



Estudo das consequências da aplicação de impressoras 3D no ambiente escolar

Study of the consequences of the application of 3D printers in the school environment

FÁBIO LOMBARDO EVANGELISTA*¹, LINCOLN MOURA DE OLIVEIRA^{†2}

¹Instituto Federal Catarinense

²Petrobras

Resumo

Este estudo tem o objetivo de captar e analisar algumas das diversas experiências de aplicação de impressão 3D na área da educação, buscando identificar também projetos que possam ser diretamente utilizados no processo de ensino nas mais diversas áreas. Busca-se acima de tudo sintetizar algumas das diversas possibilidades que inaugura-se com a aplicação desta tecnologia no ensino, mostrando o potencial e o impacto inovador de sua utilização no processo ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Impressão 3D. Educação. Ambiente Escolar. Inovação.

Abstract

This study aims to capture and analyze some of the diverse experiences of applying 3D printing in the area of education, seeking also to identify projects that can be directly used in the teaching process in the most diverse areas. Above all, it seeks to synthesize some of the several possibilities that are inaugurated with the application of this technology in teaching, showing the potential and the innovative impact of its use in the teaching-learning process.

Keywords: 3D printing. Education. School Environment. Innovation.

*fabio.evangelista@ifc.edu.br

†lincolnsobral@yahoo.com.br

I. INTRODUÇÃO

Algumas tecnologias possuem o poder de causar rupturas na forma como as pessoas relacionam-se entre si e em suas relações com o mundo, basta para tanto observar a forma como as pessoas se comportavam antes e depois dos Smartphones. Estas pequenas peças carregadas de tecnologia, possuem a capacidade de comandar desde os eletrodomésticos de uma casa até proporcionar meios para que muitas pessoas se relacionem predominantemente de forma virtual com outras pessoas.

Dimensionar o exato impacto da incorporação de uma nova tecnologia na sociedade é praticamente impossível de ser feita, porém, podem-se observar os sinais que estas aplicações vão apresentando com o tempo, tentando-se identificar tendências, conforme as difusões das aplicações vão ocorrendo e novas ideias vão sendo conduzidas para melhorar suas finalidades ou propor novas implementações.

Para alguns especialistas a impressão 3D apresenta-se como uma destas tecnologias transformadoras. Conforme THE OFFICE OF JEREMY RIFKIN (2016) o economista e escritor Jeremy Rifkin, autor de vários best-sellers sobre o impacto da ciência e tecnologia na economia mundial, a impressão 3D faz parte de um processo chamado por ele de Terceira Revolução Industrial, onde cada pessoa será capaz de ser potencialmente um fabricante de seus próprios produtos, além de detentor dos próprios meios de geração de energia e internet.

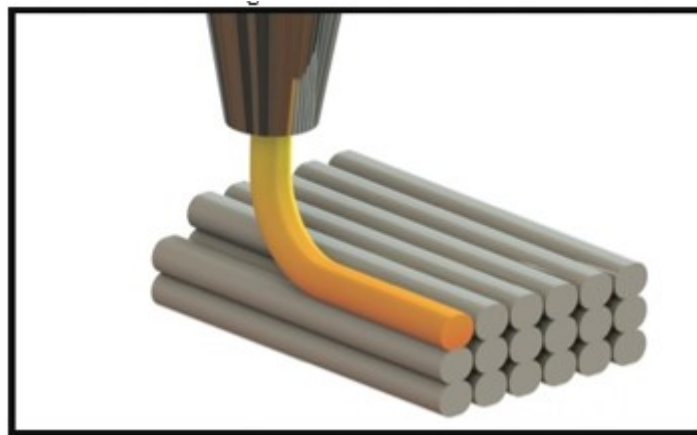
De uma forma ou de outra, este trabalho desenvolve a seguinte problemática: Quais trabalhos estão sendo desenvolvidos com impressão 3D que possam inovar o processo ensino-aprendizagem e quais as iniciativas que estão sendo desenvolvidas com esta tecnologia no âmbito escolar? Como metodologia a realização deste trabalho se utilizou de pesquisas bibliográficas.

Tem-se como objetivo principal mapear algumas iniciativas em que se utiliza da impressão 3D e que produzam resultados potenciais para serem utilizadas na educação, além de buscar tratar iniciativas que já estejam sendo desenvolvidas no âmbito escolar.

II. TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D

De acordo com Canessa (2013) as tecnologias de impressão 3D de baixo custo ainda estão na sua infância, porém em rápido desenvolvimento. Iniciou-se no final dos anos 80, porém, estavam disponíveis no mercado apenas equipamentos com alto custo, limitando a sua utilização a algumas empresas. Ainda de acordo com o autor, a expansão da tecnologia ocorreu a partir do fim dos direitos autorais das patentes e em especial para a tecnologia FDM (Fused Deposition Modeling) que é a tecnologia utilizada na maioria das tecnologias de baixo custo.

A tecnologia FDM foi inventada por Scott Crump, fundador de uma das maiores empresas especializadas em impressão 3D no mundo, chamada Stratasys. Esta tecnologia produz peças camadas por camada, utilizando um filamento termoplástico aquecido que é empurrado por meio de um furo de pequeno diâmetro, cujo mecanismo é chamado extrusor, e inserido em uma bandeja de baixo para cima (STRATASYS, 2016). A figura 1 mostra uma demonstração da tecnologia:

Figura 1: *Processo FDM.*

Fonte: <<https://www.3dapplications.com.br/wp-content/uploads/2018/02/fdm-desenho-basico.jpg>> Acesso em: 27/06/2020

