



**USO DE TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D PARA O
DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS EXPERIMENTAIS
DIDÁTICOS: O CONE DUPLO**

**USING 3D PRINTING TECHNOLOGY TO DEVELOP
EXPERIMENTAL TEACHING EQUIPMENT: THE DOUBLE CONE**

Thaylla Martírios SANTOS

Universidade Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: thaylla santos85@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-2912-8610>

Pedro Henrick Venâncio de SOUZA

Universidade Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: pedrohenrick08@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-8814-6474>

Josias Pimentel de ABREU

Universidade Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: josias_05@mail.uft.edu.br

<https://orcid.org/0009-0006-2998-878X>

Mariana Matos ARANTES

Universidade Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: mariana.arantes@unitpac.edu.br

<https://orcid.org/0009-0000-4559-2503>

RESUMO

Neste trabalho apresentamos uma proposta de utilização da tecnologia de impressão 3D para confecção de aparatos experimentais para suporte no ensino de ciências. Foi modelado o experimento do duplo-cone usando o software AutoCad e impresso na impressora Creality CR-10S PRO, verificou-se o custo-benefício do experimento com relação a outros disponíveis, o que apresentou a tecnologia de impressão 3D com potencial para suporte no ensino de ciências devido as diversas possibilidades.

Palavras-chave: Ensino de Física. Experimentação. Prototipação. Impressão 3D.

ABSTRACT

In this work we present a proposal for the use of 3D printing technology to make experimental apparatus to support science teaching. The double-cone experiment was modeled using AutoCad software and printed on the Creality CR-10S PRO printer, the cost-benefit of the experiment was verified in relation to others available, which presented 3D printing technology with potential to support teaching science due to the different possibilities.

Keywords: Physics Teaching. Experimentation. Prototyping. 3D printing.

INTRODUÇÃO

As buscas por melhorias no ensino, superando o tradicional por métodos e modelos que buscam deixar o aluno ativo e participante da construção da própria aprendizagem, contemplam não só novas metodologias, mas também o uso de novas tecnologias para auxiliar os professores e os aprendizes como apresentado por Neto et. al. (2021).

Dentre as tecnologias de suporte, as simulações e ambientes virtuais possuem bastante destaque pois permitem uma melhor visualização do que estar potencialmente sendo ensinado. Aguiar (2016) apresenta outro destaque que é a tecnologia de prototipação e impressão 3D que está sendo utilizada para auxílio de desenvolvimento de peças experimentais para o ensino de ciências.

A tecnologia de impressão 3D permite que escolas, educadores e alunos minimizem os problemas enfrentados pela falta de equipamentos didáticos e permite no processo um aprendizado mais sólido tanto para os professores quanto para os alunos. É de grande interesse aos educadores formas de contornar os problemas estruturais do sistema educacional, assim o estudo da utilização dessa tecnologia no ensino tem potencial para incentivar muitos agentes da educação.

Nesse sentido pretendemos aqui apresentar a utilização dessa tecnologia como uma ferramenta de suporte para desenvolvimento de unidades potenciais de aprendizagem significativas. Objetiva-se modelar e desenvolver um experimento para

suporte no entendimento do conceito de centro de massa, testar e verificar a relação custo-benefício do material.

REFERENCIAL TEÓRICO

PROBLEMAS DO ENSINO DA FÍSICA

Há uma quantidade massiva de problemas que o ensino da Física no Ensino Médio está sujeito, Pereira e Pinheiro (2010) citam que partes desses problemas surgem da falta de um local adequado, a pouca quantidade de professores, as bases acadêmicas pouco estabelecidas dos alunos, horários extremamente fragmentados e a utilização de uma metodologia defasada, ademais, acrescidos à esses fatores, citam também a falta de associação dos conceitos e fenômenos com o cotidiano e a falta de motivação e estímulo pela busca do conhecimento.

A Física é uma ciência que sempre vem atrelada ao questionamento sobre os fenômenos da natureza, bem como ao descobrimento de suas respostas. Essas respostas muitas vezes partem da experimentação e observação de acontecimentos, manipulados em um espaço amostral controlável. Com isso em consideração, torna-se óbvio a importância dos ensaios a fim de promover o ensino de forma mais dinâmica, Araújo e Abib (2003) refletem que essa é uma das melhores formas para se ensinar e aprender, pois a assimilação dos conceitos se tornará mais significativa.

