

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

MODELOS EM 3D: MATERIAIS DIDÁTICOS CONFECCIONADOS COM TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO EM 3D PARA OS ENSINOS MÉDIO E FUNDAMENTAL

JULIA DE MEIRA CAMPOS¹, ANTONIO EDUARDO CITRON², FELIPE AUGUSTO SANTIAGO HANSTED³

¹ Aluna do curso técnico em eletromecânica integrado ao ensino médio, Bolsista PIBIC-EM, IFSP Campus Itapetininga, meira.j@aluno.ifsp.edu.br

² Mestre em automação e controle, Professor Orientador, IFSP Câmpus Itapetininga. citron@ifsp.edu.br

³ Doutor em mecânica, Colaborador, Gerente do MakerSpace, Memorial University Canada, fhansted@mun.ca

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 7.08.04.03-6 Tecnologia Educacional

RESUMO: O projeto visa a pesquisa, desenvolvimento e aplicação de materiais didáticos tridimensionais para estudo de matemática e ciências, fabricados em impressoras 3D e máquinas de corte a laser, para utilização por professores e estudantes dos ensinos fundamental e médio. Modelos em 3D propiciam aos estudantes nova possibilidade de interpretação de informações que imagens em 2D não oferecem. Os jogos desenvolvidos foram definidos a partir de pesquisa feita entre docentes do curso técnico integrado em eletromecânica do IFSP, Campus Itapetininga. Foram utilizados por estudantes do 8º e 9º anos do ensino fundamental, disciplina de matemática, em escola particular. Identificou-se interesse dos estudantes no uso dos jogos, tornando as aulas mais divertidas, com maior interação entre colegas e com a professora, conforme relatos, indicando potencial para maior inserção dos estudantes na escola. As características físicas dos jogos foram bem avaliadas pelos estudantes. Professores do campus têm interesse na utilização de materiais didáticos tridimensionais. O projeto foi realizado por discente bolsista do ensino médio do campus, professores orientador e colaborador. A bolsista despertou seu interesse na pesquisa, atuou na identificação, desenvolvimento, aplicação e avaliação dos materiais didáticos, desenvolvendo sua criatividade, com retorno para a comunidade.

PALAVRAS-CHAVE: materiais didáticos; modelos tridimensionais; jogos; ensino fundamental; ensino médio.

THREE-DIMENSIONAL PRINTED TEACHING MATERIALS FOR JUNIOR HIGH AND HIGH SCHOOL STUDENTS

ABSTRACT: The project aims to research, develop, and apply three-dimensional teaching materials for the study of mathematics and sciences, produced using 3D printers and laser cutting machines, for use by teachers and students in elementary and high school. 3D models provide students a new way to interpret information that 2D images do not offer. The games developed were defined based on research conducted among teachers in the integrated technical course in electromechanics at IFSP, Itapetininga Campus. They were used by 8th and 9th-grade students in mathematics classes at a private school. As reported, student interest in the games was noted, making lessons more enjoyable, with more significant interaction between classmates and the teacher, indicating the potential for increased student engagement in school. The physical characteristics of the games were well-rated by the students. Campus teachers are interested in using three-dimensional teaching materials. A high school scholarship student, a supervising professor, and a collaborating teacher carried out the project. The scholarship student developed a research interest and contributed to identifying, developing, applying, and evaluating the teaching materials, fostering creativity and benefiting the community.

KEYWORDS: Educational materials; three-dimensional models; games; junior high education; high school education.