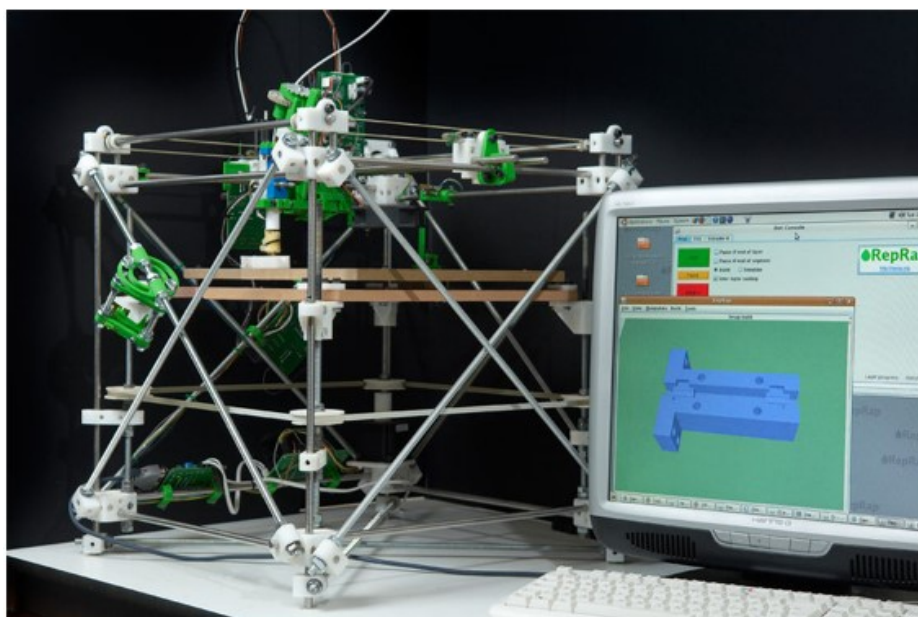
A popularização da tecnologia iniciou-se em 2004 com a ideia do professor Adrian Bowyer da Universidade de Bath em produzir algum equipamento novo, menor e mais barato (FONDA, 2013). A sua ideia era produzir algum tipo de impressora que pudesse se auto reproduzir, ou seja, que fossem capazes de produzir todo ou parte de sua estrutura de forma mais simples possível.

A ideia deu origem ao projeto RepRap, inicialmente desenvolvida por um pequeno grupo de profissionais, conforme Ranellucci (2013). Entre 2006 e 2008 foi desenvolvido o primeiro protótipo, capaz de imprimir algumas de suas partes, chamada RepRap Darwin (mostrada na figura 2). Outros modelos foram lançados, como a Mendel e a Huxley, porém a partir de 2010 já existia uma grande comunidade envolvida no projeto por meio da internet. Várias experiências e modelos foram desenvolvidos e atualmente o projeto já não opera dependente do grupo inicial, não possuindo assim, uma direção bem definida.

Ainda é observado por Ranellucci (2013) a participação em 2011 de Josef Prusa, que publicou seu projeto de impressora 3d chamado Prusa Mendel. A grande inovação foi a grande simplificação proporcionada na estrutura das máquinas, que foram sugeridas baseadas em materiais mais simples de serem adquiridos, tornando-se rapidamente o modelo mais famoso.

Estes foram os primeiros passos para o que se chama de impressora 3D pessoal e de baixo custo, uma referência a similaridade com os computadores pessoais (PCs). Este projeto se desenvolveu sem barreiras, ou seja, livre, em código aberto e como resultado da criação de impressoras mais baratas e vários modelos foram e estão em constante desenvolvimento e melhoria.

Figura 2: *RepRap I: Darwin impressora 3D.*



Fonte: <<http://reprap.org/wiki/Darwin>> Acesso em: 27/06/2020

Atualmente outras iniciativas de impressoras em código aberto são desenvolvidas e novas empresas, interessadas em explorar o mercado de impressoras 3D de baixo custo, tem sido criadas. Este mercado tem ofertado basicamente 2 tipos de configurações onde o primeiro é a venda dos componentes da impressora, onde o comprador é o responsável pela montagem e ajuste. O outro modelo seria a impressora montada e calibrada, ou seja, a impressora é comprada pronta para ser utilizada (FIOR, 2013).

Ainda de acordo com Fior (2013), embora a impressora já montada e calibrada seja a mais indicada para um usuário que não possui grandes conhecimentos técnicos, ele provavelmente necessitará de instruções sobre como manipular os ajustes da impressora, pois será necessário. Do outro lado, a impressora que necessita ser montada pelo usuário, necessita de bom conhecimento técnico, porém, este já será capaz de ajustar e garantir a manutenção do equipamento e terá melhor domínio sobre o equipamento.

O refinamento e aprimoramento dessa tecnologia é algo que ganha impulso com a gama de possibilidades de aplicações. Lacaze e Murphy (2020) desenvolveram um método usado para pulverizar e moldar metais e cerâmicas. Desta forma, os autores afirmam que é obter uma peça resultante muito semelhante à original, tanto esteticamente quanto fisicamente.

Ao adentrarmos as inovações no campo técnico da impressão 3d, Shen et al, (2019) afirma ter criado um método que controla tanto a velocidade quanto a precisão, já Wang et al, (2018) trabalha visando diferentes ângulos de rotação do bico de extrusão, e nas direções das áreas de impressão, ajustando a área de secção transversal de um filamento pulverizado. Gong et al, (2017), trás a tona uma outra aplicação e inovação, a impressora 3D com novo processamento em uma resina de baixo custo, projetada para atingir secções transversais de canal de fluxo tão pequenas quanto 18 μ m a 20 μ m.

Por fim, Baden et al, (2020) salienta que para pandemia causada pelo novo coronavírus,

descoberto em dezembro de 2019, nomeado SARS-CoV-2 (sigla em inglês que significa coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave), cuja doença recebeu a denominação pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de COVID-19 (do inglês coronavirus disease 19) as máscaras feitas em 3D contém uma porosidade que pode deixar passar o vírus, mas há outros exemplos de desenvolvimento necessários que a impressão pode auxiliar, como na confecção imediata de peças sobressalentes para ventiladores manuais, servindo para o reparo dos equipamentos existentes e os que encontram-se fora de uso.

III. APLICAÇÕES DE IMPRESSÃO 3D COM IMPACTO NA EDUCAÇÃO

De acordo com Fonda (2013) a impressão 3D é um processo onde é feito um objeto tridimensional a partir de um modelo computacional. Este modelo computacional pode ser desenhado por meio de softwares, frequentemente chamados CAD, e/ou os arquivos podem ser adquiridos prontos em repositórios de modelo 3D disponíveis na internet.

Há necessidade de instrumentalizar as salas de aula, em conjunto às novas práticas, trazendo a oportunidade de os alunos experimentarem em seu cotidiano acadêmico essas tecnologias, aproximando sua realidade acadêmica ao máximo da prática (JÚNIOR et al, 2020). Ele ainda afirma que o ambiente pedagógico é reforçado quando o estudante é envolvido pela tecnologia e sua aplicabilidade rotineira, tornando-o mais confiante, seguro e preparado.