Impressão 3D em ajuda à Física

A impressão 3D, encaixada como tecnologia aditiva, já tem mostrado resultados em diversas áreas da saúde, como a ortopédica e a odontológica e é vantajosa por sua automação (DIONÍSIO, POLEZI, 2019). Com essa precedência, a sua utilização em uma manufatura mais econômica e otimizada dos aparatos para suporte no ensino de ciências, podem promover um incentivo em sua utilização, Aguiar (2016) ainda sugere que aos experimentos de ciências, a característica que a compete é a flexibilidade, conferida a ela a possibilidade de manipulação do experimento e sua eventual aplicação em aula. Assim, a quantidade de temas que poderão ser apoiados pelo estímulo tátil-visual em um nível experimental será mais abrangente.

MÉTODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

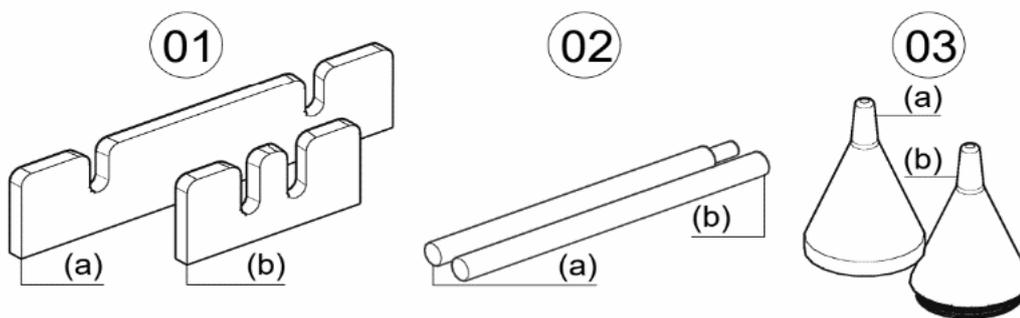
Para a modelagem das peças do experimento foi utilizado o Software Autodesk AutoCad 2023 a versão utilizada é gratuita (licença estudantil).

Após todo o processo de desenvolvimento das peças e finalizada a modelagem, os arquivos são salvos em STL (Standard Triangle Language ou Standard Tessellation Language). Os arquivos em STL são passados para o Software Ultimaker Cura (v. 5.0.0 – BETA+1), no software é possível verificar a estimativa do tempo gasto e a quantidade de filamento entre outras informações.

Após os arquivos serem modelados, a impressão pode ser realizada. Para impressão foi utilizado a impressora Creality CR-10S PRO (400W de potência) a qual usa a tecnologia de impressão FDM (Fused Deposition Modeling - N° US5121329A) e filamentos do tipo PLA, ABS, PETG, TPU, PVA entre outros. A precisão de posicionamento dos eixos da impressora são: Eixo Z-0,004mm, XY-0,012mm e seu tamanho útil de impressão é 300x300x400mm com velocidade máxima de impressão de 30 a 80 mm/s. Foi usado o filamento do tipo PLA (Poliácido láctico), o qual é um polímero sintético termoplástico que vem substituindo os plásticos convencionais em diversas aplicações.

O material foi modelado em peças separadas, como mostra a figura 01.

Figura 01 – Peças modeladas em 3D: 01) cones: fêmea (a) e macho (b); 02) bases: maior (a) e menor (b) e 03) conjunto de hastes: macho (a) e fêmea (b).

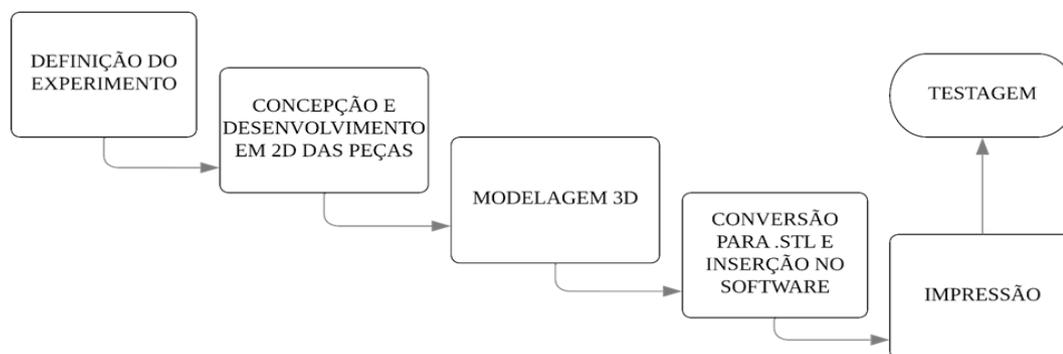


Fonte: Os autores.

