



Sistemas físicos e objetos matemáticos em 3d: modelagem e desenvolvimento de material de apoio para alunos e professores do ensino médio no Instituto Federal de Santa Catarina

Carlos Eduardo Pegoraro Bottega | carlos.eb15@aluno.ifsc.edu.br
Augusto Foletto Signori | augusto.s10@aluno.ifsc.edu.br
Ricardo Vanjura Ferreira | ricardo.vanjura@ifsc.edu.br
Rogério Lima Mota de Oliveira | rogerio.mota@ifsc.edu.br
Ludevaldo do Nascimento Garcia | ludevaldo.garcia@unifatecie.edu.br

RESUMO

Este trabalho detalha o desenvolvimento de material de apoio ao ensino de física e matemática para alunos dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Xanxerê, a partir do projeto PIXXE4139-2024, aprovado no edital 03/2024/PROPPI/DAE do Instituto Federal de Santa Catarina, o qual contempla projetos de pesquisa com princípios educativos. O material consiste em peças tridimensionais em miniatura representando prismas; poliedros; formas geométricas; sistemas de polias e rampas. A modelagem e design das peças foi realizado através da ferramenta digital *Solidworks*, e a preparação para impressão foi realizada através do *software* Cura. Os modelos foram impressos através de impressoras 3D, com material plástico tipo PLA e PETG para serem testados e então salvos em um repositório no Google Drive para que possam ser disponibilizados para outros educadores e alunos. As impressões resultantes foram então organizadas manualmente de modo a confeccionar sistemas físicos e coleções de prismas que possam ser utilizados no ensino de física e matemática básica no ensino médio. Espera-se que com figuras reais para elaboração de práticas possam melhorar a compreensão e engajamento de estudantes de maneira concreta.

Palavras-chave: Formação geral, ensino de física, ensino de matemática; impressão 3D.

1 INTRODUÇÃO E PROPOSTA

Na educação básica brasileira, é comum que alunos tenham dificuldades na compreensão de conteúdos de matemática e física básica. A busca por metodologias e meios que auxiliem a aprendizagem dos alunos é de grande importância para a docência (Capeloto *et al.*, 2023).

Observações no Campus Xanxerê do Instituto Federal de Santa Catarina refletem esta realidade. Durante as aulas de Física e Matemática, dos primeiros anos dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio, foram notadas dificuldades dos alunos na compreensão de fenômenos físicos, teoremas matemáticos e princípios, o qual acabava dificultando o aprendizado e o andamento das aulas.

Devido a esses desafios, são propostos a utilização de materiais de apoio em sala de aula, que possam auxiliar a compreensão dos alunos, como figuras geométricas e sistemas físicos, desenvolvidos através da impressão 3d. Com estes objetos, será possível auxiliar o aprendizado da física e matemática, pois englobam diversos elementos da geometria e da mecânica clássica.

A manipulação tátil de objetos produzidos pela impressão 3d, em particular, já provou auxiliar positivamente no aprendizado de física (Capeloto *et al.*, 2023) e matemática (Slavkovsky, 2012), despertando interesse e estimulando a busca por novos conhecimentos.

Neste contexto, a ampla disponibilidade de máquinas de impressão 3d e *software* de modelagem e *design* de peças tridimensionais possibilita a criação de tais materiais. A confecção destas peças também permite a prática e aprendizado com a manutenção de máquinas; *design* de peças e computação e programação no geral.

O projeto aqui apresentado procura efetivar estes benefícios no Campus Xanxerê do Instituto Federal de Santa Catarina. De acordo com o projeto PIXXE4139-2024, do edital 03/2024/PROPPI/DAE, o objetivo geral do projeto é “Desenvolver e aplicar o uso de figuras geométricas produzidas em impressoras 3d para melhorar o ensino e a compreensão da trigonometria aplicada à Física, integrando teoria e prática e aperfeiçoando habilidades desenvolvidas na área do curso de formação dos Bolsistas”.

2 DESENVOLVIMENTO

O *design* das peças foi realizado com o objetivo de criar itens que possam ser plausivelmente utilizados num ambiente típico de sala de aula de ensino médio. Para tanto,

foram observados temas do currículo escolar e das aulas cotidianas dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio do Campus.

Ao mesmo tempo, intencionou-se desenvolver itens que possam ser recriados e reproduzidos de forma relativamente simples e veloz. As dimensões reduzidas das peças operam neste sentido. Também se notou a necessidade de criar peças que possam ser medidas, com o uso de instrumentos de medição conhecidos, como régua e paquímetro, o qual possuem uma capacidade de medição e resolução específica. Todas as peças podem ser medidas utilizando instrumentos de medição encontrados no Campus.

