

O Uso da Impressão 3D como Revolução no Aprendizado

Resumo: Este trabalho evidencia a importância da visualização dos equipamentos para o aprendizado de conceitos importantes na engenharia ou outra área que se deseje. Quando um estudante de engenharia aprende o funcionamento de uma máquina, como um motor ou compressor, com frequência ele visualiza o equipamento por meio de fotografias ou desenhos do equipamento, ou então, quando muito, de um filme para mostrar seu funcionamento. Isso, é claro, força que o aprendizado se baseie muito na imaginação do citado aluno. E nem sempre a imaginação vai para onde deve ir. Ter um equipamento como estes disponível certamente é o ideal, mas nem sempre viável, até por conta dos diversos tipos diferentes de máquinas e dos custos elevados. Uma alternativa a isto é produzir uma máquina (um “protótipo”) que permitiria a visualização do equipamento em detalhes. Para isso pode-se utilizar a impressão 3D. Com esta tecnologia pode-se construir um modelo do equipamento desejado (uma turbina ou um motor) e entender seu funcionamento. Impressão 3D é uma tecnologia aditiva, que vai construindo a peça camada por camada. Quanto mais finas as camadas, mais detalhada a peça. As aulas que tratam de motores ficam mais fáceis e agradáveis aos alunos com um motor em escala, feito de plástico, que mostre o funcionamento dos pistões, bielas e virabrequim. O mesmo vale para um braço robótico que tem função de pegar uma peça em um lugar e posicioná-la em outro. No laboratório da Unifacs foram construídos modelos de várias máquinas, entre os quais o motor de automóvel e o braço robótico em PLA (Ácido PoliLático) por nossas impressoras 3D, o que ajuda bastante nas aulas. Na área de ensino de saúde também as aplicações são múltiplas. Órgãos podem ser reproduzidos para serem estudados e entendidos. Ossos de pernas ou mesmo braços inteiros podem ser reproduzidos. Por exemplo pode ser construído um coração sadio e outro com alguma valvulopatia, de forma que os estudantes possam perceber a diferença. Os alunos podem visualizar o funcionamento detalhado do equipamento ou do órgão. Foi notado um maior interesse por parte dos alunos no aprendizado quando puderam visualizar o equipamento. Assim, este trabalho mostra o que já foi feito em impressão 3D e evidencia o que ainda pode ser feito nesta área.

Palavras-chave: Ensino inovador, Impressão 3D

1. INTRODUÇÃO

Educação. Esta palavra tão pequena é a chave para o desenvolvimento de um país. Aliás, é ela que nos distingue dos demais animais. E é ela que distingue um país desenvolvido de um “em desenvolvimento”. Mas como ensinar neste mundo tão tecnológico com jovens cada vez mais conectados a tudo, de maneira a provocar nos alunos um interesse? Uma forma encontrada em nossa universidade foi desenvolver “protótipos” de peças ou equipamentos por meio da impressão 3D, também conhecida como prototipagem rápida.

Este processo (a impressão 3D) surgiu comercialmente em 1984 nos EUA e consiste em criar camadas sobrepostas de material para formar a peça desejada.

Na época a tecnologia desenvolvida foi a estereolitografia. Nesta tecnologia, segundo a revista Exame Informática (2013), um tanque cheio com o polímero líquido possui em seu interior uma mesa submersa, mas quase na superfície, sobre a qual será desenvolvida a peça. Um raio laser atinge o líquido no local definido de acordo com o desenho da peça, o que solidifica o polímero. Depois de criada a camada a mesa desce e o processo recomeça criando nova camada sobre a anterior. Desde o surgimento das primeiras impressoras, várias outras tecnologias já foram criadas. Por exemplo, como afirma Pankiewicz (2009), com o uso da micro-fabricação tridimensional em gel, que utiliza lasers focados em diferentes pontos para solidificar o gel, podem ser produzidas peças com tamanhos inferiores a 100 nm!

Em nossa universidade a tecnologia é um pouco diferente. Denominada FDM (*Fusion Deposition Modeling*), nesta tecnologia o material vem em filamentos que são aquecidos até quase a fusão e depois é extrudado sobre uma plataforma, formando uma camada da peça. A mesa desce e nova camada é criada. Neste caso, regiões da peça que fiquem em balanço devem ter um suporte, que é produzido pela própria máquina.