Para verificação da relação custo-benefício considerou-se o custo dos filamentos e a quantidade, o custo da mão de obra para modelagem em software, a

quantidade de energia utilizada pela impressora e a depreciação da máquina. Todo o processo desde a modelagem a impressão pode ser verificado na figura 02.

Figura 02 – Processo de produção de equipamentos experimentais didáticos em impressoras 3D.



Fonte: Os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi modelado um conjunto de peças montáveis que permite a exposição em sala de aula do experimento duplo-cone para suporte no ensino do conceito de centro de massa, apresentado na Figura 03. Com esse conjunto, os alunos poderão presenciar a importância do conceito de centro de massa, centro de gravidade e eixo geométrico dos sólidos em um efeito contraintuitivo.

Figura 03 - Experimento do Duplo-Cone com peças impressas: vista lateral (a) e perspectiva (b).



Fonte: Os autores.

A Tabela 01 apresenta as informações referentes à confecção das peças do experimento duplo-cone.

Tabela 01 - Composição de preço. *120 R\$/kg, **0,76174 R\$/kW/h.

Elemento	Qtd	Filamento (g)	Tempo (h)	Filamento (R\$)	Energia/Tempo (R\$)
Cone (macho)	1	51	03:43	6,12	2,83
Cone (fêmea)	1	48	03:45	5,76	2,86
Base (maior)	1	80	05:53	9,60	4,48
Base (menor)	1	35	02:38	4,20	2,01
Haste (macho)	2	50	05:06	6,00	7,77
Haste (fêmea)	2	48	04:48	5,76	7,31
Total	8	312	25:53:00	46,80	33,11
Total com mão de obra (30%)				84,11	

Fonte: Os autores.

É válido considerar que na impressão de algumas peças é necessário ajustar ou mesmo modificar para que seja possível a impressão. Para modificações é necessário ter um domínio relativamente bom do software de modelagem, mas principalmente, é importante saber o funcionamento do experimento em evidência. Ademais, é necessário procurar outros meios, não se deixando estar preso apenas a ideia de impressão 3D, a utilização de materiais recicláveis no auxílio da impressão 3D em momentos oportunos, pode reduzir bastante o valor do kit experimental. No caso deste trabalho ficou mais em conta utilizar um material reciclado como cilindro para demonstração, usamos um rolo de papel alumínio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de modelagem, impressão e verificação do custo-benefício foi realizada com êxito. O experimento do duplo-cone foi testado e verificado que seu funcionamento possui potencial para suporte no ensino. Consideramos também como aspecto positivo os aprendizados e habilidades desenvolvidas durante o processo e as benfeitorias em relação a aquisição dos experimentos. Visando o custo-benefício na produção conseguimos efetuar o experimento que atende as necessidades com um

valor mais acessível se comparado ao mercado aproximadamente, R\$ 84,00 comparado a R\$ 180,00 de um comercial vendido na *internet*.

Ressalte-se ainda que o equipamento aqui desenvolvido ainda pode ser melhorado quanto a relação custo-benefício, para isso será necessária uma melhoria na modelagem das peças.

REFERÊNCIAS

Araújo, M. ABIB, M. Atividade Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **RBEF**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, junho, 2003.

Aguiar, Leonardo de Conti Dias. **Um Processo para Utilizar a Tecnologia de Impressão 3D na Construção de Instrumentos Didáticos para o Ensino de Ciências**. Dissertação (Mestrado) 226 f. –Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2016.

Dionísio, E. POLEZI, R. Impressão 3D: imaginários sociais e configuração socioinstitucional. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 15, n. 38, p. 259-273, 2019.

Neto, Antônio de Freitas; LOUBET, Sara de Souza; ALBUQUERQUE, Leonardo Martinez. O Uso da Impressora 3D no Processo de Ensino e Aprendizagem. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, vol. 10, n. 2, dez. 2021.

Pereira, A. PINHEIRO, A. Uma didática experimental no processo de ensino e aprendizagem de cinemática no 1º ano do ensino médio. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 8, n. 2, p. 272-289, maio-agosto, 2010.