
Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais

3D printing and the development of educational products

Hadassa Harumi Castelo Onisaki

Universidade de São Paulo
hadassacastelo@gmail.com

.....

Rui Manoel de Bastos Vieira

Universidade Federal de São Paulo
rui.vieira@unifesp.br

Resumo

Vive-se um período marcado pela popularização das ferramentas de fabricação digital e pelo fortalecimento do Movimento Maker. Este artigo apresenta uma reflexão baseada na experiência dos autores com as técnicas de impressão 3D para a produção de materiais educativos. O objetivo foi explicitar os percalços e facilidades vivenciadas durante o processo, fomentando uma discussão orientada na compreensão das possibilidades de uso da tecnologia de impressão 3D por professores, na produção de seus materiais didáticos. Conclui-se que não bastam iniciativas que instrumentalizem escolas com impressoras 3D e ofereçam cursos meramente técnicos a professores se não ocorrer a articulação de ações que ampliem o contexto cultural dos docentes na busca pelo conhecimento, utilizando os recursos disponíveis nos dias atuais.

Palavras-chave: Formação de professores. Recursos tecnológicos. Material didático.

Abstract

The popularization of digital manufacturing tools and the strengthening of the Maker Movement mark this decade. This article presents a reflection based on reports of the authors experiences with 3D printing techniques for manufacturing educational materials. The goal of the article was to explain the mishaps and facilities experienced during the process, fomenting a discussion oriented in the comprehension of the possibilities of using 3D printing technology by teachers in the production of their didactic materials. It is concluded that initiatives that instrumentalize schools with 3D printers and offer purely technical courses to teachers are not enough if there are no articulated actions that broaden the cultural context of the teachers in the search for knowledge, using the resources available today.

Key words: Teacher training. Technologies resources. Didactic material.

Introdução

A tecnologia de impressão 3D viabiliza a produção de objetos físicos a partir de modelos tridimensionais gerados digitalmente. Suas aplicações, desde meados dos anos 80, revolucionaram o modo de produção nas grandes indústrias como uma ferramenta que otimiza o processo produtivo de novos produtos, com a capacidade de gerar objetos complexos em diferentes tamanhos e geometrias. Aguiar (2016) descreve o funcionamento básico do equipamento, assim como observamos a seguir.

A tecnologia chamada hoje de impressão 3D é a técnica de construir sólidos tridimensionais, camada por camada, umas sobre as outras, até formar o objeto. Essa técnica também é chamada de manufatura aditiva, pois a matéria-prima vai sendo adicionada gradualmente até concluir a construção de um objeto. Este método se difere dos processos de usinagem, onde máquinas controladas computacionalmente vão esculpindo e cortando blocos de matéria-prima como plásticos, madeiras e metais, até que se forme o objeto. Por essa diferença, a manufatura aditiva propicia economia de material em relação à usinagem. (AGUIAR, 2016, pg.37).

Nas últimas décadas, a tecnologia de impressão 3D ganhou espaço no mercado de consumo pessoal. Com preços mais acessíveis do que os equipamentos industriais, as impressoras 3D *Desktop* contribuem para que indivíduos de diversos níveis educacionais participem da criação e reprodução de objetos. (DOUGHERTY, 2016; RIBEIRO; NETO, 2016; CUNICO, 2015; HATCH, 2014; ANDERSON, 2012; EVANS, 2012; TAKAGAKI, 2012).

Em articulação ao momento de popularização das impressoras 3D, nos deparamos com um cenário mundial marcado por vasta disponibilidade de conhecimentos nos meios digitais, facilidade de troca de experiência entre as pessoas, principalmente pelas redes sociais, *hardwares* com baixos custos e utilização de *softwares* livres, computação em nuvem para armazenamento de dados e, interfaces de programação computacionais mais intuitivas. Esses elementos dão aporte para a difusão do movimento *maker* no século XXI. (PAPAVLASOPOULOU, GIANNAKOS; JACCHERI, 2017; OLIVEIRA, 2016; HALVERSON; SHERIDAN, 2014; HATCH, 2013; PEPPLER; BENDER, 2013; ANDERSON, 2012; DOUGHERTY, 2012).