Uma terceira via é realizada por meio do escaneamento em 3 dimensões de objetos físicos (LEAKEY; DZAMBAZOVA, 2013) para a digitalização de fósseis pré-históricos. Este tópico trabalha com algumas iniciativas que foram desenvolvidas para diversos fins, porém, que possuem alto potencial de aplicação na educação no estudo de matérias específicas como física, matemática, história etc.

III.1. Arquivos 3D disponibilizados pela NASA

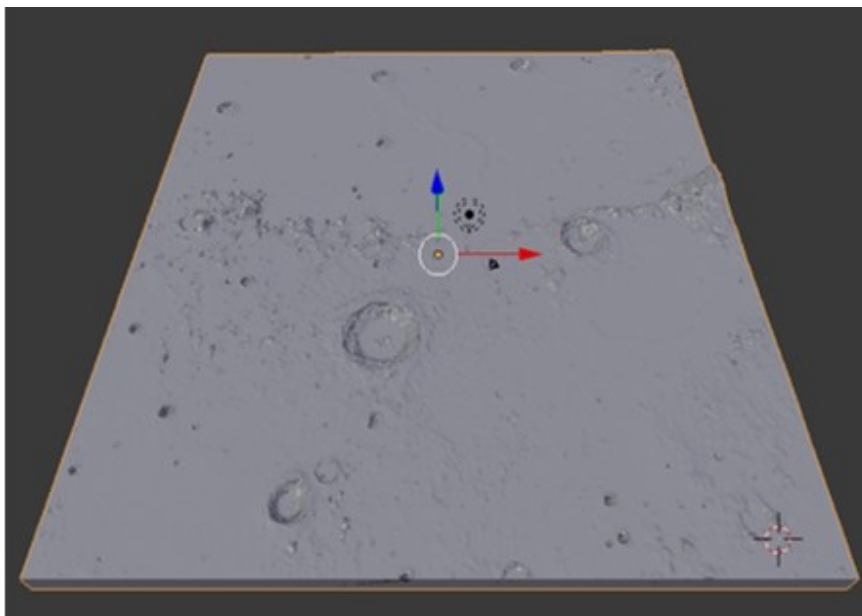
O espaço é sempre fonte de muitos questionamentos e dúvidas quando trabalhado em sala de aula e ainda quando inserimos as tecnologias utilizadas pelo homem para explorá-lo. Porém, existe uma relação muito abstrata com o tema quando exposto durante a abordagem de um assunto.

A americana National Aeronautics and Space Administration, mais conhecida pela sua sigla NASA, disponibiliza em seu site mais de 280 modelos 3D de modelos de aeronaves, sondas, cometas, texturas de superfícies e imagens de forma livre para download e uso de acordo com NASA (2016).

Uma possibilidade com a aplicação da impressão 3D é utilizar os modelos 3D disponíveis para gerar as impressões e isto proporciona uma aproximação concreta para o aluno tocar e explorar os assuntos relativos ao espaço de forma mais concreta. Um exemplo que observa-se na figura 3 é o arquivo que disponibiliza a visualização da superfície da lua do lado mais próximo da Terra e do lado mais distante, numa área de cerca de 400 km² numa escala de 5 milhões para um, numa peça de 8 cm² (1 cm = 50 km). Com estes modelos muitos questionamentos podem ser levantados para os alunos discutirem como, por exemplo a

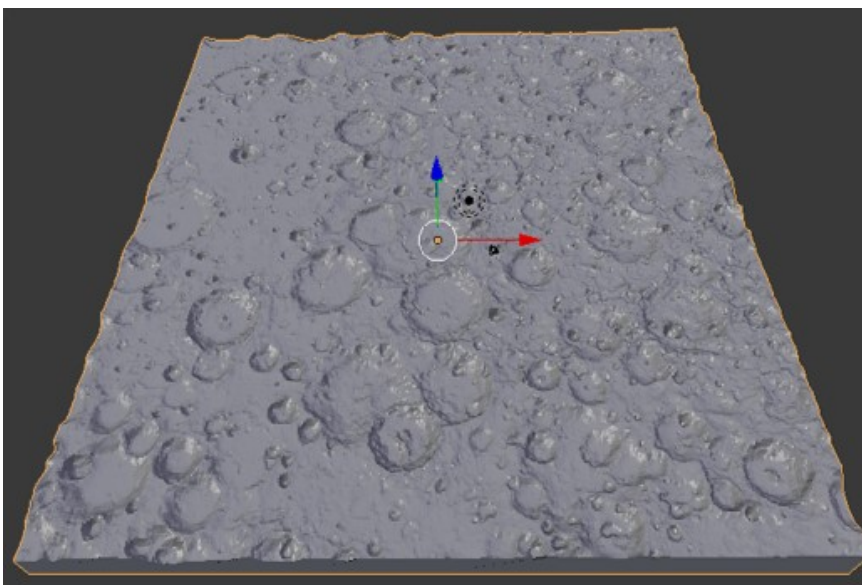
razão pela qual o lado mais próximo da lua em relação a terra seja mais suave, como mostrado nas figuras a seguir.

Figura 3: a) Superfície da lua mais próximo da Terra.



Fonte: <<https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/moon-nearside-farside>> Acesso em: 04/12/2019

Figura 3: b) Superfície da lua mais distante da Terra.



Fonte: <<https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/moon-nearside-farside>> Acesso em: 04/12/2019

De acordo com o site Earth & Space Science News (EOS, 2015), no artigo publicado em 2015 intitulado 3-D Models Put Scientists, Students in Touch with Planets, atualmente,

existem alguns pesquisadores utilizando-se da impressão 3D para analisar a geografia das superfícies de outros planetas e esta mesma ferramenta dá a educadores e estudantes uma nova ferramenta para o engajamento dos alunos no aprendizado sobre o espaço.

A própria NASA está testando a tecnologia FDM no espaço. A bordo da estação espacial internacional foi embarcada uma impressora 3D com a finalidade de proporcionar aos astronautas a confecção de peças e ferramentas necessárias a manutenção das instalações (NASA, 2014).

Citando a dificuldade em enviar materiais de reposição da terra para a estação espacial, a tecnologia consiste numa promessa para diminuir o tempo de manutenção e os custos de operação do sistema, além de ser uma grande promessa para missões espaciais onde seria praticamente impossível a utilização de suprimentos vindos da terra, como seria o caso de uma missão a Marte.