Mas qual a vantagem em usar a impressão 3D no ensino? Em mecânica, quando explicamos o funcionamento de um motor a combustão, ou quando explicamos o funcionamento de uma turbina, muitas vezes dependemos da imaginação do aluno para visualizar o equipamento ou parte dele. Esta imaginação, e isso já foi comprovado por mim mesmo, às vezes não ajuda na compreensão do assunto, mas atrapalha.

Assim, o melhor mesmo é visualizar o equipamento e poder até mesmo tocá-lo, senti-lo.

Foram feitas pesquisas junto aos alunos para saber se o procedimento realmente estava ajudando na compreensão do funcionamento dos equipamentos e o resultado foi animador.

2. METODOLOGIA

Uma impressora de boa qualidade é imprescindível para que se consiga peças impressas de qualidade também. A foto a seguir mostra nosso parque de impressão 3D, com 4 impressoras Cliever CL2 Pro. Estas impressoras utilizam a tecnologia FDM, conforme descrito acima, utilizando bobinas com fios de PLA (Ácido PoliLático, em inglês). Também é possível trabalhar com ABS (Acrilonitrilo-butadieno-estireno, na sigla em inglês). O polímero pode ser adquirido em diversas cores, de forma a deixar as peças visualmente mais agradáveis.



Figura 1 – Parque de Impressoras 3D da Engenharia Mecânica da Unifacs.

Para utilizar esta tecnologia “nova” foi preciso decidir onde trabalhar, ou seja, em que área. Certamente a área de máquinas mecânicas é uma forte candidata, pois algumas máquinas são bastante complexas e seu entendimento nem sempre é simples.

Assim, a primeira máquina escolhida foi um motor a combustão, ciclo Otto, de 4 cilindros. É claro que para a compreensão do funcionamento deste motor não é necessário confeccionar todas as suas peças, mas apenas as mais importantes. Decidiu-se pela impressão de um motor Ford típico, cujos desenhos estão disponíveis na internet no formato necessário para a impressão (.STL).

Este motor foi confeccionado peça a peça. Depois as peças foram montadas para formar o motor. A seguir podemos ver um exemplo de peça impressa: um virabrequim.

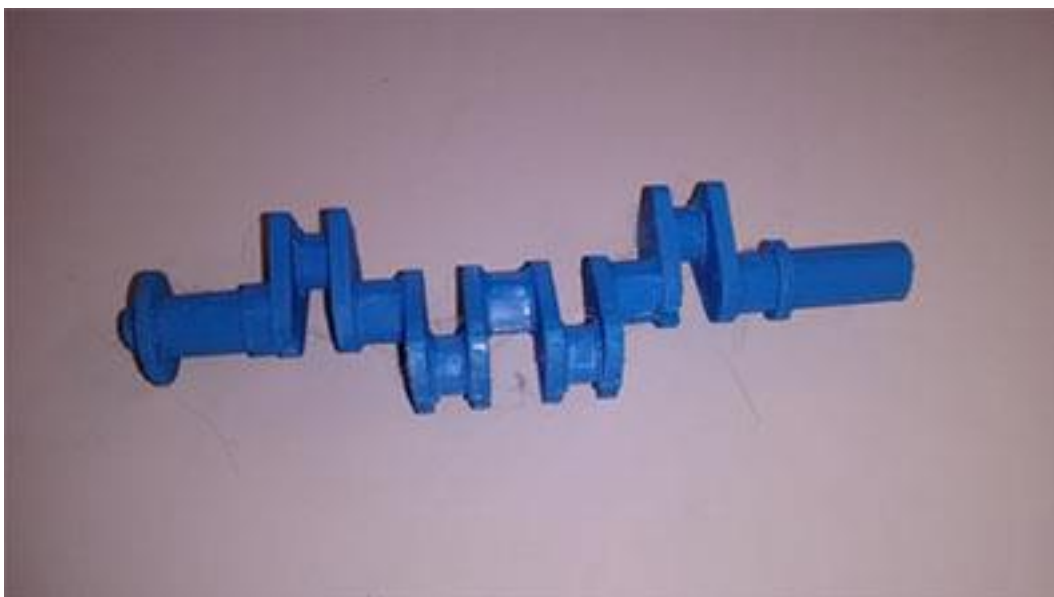


Figura 2 – Virabrequim impresso.

