



ARTEFATOS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA COM AS POTENCIALIDADES DA TECNOLOGIA 3D

Elisandra Bar de Figueiredo
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
elisandra.figueiredo@udesc.br

Ivanete Zuchi Siple
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
iva.zuchi@gmail.com

Rogério de Aguiar
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
rogerio.aguiar@udesc.br

Resumo: O presente artigo tem como objetivo mostrar as possibilidades da impressão 3D para a produção de materiais didáticos e apresentar o Laboratório Fábrica Matemática – FAB3D como um ambiente de pesquisa, criação e socialização de artefatos físicos e digitais para o ensino de matemática. Nesse trabalho, relataremos o nosso olhar sobre os materiais desenvolvidos nesse ambiente, compartilhando as experiências, evidenciando as potencialidades e os desafios da integração da tecnologia da impressão 3D no tripé Ensino-Pesquisa-Extensão. Os materiais desenvolvidos nesse laboratório podem, com uma proposta pedagógica adequada, ser utilizados nos processos de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos de todos os níveis de ensino. Com este trabalho esperamos contribuir para a divulgação da tecnologia de impressão 3D como ferramenta auxiliar para os professores que ensinam matemática, incentivando-os a conhecer nosso acervo, refletir sobre como utilizar os artefatos propostos e colaborar com a criação de novos materiais.

Palavras-chave: Impressão 3D. Materiais Didáticos. Laboratório de Matemática.

INTRODUÇÃO

A ideia de usar a tecnologia de impressão 3D na Educação é relativamente nova, apesar de não ser uma tecnologia recente, ela está prestes a comemorar quatro décadas, tendo sido inventada nos anos de 1980, por Charles W. Hull (AGUIAR; YONEZAWA, 2014). Até poucos anos, a utilização quase que somente pela indústria pode estar relacionada ao elevado custo das impressoras e também dos softwares disponíveis para o desenvolvimento da modelagem. Felizmente, atualmente, com o avanço tecnológico houve uma flexibilização considerável nos valores das impressoras e na acessibilidade a softwares, possibilitando a sua inserção em diversas áreas, inclusive na Educação. De acordo com Hoopes (2018), diversas pessoas ao redor do mundo estão explorando ideias de uso da impressão 3D e estudando os seus efeitos nos processos de ensino e aprendizagem.

Recentemente, pesquisas têm relatado diversos usos da impressão 3D na Educação, como a criação de recursos 3D para os processos de ensino e aprendizagem, modelagem matemática, movimento maker, comunicação interativa com alunos especiais, dentre outros (SLAVKOVSKY, 2012; BLIKSTEIN *et al.*, 2017). No desenvolvimento da matemática, observamos que a preocupação com a produção de artefatos que possibilitam uma comunicação do mundo em 3D sempre foi latente, de Euclides e Arquimedes a Newton e muitos, observando, assim, que a representação de objetos 3D não é privilégio dos tempos atuais.

Educadores têm usado modelos tridimensionais elaborados com diferentes materiais por séculos. Por exemplo, a tradução para o inglês de Sir Henry Billingsley de Os Elementos de Euclides inclui objetos dobrados feitos de papel para auxiliar na demonstração de objetos tridimensionais (SLAVKOVSKY, 2012, p.4, tradução nossa).

Nesse contexto, nosso grupo de pesquisa tem realizado pesquisas sobre a integração das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem e assim, como professores e educadores matemáticos, queremos compartilhar com a comunidade, nesse trabalho, os recursos produzidos com as tecnologias 3D no Laboratório Fábrica Matemática - FAB3D vinculado ao departamento de matemática de Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Nesse laboratório explora-se as potencialidades das tecnologias da impressão 3D e dos softwares de Geometria Dinâmica para a criação de artefatos para o ensino e aprendizagem da matemática, contemplando desde a Educação Infantil até a Educação Superior. Esse ambiente também oportuniza a integração de ações de ensino, pesquisa e extensão a professores pesquisadores de Matemática e Educação Matemática que conjuntamente desenvolvem suas pesquisas em nível de graduação e pós-graduação. Nos projetos desenvolvidos contamos com a participação de alunos bolsistas e voluntários do Curso de Licenciatura em Matemática e com alunos da pós-graduação.