Além disso, a NASA tem desenvolvido desafios a estudantes dispostos a apresentar ideias inovadoras, utilizando impressão 3D, voltadas para projetos que possam garantir a saúde dos astronautas no espaço (NASA, 2016). O questionamento realizado no desafio está relacionado a identificar os itens que o estudante imagina que um astronauta precisar em uma viagem espacial para mantê-lo saudável, assim como o porquê destes itens dependerem da impressão 3D.

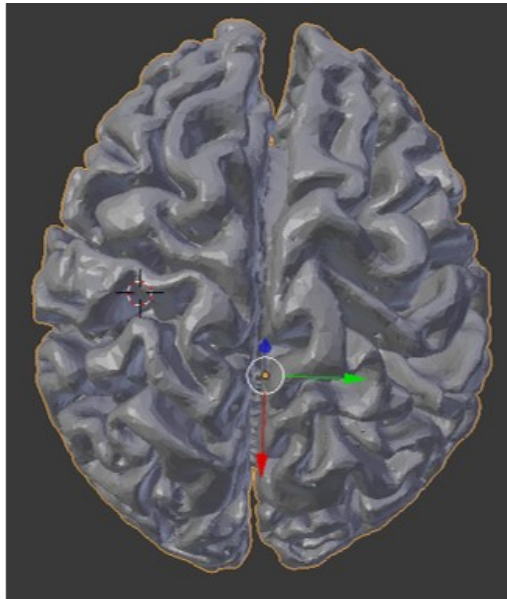
III.2. Modelos 3D produzidos pela Biomedicina

De acordo com Rossi e Campana (2013), modernos laboratórios de radiologia são capazes de produzir digitalizações das estruturas ósseas e realizar análises tridimensionais para estudos morfológicos. Este é apenas uma das formas de digitalização que estão sendo atualmente aplicados na área biomédica.

Por iniciativa do Instituto Nacional de Energia e Doenças Infecciosas dos Estados Unidos em colaboração com o Instituto Nacional Eunice Kennedy Shriver para a Saúde da Criança e Desenvolvimento Humano e a Biblioteca Nacional de Medicina desenvolveram o NIH 3D Print Exchange que é um site que disponibiliza diversos arquivos 3D para a área da biomedicina, assim como diversos tutoriais de modelamento e para a educação para a criação de arquivos em 3D (NIH 3D PRINT EXCHANGE, 2016).

Diversos modelos proteínas, bactérias, células, organismos, proteínas, pequenas moléculas, órgãos e estruturas ósseas humanas. O site disponibiliza uma grande variedade de arquivos que podem ser utilizados para a impressão 3D. A figura 4 apresenta o modelo de um cérebro e a figura 5 mostra o modelo de um coração no momento da diástole.

Figura 4: Cérebro.



Fonte: <<https://3dprint.nih.gov/discover/3dpx-002386>> Acesso em: 04/12/2019

Figura 5: Coração.



Fonte: <<https://3dprint.nih.gov/discover/3dpx-002636>> Acesso em: 04/12/2019

Os arquivos disponibilizados pelo site podem ser utilizados como ferramentas para o ensino em matérias como biologia e química. Torna-se importante acentuar a aproximação

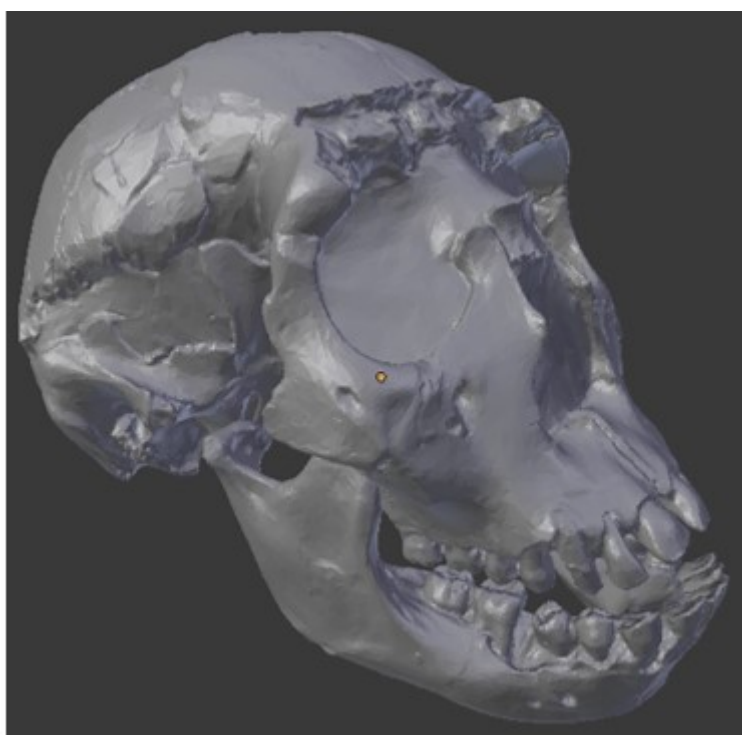
com a realidade, dando a oportunidade ao professor lançar mão destas para a criação de ferramentas em 3D que tornem o ensino em sala de aula mais concreto.

III.3. Coleções Pré-históricas Digitalizadas em 3D

Leakey e Dzambazova (2013) apresentam em seu trabalho o projeto fóssil africano. As expedições iniciaram-se em 1968 no nordeste do Kenya, numa região chamada Turkana Basin. Nesse período, inúmeras descobertas de espécimes hominídeos e de fauna foram realizadas, geralmente armazenadas no Museu Nacional do Kenya ou no Instituto de Turkana Basin. Ultimamente, utilizando tecnologias de escaneamento 3D, eles têm realizando a digitalização 3D destas coleções e disponibilizados por meio de seu site, com a intenção de estudantes e professores possam explorar o passado.

A figura 6 mostra o exemplo da caveira e mandíbula que pertencem ao esqueleto do *Homo erectus* de cerca de 1,6 milhões de anos encontrado em Nariokotome no lado oeste do lago Turkana no Kenya, descoberto por Kamoya Kimeu em 1984. Muitos outros exemplos de modelos 3D de outros hominídeos, animais e ferramentas podem ser visualizados no site do projeto African Fossils.