Em termos de cores utilizamos várias, para realçar as possibilidades.

Esta peça, por si só, já atiçou a curiosidade dos alunos, pois um virabrequim é um eixo com várias secções não centralizadas, o que já dificulta e muito a compreensão de seu funcionamento. Alunos que viram (e pegaram) esta peça já tiveram mais facilidade para entendê-la.

Na figura a seguir podemos ver algumas outras peças feitas na impressora 3D.



Figura 3 – Pistões Impressos em PLA.

Note-se que os pistões possuem inclusive as ranhuras para os anéis. Neste modelo, entretanto, os anéis não foram criados, porque são apenas detalhes no funcionamento do motor como um todo. Estes pistões depois foram reimpressos em PLA translúcido.

Na Figura 3, a seguir pode ser visto o virabrequim montado com as bielas, as quais estão conectadas aos pistões.



Figura 4 – Conjunto Virabrequim, bielas e pistões impresso em PLA.

A biela, como pode ser notado, é feita em duas partes que são montadas em volta do virabrequim. Neste modelo a montagem se faz por encaixe apenas, já que não há esforços envolvidos. Também pode ser vista a polia que vai movimentar os eixos de comando de válvulas.

A Figura 5, a seguir mostra as principais peças do motor.

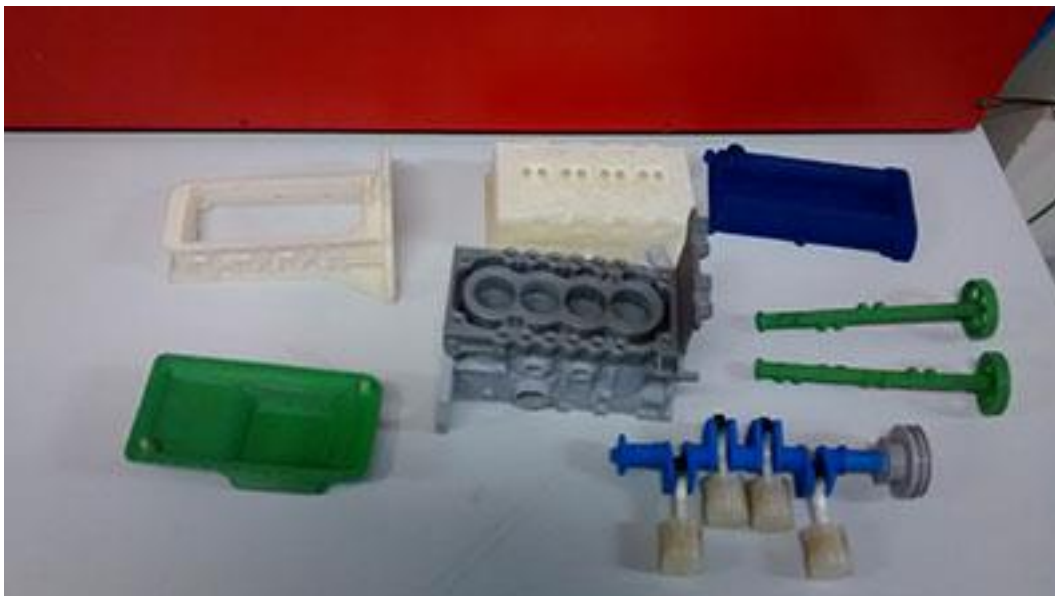


Figura 5 – Peças Principais do Motor Aguardando Montagem.

Na próxima figura pode ser visto o motor montado.



Figura 6 – Motor Montado.

Na Figura 6 os pistões e bielas já estão em seus lugares, bem como os eixos de comando de válvulas e outras peças menores. Também não estão mostradas as correias que ligam as polias

O ponto forte deste modelo é o fato de poder ser desmontado facilmente e ser possível ver suas peças em movimento, bastando girar o virabrequim manualmente.

