognitivas e podem ter aplicação em suas vidas.

Sendo assim, pela análise dos questionários temos evidências de que a combinação entre o Tinkercad e a impressora 3D pode ser bem-sucedida no ensino, a depender da abordagem de ensino utilizada.

Ademais, analisamos também os produtos desenvolvidos pelos estudantes, que no caso foram as canecas personalizadas. A primeira impressão 3D de uma das canecas personalizadas, foi realizada em colaboração com os estudantes, iniciamos durante a aula e demandou em torno de 6 horas para finalizar. Cada caneca demandou um tempo de impressão, variando entre 5 e 7 horas. No entanto, antes de proceder à impressão, os alunos precisaram salvar o arquivo em formato .STL, utilizar o *software slicer* Ultimaker Cura⁴ para fatiar o objeto 3D e, somente após esse processo, transferir o arquivo para o cartão de memória da impressora, a fim de possibilitar a impressão.

Na Figura 2, apresentamos o resultado das impressões 3D, cada caneca teve características diferentes, como espessura das bordas e diâmetro do cabo.

Figura 2: Canecas personalizadas impressas em 3D.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Devido ao longo tempo do processo de impressão, as horas em sala de aula não foram suficientes, tendo que haver um trabalho extraclasse para acompanhamento da impressão.

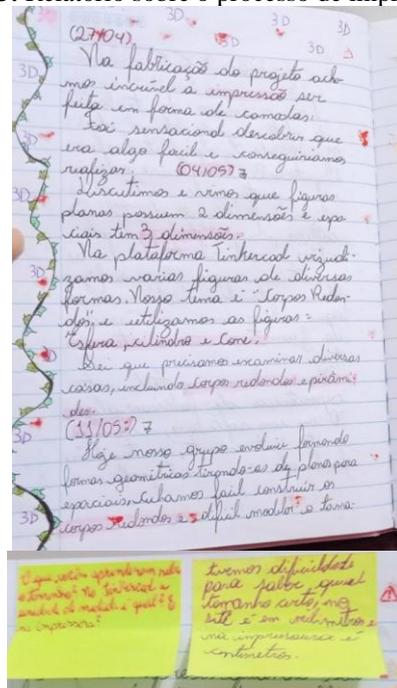
Além das práticas de modelagem e programação, o processo de impressão 3D auxilia no desenvolvimento de habilidades, pois, além da importância dos sólidos impressos para que os estudantes discutam suas características, durante o processo de impressão é necessário ajustes em parâmetros que devem ser analisados e calculados.

Outro ponto importante de fazer esse processo de impressão 3D é que, ao modelar ou programar um artefato que será impresso em 3D, é necessário, por exemplo, fazer o cálculo do

⁴ Cura é um aplicativo de fatiamento de código aberto para impressoras 3D. Foi criado por David Braam, que mais tarde foi contratado pela Ultimaker, uma empresa de fabricação de impressoras 3D, para manter o *software*. Disponível em: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>.

tamanho que terá o objeto no mundo real. Em outras palavras, os estudantes tiveram que fazer a conversão de milímetros (mm) em centímetros (cm), pois o plano de trabalho do Tinkercad é em mm e a mesa de impressão e os parâmetros no *software* fatiador são em cm. No diário de campo do G5, apresentado na Figura 3, é possível ver um relato desse processo:

Figura 3: Relatório sobre o processo de impressão 3D.



Fonte: Diário de campo G5 (2023).

As canecas foram modeladas usando 70 mm no Tinkercad, para que, quando impressas, tivessem 7 cm. Para a otimização de materiais, é importante, na modelagem ou na programação, já considerar o tamanho e a espessura dos elementos que compõem o artefato a ser impresso.

Um ponto importante da integração entre o *software* de modelagem e a impressora 3D é que, se o artefato for apenas modelado ou programado, dependendo da perspectiva explorada pelo usuário no *software*, pode parecer que está de uma forma, mas quando é impresso em 3D é possível a visualização física do artefato no mundo real, e assim verificam-se a precisão e a viabilidade do projeto.

Isso permite identificar eventuais erros de concepção ou de modelagem que podem passar despercebidos apenas no ambiente virtual. Além disso, a integração entre o *software* de modelagem e a impressora 3D possibilita um ciclo de *feedback* contínuo, em que ajustes e melhorias podem ser feitos com base na análise do protótipo físico.