As pessoas, nessa perspectiva são incentivadas na filosofia do “faça você mesmo” (*Do It Yourself- DIY*), sentindo satisfação em participar do processo de replicação/criação de artefatos e interfaces digitais com o uso dos recursos disponíveis em nossos dias, compartilhando suas experiências com outras pessoas.

Em diversos países do mundo, como Brasil, Espanha e Estados Unidos, difundem-se espaços colaborativos de fabricação digital, como os *Makerspaces* e os *Fablabs*, contribuindo para a disseminação do uso das impressões 3D e de outras ferramentas de fabricação para desenvolvimento de projetos. Em São Paulo observamos a rede *FABLAB LIVRE SP*, formada por 12 laboratórios, criada com o objetivo de fomentar a inovação e o empreendedorismo entre a população (NETO, 2017). Nesses espaços da prefeitura de São Paulo, qualquer

pessoa utiliza de forma gratuita os equipamentos, como impressoras 3D e cortadoras a laser, tendo a possibilidade de participar de oficinas de capacitação para auxiliar no desenvolvimento de seus projetos pessoais, compartilhando suas ideias com os demais frequentadores do local.

Diante dessa possibilidade, nesse artigo refletimos sobre as etapas que vivenciamos durante nossa aproximação com as técnicas de impressão 3D para a produção de materiais educativos. Procuramos nos atentar sobre os percalços e facilidades que experienciamos, com a finalidade de fomentar uma discussão orientada na compreensão das possibilidades de uso da tecnologia de impressão 3D na produção de materiais didáticos feita por professores. Na literatura, observamos que Knill e Slavkovsky (2013) utilizaram as impressoras 3D com esse propósito de produção de materiais educativos, relatando resultados favoráveis. Segundo os autores, a utilização da tecnologia pode conceder uma nova visão da história da matemática e da engenharia aos alunos, já que é possível reproduzir os artefatos e levá-los para sala de aula, assim como discutido por Aguiar (2016) no âmbito do ensino de ciências para produção de experimentos.

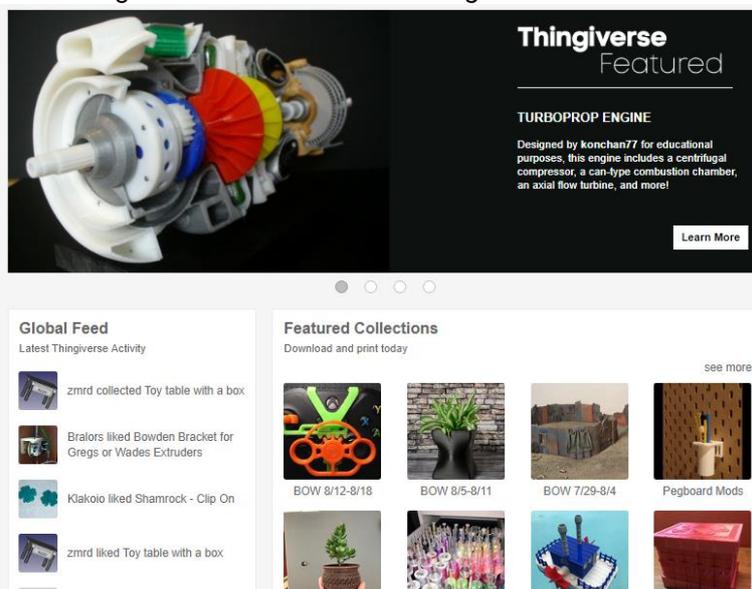
Tecnologia de impressão 3D: desafios de aprendizagem

Assim como visto anteriormente, as impressoras 3D viabilizam a prototipação rápida de objetos personalizáveis. Com a popularização da tecnologia nos dias atuais, essa característica favorece que professores produzam seus próprios materiais educativos, atendendo de forma mais assertiva às demandas que observam em suas práticas em sala de aula.