Um outro equipamento impresso em PLA foi um robô para competição de resgate. O objetivo deste robô é vasculhar uma área pré-definida em busca de objetos que representam pessoas precisando de resgate, localizá-los e mapeá-los. Ele inicia fazendo um mapeamento do local e com sensores adequados (temperatura, cheiro e movimento) localiza todas as pessoas no ambiente determinado. Depois envia um sinal para a central com as posições precisas das pessoas.

É claro que nem todo o robô foi impresso. Algumas partes dele são feitas de metais (aço, alumínio e outros) e essas foram mantidas de metal e adquiridas ou fabricadas por outras formas.

Uma parte importante do robô é o braço robótico, utilizado para transportar uma câmera. Este braço robótico isolado é usado inclusive para ensinar o conceito básico de robótica, ou seja, antes de fazer parte de um robô de resgate, ele serve para ensinar. Quando os alunos perguntam, o professor explica como o braço interage com o ambiente. E o coloca para funcionar. A seguir, na Figura 7, pode ser visto este braço.



Figura 7 – Braço Robótico.

Na figura há uma peça de exemplo presa em sua garra.

Para seu deslocamento o robô terá lagartas, como as de tratores, mas feitas de borracha, de forma que ele tenha um amortecimento. Ele também deve ser capaz de subir ou descer degraus. Outras peças do robô podem ser vistas na Figura 8, a seguir.



Figura 8 – Peças do Robô de Resgate.

Na figura acima pode ser visto um trecho da lagarta, impressa em nosso laboratório (exceto a borracha e peças de metal).

A , a seguir, mostra o robô montado na bancada do laboratório.

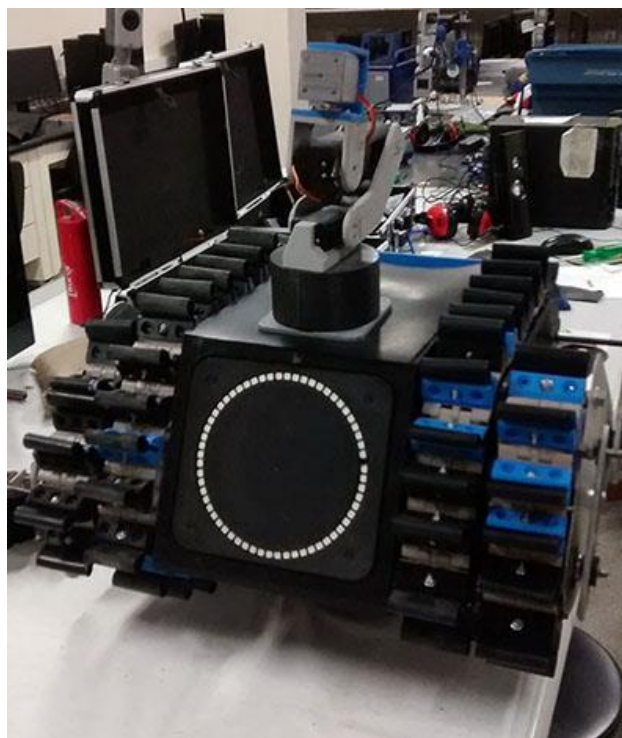


Figura 9 – Robô de Resgate.

Conforme mencionado, a maior parte das peças do robô foi feita pelas impressoras 3D.

3. PESQUISA

Embora a intuição diga que uma maquete como esta ajuda no aprendizado do funcionamento do motor, é preciso saber o que pensam os envolvidos: alunos e professores. Para avaliar a aceitação da maquete foi feita uma pesquisa junto a alunos da engenharia mecânica e alguns professores.

O questionário aplicado aos alunos é mostrado na Figura 10, a seguir.



