

ARTE E IMPRESSORA 3D NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Cristine Tokarski Lima
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba
cris.tokarski@hotmail.com

Leônia Gabardo Negrelli
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba
leoniagn@yahoo.com.br

Resumo

Este relato traz parte dos resultados de um trabalho de conclusão de curso, cujo principal objetivo foi investigar possibilidades de exploração da arte, associada ao recurso tecnológico da impressora 3D, no ensino de matemática. Naquele trabalho foram abordados aspectos como criatividade, senso estético e conhecimento técnico, presentes tanto em uma obra de arte, como na matemática e seu ensino. Tomando a pirâmide como objeto de estudo e inspiração, devido à sua presença marcante no campo da história, na matemática e na arte, foi apresentado o processo de produção de um objeto tridimensional, desde sua idealização e criação em ambiente virtual até sua impressão em 3D e posterior exploração como objeto físico. A manipulação e caracterização do objeto produzido, além da exploração de seus componentes matemáticos, orientaram a proposição de atividades de ensino de matemática relacionadas a todo o processo vivenciado. No presente relato será apresentado apenas um recorte do estudo realizado, referente ao processo de produção do objeto. A demanda pela aquisição de habilidades relacionadas ao uso de programas de modelagem e de conhecimento acerca de materiais utilizados em impressões 3D, além da busca por parcerias universidade e comunidade local, destacam-se entre os desafios e conquistas evidenciados na conclusão do estudo.

Palavras-chave: Impressora 3D. Arte. Ensino de Matemática.

Introdução

O relato de experiência aqui apresentado refere-se ao uso criativo de tecnologias no ensino de matemática. Trata-se de um recorte de um estudo mais amplo, desenvolvido no âmbito da Educação Matemática (LIMA, 2018), que contemplou aspectos interdisciplinares dessa área do conhecimento e cujo objetivo principal foi investigar possibilidades de exploração da arte, associada ao recurso tecnológico da impressora 3D, no ensino de matemática.

Considerando que a tecnologia tem ampla potencialidade no processo pedagógico, dinamizando diferentes formas de ensinar e aprender, propôs-se empregá-la na criação e execução de atividades de ensino que incorporem o uso de uma impressora 3D. Esse tipo de impressora produz objetos tridimensionais através da tecnologia de fabricação aditiva, isto é,

por sobreposição de camadas de material fotopolímero - que são polímeros (plásticos) que alteram facilmente sua estrutura química quando expostos a pequenas cargas de energia luminosa. O uso dessa tecnologia demanda *conhecimento técnico* associado à *criatividade* e *senso estético* presentes na abordagem matemática e artística de diversas situações. Com base nesse pressuposto, buscou-se vivenciar o processo de produção de um objeto, evidenciando a presença desses três componentes, na ocasião em que a primeira autora desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso em um curso de licenciatura em matemática. Cabe destacar que o conhecimento por parte dessa autora acerca da tecnologia a ser empregada na impressão do objeto era relativamente pequeno na ocasião da indicação de um tema para estudo, o que tornou ainda mais desafiadoras e proveitosas as leituras, experimentações e escolhas realizadas. Vale ressaltar também que a interação, que se fez necessária, com profissionais da área de tecnologia permitiu a realização de um trabalho colaborativo e interdisciplinar, que trouxe à tona recursos materiais e humanos, até então desconhecidos, disponíveis à comunidade acadêmica da instituição na qual o trabalho foi desenvolvido.

Embora o referido trabalho contemple aspectos da arte, trazendo artistas como Maurits Cornelis Escher, Piet Mondrian e Waldemar Cordeiro, com a exploração da transformação de suas técnicas no decorrer do tempo, para este texto, em função da natureza do evento no qual ele se insere, são destacados os aspectos voltados à tecnologia na Educação Matemática, representados aqui pelo estudo e uso da impressora 3D e o uso da pirâmide como um elemento inspirador da produção idealizada e executada de um objeto físico, posteriormente denominado tronco de pirâmide vazado.

Conforme destaca Tikhomirov,

A atividade criativa, enquanto mantida a prerrogativa de ser fruto de seres humanos, é profundamente alterada no contexto do uso do computador, isso porque em meios informatizados, um desenvolvimento real da atividade criativa pode ser verificado. Novas formas de trabalho criativo, novas formas de educação e novas formas de jogar aparecem, formas estas que são simplesmente impossíveis sem os computadores. (TIKHOMIROV, 1999, p. 5).