Nosso primeiro contato com a tecnologia de impressão 3D, como profissionais da educação, ocorreu a partir de visitas que realizamos em laboratórios públicos de fabricação digital da prefeitura de São Paulo, no ano de 2017. Ao todo visitamos 5 *Fablabs* (Penha, Centro Cultural SP, Cidade Tiradentes, Heliópolis e Olido). Participamos inicialmente de oficinas de modelagem e impressão 3D oferecidas nos locais, tomando conhecimento sobre o funcionamento básico de uma impressora 3D, a matéria-prima usualmente utilizada em sua versão *desktop* e sobre a modelagem gráfica de objetos tridimensionais. Após as oficinas, como forma de nos familiarizarmos com a manipulação do equipamento para a criação de produtos educacionais, procuramos realizar testes de impressão com modelos tridimensionais disponíveis gratuitamente na internet. Utilizamos principalmente modelos encontrados na comunidade *Thingiverse*, comunidade online na qual os usuários registrados criam e compartilham seus desenhos 3D, acompanhados de notas e explicações detalhadas sobre os materiais e técnicas utilizadas e, sobretudo, a finalidade do aparato construído, acesso em <<https://www.thingiverse.com/>>.

Nós selecionávamos o arquivo, baixávamos sempre na extensão STL e íamos em algum *Fablab* imprimir. A seguir imagem da interface do site:

Figura 1 - Interface do site *Thingiverse*



Fonte: Makerbot (2018).

Abaixo observamos um dos testes realizados no início de nosso aprendizado, a Figura 2 mostra o modelo esperado e a Figura 3 aquele que foi obtido:

Figura 2 – Modelo esperado



Fonte: Open Bionicsb (2015).

Figura 3 – Modelo obtido em testes iniciais

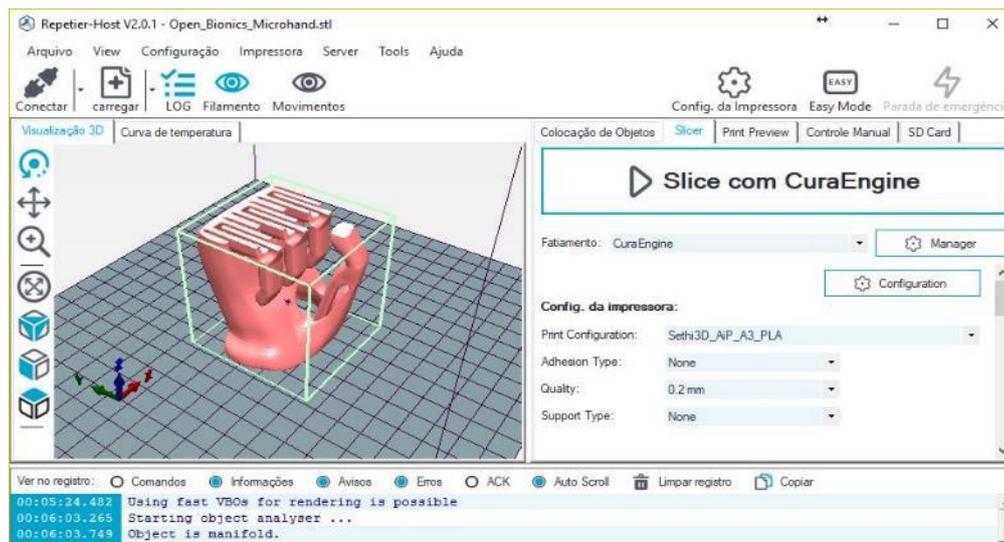


Fonte: Onisaki (2016).

