

ENSINO DE FÍSICA PARA OS ANOS INICIAIS DAS ENGENHARIAS: PRÁTICAS TECNOLÓGICAS CONTEMPORÂNEAS

TEACHING PHYSICS FOR THE EARLY YEARS OF ENGINEERING: CONTEMPORANEAS TECHNOLOGICAL PRACTICES

Gizele Iank Leite¹, Kelly Cristiane Iaroz², Awdry Feisser Miquelin³, Matheus Pereira Postigo⁴

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia/UTFPR; Centro Universitário UNIFATEB, gizele.1096@gmail.com

² Universidade Estadual de Ponta Grossa/Programa de Pós-graduação em Ciências/Física/UEPG; Centro Universitário UNIFATEB, kiarosz@gmail.com

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia/UTFPR, awdryfei@gmail.com

⁴ Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia/UTFPR, mpostigo@gmail.com

Resumo

Este trabalho comunica resultados parciais de uma pesquisa em ensino envolvendo conceitos de Termodinâmica mediada pelo emprego de Impressão 3D. Responde-se quais as contribuições da impressão 3D em disciplinas que envolvem conceitos termodinâmicos e metrológicos aplicados em cursos de engenharias. Investigou-se a contribuição dos produtos de uma impressora 3D para a formação de estudantes. Procedeu-se a uma revisão de literatura, seguido de uma abordagem de intervenção, levando em consideração a contribuição e interesse dos acadêmicos pela prática. Pôde-se concluir que os conteúdos de termodinâmica abordados através do processo de impressão em 3D proporcionou uma melhor percepção dos acadêmicos em relação aos conteúdos.

Palavras-chave: Ensino de física; Impressão em 3D; Metodologia para Engenharia Mecânica

Abstract

This work communicates partial results of teaching research involving Thermodynamics concepts mediated by the use of 3D Printing. The answer is the contributions of 3D printing in disciplines that involve thermodynamic and metrological concepts applied in engineering courses. The contribution of 3D printer products to student training was investigated. A literature review was carried out, followed by an intervention approach, taking into account the contribution and interest of academics in the practice. It was concluded that the thermodynamics content covered through the 3D printing process provided academics with a better perception of the content.

Keywords: Physics teaching; 3D printing; Engineering Methodology.

1. Introdução

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa de doutorado. Integrado ao grupo

de pesquisas, trabalhamos num laboratório de Impressão 3D voltado para a investigação de soluções para o Ensino de Ciências Naturais. Em paralelo a isso, a autora principal desta pesquisa leciona em um Centro Universitário, as disciplinas de Introdução a Termodinâmica e Metrologia no curso de Engenharia Mecânica, tal feito, propicia a aplicação prática do recorte.

É uma recomendação constante nas Diretrizes Nacionais Curriculares (DCNs) que colegiados repensem as ementas de disciplinas, sempre que novas possibilidades de ensino sejam viáveis para melhoria dos cursos. Com a possibilidade de acesso a equipamentos de impressão 3D, as disciplinas que anteriormente abordavam apenas conceitos teóricos trazidos em livros didáticos ou práticas clássicas, passaram apresentar-se com impressão 3D relacionando processos termodinâmicos.

No sentido de contextualizar os conteúdos trabalhados e despertar o interesse dos acadêmicos no processo de aprendizagem de conteúdos de física em disciplinas de cursos de engenharias, conceitos e provocações chaves devem emergir. A aplicação do uso de impressão 3D se mostrou eficaz, uma vez que estimulou o interesse e a participação ativa de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. A possibilidade de operação da impressora possibilitou uma maior compreensão dos conteúdos das 3 Leis da Termodinâmica, desenho universal e medidas, estudo de materiais e temperatura ideal para ponto de fusão, entre outros que foram abordados durante as atividades práticas de impressão.

Através disso, foi possível perceber a importância de docentes que trabalham com disciplinas em cursos de engenharias, desenvolverem estratégias e metodologias de ensino que incluam práticas diferenciadas para o ensino de física nos anos iniciais da graduação. Isso contribuirá para o desenvolvimento e formação de profissionais com maiores vivências acadêmicas para atuarem em sua área de formação.