Essa alteração na atividade criativa foi um elemento notável no contexto em que a pesquisa, da qual alguns resultados são aqui apresentados, foi desenvolvida.

Senso estético e criatividade na arte e na matemática

A arte e a matemática “têm estado muito próximas desde as primeiras manifestações de racionalidade da espécie humana”, como bem nos coloca D’Ambrosio no prefácio da obra

de ZALESKI FILHO (2013), que aborda arte e matemática na Educação Matemática. Ao observarmos uma *produção artística*, é comum buscarmos nela elementos que se destacam pela criatividade do artista e pelas sensações de agrado ou repúdio que ela pode nos causar. Esse destaque, no entanto, será determinado pelo observador. Ao analisarmos uma *produção matemática*, que elementos de criatividade e senso estético são possíveis destacar?

Do campo das artes visuais, obras de artistas como Escher e Mondrian, podem ser abordadas também como produções matemáticas, devido ao fato de que nelas observa-se a existência de elementos matemáticos frequentemente destacados em livros didáticos.

Figura 1: Escher - Limite Circular III - Xilogravura (1958)



Fonte: (BERRO, 2008, p.31).

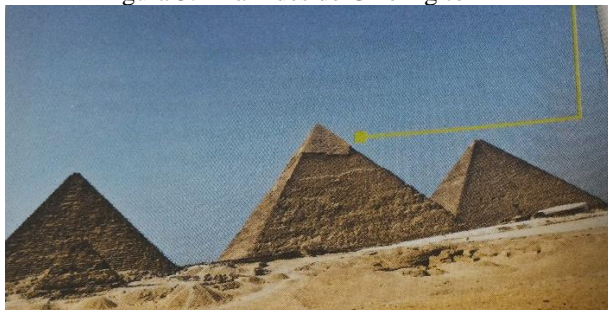
Figura 2: Mondrian - Quadro II (1921 – 1925)



Fonte: Internet¹

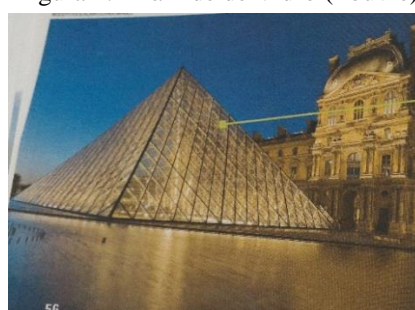
Do campo da arquitetura, outras duas imagens presentes em vários livros didáticos de matemática são as pirâmides de Gizé e a pirâmide de Vidro (Louvre); são notórios o senso estético, a criatividade e conhecimento técnico envolvidos na exploração e possivelmente na construção delas.

Figura 3: Pirâmides de Gizé-Egito



Fonte: DANTE (2013, p. 204).

Figura 4: Pirâmide de Vidro (Louvre)



Fonte: DANTE (2013, p. 56).

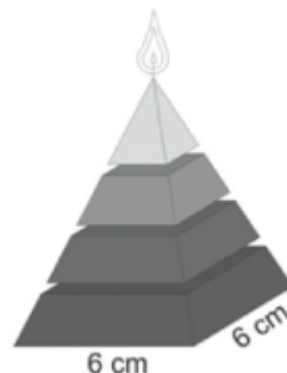
Imagens de pirâmides são frequentemente empregadas em diversos tipos de testes seletivos que visam mensurar o conhecimento matemático de indivíduos. O enunciado de uma

¹ Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Piet-Mondrian-Obras>. Acessado em 04.fev.2018.

questão presente em um desses testes é exposto a seguir, sugerindo que habilidades relacionadas à criatividade, visualização e conhecimento técnico são valorizadas na arte, na matemática e seu ensino.

ENEM (2009)² - questão 173. Uma fábrica produz velas de parafina em forma de pirâmide quadrangular regular com 19 cm de altura e 6 cm de aresta da base. Essas velas são formadas por 4 blocos de mesma altura - 3 troncos de pirâmide de bases paralelas e 1 pirâmide na parte superior -, espaçados de 1 cm entre eles, sendo que a base superior de cada bloco é igual à base inferior do bloco sobreposto, com uma haste de ferro passando pelo centro de cada bloco, unindo-os, conforme a figura.