Dessa forma, a combinação desses dois recursos não apenas facilita o processo de *design* e fabricação, mas garante a qualidade e a adequação do produto às necessidades e especificações do usuário. Esse processo foi experienciado pelos estudantes, que na roda de conversa relataram que:

A12: A caneca mesmo, principalmente a minha, teve vários erros. Eu tive que vim na hora do recreio para a professora ajudar. Porque, na hora de colocar o nosso nome, o meu nome no caso, ela ficou tipo muito pra cá da caneca. **Tipo, a gente vê assim no site (Tinkercad) e de frente assim que a gente vê, parecia que tava grudado na caneca, né, o nome. Só que aí tava pra fora, aí o nome saiu todo espatifado assim para fora e nem imprimiu direito.** Aí tive que vim na hora do recreio e arrumar, de novo...

A03: Bom, nós falamos da caneca, a minha caneca, eu fiz ela, imprimi, fez a impressão. **Só que aí as letras, eu não coleí elas direito, então aí elas caíram.** Estava escrito meu nome... (mostra para todos a caneca com defeito). Aí ela caiu essa letra, essa letra está bem estranha e essa aqui ficou fixada, aquela está meio bamba. Aí eu tive que fazer igual o A12, eu vim no almoço, aí eu fiz ela de novo. Aí agora ela saiu certa, tá ali guardada.

Além do relato exposto na roda de conversa, no questionário final, quando perguntados: “Teve diferença entre o que fabricou no digital e o que foi impresso 3D? Explique.” – as respostas foram:

A02: **Pra mim foi a mesma coisa, foi uma aprendizagem muito boa.**

A03: Não.

A04: Acho q nn.

A06: Para mim não.

A08: Sim, no digital nós criamos uma caneca e depois nós imprimimos ela.

A09: **A forma de desenvolvimento foi diferente pq para imprimir tem que programar.**

A10: Acho que não.

A12: Sim, **no digital estava excelente mas quando saiu havia alguns problemas.**

A17: Não.

As respostas dos alunos indicam uma variedade de percepções sobre a diferença entre o artefato digital e o objeto impresso em 3D. Enquanto alguns não perceberam diferenças, outros destacaram a necessidade de ajustes ou encontraram problemas durante o processo de impressão.

Essa análise reforça a importância da integração entre o ambiente virtual de modelagem e a produção física por meio da impressão 3D, evidenciando que ambos os estágios são essenciais para garantir a qualidade e a precisão do produto final. Bem como cada ambiente oportuniza estratégias de ensino distintas e o desenvolvimento de diferentes habilidades.

Pielsticker, Witzke e Vogler (2021) destacam que diferentes ambientes oferecem oportunidades únicas para o desenvolvimento de habilidades e aprendizados variados. Suas descobertas sugerem que há uma distinção entre as atividades físicas e mentais necessárias para manipular objetos sólidos e imutáveis, em comparação com objetos geométricos virtuais. Além disso, eles observam que a impressão 3D apresenta diferenças em relação às projeções virtuais em *software* CAD. Assim, o uso de um recurso não substitui o outro, mas sim eles se complementam, fornecendo uma abordagem mais abrangente para o ensino de geometria espacial.

Tensões e compromissos: acesso à impressora 3D, softwares slicers, parametrização e tempo de impressão

O acesso à máquina de impressão 3D ainda é um desafio na educação pública. Entretanto, existem órgãos financiadores, como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), que abrem editais anuais para financiar projetos na Educação Básica, em que parte da verba é para material de consumo e equipamentos, e outra parte para material permanente, que fica na escola.

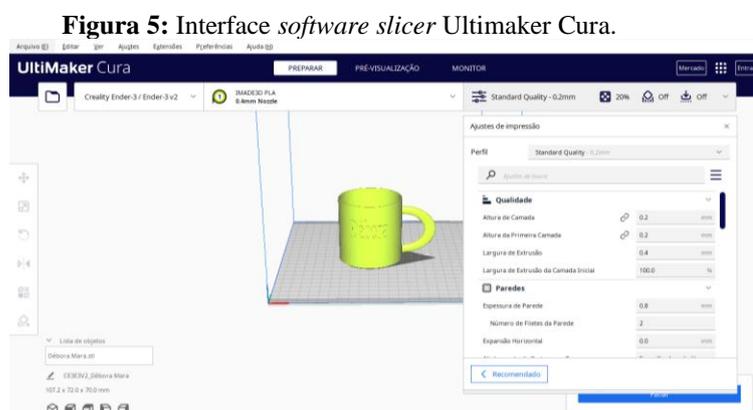
Para realizar a impressão 3D de um artefato, são necessárias pelo menos três etapas (Figura 4), primeiro a modelagem do artefato em um *software* CAD ou 3D, depois o envio do arquivo salvo em .STL para um *software* chamado *slicer* (fatiador) – neste curso utilizamos o *software slicer* Ultimaker Cura, que necessita ser feito *download* –, e somente após fatiado é que o arquivo é salvo novamente .Gcode⁵ e enviado para o cartão de memória da impressora 3D, para a obtenção do objeto físico.