Diante desta perspectiva, buscou-se responder a seguinte questão: Quais as contribuições para o ensino de termodinâmica com o emprego de práticas envolvendo impressão 3D nas disciplinas de Introdução a Termodinâmica e Metrologia para acadêmicos de cursos de Engenharias?

2. Ensino de física nas Engenharias voltado a disciplina de termodinâmica

A termodinâmica é um conteúdo presente em todos os cursos das engenharias, sendo como disciplina direta ou como disciplinas envolvendo transferência de calor e/ou materiais. Desempenha um importante papel para o entendimento de processos energéticos e na aplicação dos princípios físicos em diversas áreas, como a mecânica, elétrica, química e ambiental. Como colocado em Brasil (2002), por meio da Resolução CNE/CES n. 11 de 2002, nos cursos de engenharia, a disciplina de Termodinâmica é considerada como sendo do núcleo profissional.

De acordo com Tardioli, a Termodinâmica é a ciência que estuda o calor, o trabalho e as propriedades das substâncias relacionadas ao calor e ao trabalho (TARDIOLI, 2013, p. 11). Descreve e analisa como a energia é transferida entre sistemas físicos, além de como essa energia é transformada, sendo divididas em duas leis que sustentam essas relações. Halliday e Resnick colocam ainda que a termodinâmica constitui uma parte indispensável dos fundamentos da física e é encontrada nas áreas como motores de automóveis, refrigeradores e processos bioquímicos.

A citação acima destaca a importância da termodinâmica como uma base fundamental para a compreensão de diferentes áreas do conhecimento científico. Além disso, ressalta que essa área de estudo possui aplicações práticas muito amplas, mostrando o quão essencial é o conhecimento desta disciplina para a compreensão do mundo ao nosso redor e para o desenvolvimento de tecnologias e avanços científicos.

No entanto, durante a pesquisa, foi notado que muitos acadêmicos enfrentam dificuldades quando se deparam com os conceitos complexos que envolvem estes conteúdos. Diante disso, Alexandre (2020), discorre que

O ensino de física voltado para a disciplina de termodinâmica nas engenharias, deveria ser estruturado de forma a tornar os princípios e leis que regem esses sistemas mais acessíveis. (ALEXANDRE, 2020, p. 5)

Portanto, ao trabalhar com a termodinâmica, é importante relacionar seus

fundamentos com situações reais que envolvem o dia a dia dos acadêmicos, como transformações de energia em motores de combustão interna, absorção, liberação de calor em processos industriais e as impressoras baseadas em Fabricação com Filamento Fundido (FDM ou FFF) que na sua maioria, também baseadas no controle de processos termodinâmicos.

Parisoto (2015), coloca que o ensino de física pensado a partir de situações das engenharias

deve ser feito mediante aulas práticas, partindo do que o aluno já sabe, com ênfase na criatividade, ajudando-os a compreender o significado dos conteúdos a eles ensinando e incentivando a pesquisa, ou seja, ensinando-os a aprenderem a aprender. (PARISOTO, 2015, p. 20).

Ou seja, deve ir além das metodologias tradicionais de aulas expositivas que demonstram problemas distantes dos presentes nas instituições. Uma vez que o conteúdo ensinado através da prática se torna mais fácil de ser aprofundado na teoria. Neste tópico percebe-se que o ensino de física nas engenharias, voltado para a disciplina de termodinâmica, deve ser prático e contextualizado, através de tecnologias disponibilizadas nas instituições.

2.1 Termodinâmica e impressão de peças em 3D

Considerando os elementos da introdução da termodinâmica e a necessidade dela ser ensinada nos cursos de engenharias, tem-se como princípio trabalhar o calor, trabalho e a troca de energias nos sistemas físicos. Este tópico busca mostrar as análises feitas entre a disciplina e o processo das impressoras em 3D de fabricação por filamento fundido (FFF). As relações apresentadas partem do aquecimento da impressora, extrusão do filamento que funde o material camada por camada e ao ser extrudido o polímero solidifica formando uma nova geometria. Ferreira (2020), discorre que

A otimização dos parâmetros termodinâmicos, como a temperatura de aquecimento da extrusora e a temperatura da mesa de impressão, também são fundamentais para evitar defeitos na peça, como encolhimento, delaminação ou deformações. Com isso, pode-se entender que a termodinâmica desempenha um papel crucial na impressão de peças em 3D. (FERREIRA, 2020, p. 8)

Portanto, de acordo com o autor pode ser entendido que o primeiro conceito presente é o da energia. Na física, representa a capacidade de produzir trabalho. Em

seguida, tem-se a energia térmica, que define a quantidade de energia contida em um sistema pelo efeito da sua temperatura. Por fim, a energia interna, que resulta na somatória de toda energia contida em um sistema. Com esses conceitos esclarecidos, se tem as relações da impressão em 3D com as Leis da Termodinâmica.