Se o dono da fábrica resolver diversificar o modelo, retirando a pirâmide da parte superior, que tem 1,5 cm de aresta na base, mas mantendo o mesmo molde, quanto ele passará a gastar com parafina para fabricar uma vela?



Ao explorar a resolução desta questão, pode-se inferir sobre que tipo de conhecimentos e habilidades espera-se que um estudante possua. Nessa questão, a figura é essencial para a interpretação do problema, para observar o espaçamento entre os blocos. Ela também está proposta como atividade em um livro didático para o Ensino Médio, mais precisamente em (BARROSO, 2010, p. 396). Além dessa, várias outras questões trazem a pirâmide como uma imagem instigadora na proposição e resolução de situações-problema como intuito de ensinar e aprender matemática. Explorada no contexto de uso da tecnologia de impressão 3D, a pirâmide como objeto matemático inspirou a criação de um objeto que pudesse ser impresso e tivesse seus aspectos relacionados à criatividade, senso estético e conhecimento técnico explorados em atividades para o ensino de matemática. A seguir serão relatados momentos de tal criação e impressão.

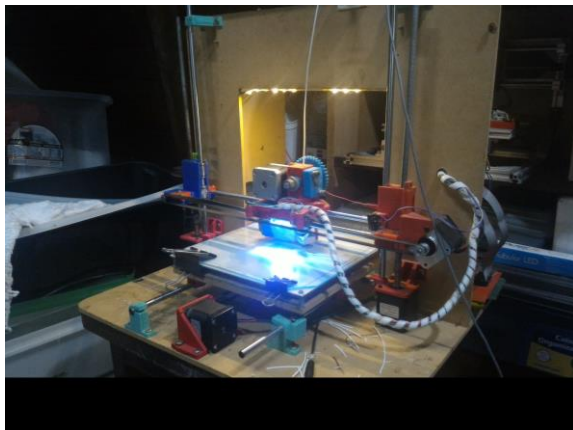
Conhecendo e utilizando uma impressora 3D

Uma impressora 3D pode ser do tipo artesanal, ou seja, que não tem um modelo específico e é montada a partir de peças adquiridas separadamente; peças essas que também podem ter sido impressas por outra impressora 3D do tipo artesanal ou não. Ela imprime diferentes peças com diversos materiais como, por exemplo, peças de reposição para eletrodomésticos, para torneiras, peças decorativas, cartões de visita.

² <http://educacao.globo.com/provas/enem-2009/questoes/173.html>. Acessado em 03.out.2017.

A Figura 5 a seguir traz uma fotografia tirada da impressora artesanal utilizada inicialmente para a realização do estudo.

Figura 5: Impressora artesanal



Fonte: As autoras

Figura 6: Impressora Mingda MD05 Diy 3D



Fonte: Internet¹

Nessa Figura 5, visualizamos na impressora um filamento ABS - PLA de cor branca, um material biodegradável (derivado de fontes renováveis como amido de milho, raízes de mandioca e de cana e com cheiro levemente adocicado). As peças azuis, vermelhas e verdes são as peças impressas; há peças de madeira feitas para dar suporte a toda a aparelhagem e a mesa sobre a qual é depositada a impressão é de vidro. Nesse modelo artesanal, o cuidado com a estética e o visual da impressora é mínimo, sendo priorizada sua funcionalidade. O volume do suporte de madeira dificulta seu transporte a outro local. Para que uma impressão nessa máquina tenha qualidade, são necessários cuidados com a calibragem da mesa de vidro, controle da temperatura da extrusora (peça que aquece e deposita o plástico) e com o material a ser utilizado na impressão.

Caso não seja artesanal, uma impressa 3D pode ser de um modelo industrial e de alta precisão, conforme a Figura 6, que traz a imagem de uma impressora Mingda³, que possui peças em aço e um visual mais limpo, além de ser mais compacta se comparada com a artesanal apresentada na Figura 5. Essa impressora de modelo industrial é produzida na China e exportada para outros países.

Tendo à disposição uma impressora artesanal decidiu-se vivenciar o processo de produção e análise de um objeto com potencial para ser usado em atividades de ensino de matemática. O objeto escolhido para ser impresso foi inspirado pela imagem de uma pirâmide. Esse processo de desenvolvimento envolveu a criação de um objeto utilizando o *software*

³ fonte: <https://www.google.com.br/>. Acessado em 24.out.2017.