Os estudantes do Curso Técnico em Mecânica Integrado ao Ensino Médio poderão aplicar as competências e habilidades desenvolvidas na disciplina Metrologia, na efetuação das medições das peças, utilizando réguas, paquímetros e micrômetros, além de realizar cálculos de média e desvio padrão, com as medidas, sendo um ótimo meio de aprendizagem para os discentes.

Outrossim, as peças foram projetadas com dimensões específicas, por exemplo, todos os triângulos projetados são ternas pitagóricas, a fim de facilitar as medições e ao mesmo tempo induzir o discente a utilizar o Teorema de Pitágoras. Outros modelos, como cubos e paralelepípedos, foram criados apenas com arestas, para permitir a medição das diagonais internas, ângulos entre as diagonais laterais, elementos importantes da geometria euclidiana e também aplicáveis na física.

A criação das peças foi realizada por meio do *software* SolidWorks (versão 2022), ofertado pelo Campus. O SolidWorks é um programa CAD, sigla para *computer aided design*, ou desenho assistido por computador, pago, e desenvolvido pela empresa Dassault Systèmes, o qual permite modelar peças em 3d, além de realizar montagens de peças, para estudos de fenômenos físicos.

Após sua criação, as peças foram armazenadas como arquivos STL. Estes arquivos foram fatiados (convertidos em arquivos de instruções para impressoras), através do *software* Cura (versão 5.1), com as pré determinações de fatiamento do programa. O Cura é um programa gratuito de código aberto com licença LGPLv3, sendo um projeto desenvolvido e mantido sem fins lucrativos por uma comunidade de programadores.

Estes arquivos foram transferidos para dispositivos de armazenamento tipo microSD e então impressos no período estipulado pelo projeto.

Foram utilizados apenas filamentos do tipo PLA e PETG, de diversas cores, ofertados pelo IFSC Campus Xanxerê. O PLA é a sigla para Ácido Polilático, um polímero derivado de fontes renováveis, sendo biodegradável, de baixo custo, atóxico e que pode ser utilizado em temperaturas menores de impressão, se comparados com outros tipos de filamento para impressão 3d (Peres, 2025). Já o PETG é a abreviação para polietileno tereftalato de etileno

glicol, um material flexível e resistente à tração e temperatura, com alta durabilidade e maior adesão entre camadas de impressão, se comparados ao PLA e ABS (Alvaro, 2024).

Os modelos de impressoras 3d utilizados foram Dreamer NX e BIQU B1. A impressora Dreamer NX pertence ao laboratório IFMaker do IFSC Campus Xanxerê, já a impressora BIQU B1 foi adquirida com os recursos do Edital 03/2024/PROPPI/DAE, sendo utilizada apenas pelos discentes bolsistas do projeto, na produção das figuras geométricas.

3 RESULTADOS

De acordo com o projeto PIXXE4139-2024, do edital 03/2024/PROPPI/DAE, o objetivo geral do projeto é “Desenvolver e aplicar o uso de figuras geométricas produzidas em impressoras 3d para melhorar o ensino e a compreensão da trigonometria aplicada à Física, integrando teoria e prática e aperfeiçoando habilidades desenvolvidas na área do curso de formação dos Bolsistas”.

Formas desenvolvidos prismas (cones, cubos, cilindros, de base hexagonal e pentagonal); esferas; polias; planos inclinados e sistemas físicos em miniatura. Os prismas tiveram altura padronizada em 4 cm, com diâmetro ou lado da base de 4 cm, salvo os de base pentagonal e hexagonal, que possuem lado de 2.5 cm.

Foi promovido o aprendizado sobre vetores, forças, trigonometria, volumes, áreas e medidas para os alunos dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio do IFSC Campus Xanxerê.

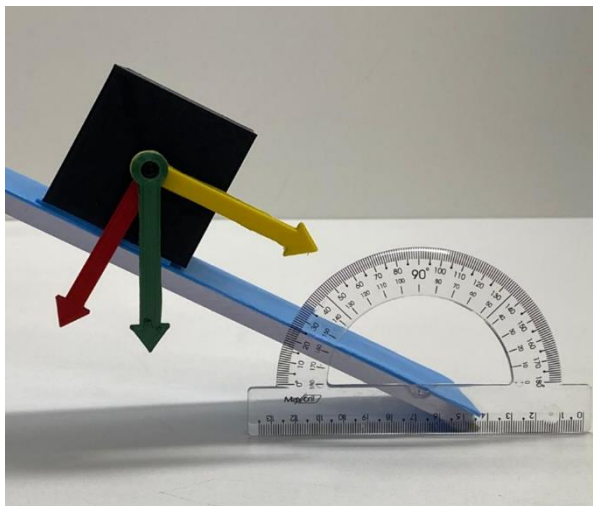
Houve integração de teoria e prática pelos bolsistas discentes, devido à necessidade do estudo teórico para a realização das práticas. Por exemplo, a modelagem 3d de vetores, para serem anexados em cubos, necessitou do conhecimento dos discentes, adquirido pelo estudo teórico, da dinâmica do ponto material e das grandezas vetoriais.