Como visto, o modelo produzido apresentou inúmeras falhas. Em nosso entendimento o processo de impressão 3D era feito de forma simples, sem a recorrência de erros de impressão. Porém, quando se tratam de objetos tridimensionais que são fabricados a partir da fundição de plásticos, existem algumas variáveis que interferem na qualidade da impressão das peças, como: temperatura da extrusora, temperatura da mesa/bandeja, umidade do ar, entre outros, não caracterizando-se um processo trivial. Além das variáveis que interferem para a produção de um objeto com qualidade, temos um fator importante que é o tempo de impressão, considerado demorado frente a outras técnicas de fabricação. Dependendo da configuração utilizada para a impressão, um objeto de 0,04x0,06m demora em média 4 horas de impressão, o que nos impressionou em nossa experiência. A seguir o modelo da peça tridimensional

no software *Repetier Host*, que faz comunicação com a impressora 3D, que possui “fatiadores” embutidos que recebem o modelo na extensão STL, extensão utilizada para objetos que serão impressos em 3D, e geram um *G-code*, nome comum para a linguagem de programação que pode ser interpretada por máquinas operatrizes de Controle Numérico Computadorizado, que têm muitas implementações, no qual a impressora 3D realiza a leitura e execução do objeto:

Figura 4 – Objeto em 3D no software sendo preparado para impressão



Fonte: Onisaki (2016).

Durante as visitas aos *Fablabs* procuramos participar de comunidades *online* (grupos no *WhatsApp*, *Facebook*, fóruns) que possuem pessoas de diversos locais do mundo trocando informações sobre o desenvolvimento de projetos com o uso de impressão 3D, eletrônica, programação e montagem de artefatos.

Percebemos que a interação com outras pessoas que estão desenvolvendo projetos, de diversos níveis educacionais e formações diferentes, como alunos de ensino médio, universitários, engenheiros, arquitetos e artesãos, colaboram expressivamente para otimizar o processo de aprendizagem, isso pelo fato de compartilharem suas experiências. Por exemplo, uma pessoa que já passou pelo desenvolvimento de um projeto que envolva impressão 3D apresenta as dificuldades vivenciadas e as soluções que encontrou, colaborando com o aprendizado das pessoas que estão iniciando na área. Essa é uma das características apresentadas por Anderson (2012) e Hatch (2013) sobre o movimento *maker*, verificadas em nossa experiência.

Com a redução dos preços para aquisição de impressoras 3D *desktop*, adquirimos nossas próprias impressoras 3D e fomos aperfeiçoando nossa prática na manipulação da tecnologia. Durante a etapa de nossa aprendizagem em que realizamos a impressão de modelos digitais gratuitos, disponibilizados na internet, verificamos a existência de uma gama de opções de modelos de materiais educativos que podem ser impressos por professores e serem utilizados em suas práticas em sala de aula. A seguir apresentamos alguns

produtos educacionais impressos durante nossa experiência, desenvolvidos a partir de uma impressora 3D *Desktop* do tipo FFF (Fabricação por Filamento Fundido), ou seja, sua matéria prima é um rolo de filamento de PLA que é fundido durante o seu processo para criar as peças impressas em três dimensões. A matéria prima utilizada é um termoplástico.

Produtos educacionais impressos

A seguir observamos objetos impressos que podem ser utilizados por professores em aulas de ciências. Na figura 5, um objeto criado para ajudar na compreensão de orbitais atômicos e na imagem seguinte, a representação de um animal, o objeto pode facilitar o entendimento dos alunos sobre as características da espécie do animal e suas peculiaridades anatômicas.

Figura 5 – Representação de orbital atômico



Fonte: Onisaki (2017).

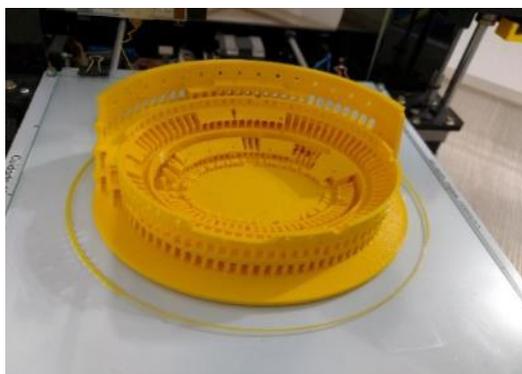
Figura 6 – Representação de uma lagartixa



Fonte: Onisaki (2017).