As pesquisas realizadas envolvem alunos em projetos de extensão, como o “Playground da Matemática”, voltado para a Educação Infantil e alunos de Iniciação Científica, vinculados a projetos de pesquisas dos professores participantes, trabalhando em diferentes temáticas, como a modelagem dos artefatos, exploração e familiarização de softwares compatíveis com as impressoras e proposições de sequências didáticas para a utilização desses recursos em sala de aula. Também contamos com a colaboração dos alunos de pós-graduação, que desenvolvem pesquisas em ensino de matemática, auxiliando na proposição de objetos e/ou na experimentação em sala de aula.

A criação desses artefatos envolve habilidades de diferentes áreas, tais como matemática, computação e pedagogia, visando torná-los instrumentos que possam beneficiar os processos de ensino e aprendizagem de matemática.

ARTEFATOS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

Os artefatos têm sido usados pela civilização ao longo dos séculos. Segundo Hoopes (2018), o uso de materiais manipuláveis na sala de aula pode beneficiar os processos de ensino e aprendizagem da matemática, pois inclui a participação dos alunos em resolução de problemas, conecta diferentes conceitos em matemática, comunica ideias de forma eficaz e representa ideias matemáticas de várias formas.

Assim, a ideia de artefatos não é recente, o que é atual é o avanço dos potenciais recursos que possibilitam construir tais materiais usando recursos da tecnologia 3D. Porém, a construção de modelos, usando dessa nova tecnologia, nem sempre é uma tarefa fácil, exigindo todo um planejamento e habilidades de diferentes áreas, tais como, matemática, computação e pedagogia.

Com a popularização da impressão 3D no meio Educacional esse desafio tem sido minimizado com a disponibilização e compartilhamento de inúmeros modelos 3D prontos para impressão por pesquisadores e educadores, criando possibilidades de impressões e adaptações. A disponibilidade de vários objetos gratuitos, na internet, para download e impressão, como por exemplo, na comunidade de design Thingiverse¹ da MakerBot, também é um facilitador para docentes e discentes que podem buscar um objeto já modelado, imprimi-lo e usá-lo em sala de aula. Entretanto, para além do desenvolvimento, há uma questão muito importante que é como integrar esses artefatos, em sala de aula, de maneira que eles possam potencializar os processos de ensino e aprendizagem de matemática.

Ao propormos a integração desses materiais em sala de aula é importante levar em consideração a abordagem instrumental, ou seja, a transformação do artefato em um instrumento. De acordo com Rabardel (1995), um artefato é um objeto, material ou simbólico, produzido pelo sujeito e, o instrumento é uma entidade mista composta de uma parte pelo artefato e de outra pelos esquemas de utilização aplicados para realizar uma determinada tarefa, resultante da construção do próprio sujeito. Assim, um instrumento é o resultado de um processo de construção pelo sujeito no decorrer de sua atividade, a partir de um artefato dado.

¹ <https://www.thingiverse.com>

Nesse processo, o homem tem um lugar central no método de criação, concepção e usabilidade dos instrumentos, porém, nele o homem também se modifica em termos cognitivos e comportamentais. A apropriação e evolução dos instrumentos pelo sujeito não ocorre de forma espontânea, mas através de um processo de gênese instrumental, que é o resultado de um duplo processo de apropriação dos instrumentos: instrumentalização e instrumentação (RABARDEL, 1995). A instrumentalização é relativa ao artefato - é um processo pelo qual o sujeito modifica, adapta ou produz novas propriedades, reconhecendo as potencialidades e limitações do artefato; a instrumentação é relativa ao sujeito - a aquilo que se cria, produz, reproduz, modifica e atualiza seus esquemas de utilização dos artefatos e das ações instrumentadas.

Relacionando este processo com a atividade do professor de Matemática, podemos entender este duplo movimento de instrumentação e instrumentalização da seguinte maneira: o professor se apropria do recurso, explora suas potencialidades técnicas e suas funcionalidades, revelando o movimento de instrumentalização; por outro lado, o artefato e o processo de apropriação influenciam a atividade do professor e, mais amplamente, seu desenvolvimento profissional, revelando o movimento de instrumentação (BUENO-RAVEL; GUEUDET, 2013, *apud* BASSO; NOTARE, 2017, p. 326).