INTRODUÇÃO

O projeto pesquisa e produz modelos físicos de materiais didáticos, tridimensionais para matemática, física e jogos. Silva et al. (2021, p.21) concluem que “quando se pensa em alternativas de ensino, é preciso levar em consideração a veracidade, a aplicabilidade e a funcionalidade do material, visando dinamizar e exemplificar a sua correlação com os conteúdos e, também, com o livro didático”. Os modelos construídos parcial ou totalmente com impressoras 3D foram utilizados por professores do ensino fundamental e por seus alunos. Modelos tridimensionais podem propiciar aos estudantes com deficiência visual, assim como para aqueles que não possuem problemas visuais, uma nova possibilidade de interpretação de informações que imagens em 2D não oferecem (PINHO, 2021). Estes materiais têm potencial para promover uma maior inclusão escolar e facilitar o aprendizado de estudantes com deficiência visual (FORD; MINSHALL, 2019). Considerou-se que a utilização do tato, visão e manuseio de objetos poderia ser benéfica para o aprendizado dos alunos, independentemente de suas condições sensoriais. A aluna bolsista do projeto de Iniciação Científica realizou a pesquisa para produção dos modelos, definição dos materiais utilizados, modelagem e construção dos objetos utilizando impressão 3D e a máquina de corte e gravação a laser. Participou das pesquisas sobre a utilização dos objetos em sala de aula e de avaliações com objetivo de verificar a necessidade de alterações nos modelos utilizados.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir da leitura, discussão e maior detalhamento do projeto inicial entre todos os participantes, foi realizada a revisão bibliográfica. Em seguida, os tipos de protótipos a serem desenvolvidos foram definidos. Professores do curso técnico integrado em eletromecânica foram consultados por e-mail e formulário sobre seu interesse em participar, escolher entre sugestões ou propor novos modelos. A seleção dos modelos a serem construídos baseou-se nas respostas dos professores mais dispostos a utilizá-los em sala de aula. Também foi realizado levantamento com o Núcleo de Apoio às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas - NAPNE do Campus Itapetininga, sobre quais as principais dificuldades de aprendizagem apresentam os alunos. A psicopedagoga do NAPNE trouxe o tema sobre desenvolver a concentração dos alunos. Outra premissa foi escolher jogos e objetos que auxiliassem na concentração dos alunos. Em seguida foram definidas as características básicas, o design geral e suas funcionalidades. Foram feitos os projetos considerando os aspectos dimensionais, de segurança no manuseio, os materiais disponíveis no campus para produção, a economia no uso dos insumos e a redução no tempo total de produção na impressora 3D e na corte a laser. Com essas definições foram realizados os modelamentos dos protótipos para impressão em 3D e cortes em máquinas de corte e gravação a laser do laboratório IF-Maker do Campus Itapetininga. Nas impressões em 3D utilizou-se o filamento PLA (Poli ácido láctico) devido à sua disponibilidade local e características de biocompatibilidade, biodegradabilidade, absorção biológica, propriedades mecânicas adequadas, processabilidade, estabilidade térmica e baixo impacto ambiental (SANTANA, 2018). Os protótipos iniciais foram avaliados pela equipe do projeto e foram realizados ajustes nos modelos da Torre de Hanoi, Tangram e Mancala, figura 1.

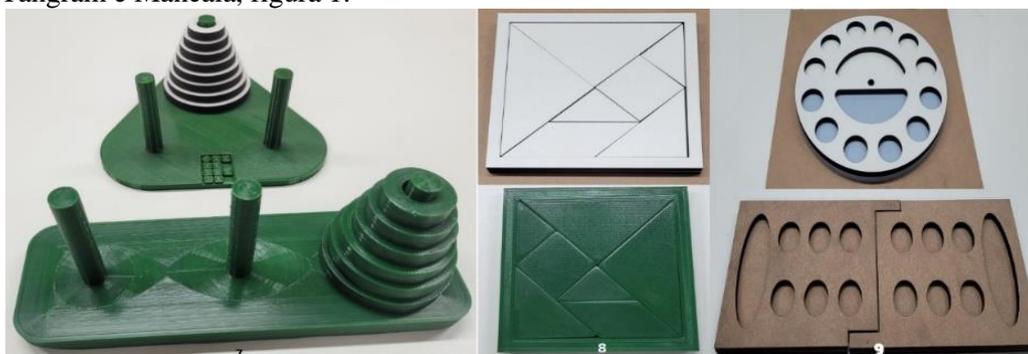


Figura 1. Protótipos nas versões iniciais e finais: Torre de Hanoi (7), Tangram (8) e Mancala (9).
Fonte: Autores, 2024

A produção dos protótipos de jogos, incluindo Balanço, Tangram e Torre de Hanoi, foi realizada com impressora 3D e MDF. O primeiro protótipo impresso foi o Tangram, levando 18 horas para ser concluído, o que resultaria em 180 horas para produzir 10 jogos. Para reduzir esse tempo, o projeto foi adaptado para corte a laser. Foram produzidas 10 unidades de cada jogo para atender grupos de até 20 alunos. Pesquisas foram realizadas em junho de 2024 para avaliar o uso dos jogos. Devido a uma greve no Campus Itapetininga, os jogos foram utilizados por alunos do 8º e 9º anos do ensino fundamental na escola Santo Tomás de Aquino, em Itapetininga, em aulas de matemática. Foram realizados quatro encontros de duas horas cada, onde os jogos foram apresentados e avaliados. As respostas dos formulários de avaliação foram tabuladas e organizadas em tabelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A respostas da pesquisa realizada com docentes do Campus Itapetininga estão nas tabelas de 1 a 4. A tabela 1 apresenta a quantidade de docentes que responderam ao questionário.