Figura 6: *Esqueleto de 1,6 milhões de anos.*



Fonte: <<http://africanfossils.org/hominids/knmwt-15000-c?o=1>> Acesso em: 04/12/2019

IV. PROJETOS DE ENSINO COM O USO DE IMPRESSORAS 3D

Existem inúmeros projetos, no mundo, voltados para a aplicação de experimentos utilizando impressão 3D nas escolas. De acordo com a Sculpteo (2015), introduzindo esta

tecnologia nas escolas, mudam-se ambas as maneiras como estudantes aprendem e como professores ensinam. Além disso, proporciona um balanço entre as formas de teoria e prática, trazendo uma diferenciação da aplicação de ambientes virtuais.

A Sculpteo utiliza-se da seguinte filosofia Melhor uma ideia na mão que 10 ideias na cabeça. A impressão 3D exige do aluno a sua capacidade de resolver problemas, pensamento crítico e desenvolver habilidades de executar os projetos.

A seguir serão apresentadas algumas possibilidades de ensino com esta tecnologia por área de ensino.

IV.1. Aplicações em alguns Cursos

IV.1.1 Aplicações em Cursos de Geografia

Os mapas são intensivamente utilizados nos livros de geografia para representar os mais diversos tipos de dados, seja sobre a população, morfologia de terrenos ou mostrarem as delimitações físicas de países, de uma forma ou de outra, eles são ferramentas poderosas de comunicação, que simplificam a forma de entender e resumir uma grande quantidade de informações.

Imaginemos que possamos construir nossos próprios mapas, baseados em dados coletados por centros regionais de pesquisas e trazê-los ao mundo real. Conforme Sculpteo (2015) isto é totalmente possível. A figura 7 apresenta um mapa que utiliza-se de escala própria e mostra o potencial de modificar a cor e a altura da peça para demonstrar dados diferentes. A figura 8, por sua vez, mostra as divisões do Brasil por regiões.

Figura 7: Mapa personalizado impresso em 3D.



Fonte: <<https://www.sculpteo.com/blog/2015/11/17/3d-printing-in-education-from-elearning-to-emaking>>
Acesso em: 04/12/2019

Figura 8: Regiões do Brasil em 3D.

Fonte: <<https://www.myminifactory.com/object/regions-of-brazil-8858>> Acesso em: 04/12/2019

IV.1.2 Aplicações em Cursos de Matemática

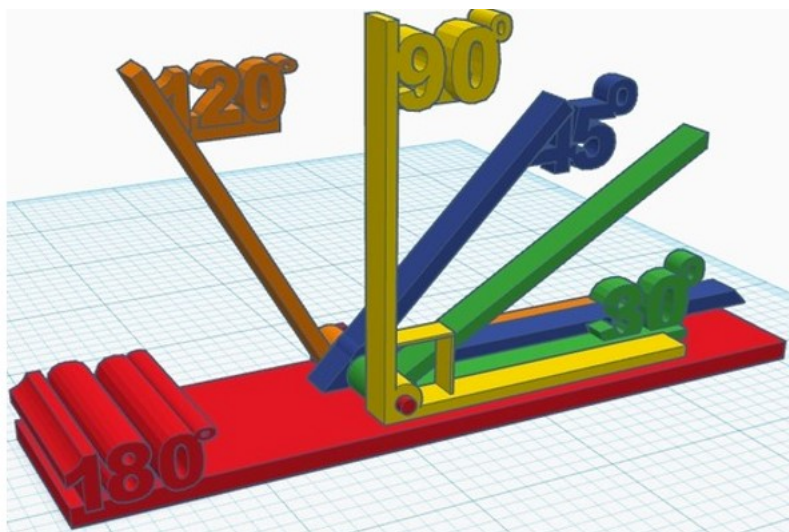
Knill e Slavkovsky (2013) afirma que a visualização sempre é um importante ingrediente para comunicar a matemática, seja por meio de figuras ou modelos, é muito importante que exista uma forma de expressar as ideias mesmo antes da apresentação formal da matemática. A visualização é crucial na formação de novas ideias e principalmente para a educação.

Como explanado por Sculpteo (2015), estudantes de matemática tem a possibilidade de imprimir seus problemas para explaná-los, explicá-los e ajudar a buscar um melhor entendimento dos conteúdos. Devido à essência abstrata, a matemática dificilmente é ensinada utilizando objetos, porém, a impressão 3D permite explorar esta possibilidade, diferentemente das tecnologias virtuais atualmente disponibilizadas.

Modelos impressos podem expressar vários tipos diferentes de questões como geometria e cálculo, além de poder ser possível construir e propor diversos tipos de desafios matemáticos. Uma escola com uma impressora seria capaz de construir um repositório de modelos 3D cada vez maior, construído pelos próprios alunos e professores, de forma a constantemente oferecer mais ferramentas para o ensino.

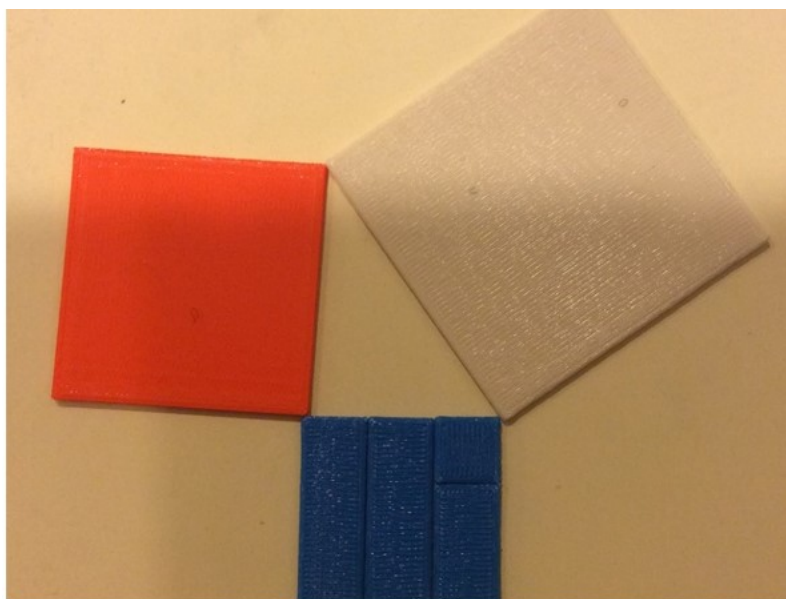
As figuras 9 e 10 a seguir apresentam alguns exemplos de aplicações que podem auxiliar o professor no ensino de conceitos. O primeiro caso é referente ao ensino de ângulos, enquanto o segundo caso sobre o teorema de Pitágoras.

Figura 9: Ângulos de 0 a 180 graus em 3D.