Durante a realização do projeto, houve o aperfeiçoamento dos conhecimentos relacionados às disciplinas dos Cursos Técnicos em Mecânica e Informática Integrados ao Ensino Médio, onde foi possível aplicar as competências e habilidades desenvolvidas na disciplina Desenho Técnico, na modelagem 3d das figuras geométricas, utilizando o CAD. O manuseio das impressoras 3d, para a fabricação das figuras geométricas, aperfeiçoou e aplicou o aprendizado sobre manufatura aditiva, o qual era restrito à teoria da disciplina Usinagem Convencional. A disciplina Tecnologia Mecânica possui o conteúdo programático de “Fabricação de Peças Poliméricas”, a criação das figuras geométricas, feitas integralmente por polímeros, permitiu o desenvolvimento do conteúdo, antes de ser transmitido em sala de aula. Ademais, pelo fato do projeto fazer parte do edital 03/2024/PROPPI/DAE, contemplando a pesquisa como princípio educativo, a fabricação das figuras geométricas e sistemas físicos, utilizando os conhecimentos do Curso Técnico em Mecânica Integrado ao Ensino Médio,

reforça a ideia que a atuação de um Técnico em Mecânica não é restrita apenas à indústria, mas podendo ser atuante, também, na promoção de educação de qualidade.

As seguintes figuras apresentam peças construídas, demonstrando possíveis experimentos e aplicações pedagógicas das mesmas.

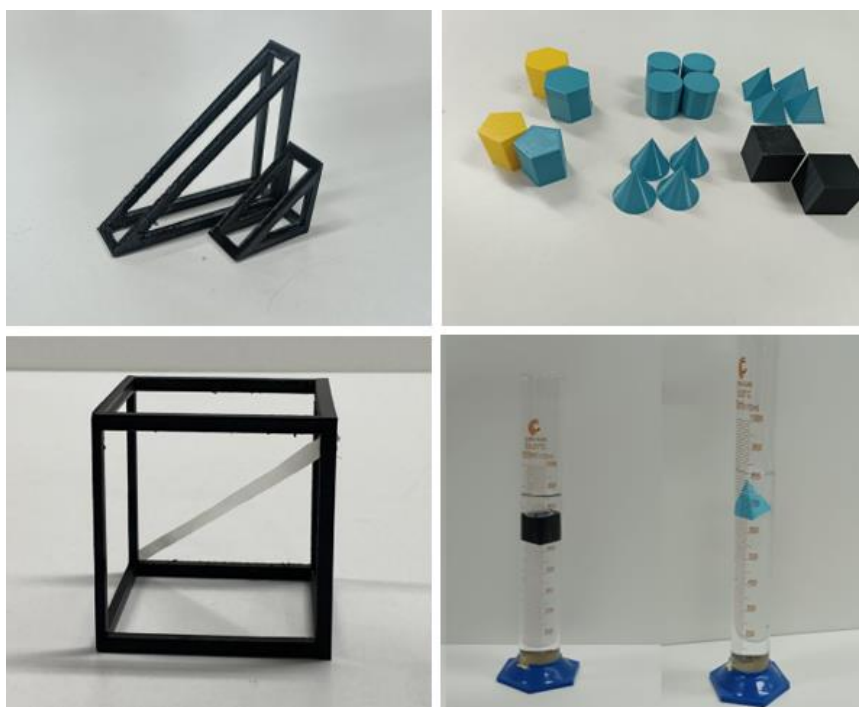
Figura 1: Corpo de massa m sobre um plano inclinado



Fonte: Acervo do autor

A figura 1 é um modelo produzido pela impressora 3D que mostra um corpo de massa m apoiado sobre um plano inclinado. Sobre o corpo são representadas algumas forças que atuam nesse sistema: a força peso P representada pela seta verde, atua verticalmente para baixo; essa força é composta por duas componentes vetoriais, uma paralela ao plano inclinado denominada de componente da força peso no eixo x P_x , representada pela seta amarela e outra perpendicular ao plano inclinado denominada componente da força peso no eixo y P_y , representada pela seta vermelha. Conforme apontam autores como Gaspar (2014) e Araújo e Abib (2003), a experimentação no ensino de Física, mesmo com materiais simples ou alternativos, contribui para o desenvolvimento da autonomia intelectual e para a consolidação dos conceitos científicos.