No que diz respeito a aprendizagem matemática dos alunos, nos diversos níveis de ensino, a temática da visualização é uma peça importante, ao longo da história, para a compreensão do aluno. De acordo com Halverscheid e Labs (2019), para Felix Klein, há mais de um século, um dos tópicos centrais para ensinar e aprender matemática é a interação entre a abstração e visualização, para ele, as visualizações desempenham um papel fundamental nas experiências “[...] aplicado em particular à geometria, isso significa que nas escolas você sempre terá que conectar o ensino no início com uma intuição concreta vivida e só gradualmente trazer elementos lógicos à frente” (KLEIN 2016b, p. 238, *apud* HLAVERSCHEID; LABS, 2019, p. 132). Para ele, as ferramentas para visualização são uma atividade matemática contínua em todos os níveis.

No contexto de formação de professores, seja inicial ou continuada, possibilitar situações que propiciem explorar as potencialidades dos recursos oriundos pelo avanço da tecnologia e que possibilitam evoluir o conhecimento matemático de nossos alunos, tem sido um caminho em constante evolução em nossos projetos de ensino e pesquisa.

Temos convicção que a preocupação em propiciar experiências visuais aos alunos deveria ser constante, uma vez que pensamos em matemática sobre todos os fatos mentais como fatos representacionais, onde a simbologia assume um papel insubstituível. A qualidade da experiência, como as coisas são vistas por nós em determinado nível sensorio, é constituída pelas propriedades que os objetos apresentam e passam a modificar nossas crenças (ALVES; BORGES NETO; MACHADO, 2008, p. 4).

Com o intuito de compartilhar as potencialidades e desafios da tecnologia da impressão 3D à prática do professor que ensina matemática, descreveremos o desenvolvimento de alguns artefatos que estão no acervo do laboratório, destacando a sua utilização nos projetos de ensino, pesquisa e extensão.

ARTEFATOS DO LABORATÓRIO FAB3D

Alguns dos artefatos produzidos no Laboratório FAB3D encontram-se disponíveis na comunidade de design Thingiverse e outros foram modelados em softwares de modelagem 3D por bolsistas do laboratório. É nessa fase que se inicia o processo de criação, com as definições das dimensões e características necessárias, mas essa tarefa não é um passo simples, exige muitos conhecimentos técnicos e matemáticos. É uma fase virtual, pois se desenvolverá na tela do computador por meio da utilização de softwares de modelagem, como por exemplo: Autodesk 3DS Max, Blender, OpenScad, SketchUp e SolidWorks. Desses, o Blender e o OpenScad são programas de código aberto (open source) e por isso temos dado preferência em trabalhar com eles.

Após o processo de modelagem é preciso exportar o modelo 3D para o formato stl, sigla para STereoLitography, que é o padrão das impressoras 3D. Depois dessa etapa é necessário preparar as peças. Esse preparo inclui reparar alguns defeitos do modelo, posicioná-lo de maneira a tornar possível sua impressão e “cortar o modelo 3D em fatias horizontais (camadas), gerar os caminhos que a impressora deve percorrer para preencher as camadas e calcular a quantidade de material a ser extrudada” (SLIC3R, 2011?, tradução nossa).

O preparo é feito em softwares específicos, como por exemplo, o Repetier, o Slic3r e o Simplify3D, que salvam um arquivo num formato que será lido pela impressora. Os artefatos foram impressos com uso das impressoras GTMAX3D CORE A3V2 e Cliever CL1, ambas de fabricação nacional, que imprimem com uma ampla gama de polímeros com a tecnologia Fabricação por Filamento Fundido (Fused Filament Fabrication – FFF). Por facilidade de manipulação temos utilizado o polímero PLA (poliácido láctico).

A GTMAX funciona com cartão de memória, os arquivos de impressão são salvos nesse cartão e a impressora acessa o cartão para leitura e impressão. A Cliever funciona conectada ao computador e os softwares de fatiamento é que mandam os comandos de impressão diretamente para a impressora. A GTMAX é uma impressora com gabinete fechado, com volume de impressão 300x300x300 mm e de alta velocidade chegando a 180 mm/s. A Cliever por sua vez

é uma impressora aberta, com volume de impressão 180x180x100 mm e velocidade chegando a 60 mm/s.

Com a impressão de modelos já existentes e outros elaborados pelos bolsistas, o Laboratório FAB3D, conta com uma gama variada de artefatos (Figura 1).