Fonte: Autoria própria (2023).

⁵ O G-code – ou Código G – é a linguagem de programação padrão para a maioria das impressoras 3D. Em outras palavras, é um tipo de arquivo que comanda os movimentos da máquina afim de produzir a peça a ser impressa. Esse código é gerado automaticamente sempre que um arquivo STL é fatiado e reproduz os parâmetros de impressão.

Em geral, os *softwares* fatiadores podem ser utilizados para diferentes tipos de impressoras 3D e possuem parâmetros para a impressão do produto, como: qualidade, paredes, superior/inferior, preenchimento, material, velocidade, percurso, refrigeração, suporte, aderência à mesa e extrusão dual. Na Figura 5, apresentamos a interface do Ultimaker Cura e os parâmetros que podem ser ajustados.



Fonte: Ultimaker Cura (2023).

Esses parâmetros são importantes para a impressão de um objeto com otimização de recursos e estrutura sólida, e, como pode ser observado na Figura 5 esses parâmetros são numéricos, o que pode levar à exploração de conceitos matemáticos. Entretanto, para compreensão e aplicação correta dos parâmetros é necessário conhecimento técnico e estudo de cada um deles. No curso Geo3DPrint não conseguimos trabalhar esse tema com os estudantes, pois além de não ser o foco do curso, o tempo não era suficiente.

Por falar em tempo, outro desafio encontrado: o longo período de impressão. Cada caneca levou de 5h30min a 7h para ser impressa. Em uma turma com muitos estudantes, a prática poderia não ser viável. Então, para utilização da impressora 3D, é imperativo um planejamento antecipado por parte do professor. Uma sugestão é combinar com cada grupo para que acompanhe a impressão de seus artefatos no contraturno, o que pode auxiliar o professor nessa prática.

São muitos detalhes, não é mesmo? Mas observe o quanto o processo de fabricação digital de um artefato pode exigir de conhecimento prático de matemática. Então, apesar das dificuldades, uma turma de uma escola pública do interior mostrou que é possível aprender por meio desse processo. Entretanto, as pesquisas ainda são exploratórias, mas merecem atenção.

CONCLUSÕES

Tendo em vista algumas problemáticas no ensino de geometria, entre elas a necessidade de uma abordagem que auxilie o estudante a identificar diferenças entre formas planas (bidimensionais) e espaciais (tridimensionais), propusemos um curso de extensão no ensino médio para investigar a viabilidade do uso do *software* Tinkercad e da impressão 3D no ensino de geometria espacial.

Ao analisarmos os dados produzidos por meio do curso de extensão Geo3DPrint, identificamos que a combinação entre os processos virtuais e reais possibilitou o aprendizado sobre figuras geométricas, aprendizado prático, consciência da aplicabilidade no cotidiano e uma percepção positiva sobre projetos em grupo.

Essa combinação, além de facilitar o aprendizado geométrico, também promoveu o desenvolvimento de habilidades relacionadas a outras áreas da matemática, como conversão de unidades de medida e parâmetros de fatiamento para impressão. Além dessas competências matemáticas, observamos também o desenvolvimento de habilidades complementares, como criatividade, autonomia, resolução de problemas, raciocínio lógico, comunicação dos resultados, colaboração e experimentação.

Foi também demonstrado que a integração entre o virtual e o real (*software* e impressão 3D) é essencial, uma vez que cada um proporciona e trabalha habilidades diferentes, complementando-se na verificação de se o objeto modelado realmente condiz com o real.

Apesar dos benefícios identificados, é importante reconhecer que a implementação desses recursos enfrenta desafios e tensões. Entendemos que a integração entre o *software* de modelagem e a impressão 3D é viável no ensino de geometria, mas há compromissos que precisam ser considerados para sua implementação.