Questionário de aprendizado com maquetes

Curso:

Semestre:

Questões

- 1 Você já teve a disciplina de motores? () Sim () Não
- 2 Quanto a maquete ajudou na compreensão do funcionamento dos pistões?
() Nada () Pouco () Muito () Foi essencial
- 3 Quanto a maquete ajudou na compreensão do funcionamento do virabrequim?
() Nada () Pouco () Muito () Foi essencial
- 4 Quanto a maquete ajudou na compreensão do funcionamento dos eixos de comando de válvulas?
() Nada () Pouco () Muito () Foi essencial
- 5 Quanto a maquete ajudou na compreensão do funcionamento do motor como um todo?
() Nada () Pouco () Muito () Foi essencial
- 6 Como você acha que o uso de maquetes como esta ajuda na compreensão das máquinas?
() Nada () Pouco () Muito () É essencial

Figura 10 – Questionário para Avaliação do Uso de Maquetes no Aprendizado.

Note-se que não foi perguntado o nome do aluno para que ele pudesse responder mais à vontade.

O questionário acima foi aplicado a 48 alunos. Desses, 35 eram do curso de Mecânica, 10 do curso de Mecatrônica e 3 de Produção.

O resultado geral por questão foi:

- | | | | |
|----------------|--------------|--------------|----------------------|
| 1) (23) Sim | (25) Não | | |
| 2) (10) Nada | (27) Pouco | (10) Muito | (01) Foi Essencial |
| 3) (08) Nada | (23) Pouco | (14) Muito | (03) Foi Essencial |
| 4) (09) Nada | (25) Pouco | (12) Muito | (02) Foi Essencial |
| 5) (02) Nada | (11) Pouco | (30) Muito | (05) Foi Essencial |
| 6) (00) Nada | (05) Pouco | (35) Muito | (08) É Essencial |

Quando feita a análise considerando que o aluno já tivera a disciplina de motores o resultado foi:

- | | | | |
|----------------|--------------|--------------|----------------------|
| 2) (08) Nada | (12) Pouco | (03) Muito | (00) Foi Essencial |
| 3) (06) Nada | (12) Pouco | (05) Muito | (00) Foi Essencial |
| 4) (07) Nada | (13) Pouco | (03) Muito | (00) Foi Essencial |
| 5) (02) Nada | (09) Pouco | (11) Muito | (01) Foi Essencial |
| 6) (00) Nada | (02) Pouco | (16) Muito | (02) É Essencial |

Para os alunos que ainda não tiveram a disciplina de motores o resultado foi:

- | | | | |
|----------------|--------------|--------------|----------------------|
| 2) (0) Nada | (15) Pouco | (05) Muito | (01) Foi Essencial |
| 3) (02) Nada | (11) Pouco | (09) Muito | (03) Foi Essencial |
| 4) (02) Nada | (12) Pouco | (09) Muito | (02) Foi Essencial |
| 5) (00) Nada | (02) Pouco | (19) Muito | (04) Foi Essencial |
| 6) (00) Nada | (03) Pouco | (19) Muito | (06) É Essencial |

Com as respostas obtidas na pesquisa acima é possível produzir outras análises agrupando os dados por modalidade de engenharia ou outros fatores. Entretanto, com o que foi feito pode-se ver a importância da impressão 3D.

Os resultados acima mostram que o uso da maquete realmente ajuda bastante na compreensão do motor. Isso nos incentiva a continuar investindo nas maquetes impressas em plástico.

As respostas dos professores foram unânimes quanto à importância da impressão 3D.

Todavia, note-se que a impressão 3D não ajuda somente no aprendizado de Engenharia Mecânica. Outras áreas também podem se beneficiar desta tecnologia, como alguns exemplos a seguir mostram:

- ✓ Artes, onde uma obra de escultura de um grande mestre pode ser reproduzida para estudo;
- ✓ Arquitetura, onde um novo edifício ou uma ponte pode ser criada para estudo de diversos pontos;
- ✓ Geografia, onde relevos podem ser criados para explicar terrenos;
- ✓ História, onde ferramentas antigas podem ser feitas;
- ✓ Biologia, onde um conjunto de células pode ser reproduzido;
- ✓ Medicina, onde órgãos humanos podem ser criados para seu estudo mais detalhado.

E há muitas outras aplicações também. Pode-se dizer que o limite de aplicações é a imaginação.