Figura 1 – Acervo do Laboratório FAB3D
Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Para divulgar esse trabalho participamos da “Semana da Ciência”, um evento realizado em praça pública no centro de nossa cidade em que são divulgados os materiais produzidos no Laboratório FAB3D e efetuada a divulgação do Curso de Licenciatura em Matemática e ainda recebemos visitas de alunos e professores da Educação Básica, no próprio espaço físico do laboratório (Figura 2).



Figura 2 – Divulgação do Laboratório FAB3D
Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Com o olhar de professores que ensinam matemática, em nível superior, transformamos artefatos em instrumentos no ensino de Cálculo e Geometria Analítica, disciplinas nas quais a visualização tem um papel importante, evidenciando que a utilização de tecnologias 3D, em sala de aula, tem propiciado a exploração de diversas representações de um objeto matemático, auxiliando o aluno a reconhecer e explorar as superfícies, e as suas curvas de interseção. (LEMKE; SIPLE; FIGUEIREDO, 2016).

A possibilidade de combinar a maquete física com a virtual do GeoGebra amplia o leque de exploração de um material, haja vista os diferentes enfoques de visualizações e manipulações oriundas desses ambientes, assim temos explorados as potencialidades da impressora 3D em gerar maquetes físicas dos materiais desenvolvidos no GeoGebra 3D, tais como os cortes do cone (LEMKE; SIPLE; FIGUEIREDO, 2016), conforme Figura 3.

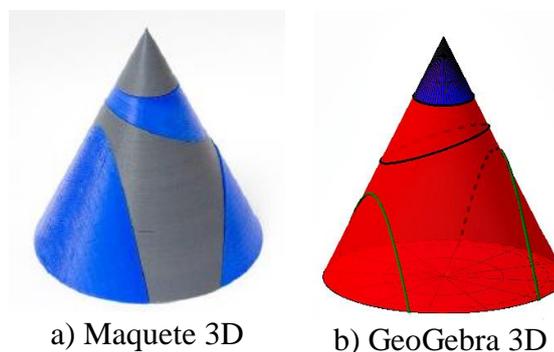


Figura 3 - Cone com interseções
Fonte: LEMKE; SIPLE; FIGUEIREDO, 2016.

As seções cônicas foram exploradas no trabalho de graduação de Nicolletti (2017) e nesse trabalho a autora conclui que,

[...] considerando os obstáculos do aluno para enxergar um objeto com três dimensões a partir de representações planas, o objetivo de materiais como o Cone de Apolônio e os cortes individuais do cone é que os estudantes possam visualizar melhor os objetos de estudo. Com esses materiais, os alunos podem

ver, tocar, observar por vários ângulos diferentes e manipular de diversas maneiras as representações dos cortes que resultam nas cônicas, de forma que isso possa contribuir pra sua compreensão do assunto e ajuda-los a desenvolver habilidades de abstração para a resolução de problemas futuros. Esses materiais possibilitam que os estudantes confrontem o material concreto com as implementações no GeoGebra para facilitar a visualização no software, ao mesmo tempo que podem simular diferentes posições do plano de corte no ambiente computacional (NICOLLETTI, 2017, p. 57).

O artefato das seções cônicas também foi levado para a sala de aula do primeiro ano do Ensino Médio, nas experimentações de mestrado de Kosloski (2018) para apresentar a parábola como uma seção do cone, no trabalho a autora destaca que “Os alunos demonstraram interesse em manusear o cone e observar as suas seções” (KOLOSKI, 2018, p. 45).

Também é fundamental entender que a visualização de um objeto matemático e a sua manipulação tátil podem desempenhar um papel importante na elaboração de processos mentais mais eficientes, como afirmam Knill e Slavkovsky (2013), ao citarem que boa parte do sucesso de Arquimedes na Matemática pode ser atribuído ao fato de que ele perseguia métodos e soluções a partir de construções mecânicas e suas visualizações.

Contribuindo com a temática da integração da tecnologia em sala de aula, na formação do futuro professor de matemática, temos desenvolvido também pesquisas juntamente com nossos alunos, em nível de iniciação científica, possibilitando uma oportunidade de conhecer/refletir como as tecnologias 3D podem ser integradas no seu desenvolvimento profissional. Uma das pesquisas realizadas nesse nível apresentou um artefato de uma esfera e uma anticlépsidra cortadas por um plano (Figura 4) modeladas para auxiliar a exploração e a demonstração do volume da esfera usando o princípio de Cavalieri no Ensino Básico e Superior (BENK *et al.*, 2016). O artefato construído nessa pesquisa também está sendo experimentado em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, numa perspectiva de pesquisa de pós-graduação, em nível de mestrado (CUNHA, 2019, no prelo).