Tinkercad e a impressão 3D foi realizada numa impressora artesanal de propriedade do laboratório FabLab Abrigo da UTFPR, Câmpus Curitiba.

Todo o processo desde a criação até a impressão do objeto foi inédito para a primeira autora deste relato e começou com a ideia inicial e ingênua de traçar em um plano uma representação do objeto que se pretendia imprimir e, a partir da imagem do objeto no plano, ‘dar-lhe’ volume e posteriormente obtê-lo como objeto tridimensional manipulável fisicamente. A transição dessa visão inicial para o estágio posterior de real conhecimento das condições necessárias para a produção de tal objeto físico foi um dos avanços significativos obtidos na realização do estudo.

Criar objetos fazendo uso de um recurso como a impressora 3D pode caracterizar uma expressão artística, além de demandar e revelar conhecimentos técnicos e conceituais. Pensar isso no contexto do ensino de matemática demandou a busca pelo que se poderia ter sido, ou estar sendo, pesquisado a respeito, no campo da Educação Matemática.

Em cada uma das duas últimas edições do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), realizadas em 2013 e 2016, foram encontrados mais de dez trabalhos que relacionam arte e matemática. Mas, apenas na edição de 2016 foi localizado um estudo envolvendo a impressora 3D, a saber, (MARQUES, 2016). Já estudos na área de engenharias que abordam o uso da tecnologia de impressão em 3D são mais frequentes. Um deles, (AGUIAR, 2014), traz um encaminhamento didático para o professor que queira utilizar a impressora 3D, indicando possíveis materiais e programas.

A técnica consiste em solidificar camadas de um fotopolímero⁴ (similar a uma resina), utilizando a luz. [...]. O processo inicia-se com [...]; uma imagem é projetada por alguns segundos sobre a fina camada de resina causando uma solidificação com o formato da imagem projetada. Em seguida essa plataforma desce alguns micrômetros e novamente uma imagem levemente diferente da anterior é projetada para solidificar mais uma camada; assim, de camada em camada, uma solidificada sobre a outra, forma-se o objeto tridimensional. (AGUIAR, 2014, p. 1).

Esse mesmo autor traz um levantamento sobre os tipos de impressoras, qual modelo de impressora é indicado para impressão de objetos didáticos e indica três programas/*softwares* que podem ser utilizados (*Sketchup*, *Blender* e *Autodesk 3DS Max*) além de fazer comparações entre eles, referentes à compatibilidade com sistemas operacionais, isto é, se pode ser usado nos computadores com Windows, Linux e Mac; Aguiar(2014) aborda também a facilidade de uso (fácil e médio) e o custo de tais programas.

A procura inicial foi por um software gratuito e de nível básico. Dentre os *softwares* indicados foi escolhido o *Sketchup*, por conter versão gratuita e de fácil utilização. Feito o *download* do programa e iniciada a criação do objeto, a continuidade do processo foi impossibilitada uma vez que se descobriu que este programa é gratuito até este passo. Pois, para enviar o arquivo para a impressora 3D deve-se obter uma licença, pagando o valor devido.

O segundo *software* sugerido por Aguiar (2016), o programa *Blender*, é gratuito, de nível médio e é usado, também para animações. Depois de feito o *download* do programa, foi observado que este programa é bem diferente e requer mais atenção, tem fundo de tela escuro e letras pequenas, possui nas laterais e na parte inferior da tela vários comandos e é todo em inglês. Foram criadas nesse ambiente algumas peças, também inspiradas na imagem de uma pirâmide, e após finalizá-las, iniciou-se a procura para descobrir qual comando deveria ser feito para salvar e enviar para a impressora 3D. Após várias tentativas percebeu-se que o programa *Blender*, requer mais estudo e prática, o que demandaria um tempo do qual não se dispunha naquele momento.