Fonte: <<http://www.thingiverse.com/thing:1736691>> Acesso em: 07/12/2019

Figura 10: Teorema de Pitágoras em 3D.



Fonte: <<http://www.thingiverse.com/thing:1696676>> Acesso em: 07/12/2019

IV.1.3 Aplicações em Cursos de História

A capacidade da impressão 3d em reproduzir réplicas baseadas em artigos únicos da história da humanidade como artefatos e fósseis, sem dúvidas, abre um horizonte de ricas possibilidades a educação, como apontado por Sculpteo (2015). Esta tecnologia dá a possibilidade aos estudantes de materializar objetos digitalizados em museus de todo o mundo, o que de outra forma, a maioria não teria acesso.

Incentivar os alunos a pesquisar sobre determinados eventos históricos e enviá-los em missão para a descoberta de itens que possam representar estes eventos, sem dúvidas, torna-se no mínimo um exercício da criatividade e da curiosidade, nada mais oportuno que duas das maiores qualidades de um investigador.

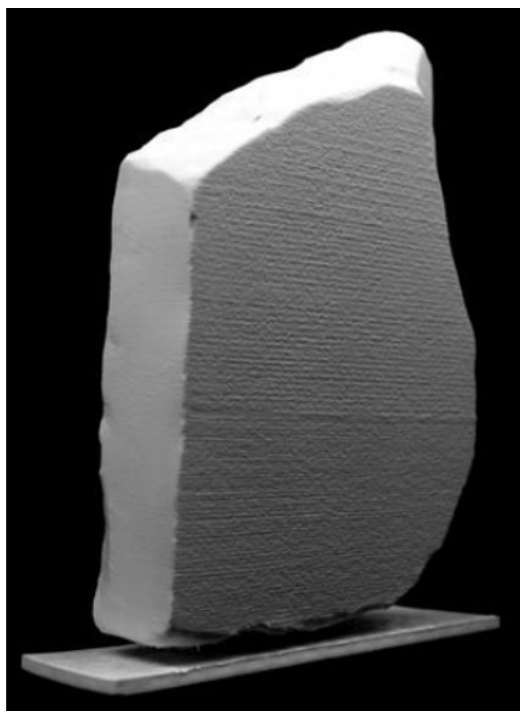
Atualmente existem inúmeras projetos de digitalização de esculturas famosas ao redor do mundo. Na figura 11 apresenta-se a figura digitalizada da famosa Pietà, escultura renascentista criada por Michelangelo e que está atualmente localizada na Basílica de São Pedro na Cidade do Vaticano. Na figura 12 está representado uma réplica da Pedra de Rosetta (The Rosetta Stone) que foi uma peça crucial para a compreensão moderna dos hieróglifos egípcios.

Figura 11: *A Pietà.*



Fonte: <<https://www.myminifactory.com/object/pieta-in-st-peter-s-basilica-vatican-3796>> Acesso em: 07/12/2019

Figura 12: *Pedra de Rosetta.*



Fonte: <<https://www.myminifactory.com/object/rosetta-stone-at-the-british-museum-london-4537>> Acesso em: 07/12/2019

IV.1.4 Aplicações em Cursos de Química e Tecnologias

A versatilidade da impressão 3D impulsiona a criatividade dos alunos na resolução de problemas. Especialmente para a física e química, onde a visualização de conceitos é essencial para o progresso intelectual dos alunos.

Seja criando a visualização de um conceito, ou seja, utilizando-se de arquivos disponíveis na internet para reproduzir experimentos, o aluno pode ser constantemente desafiado ao envolvimento ativo no desenvolvimento da disciplina.

Em química, pode-se citar como exemplo a aplicação em desenhos de modelos moleculares tridimensionais. Neste campo há possibilidades na criação de uma ampla variedade de estruturas. É possível criar modelos com uma representação precisa das moléculas, incluindo tanto os ângulos de ligação quanto a geometria (BERNARD e MENDEZ, 2020)

IV.2. Aplicações em Cursos de Física

Um exemplo de aplicação onde os conceitos físicos podem ser implementados foi apresentado por Lütolf (2013), onde alunos entre 14 e 15 anos foram envolvidos na preparação e impressão de uma cidade. Os alunos participaram de 16 aulas de 90 minutos, em que abordaram uma revisão sobre impressão 3D, noções básicas de desenho e foram dadas as regras para a criação da cidade. Uma apresentação final foi realizada para os pais dos alunos (figura 13). Neste exemplo podem ser explorados conceitos de clima, sustentabilidade, ciclo das águas, produção e consumo energético.

Figura 13: Cidade Desenvolvida e Impressa 3D por alunos entre 14 e 15 anos.



Fonte: LÜTOLE, G. Using 3D Printers at School: the Experience of 3drucken.ch. In: CANESSA, E.; FONDA, C.; ZENNARO, M.; *Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development*. Trieste, Italy, 2013. p.149-158.

O projeto High School Maker (<http://www.highschoolmaker.com/category/physics/>) trabalha com perspectiva metodológica do aprender fazendo e compartilhando. Em suas atividades discentes se beneficiaram da inclusão da impressão 3D. Essa iniciativa além de oportunizar a criação de equipamentos, ajuda os alunos na elaboração de objetos para resolução de problemas, como por exemplo a velocidade de um arco rolando uma rampa ou o tempo de voo de um projétil lançado no vácuo. Na figura 14 é possível experimentar conceitos de movimento rotacional num sistema de polias empilhadas de diâmetros decrescentes e barras de metal com diferentes pesos permitindo variar o momento de inércia.

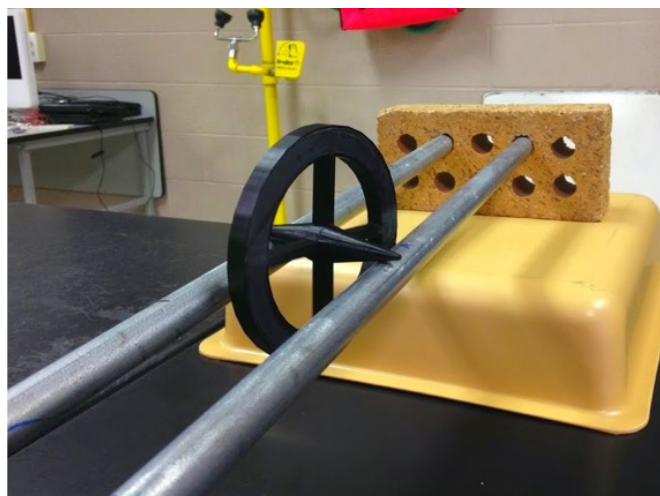
Na figura 15 há um aparelho construído para coletar dados de aceleração. Trata-se de um disco que rola um par de trilhos, sua descida é lenta o suficiente para perceber e obter dados para investigar a inércia e a energia rotacionais.