Figura 4 – Esfera e anticlépsidra
Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Outra pesquisa mostrou como os conhecimentos de Álgebra Linear podem ser aplicados na impressão de objetos tridimensionais, evidenciando que uma aplicação adequada de uma

transformação linear, como o de uma rotação, pode economizar filamentos na impressão de um sólido geométrico como um octaedro, conforme Figura 5a.

Para resolver este problema foram utilizados conceitos de Álgebra linear, como a matriz de rotação de uma transformação linear, com a finalidade de colocar o sólido numa posição mais favorável para a impressão 3D (Figura 5b), eliminando assim a necessidade de serem impressos suportes adicionais, resultando numa economia de filamento do objeto impresso proposto (Figura 6) (SILVA; SIPLE; FIGUEIREDO, 2017). Essa aplicação pode ser abordada também no Ensino Médio, utilizando-se por exemplo, a multiplicação de matrizes.

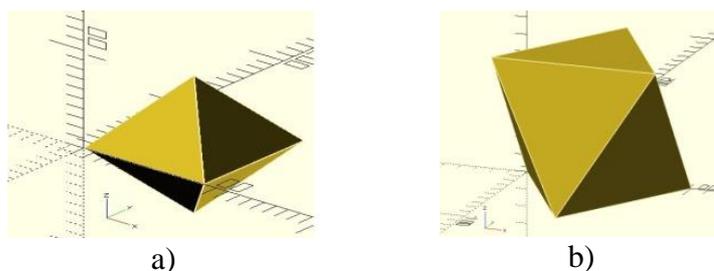


Figura 5 – Modelagem do octaedro no OpenScad
Fonte: Adaptado de ABOUFADEL, 2014.

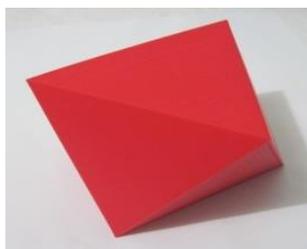


Figura 6 – Impressão do octaedro no OpenScad
Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Uma das preocupações constantes no grupo, além da criação de materiais é a proposição de sequências didáticas que possam potencializar, em sala de aula, a utilização desses artefatos de modo que eles se tornem instrumentos pedagógicos. Algumas dessas sequências foram disponibilizadas em formato de cartazes (Figura 7a) de alguns recursos confeccionados nas impressoras 3D do Laboratório FAB3D. Esses materiais de divulgação têm como objetivo levar à comunidade acadêmica o conhecimento de alguns dos materiais desenvolvidos no grupo de pesquisa. Além de propiciar a divulgação dos materiais desenvolvidos, fizemos uso da tecnologia, usando o código QR (quick response), que possibilitará ao professor ter acesso a uma sequência didática (Figura 7b) desse material, sugerindo maneiras de integrá-lo na sua prática pedagógica.



a)



b)

Figura 7 – Exemplo de cartaz e sequência didática

Fonte: PETTENON, 2018.

Alguns exemplos de sequências produzidas envolvem: Tangram, engrenagens, balança dos números, quebra-cabeça, frações e a história dos números, que podem ser utilizados desde a Educação Infantil até a Básica.

O Teorema de Pitágoras é visto desde o Educação Básica, é um conteúdo com diversas aplicações e é um dos resultados que tem o maior número de demonstrações, uma releitura de demonstrações geométricas está nos artefatos construídos na impressora 3D ilustrados na Figura 8. Esses artefatos foram utilizados no trabalho de mestrado de Dias (2018) com alunos do Ensino Médio.



a) Teorema de Pitágoras²



b) Teorema de Pitágoras articulado³

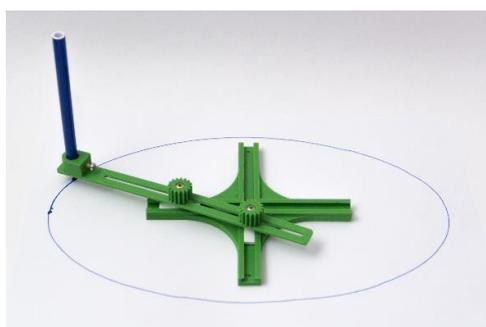
Figura 8 – Demonstrações do Teorema de Pitágoras

Fonte: Acervo dos autores, 2019.