Oliveira (2005), coloca as definições das Leis da Termodinâmica como a 1ª Lei da Termodinâmica estabelece a conservação de energia, a 2ª Lei da Termodinâmica estuda sobre a transferência de energia térmica, a 3ª Lei da Termodinâmica estabelece que sempre que um sistema encontra-se em equilíbrio termodinâmico, a sua entropia aproxima-se de zero e a Lei Zero estabelece o equilíbrio de temperatura entre os corpos. Ao entender o conceito de cada Lei, elas estão relacionadas com o processo de impressão em 3D descrito a seguir.

A 1ª Lei da Termodinâmica se relaciona ao colocar o filamento que alimenta o extrusor. Aqui está a relação de troca de calor e temperatura, logo a energia interna continua a mesma presente no filamento antes de estar aquecido, o mesmo processo acontece quando o objeto já está impresso. A 2ª Lei da Termodinâmica na impressora em 3D está associada ao processo de aquecimento e derretimento do filamento, pois o filamento aquece na mesma temperatura do bico extrusor para derreter e formar o objeto que será impresso. Além de abordar a irreversibilidade, pois uma vez que o objeto é impresso e possui uma nova geometria, ele não voltará à estrutura inicial, pois não existe a possibilidade de reverter o processo de impressão. Já a 3ª Lei da Termodinâmica e a Lei Zero que não apresenta relações diretas com o processo de Fabricação de Filamento Fundido devido a diferença de temperatura programada da mesa e do extrusor durante o processo de impressão. Através dessas associações, foi possível incluir a impressora em 3D para o ensino do conteúdo de física. No tópico a seguir está apresentada a metodologia de pesquisa utilizada.

3. Metodologia

3.1 Natureza da pesquisa

A metodologia utilizada foi a intervenção com aplicação direta em uma turma específica do segundo período de Eng. Mecânica, com a finalidade de testar as contribuições da abordagem com impressão em 3D para o ensino de física neste

grupo. Para isso, foi realizado um novo planejamento de aulas incluindo práticas laboratoriais de impressão em 3D para analisar diretamente o efeito dessa intervenção nos participantes em que ela foi aplicada.

De acordo com Aguiar e Rocha (2003), a pesquisa-intervenção se dá pela relação pesquisador e objeto pesquisado, pois os caminhos da pesquisa serão determinados a partir da intervenção aplicada ao grupo envolvido. Portanto, essa metodologia foi utilizada para identificar quais estratégias durante a prática de impressão funcionam ou não em determinadas situações do ensino de termodinâmica.

3.2 Etapas da pesquisa

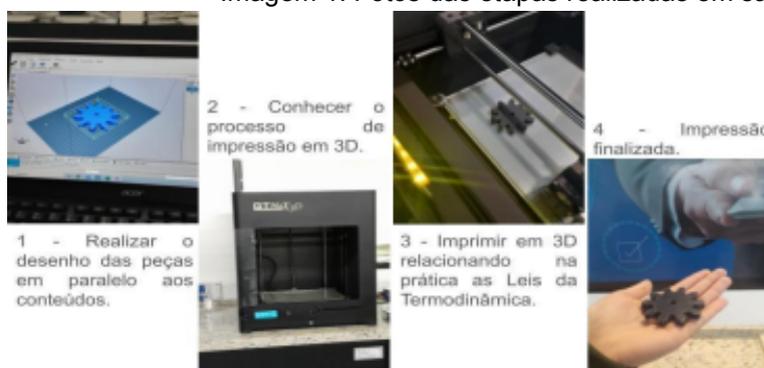
A pesquisa foi dividida em quatro etapas, sendo elas: 1) Levantamento do referencial teórico e definição de metodologia; 2) Estruturação das aulas teóricas junto com as práticas laboratoriais; 3) Aplicação dos procedimentos de impressão em 3D; e 4) Coleta e análise de dados.