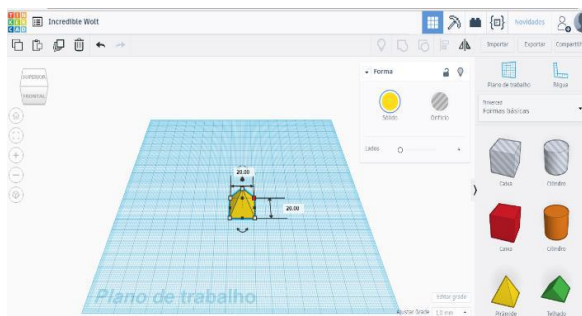
O próximo programa sugerido por Aguiar (2014) foi o *Autodesk 3DS Max*, mas antes mesmo de instalar o programa, verificou-se que o *software* é pago. Assim, as dicas e instruções desse autor foram úteis para a familiarização com a etapa da criação de um objeto para posterior impressão, mas optou-se por realizar novas pesquisas agora em busca de programas de modelagem para impressão. Encontrou-se o *Tinkercad*, um programa online, que exige um cadastro inicial a partir do qual o acesso é liberado com o uso de e-mail e senha pessoais. Na seção seguinte relata-se o processo de criação do objeto que foi denominado tronco de pirâmide vazado.

Materializando um objeto matemático em uma impressora 3D

Logo no início do site no qual está disponível o programa de modelagem *Tinkercad* existe a aba ‘recursos’, com vídeos que apresentam a construção de modelos de sólidos geométricos e as ferramentas que podem ser utilizadas. Como nosso objetivo era construir uma pirâmide, nos encaminhamos diretamente para o plano de trabalho do programa.

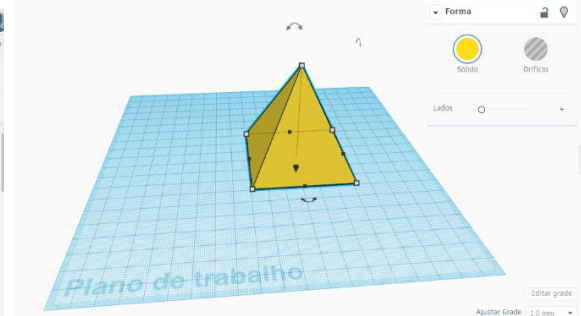
As construções de uma pirâmide e do objeto que denominamos tronco de pirâmide vazado, serão descritos através das etapas de números de 1 a 5. A etapa 1: será escolher do objeto, localizado na lateral direita e arrastá-lo para dentro do plano de trabalho, simples. Na etapa 2 ampliamos a figura. Salvamos o projeto e a pirâmide está ‘pronta’.

Figura 7: Etapa 1



Fonte: As autoras

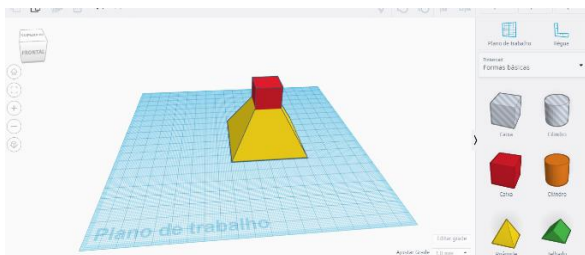
Figura 8: Etapa 2



Fonte: As autoras

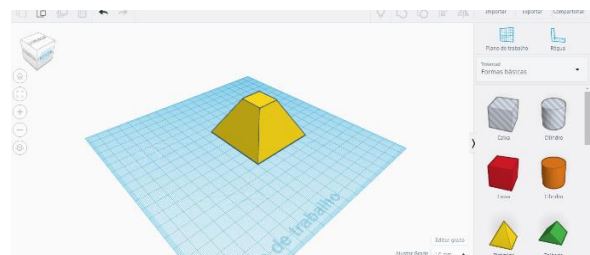
Na etapa 3 construímos um tronco de pirâmide. A partir da pirâmide da etapa 2, selecionamos um quadrado, na lateral direita e o arrastamos para a pirâmide, fazendo coincidir as arestas laterais e os vértices. Na parte superior do plano de trabalho, tem a aba agrupar, clicamos nela, agora em vez de dois objetos de cores diferentes, agora temos 1 objeto com uma única cor. Na etapa 4, selecionamos a opção para tornar transparente, pois queremos retirar ou cortar o sólido; esta opção se encontra junto aos sólidos disponíveis, na lateral direita do programa.