A seguir alguns objetos impressos a serem utilizados em aulas de história. Consideramos que podem auxiliar os alunos em noções sobre a estrutura arquitetônica de locais históricos, apresentando suas características de origem e, também, na representação de fósseis e animais extintos. A seguir o modelo em escala do coliseu e a representação de um dinossauro.

Figura 7- Modelo em escala do Coliseu



Fonte: Onisaki (2017).

Figura 8 – Modelo ósseo de Dinossauro



Fonte: Onisaki (2017).

Em aulas de artes, professores possuem a possibilidade de levar a seus alunos réplicas de obras de arte, como esculturas. Na figura 9, observamos o modelo impresso da estátua de David, esculpida por Michelangelo, localizada na Itália e na imagem 10 a imagem original da obra.

Figura 9- Parte da escultura de David feita em impressão 3D



Fonte: Onisaki (2017).

Figura 10- Obra original de Michelangelo



Fonte: <<https://www.culturagenial.com/davide-michelangelo/>>

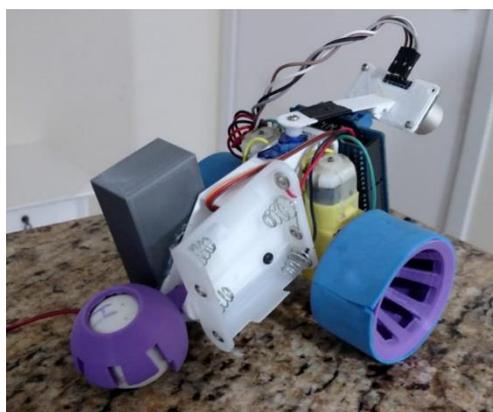
Em aulas de tecnologia, a utilização das impressoras 3D pode facilitar na criação da estrutura física de modelos de robôs e drones. Assim como observamos nos materiais abaixo:

Figura 11- Modelo Drone com estrutura feita em impressora 3D



Fonte: Onisaki (2017).

Figura 12- Modelo de robô com estrutura feita em impressora 3D



Fonte: Onisaki (2017).

A seguir mostramos uma réplica criada de um avião utilizado na I Guerra Mundial – Fokker Dr1.

Figura 13- Modelo de avião produzido em impressão 3D



Fonte: Onisaki (2017).

Figura 14- Estrutura de avião Fokker Dr1 impresso

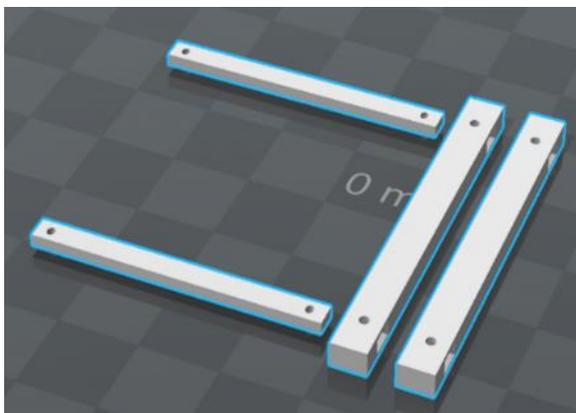


Fonte: Onisaki (2017).

Modelagem 3D

Mostramos anteriormente modelos impressos gerados a partir de arquivos digitais já disponíveis na internet. Porém, em nossa experiência o maior desafio foi a construção de objetos de nossa própria autoria. Para a construção de um objeto novo é necessário manipular softwares de modelagem gráfica, gerando objetos em 3D. Mas esse desafio foi facilitado pela quantidade de informações disponíveis em sites especializados, fóruns, vídeos no *youtube*, os quais consultamos. Utilizamos inicialmente o *Software* livre *Blender* para a construção de objetos tridimensionais digitais. A seguir apresentamos os primeiros objetos que criamos na impressora, nosso intuito era testar como era realizado o encaixe entre as peças feitas em plástico pela impressora 3D para a produção de um kit de robótica.

Figura 15 – Modelo digital de barras criado



Fonte: Onisaki (2017).