Figura 14: Sistema de polias empilhadas de diâmetros decrescentes.



Fonte: <<http://www.highschoolmaker.com/category/physics/>> Acesso em: 01/07/2020

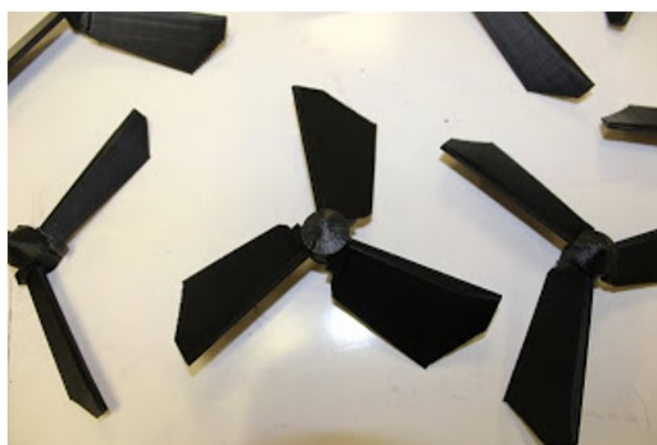
Figura 15: Disco que rola um par de trilhos.



Fonte: <<http://www.highschoolmaker.com/category/physics/>> Acesso em: 01/07/2020

Na figura 16 observamos um modelo de hélice para construção de uma pequena turbina eólica.

Figura 16: Hélices.



Fonte: <<http://www.highschoolmaker.com/category/physics/>> Acesso em: 01/07/2020

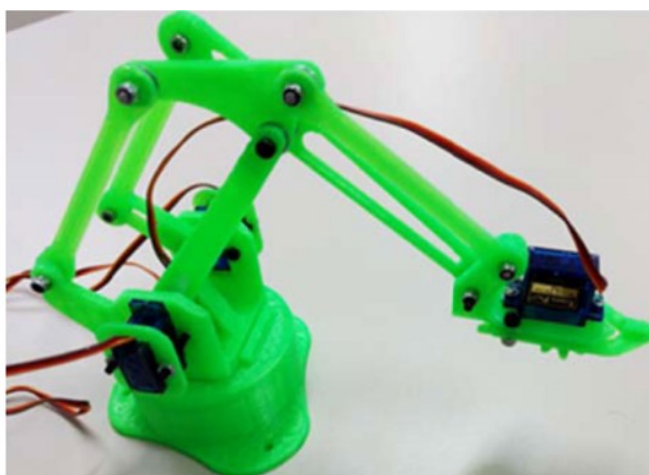
Na figura 17 é possível ver a impressão de um duplo cone, na atividade em que o cone sobe a rampa, e pode-se estudar as relações intrínsecas ao centro de massa.

Figura 17: Duplo cone.

Fonte: Aguiar, 2006

Ainda existem vários trabalhos que procuram criar equipamentos favoráveis ao ensino de física, como sistemas solares, protótipos para o estudo da aerodinâmica, aviões no intuito de verificar a força e o peso necessários para o lançamento e ganho de tempo de voo, assim como a velocidade para mantê-los no ar, rotações com polias engrenagens, máquinas simples, planos inclinados (<https://www.thetechedvocate.org/3d-printing-activities-try-classroom/>).

Com relação ao Ensino Fundamental, o estudo do momento de alavanca foi aplicado a doze participantes procedentes do 5º ao 9º ano (EVANGELISTA, 2019). As aulas foram instrumentalizadas por um braço robótico (Figura 18) construído em impressora 3D e controlado pela tecnologia Arduino.

Figura 18: Braço Robótico.

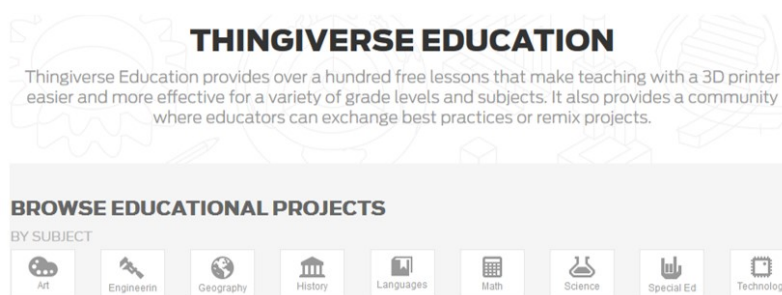
Fonte: Evangelista, 2019.

As impressoras 3D possibilitam a fabricação de objetos tridimensionais com detalhes complexos, isso sem o criador necessitar de habilidades de manufatura e fazer o uso de inúmeras ferramentas e recursos. Por essas características, a impressão 3D possibilita que os educadores facilmente consigam criar e produzir seus modelos físicos.

IV.2.1 Sites da Internet com Arquivos 3D Voltados para Educação

Existem diversos sites que disponibilizam gratuitamente arquivos com ideias de objetos que podem ser utilizados em sala de aulas em diversas matérias. Um dos mais utilizados é o Thingiverse que, embora disponibilize arquivos dos mais variados tipos, possui uma seção dedicada a experimentos e objetos voltados para a educação.

Figura 19: *Thingiverse*.



Fonte: <<http://www.thingiverse.com/education>>

O site é mantido pela MarketBot que é uma fabricante de impressoras 3D no EUA, porém, comporta projeto de entusiastas da tecnologia 3D do mundo inteiro que compartilham seus projetos de forma livre e gratuita. Os objetos estão divididos por áreas, como: história, geografia, matemática, artes, ciências etc (figura 14).

IV.3. Impacto da Impressão 3D no Ambiente Escolar

A partir do exposto neste trabalho, podemos ter uma pequena noção do tamanho do impacto que esta tecnologia proporciona no ambiente escolar estudando outros planetas ou os achados arqueológicos, ou seja, desde o estudo do universo a pré-história, podemos contar com a capacidade desta tecnologia em concretizar as digitalizações 3D, com o máximo de proximidade com os assuntos abordados pela possibilidade de adquirir os arquivos diretamente das principais agências das respectivas áreas, como a NASA ou a partir do Projeto Fóssil Africano por exemplo.