Figura 9: Etapa 3



Fonte: As autoras

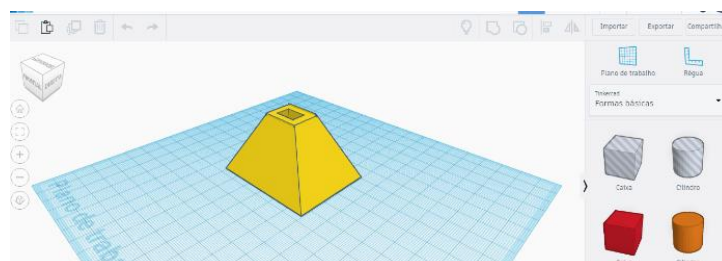
Figura 10: Etapa 4



Fonte: As autoras

Temos então um tronco de pirâmide e em seguida salvamos o projeto tronco de pirâmide. Na etapa 5, iremos tornar o objeto vazado: escolhemos na barra lateral um quadrado, que vamos transformar em retângulo, para agrupar na pirâmide e vamos vazá-lo, como podemos verificar na Figura 11.

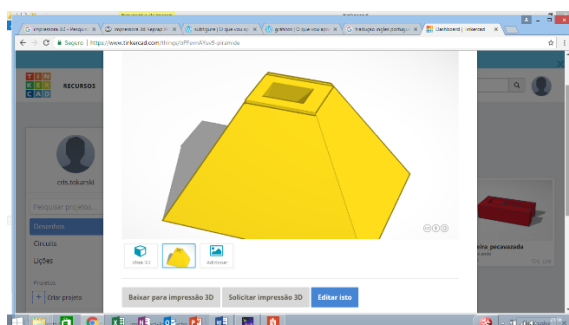
Figura 11: Etapa 5



Fonte: As autoras

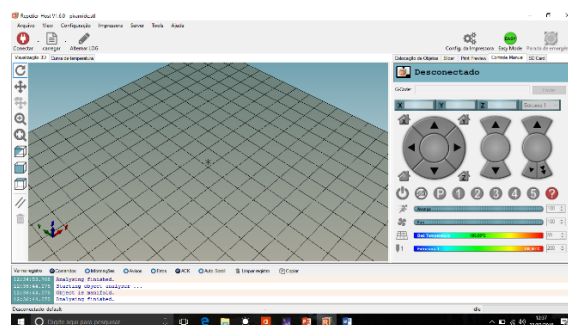
A partir deste momento, podemos realizar vários projetos, escolher outras formas, separar, juntar. Para a execução do projeto proposto inicialmente, foi escolhido o objeto da Figura 11 para ser impresso. Na tela do plano de trabalho, ainda no ambiente do *Tinkercad*, temos a opção de ‘exportar’ a imagem, ao clicar, o programa abre o projeto para ser baixado para impressão, clicar em arquivo “.stl”, agora o programa vai buscar no computador o programa que tem comunicação com a impressora 3D, conforme visualizamos na Figura 12 .