As contribuições identificadas nos textos extraídos dos diários de campo dos estudantes e de suas reflexões na roda de conversa não foram possíveis apenas com o uso das tecnologias digitais da FD. Essas contribuições surgiram ao se trabalhar uma abordagem de ensino interativa, baseada em métodos educacionais centrados no aluno e na cultura maker, de aprender criando. Seguimos os passos da Aprendizagem Baseada em Projetos, apresentados por Bender (2014), e interpretamos que, ao criar ambientes que promovam autonomia, criatividade e colaboração, os professores podem facilitar a construção do conhecimento e estimular o engajamento dos alunos com as Tecnologias Digitais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projeto integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos**: Educação Diferenciada para o século XXI. Tradução de Fernando de Siqueira Rodrigues; revisão técnica de Maria da Graça Souza Horn. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BHADURI, S.; BIDDY, Q. L.; BUSH, J. B.; SURESH, A.; SUMNER, T. **3DnST**: A Framework Towards Understanding Children's Interaction with Tinkercad and Enhancing Spatial Thinking Skills. *In*: INTER-ACTION DESIGN AND CHILDREN (IDC '21), June 24–30, 2021, Athens, Greece. ACM, New York, NY, USA, 11 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3459990.3460717>.
- CHAVIER, M. M. Fabricação Digital como processo pedagógico para ensino de geometria espacial com o tinkercad e a impressão 3d. 2024. 182 f. Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática, Barra do Bugres, 2024. Disponível em: <https://portal.unemat.br/?pg=site&i=ppgecm&m=dissertacoes&c=dissertacoes-defendidas-2024>.
- CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: Escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.
- DOMINGUES, J. M. Desvendando os saberes para ensinar geometria: um estudo a partir da obra de Manoel Jairo Bezerra e Ary Quintella. **CoInspiração - Revista dos Professores que Ensinam Matemática**, Mato Grosso, v. 6, p. e2023006, 2023. DOI: 10.61074/CoInspiracao.2596-0172.e2023006. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/publicacoes/index.php/coinspiracao/article/view/103>. Acesso em: 13 out. 2024.
- FINKEL, D. Dar clase con la boca cerrada. **Revista electrónica sobre la enseñanza de la Economía Pública Págs**, v. 49, p. 60, 2008.
- LORENZATO, S. Por que não ensinar geometria? **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 4, p. 3-13, jan./jun. 1995.
- MARTINS, F. M.; SÁNCHEZ, I. C.; CASTILLO, L. A.; SMITH, D. P. Ensino de poliedros com GeoGebra: O caso do tetraedro e octaedro. **CoInspiração - Revista dos Professores que Ensinam Matemática**, Mato Grosso, v. 4, p. e2021001, 2021. DOI: 10.61074/CoInspiracao.2596-0172.e2021001. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/publicacoes/index.php/coinspiracao/article/view/96>. Acesso em: 15 set. 2024.
- NOLLA, A. *et al.* Impresión 3D como un recurso para desarrollar el potencial matemático. **Contextos educativos: Revista de Educación**, 2021.
- PAVANELLO, R. M. O abandono do ensino da geometria no Brasil: causas e consequências. **Zetetiké: Revista de Educação Matemática**, v. 1, p. 7-18, n. 1, 2009.

PIELSTICKER, F.; WITZKE, I.; VOGLER, A. Edge Models with the CAD *Software*: Creating a New Context for Mathematics in Elementary School. **Digital Experiences in Mathematics Education**, v. 7, p. 339-360, 2021.

ROGENSKI, M. L. C.; PEDROSO, S. M. D. **O Ensino da Geometria na Educação Básica: realidade e possibilidades**. Ponta Grossa, PR, v. 13, p. 44-4, 2019.

VENDRUSCOLO, M. S.; BITENCOURT, L. P. Os Educadores e as Tendências em Educação Matemática: algumas abordagens utilizadas no Ensino Fundamental e Médio para despertar o interesse dos estudantes. **CoInspiração - Revista dos Professores que Ensinam Matemática**, Mato Grosso, v. 4, p. e2021013, 2021. DOI: 10.61074/CoInspiracao.2596-0172.e2021013. Disponível em: <https://sbenmatogrosso.com.br/publicacoes/index.php/coinspiracao/article/view/162>. Acesso em: 15 set. 2024.

Histórico

Submetido: 13 de outubro de 2024

Aprovado: 26 de novembro de 2024

Publicado: 30 de dezembro de 2024

Como citar o artigo - ABNT

CHAVIER, M. M.; FAGUNDES, M. C.; HIDALGO, J. P. Geo3DPrint: ensino de Geometria espacial com uso do software Tinkercad e da impressora 3D. **CoInspiração - Revista dos Professores que Ensinam Matemática** (MT), v. 7, e2024019, 2024. <https://doi.org/10.61074/CoInspiracao.2596-0172.e2024019>

Licença de Uso

Licenciado sob Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Porém, não permite adaptar, remixar, transformar ou construir sobre o material, tampouco pode usar o manuscrito para fins comerciais. Sempre que usar informações do manuscrito deve ser atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.