Acredita-se que a qualidade desta tecnologia que se sobrepõe a capacidade de causar curiosidade nos alunos é a de oferecer um meio para desenvolver a criatividade. A impressão 3D é um campo fértil para a criatividade, pela sua flexibilidade em produzir objetos com as mais variadas formas, tamanhos e aplicações. Utilizar-se desta flexibilidade para promover o exercício da criatividade é sem dúvidas elevar o desenvolvimento cognitivo dos alunos para outro patamar, principalmente, quando atrelado ao estudo das matérias aplicadas em sala de aula.

Pode-se afirmar que diante do exposto trabalhado neste artigo, a problemática levantada por este torna-se respondida por meio dos projetos apresentados e suas possíveis aplicações em sala de aula.

V. CONCLUSÃO

Neste trabalho apresentou-se um breve resumo sobre a tecnologia de impressão 3D, com um breve resumo sobre a história das impressões REPRAP de baixo custo. Em seguida foi apresentado alguns projetos que possuem possibilidade de impacto direto no desenvolvimento de várias matérias, como os arquivos disponibilizados pela NASA.

Por fim foram exploradas diversas possibilidades de aplicações correntes no mundo, da utilização da impressão 3D no ensino de matérias abordadas no ensino básico, como geografia, matemática e física. Torna-se importante observar que a maior qualidade desta tecnologia é a possibilidade dos estudantes transformarem os objetos em estudos em realidade e principalmente a capacidade de desenvolver sua criatividade.

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.
- BADEN, Tom et all, *Leveraging Open Hardware to alleviate the burden of COVID-19 on global health systems*. 2020.
- BERNARD, Pawe; MENDEZ, James D. Drawing in 3D: Using 3D printer pens to draw chemical models. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 2020.
- CANESSA, E. *Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development*. In: CANESSA, E.; FONDA, C.; ZENNARO, M.; *Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development*. Trieste, Italy, 2013. p.13-18.
- Eath & Space Science News (EOS)*. Disponível em: <<https://eos.org/articles/3-d-models-put-scientists-students-in-touch-with-planets>>. Acesso em: 4 dez. 2019.
- EVANGELISTA, F. L. ; OLIVEIRA, L. M. ; SOUZA, M. M . Relato do ensino de momento de alavanca e lógica de programação no Ensino Fundamental por meio de plataformas eletrônicas Download. *A Física na Escola (Online)*, v. 17, p. 35-42, 2019.
- FIOR, G. *Plugnplay, do-it-yourself kits and pre-assembled 3D printers*. In: CANESSA, E.; FONDA, C.; ZENNARO, M.; *Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development*. Trieste, Italy, 2013. p.67-74.
- FONDA, C. *A practical guide to your first 3D print*. In: CANESSA, E.; FONDA, C.; ZENNARO, M.; *Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development*. Trieste, Italy, 2013. p.25-60.
- GONG, Hua et all, *Custom 3D printer and resin for 18 mCE 20 m microfluidic flow channels*. *Lab on a Chip*, v. 17, n. 17, p. 2899-2909, 2017.
- JÚNIOR, Adauri Silveira Rodrigues et all, Um material potencialmente significativo para o ensino da engenharia civil utilizando impressora 3D e realidade aumentada: uma experiência com alunos do ensino médio e do ensino superior/A potentially significant material for the teaching of civil engineering using 3D printer and augmented reality: an experience with students of high school and higher education. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 10855-10868, 2020.
- KNILL, O. SLAVKOVSKY, E. *Illustrating Mathematics Using 3D Printers*. In: CANESSA, E.;

- FONDA, C.; ZENNARO, M.; Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development. Trieste, Italy, 2013. p.93-118.
- LACAZE, Alberto Daniel; MURPHY, Karl Nicholas. *Handheld 3D printer*. U.S. Patent n. 10,569,459, 25 fev. 2020.
- LEAKEY, L.; DZAMBAZOVA, T. *Prehistoric Collections and 3D Printing for Education*. In: CANESSA, E.; FONDA, C.; ZENNARO, M.; Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development. Trieste, Italy, 2013. p.25-60.
- LÜTOLF, G. *Using 3D Printers at School: the Experience of 3drucken.ch*. In: CANESSA, E.; FONDA, C.; ZENNARO, M.; Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development. Trieste, Italy, 2013. p.149-158.
- NASA. Disponível em: <<https://nasa3d.arc.nasa.gov/>>. Acesso em: 4 dez. 2019.
- NASA. *NASA Challenges Students to Create 3-D Designs for Astronaut Health*. 2016. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/feature/nasa-challenges-students-to-create-3-d-designs-for-astronaut-health>>. Acesso em: 4 dez. 2019.
- NASA. *Space Tools On Demand: 3D Printing in Zero G*, 2014. Disponível em: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/3D_Printing-v3.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2019.
- NIH 3D PRINT EXCHANGE. Disponível em: <<https://3dprint.nih.gov/>>. Acesso em: 4 dez. 2019.
- ROSSI, P. CAMPANA, C. *3D Printed Anatomic Replicas for Medical and Educational Purposes in Dental Surgery: Practical Projects from a Sustainable Development Point of View*. In: CANESSA, E.; FONDA, C.; ZENNARO, M.; Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development. Trieste, Italy, 2013. p.183-189.
- SCULPTEO, 2015. *3D Printing in education: from eLearning to eMaking*. Disponível em: <<https://www.sculpteo.com/blog/2015/11/17/3d-printing-in-education-from-elearning-to-emaking/>>. Acesso em: 4 dez. 2019.
- SHEN, Zhen et al, *3D printer spray nozzle structure and method thereof for controlling speed and precision*. U.S. Patent n. 10,500,778, 10 dez. 2019.
- STRATASYS. *Tecnologia FDM*. Disponível em: <<http://www.stratasys.com/br/impressoras-3d/technologies/fdm-technology>>. Acesso em: 3 dez. 2019.
- THE OFFICE OF JEREMY RIFKIN. Disponível em: <<http://www.foet.org/JeremyRifkin.htm>>. Acesso em: 3 dez. 2019.
- WANG, Feiyue et al, *3D printer spray nozzle capable of adjusting cross section areas of extruded materials and method for controlling printing speed and precision of the 3D printer spray nozzle*. U.S. Patent n. 10,016,929, 10 jul. 2018.