Figura 12: Exportar projeto



Fonte: As autoras

Figura 13: Programa Repetier Host



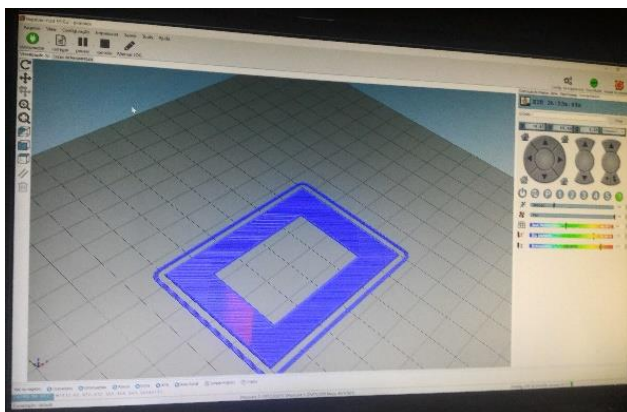
Fonte: As autoras

Até o momento, buscamos o conhecimento técnico para trabalhar com os programas que utilizamos para a modelagem do objeto. Visamos programas que possam ser usados por professores e estudantes, que sejam relativamente simples e gratuitos, para criação de um objeto que possa ser utilizado como material manipulável nas aulas de matemática. Finalizada as etapas para construção do objeto, podemos agora, nos dedicar a impressão do objeto, isto quer dizer, utilizar a impressora 3D. Quando o programa abre, a primeira coisa que se deve fazer é buscar o arquivo que tem a imagem do objeto. Carregando o objeto, clicamos em conectar “impressora com o computador”, do lado esquerdo, depois que o arquivo do objeto foi carregado. Salvamos o objeto no programa. A impressora artesanal, Figura 5, utilizada neste trabalho está conectada ao programa *Repetier Host*, também gratuito, Figura 13. O *Repetier Host* é um *software* básico de *Host*, que é compatível com a maioria dos *firmwares*⁴ utilizados mundialmente. Em seguida, clicamos em “*slicer*” (cortador de fatias) e já podemos ter acesso ao controle manual da impressora. Mas, antes de clicar para imprimir, devemos seguir as orientações iniciais de esquentar a mesa (local onde o objeto vai ser impresso) e a extrusora (o bico, peça por onde o ABS entra, aquece e escorre para ser depositado na mesa).

⁴ O *firmware* é o conjunto de instruções operacionais programadas diretamente no hardware de um equipamento eletrônico. É ele que contém as informações de inicialização que permitem o correto funcionamento do aparelho.

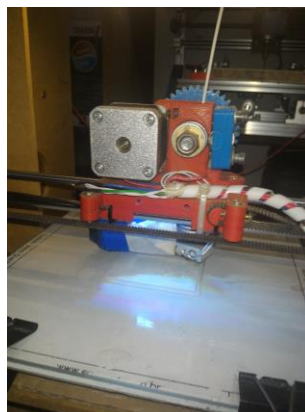
Geralmente, a temperatura da mesa é de 60° e da extrusora é de 260°. Após 3 minutos esse processo de preparação finaliza e assim podemos clicar em imprimir o objeto. Na Figura 13, observamos na tela do computador, cada camada do objeto sendo depositada e, na Figura 14, o primeiro exemplar do objeto sendo impresso.

Figura 13: camadas de impressão



Fonte: As autoras

Figura 14: Impressora 3D em funcionamento



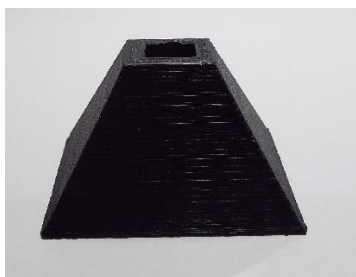
Fonte: As autoras

Este processo foi realizado várias vezes, tentou-se fazer esta impressão e simplesmente, o ABS não estava descendo pela extrusora. Posteriormente, depois com mais cuidado, verificou-se que o bico da extrusora estava entupido e elevando a temperatura da extrusora vagarosamente, conseguimos desobstruir o bico. Resolvido este problema, seguimos o processo para impressão. Infelizmente, esta impressão teve que ser interrompida, clicando no ícone “parada de emergência”, pois a peça que estava sendo impressa soltou da mesa. Posteriormente, descobriu-se que o ABS utilizado estava úmido, pois o fio quebrava facilmente. A orientação é guardá-lo em um pacote com sílica, para retirar a umidade.

Após esta trajetória, a familiaridade com o programa de modelagem 3D e a impressora 3D foi ampliada significativamente. A partir deste momento, fomos buscar informação sobre a existência e disponibilidade de uma impressora 3D na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Marcamos um encontro com o professor David Kretschek, do departamento de Mecânica, para uma conversa informal. O professor nos informou sobre a primeira impressora adquirida pela Universidade, que foi em 1998. O Núcleo de Manufatura Aditiva e Ferramental (NUFER), da UTFPR, Câmpus Curitiba, tem quatro impressoras que são profissionais e dez impressoras 3D - modelos artesanais.