Em nossa universidade temos um programa em que serão criados órgãos humanos perfeitos e outros com problemas para estudo. Por exemplo, estamos construindo um coração com uma valvulopatia (depois de criar um perfeito), de forma que alunos dos cursos de saúde possam ver o efeito de um problema em uma das válvulas cardíacas no funcionamento do coração. A Figura 11 mostra dois casos de problemas que podem ser estudados por meio da criação destes corações em impressão 3D, depois de ser criado um coração sadio.

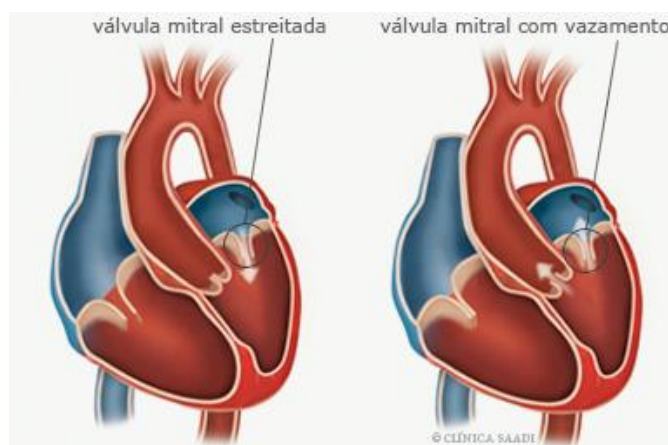


Figura 11 – Corações com Problemas para Serem Impressos.

Com isso pode-se ver que as possibilidades da impressão 3D são realmente animadoras.

4. AGRADECIMENTOS

O autor gostaria de agradecer à direção da Escola de Arquitetura, Engenharia e TI da Unifacs e à Supervisão de Laboratórios da Unifacs por seu incentivo a este trabalho.

Também gostaria de agradecer aos técnicos, estagiários e colaboradores dos laboratórios pela grande ajuda na elaboração das peças.

5. REFERÊNCIAS

PANKIEWICZ, Igor. Como funciona a impressora 3D?. **Tecmundo**, Curitiba, 2009, seção Impressora. Disponível em < <http://www.tecmundo.com.br/impressora/2501-como-funciona-a-impressora-3d-.htm>>. Acesso em 09/04/2016.

Impressão 3D: o que é e como funciona. **Exame Informática**. São Paulo. 24/04/2013. Disponível em <http://exameinformatica.sapo.pt/videos/reporterei/2013-04-24-impressao-3d-o-que-e-e-como-funciona>. Acesso em 10/04/2016.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

O autor é o único responsável pelo conteúdo deste trabalho.

THE USE OF 3D PRINTING AS A REVOLUTION IN LEARNING

Ismael Emílio de Oliveira Júnior, ismael.junior@pro.unifacs.br

Universidade Salvador, Unifacs, Rua Dr. José Peroba, 251, Salvador, BA – 41770-235

Abstract. *This work highlights the importance of visualizing equipments to learn important concepts in engineering or any other area. When an engineering student learns the operation of a machine such as an engine or a compressor, he often views the equipment through photographs or drawings, or when available, through a film showing its operation. This, of course, forces learning to be based on the student's imagination. And not always imagination goes to where it should. To have available such an equipment is certainly the ideal, but not always feasible, even because of the various types of machines and costs involved. An alternative to this is to produce a prototype which allows detailed visualization of the equipment. That is why 3D printing is used. With this technology one can make an equipment model and understand its operation. 3D printing is an addictive technology that constructs the part layer by layer. The thinner the layer, the more detailed the part. Classes that deals with motors became easier and pleasant for the students with a scaled motor, made in plastic, that shows the working of pistons, comrods and crankshaft. The same applies to robotic arms which have function of catching some object in a position and putting it in another. At Unifacs laboratories some prototypes were created, such as a combustion motor and a robot in PLA (PoliLactic Acid) by our 3D printers, what has helped a lot in classes. In the area of health, also, there are many applications. Leg bones or full arms can be reproduced. As an example a healthy heart can be constructed and another with a problem in a valve, so students can see the difference. Students can visualize detailed functioning of the organ. It was noticed a greater interest by students in learning when they could see the equipment. So this work shows what has already been done in 3D printing and highlights what can still be done.*

Keywords: *Inovative teaching, 3D printing.*