Tabela 1- Docentes pesquisados e respostas ao questionário – IFSP Itapetininga

Questão	Quantidade	Porcentagem
Docentes pesquisados	46	100%
Docentes que responderam	16	34,8%

Fonte: Autores, 2024

A tabela 2 apresenta o número de docentes com e sem experiência no uso de itens impressos em 3D no dia a dia da sala de aula.

Tabela 2- Experiência docente com itens impressos em 3D no dia a dia de aula.

Questão	Quantidade	Porcentagem
Docentes sem experiência com itens impressos em 3D no dia a dia de aula	9	56%
Docentes com experiência com itens impressos em 3D no dia a dia de aula	7	44%

Fonte: Autores, 2024

O nível de interesse dos docentes em utilizar os modelos em sala de aula é apresentado na tabela 3.

Tabela 3- Nível de interesse

Nível de interesse em utilizar os modelos em sala de aula	Quantidade	Porcentagem
Nenhum	4	25%
Pouco	1	6%
Tem interesse	9	56%
Não sei ainda	2	13%

Fonte: Autores, 2024

A tabela 4 traz os modelos de objetos e jogos com interesse para uso em aula.

TABELA 4. Modelos de interesse

Modelos de interesse para uso em aula	Respostas	Ordem
Desafio do balanço	7	1
Agrupamento de cores	7	2
Torre de Hanoi	6	3
Moléculas	6	4
Tangram	5	5
Jogo Mancala	1	6
Esqueleto	1	6
Mapa tátil	1	6

Fonte: Autores, 2024

Com base nas respostas da Tabela 4, foram realizadas reuniões com os docentes interessados em participar do projeto. Durante essas reuniões, novas solicitações de modelos foram recebidas, levando à definição dos 6 protótipos iniciais, conforme a Figura 2.



FIGURA 2. Imagens dos jogos produzidos para aplicação com alunos e professores. Tangram, Monte o T, jogo Mancala, Desafio dos 4 T's, Desafio do Balanço e Torre de Hanoi
Fonte: Autores, 2024

No questionário de pesquisa foi identificado o perfil dos alunos que participaram das atividades com os jogos. Em cada encontro houve alteração do perfil devido às ausências. A tabela 5 apresenta o perfil dos alunos na aplicação do jogo Mancala, com maior número de participantes.

TABELA 5. Perfil dos estudantes.

Masculino	Feminino	8º ano	9º ano	Idade 13	Idade 14	Idade 15
11	8	9	10	8	10	1

Fonte: Autores, 2024

Os jogos menos conhecidos foram o Tangram, o Balanço e o Mancala. Os jogos mais conhecidos foram Jogo dos 4 T's, Tangram de 4 peças e Torre de Hanoi. A maioria dos alunos responderam que os jogos ajudaram na compreensão da matéria, tabela 6.

TABELA 6. Respostas sobre conhecimento e aproveitamento dos jogos, pelos alunos.

	Tangram	Torre de Hanoi	Jogo dos 4 T's	Tangram de 4 peças	Balanço	Mancala
Conhecia ou usou este jogo anteriormente	19%	46%	50%	50%	12%	16%
Usou jogos em aula	88%	62%	57%	57%	88%	11%
Os jogos ajudaram na compreensão da matéria	94%	85%	86%	86%	82%	79%

Fonte: Autores, 2024

Diante da pergunta "Sobre a cor utilizada para confecção do jogo" todas as cores (branco, azul e verde) foram bem avaliadas, sendo a Torre de Hanoi, em verde, a mais bem avaliada, e o Jogo dos T's e o Tangram de 4 Peças, em branco, com o menor índice de respostas como "gostei", tabela 7. A avaliação sobre a aparência e o acabamento dos jogos mudou de acordo com o material utilizado. Os jogos que foram construídos parcialmente ou integralmente nas impressoras em 3D que utilizaram

filamento de PETG na sua confecção foram os mais bem avaliados: Torre de Hanoi e balanço, tabela 7. Destacamos o desenho da Torre de Hanoi que foi realizado com base triangular, assim como o posicionamento das três torres. O MDF tem uma superfície plana, lisa e branca. O efeito do laser nas superfícies de corte gera um acabamento liso, porém a cor é preta. Ambos os materiais tiveram avaliação acima de 75%, tabela 7. Os alunos demonstraram grande satisfação com o tamanho das peças dos jogos. O melhor resultado foi para o Jogo dos T's e o tangram de 4 peças, enquanto o menor foi para a Torre de Hanoi, tabela 7.