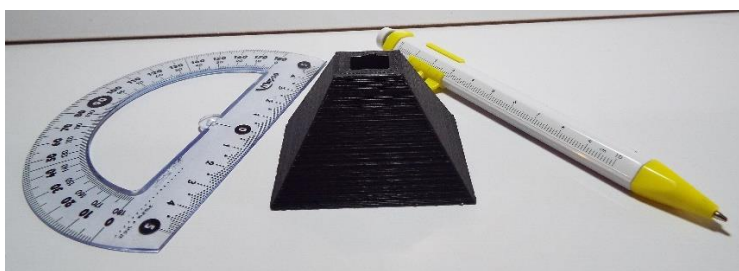
O professor David Kretschek é um colaborador/responsável pela fablab⁵ de nome: Abrigo, este local, na sede Centro do Câmpus Curitiba, foi criado para assessorar estudantes, professores ou qualquer outra pessoa que queria aprender a modelar (uso de programa de modelagem 3D) e imprimir uma peça na impressora 3D. Neste setor, solicitamos a impressão do objeto, que demorou aproximadamente duas horas para ficar pronto, Figuras 15 e 16. Este local tem funcionários voluntários, de várias áreas (engenharia, design, tecnologia) e cobram pequeno valor para a impressão, R\$0,60 (sessenta centavos) o metro. O tronco de pirâmide vazado que produzimos custou R\$4,00 (quatro reais) para ser impresso.

Figura 15: Tronco de pirâmide vazado



Fonte: As autoras

Figura 16: Instrumentos de medida



Fonte: As autoras

Finalizamos o processo de desenvolvimento e impressão do objeto tronco de pirâmide vazado. Agora, com o objeto em mãos, pudemos explorá-lo e elaborar atividades para serem aplicadas no Ensino Fundamental e Ensino Médio. Tais atividades contemplam a caracterização do objeto, cálculo de perímetros, áreas, volume, ângulos, além de outras possibilidades que demandam habilidades relacionadas à visualização e identificação da pirâmide que inicialmente poderia ter originado o tronco de pirâmide vazado em questão.

Considerações finais

A decisão de empregar um recurso tecnológico disponível tendo pela frente o desafio de percorrer uma trilha sem placas indicativas de direção nos permitiu adquirir habilidades que situações vivenciadas anteriormente no contexto de uso das tecnologias não permitiram. Isso nos levou a perceber que o uso da impressora 3D pode instigar e envolver os estudantes no processo de aprendizagem de matemática quando seu ensino envolve a exploração da Arte e o uso de recursos tecnológicos pouco familiares. A trajetória da primeira autora no processo

⁵ Fablab é uma abreviação para “laboratório de fabricação” em inglês – um espaço em que pessoas de diversas áreas se reúnem para realizar projetos de fabricação digital de forma colaborativa.

de produzir um objeto tridimensional, mostrando descobertas, aprendizados, dificuldades e barreiras que ocorreram na execução de um projeto, trouxe novas possibilidades e ideias para se trabalhar no ensino de matemática, além de favorecer parcerias com projetos em andamento que buscam disponibilizar e popularizar impressoras 3D à comunidade local. Como exemplo, citamos uma iniciativa da Prefeitura de Curitiba, que oferta oficinas para pessoas interessadas, em alguns Faróis do Saber⁶.

Referências

- AGUIAR, L. de C. D. Construção de instrumentos didáticos com impressoras 3D. In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Sinect, 4., 2014, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: PPGECT. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.
- BARROSO, J. M. **Conexões com a matemática**. Vol.2. São Paulo: Moderna, 2010.
- BERRO, R. T. {it Relações entre arte e matemática}: um estudo da obra de Maurits Cornelis Escher. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Setor de Pós-Graduação Turma Minter, Universidade São Francisco. Itatiba, 2008. Disponível em: <https://vdocuments.site/documents/relacao-entre-a-arte-e-a-matematica.html>. Acessado em 13.mai.2016.
- DANTE, L. R. **Matemática, contextos e aplicações**. vol. 2. 2º ed. São Paulo: Ática, 2013.
- LIMA, C. T. **Arte e impressora 3D no ensino de matemática**. 74f. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Licenciatura em Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Curitiba, 2018.
- MARQUES, S. A. S. S. A utilização de um pcoc materializado na impressora 3D para o ensino e aprendizagem de integrais duplas. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 12., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, 2016.
- TIKHOMIROV, O. K. **A teoria da atividade modificada pela tecnologia da informação**. 1999. Tradução de Márcio Alexandre Siqueira. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/grupos-de-pesquisa/textos-201/novas-tecnologias/pde/pdf/Thikomirov>. Acessado em 15.jan.2018.

⁶ Farol do Saber é uma rede de pequenas bibliotecas espalhadas por diversos bairros de Curitiba.

ZALESKI FILHO, D. **Matemática e arte**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.