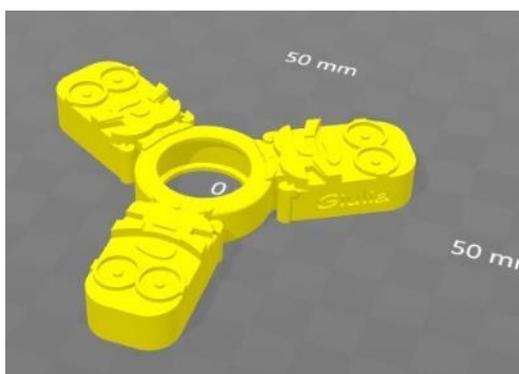
Figura 16 – Modelo real de barras e pinos obtido em impressão 3D



Fonte: Onisaki (2017).

A seguir apresentamos um dos primeiros modelos autorais que criamos em nosso aprendizado, caracterizado como um *Hand Spinner*, que pode ser utilizado em aulas de física para abordar conceitos sobre atrito, momento e força.

Figura 17- Modelo Digital do Hand Spinner criado



Fonte: Onisaki (2017).

Figura 18- Modelo real obtido



Fonte: Onisaki (2017).

Considerações finais

Neste artigo apresentamos as possibilidades de uso das impressoras 3D por professores no desenvolvimento de seus próprios materiais educativos. Para a fabricação dos materiais descritos nesse artigo frequentamos os espaços públicos de fabricação digital, em que trocamos experiência com profissionais de diversas áreas e níveis educacionais, como arquitetos, engenheiros, estudantes do ensino. Buscamos informações na internet em vídeos no *youtube*, sites especializados na área de impressão 3D e robótica. Dessa forma, consideramos que não bastam iniciativas que venham a instrumentalizar as escolas com impressoras 3D e viabilizar cursos meramente técnicos a professores se não forem articuladas ações para a ampliação cultural dos docentes na busca pelo conhecimento, utilizando recursos disponíveis do século XXI.

Referências

- AGUIAR, Leonardo De Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3d na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. 2016. 226f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 2016.
- ANDERSON, Chris. **Maker: A nova revolução industrial**. São Paulo: Elsevier Editora, 2012
- CUNICO, Marlon Wesley Machado. **Impressoras 3D: o novo meio produtivo**. Curitiba: Concep3d Pesquisas Científicas, 2015.

DOUGHERTY, Dale. The maker movement. **Innovations: Technology, Governance, Globalization**, v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012.

EVANS, Brian. **Practical 3D printers: The science and art of 3D printing**. New York, Apress, 2012.

HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly. The maker movement in education. **Harvard educational review**, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014.

HATCH, Mark. **The maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers**. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

KNILL, Oliver; SLAVKOVSKY, Elizabeth. **Illustrating mathematics using 3D printers**. 24 de junho de 2013. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1306.55995599>>. Acesso em 10 de fev. de 2019.

NETO, Emílio. **Sistemas de tecnologias colaborativas urbanas: os casos da rede Fab Lab Livre SP e do MobiLab**. São Paulo 2018.

OLIVEIRA, Diego Jucá de Lima. **O uso da prototipagem e fabricação digital no ambiente FAB LAB**. 2016.109f. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2016.

PAPAVLASOPOULOU, Sofia; GIANNAKOS, Michail N.; JACCHERI, Letizia. Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. **Entertainment Computing**, v. 18, p. 57-78, 2017.

PEPPLER, Kylie; BENDER, Sophia. Maker movement spreads innovation one project at a time. **Phi Delta Kappan**, v. 95, n. 3, p. 22-27, 2013.

RIBEIRO, Marcia Carla Pereira; NETO, Leonardo Gureck. A insuficiência do paradigma vigente do direito de propriedade intelectual em face das novas tecnologias com a popularização da impressão tridimensional. **Revista da faculdade de direito da UFMG**, n. 68, p. 555-586, 2016.

TAKAGAKI L. K. Tecnologia de Impressão 3D. **Revista Inovação Tecnológica**, São Paulo, v.2, n.2, p.28-40, jul./dez. 2012.

Submetido em 26/08/2018.

Aceito em 25/02/2019.