3.3 Coleta e análise de dados

A coleta de dados foi realizada através da estruturação dos conteúdos junto com a observação do desempenho na aprendizagem dos acadêmicos durante as aulas, seguida da construção de relatórios sobre a prática laboratorial. Esses relatórios foram entregues como parte avaliativa da disciplina e apresentados aos colegas de curso através de um seminário em sala de aula, onde os acadêmicos explicaram a escolha do objeto impresso e o processo termodinâmico nas etapas de impressão em 3D associados por eles.

A imagem a seguir mostra uma das peças que foi desenhada e impressa em 3D pelos acadêmicos durante essa prática.

Imagem 1: Fotos das etapas realizadas em sala de aula



Fonte: Autoria própria.

A análise dos dados foi realizada por triangulação, envolvendo a análise cruzada entre observação, prática e relatórios, que através das relações escritas e apresentadas pelos acadêmicos possibilitou a visão sobre a contribuição desta metodologia para a aprendizagem deles.

Com os dados analisados, nota-se que ao incluir a impressão em 3D de peças comuns da Engenharia Mecânica, como a engrenagem, parafusos, rolamentos, entre outras, contribuiu para o aumento de interesse dos acadêmicos para a aprendizagem das disciplinas de Introdução a Termodinâmica e Metrologia. Com isso, pode-se analisar que a teoria estudada durante todo o ensino de física está contextualizada no cotidiano dos acadêmicos e futuros profissionais.

Nos relatórios também foi possível perceber que os grupos buscaram outros processos e materiais para a impressão em 3D como o Petg, ABS, Pó metálico e Resina, corroborando com cursos de Engenharia de Materiais, Física e Química. Portanto, incluir a impressão em 3D durante a disciplina levou os acadêmicos a buscarem mais informações sobre a termodinâmica para que pudessem entender o funcionamento dessa tecnologia e contribuir com o desenvolvimento das aulas. Além de diminuir a barreira analisada nos anos anteriores sobre a aprendizagem da teoria e cálculos da física.

Considerações finais

Ao finalizar esse estudo, pôde-se considerar que o ensino de física para os anos iniciais das engenharias é importante e sempre será atual. Porém com a rápida evolução tecnológica e a necessidade de formar profissionais capacitados e atualizados para o mercado de trabalho, as práticas contemporâneas têm se mostrado fundamentais no processo de ensino-aprendizagem.

Através do uso da impressora em 3D foi possível despertar o interesse dos acadêmicos, tornando o ensino de física mais dinâmico e atrativo, pois o uso dessas práticas permite uma maior contextualização dos conteúdos ao aproximar a teoria da prática e caminhar para um aprendizado mais significativo. Essas práticas também possibilitam uma maior interação entre os acadêmicos e o professor, estimulando a participação ativa e o desenvolvimento de habilidades como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a criatividade.

Além das impressoras de fabricação por filamento fundido, também existe a

Impressora de Resina que pode contribuir com conteúdos como a óptica, por exemplo. Portanto, esta pesquisa foi um teste que poderá ser aplicado em outros cursos que também trabalhem a disciplina de Termodinâmica.

Referências

ALEXANDRE, Maura Lúcia Rodríguez et al. Uma abordagem sistêmica sobre a disciplina gerenciamento de energia no Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. 2020.

CNE. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Resolução CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

DE OLIVEIRA, Mário José. Termodinâmica. Editora Livraria da Física, 2005.

FERREIRA, M. R. et al. Estudo da Influência dos Parâmetros de Impressão na Resistência Mecânica de Peças Fabricadas em ABS na Técnica de FFF. **Revista Brasileira de Engenharia de Produção**, v. 6, n. 9, 2020.

HALLIDAY, DAVID. RESNICK, Robert. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica**. vol.2. Rio de Janeiro. LTC. 2013.

PARISOTO, Mara Fernanda. Ensino de termodinâmica a partir de situações da engenharia: integrando as metodologias de projetos e as unidades de ensino potencialmente significativas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado em Física, 2015.

ROCHA, Marisa Lopes da; AGUIAR, Kátia Faria de. Pesquisa-intervenção e a produção de novas análises. **Psicologia: ciência e profissão**, v. 23, p. 64-73, 2003.