Figura 2 – Coleção de figuras geométricas.



Fonte: Acervo do autor.

A Figura 2 apresenta uma coleção de figuras geométricas tridimensionais produzidas em impressora 3D, destinadas ao uso em aulas práticas de Física e Matemática. O conjunto inclui triângulos retângulos de mesmo ângulo, prismas, pirâmides e cubos, que podem ser medidos com paquímetros e provetas graduadas.

Esses materiais permitem a realização de experimentos voltados ao estudo das razões trigonométricas (seno, cosseno e tangente) e à verificação prática do Teorema de Pitágoras, relacionando medidas de área e volume e ângulos com conceitos geométricos e algébricos. O uso da impressão 3D amplia o potencial didático ao tornar o aprendizado mais interativo, concreto e investigativo.

A integração da impressão 3D ao ensino de Matemática e Física, como ressaltam Silva e Oliveira (2020), oferece um meio acessível e personalizável para a confecção de materiais didáticos que reproduzem conceitos complexos, possibilitando ao estudante atuar como sujeito ativo na construção do conhecimento. Essa abordagem aproxima o ensino da realidade tecnológica contemporânea, estimula o raciocínio espacial e melhora a retenção conceitual.

REFERÊNCIAS

ALVARO, Julie. **PETG: o que é e para que serve?** 2024. Disponível em: <https://www.plastico.com.br/petg-o-que-e-e-para-que-serve/>. Acesso em: 16 out. 2025.

CAPELOTO, Otávio Augusto; RODRIGUES, Cristiana Nunes; GUILHERME, Adriano Pereira; YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima. **Aplicação de modelos de impressão 3D como ferramenta para atividades práticas experimentais no ensino de Física**. Revista Insignare Scientia, Cerro Largo, p. 710-722, set. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. Edital, 20/09/2024. **EDITAL 03/2024/PROPI/DAE: PROGRAMA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS QUE CONTEMPLAM A "PESQUISA COMO PRINCÍPIO EDUCATIVO"**, Florianópolis, 23 set. 2024. Disponível em: https://www.ifsc.edu.br/documents/d/asset-library-18797533/03_2024_proppi_dae. Acesso em: 18 out. 2025.

PERES, Djoilen. **Conheça as características do filamento PLA**. 2025. Disponível em: <https://www.filamentos3dbrasil.com.br/blog/posts/caracteristicas-filamento-pla-d9804c18bee2/>. Acesso em: 16 out. 2025.

REIS, Valdeci. **Sociabilidades juvenis: notas etnográficas na periferia de Florianópolis-SC**. CADECS, Vitória, v. 8, n. 1, p. 09-30, 2020.

REIS, Valdeci; SCHNELL, Roberta Fantin; SARTORI, Ademilde Silveira. **Big Data, Psicopolítica e Infoética: repercussões na cultura e na educação**. S, Florianópolis, v. 21, n. 45, p. 50-49, 2020.

SLAVKOVSKY, Elizabeth Ann. **Feasibility Study For Teaching Geometry and Other Topics Using Three-Dimensional Printers**. 2012. 158 f. Tese (Mestrado) - Curso de Master Of Liberal Arts In Extension Studies, Harvard University, Cambridge, 2012. Disponível em: https://people.math.harvard.edu/~knill/3dprinter/documents/slavkovsky_thesis.pdf. Acesso em: 16 out. 2025.

SOLIDWORKS. **The Solution for 3D CAD, Design and Product Development**. 2025. Disponível em: <https://www.solidworks.com/>. Acesso em: 17 out. 2025.

ULTIMAKER. **UltiMaker Cura. Trusted and loved by millions**. 2025. Disponível em: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>. Acesso em: 17 out. 2025.

GASPAR, A. **O ensino de Física e a experimentação: uma abordagem crítica**. São Paulo: Cortez, 2014.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **A importância da experimentação no ensino de Física: reflexões a partir de um referencial teórico construtivista**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176–189, 2003.



SILVA, M. C.; OLIVEIRA, R. A. **Modelos tridimensionais impressos em 3D como recurso didático no ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, p. 78–94, 2020.