TABELA 7. Respostas sobre as características dos jogos, pelos alunos.

	Tangram	Torre de Hanoi	Jogo dos 4 T's	Tangram de 4 peças	Balanço	Mancala
Gostou da cor utilizada para confecção do jogo	88%	92%	86%	86%	88%	89%
A aparência e o acabamento das peças do jogo são boas	75%	92%	86%	86%	88%	68%
O tamanho das peças do jogo é bom	94%	85%	100%	100%	94%	89%

Fonte: Autores, 2024

A tabela 8 é baseada na pergunta “Como você considera a realização de atividades utilizando jogos em aula?”. As respostas mais frequentes, (1) e (2), são respostas que envolvem diversão e prazer. A resposta (5) teve o menor índice para o Jogo dos T's, Mancala e Tangram. Entre os jogos produzidos exclusivamente com MDF, o Mancala teve a melhor avaliação em relação a diversão e o prazer proporcionado pelo jogo aos alunos, e em termos de interação entre os alunos e com a professora, o Balanço obteve melhores resultados, tabela 8.

TABELA 8. Respostas sobre a utilização de jogos em aula, pelos alunos.

Como você considera a realização de atividades utilizando jogos em aula?	Torre de Hanoi	Balanço	Jogo dos 4 T's	Tangram de 4 peças	Mancala	Tangram
(1) Boa, a aula fica mais divertida.	85%	71%	79%	79%	74%	69%
(2) Boa, gosto de estudar com jogos	69%	59%	64%	64%	89%	56%
(3) Boa, conseguimos interagir mais com os colegas.	46%	65%	36%	36%	37%	56%
(4) Boa, conseguimos interagir mais com o(a) professor(a).	38%	59%	36%	36%	47%	25%
(5) Não percebi como isso me ajudou na aula.	8%	12%	0%	0%	0%	13%

Fonte: Autores, 2024

CONCLUSÕES

Para peças planas como o Tangram e discos da Torre de Hanoi, a máquina de corte e gravação a laser reduziu muito o tempo de produção em relação à impressora 3D. A maioria dos docentes do Campus Itapetininga não havia usado modelos 3D antes (Tabela 2), mas há potencial para expansão

(Tabela 3). Novos modelos sugeridos incluem Estruturas de Moléculas (química), Agrupamento de Cores (matemática), Esqueleto (biologia) e Mapa Tátil (geografia) (Tabela 4). A escola Santo Tomás de Aquino já usava jogos em matemática, facilitando a implementação dos 6 jogos em 4 encontros. Espera-se expandir o uso desses jogos para outras escolas (Tabelas 5 e 6). Os alunos aprovaram a cor, aparência e tamanho dos jogos (Tabela 7). Os modelos em 3D foram bem avaliados pelos alunos, por promoverem aprendizado e interação (Tabela 8).

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Apresentamos, de forma simplificada, as contribuições de cada autor: AEC contribuiu com a administração, supervisão, validação e design da apresentação de dados. AEC e FASH procederam com a conceitualização e disponibilização de ferramentas. AEC e JMC desenvolveram curadoria e análise dos dados, pesquisa e redação do manuscrito original. Todos os autores contribuíram com a metodologia, revisão, edição final do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao IFSP e ao CNPq, que através do Programa PIBIC-EM viabilizaram a concessão de bolsa para realização desse projeto. Agradecimentos ao Lab-IFMaker do Campus Itapetininga, onde foram realizadas as produções de todos os protótipos. Agradecimentos à Escola Santo Tomás de Aquino, onde foram realizadas as aplicações dos protótipos.

REFERÊNCIAS

FORD, S.; MINSHALL, T.: Invited review article: where and how 3d printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, [S.L.], v. 25, p. 131-150, jan. 2019. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028>. Acesso em: 10 mar. 2024.

PINHO, F. V. A. A.: Utilização da impressão 3D na educação de alunos portadores de deficiência visual. *Anais. VII CONEDU*, Realize Editora, Campina Grande 2021.

SANTANA, L.; ALVES, J. L. ;NETTO, A. C. S.; MERLINI, C.: Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro, v. 23 n. 4, 2018.

SILVA, A. S.; ALVES, G. H. V. S. ; FERREIRA, A. T. S.; FRAGEL-MADEIRA, L. : Avaliação de modelos 3D como recurso educacional para o ensino de Biologia: uma revisão da literatura. *REnCiMa*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 1-28, abr./jun. 2022./index.htm