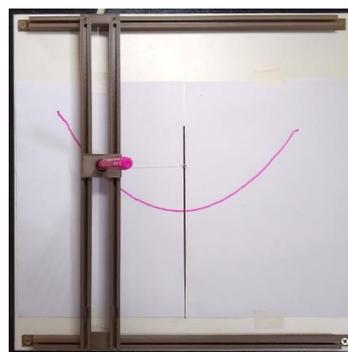
² Modelado por Xoan Sampaino e disponível em <http://www.thingiverse.com/thing:183886>

³ Modelado por mshscott e disponível em <http://www.thingiverse.com/thing:245202>

Outro trabalho, em nível de projeto de pesquisa, propõe-se a desenvolver máquinas matemáticas, usando a impressão 3D, que simulem propriedades geométricas ou constroem curvas. Nessa linha o laboratório já tem um elipsógrafo (Figura 9a), artefato que desenha elipses, cujo modelo está disponível para download na comunidade de design Thingiverse e seu funcionamento foi descrito por Nicolletti (2017) e um parabológrafo (Figura 9b), artefato que desenha parábolas, cujo modelo para impressão 3D foi adaptado pela equipe do nosso laboratório de um modelo construído com outros materiais (AGUIAR; FIGUEIREDO; MATTOS, 2019, no prelo).



a) Elipsógrafo⁴



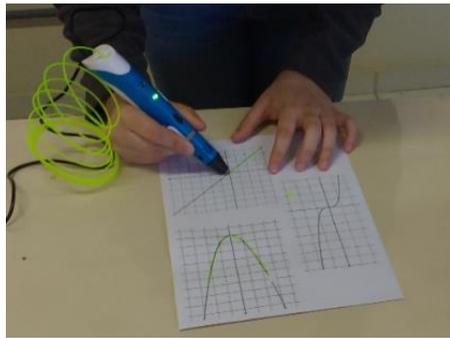
b) Parabológrafo

Figura 9 – Máquinas matemáticas

Fonte: Acervo dos autores, 2019.

A questão de como esses artefatos podem auxiliar os processos de ensino e aprendizagem da matemática num contexto de Educação Especial também se insere dentro de uma pesquisa, que está sendo desenvolvida no Laboratório FAB3D, com o objetivo de investigar as potencialidades do uso da caneta 3D para o ensino e aprendizagem da matemática com alunos cegos. O laboratório possui em seu acervo três canetas 3D, duas da marca 3D Stereo Pen (Figura 10a) e uma da marca Multilaser (Figura 10b), que estão sendo utilizadas em experimentações, tanto para alunos cegos quanto videntes. Com a caneta 3D é possível construir objetos tridimensionais, como por exemplo, dar volume aos gráficos de funções, possibilitando uma percepção desse elemento matemático por cegos. A pesquisa está em sua fase inicial, tendo sido realizadas duas experimentações de atividades, uma na Associação de Integração dos Cegos de Joinville – AJIDEVI e outra no ensino regular (SILVEIRA; AGUIAR; FRIZARINNI, 2019, no prelo).

⁴ Modelado por Dugi e disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:979136>.



a) Caneta 3D Stereo PEN



b) Caneta 3D Multilaser

Figura 10 – Caneta 3D

Fonte: Acervo dos autores, 2019.

CONCLUSÃO

O Laboratório FAB3D é um espaço de pesquisa e desenvolvimento de recursos didáticos para os processos de ensino e aprendizagem de matemática em todos os níveis. Em nossos projetos de ensino e pesquisa temos trilhado o caminho de transformar esses artefatos em instrumentos pedagógicos para a matemática. Essa tarefa não é simples, pois exige o conhecimento e a interseção de vários conhecimentos, tais como de tecnologia, de programação, de matemática e de metodologias que possibilitam uma boa integração desses materiais em sala de aula. Porém, a motivação e as perspectivas que a utilização desses materiais oferece para o ensino e aprendizagem da matemática tem nos encorajados a trilhar caminhos, alguns já percorridos e outros ainda não desbravados.

Os artefatos desenvolvidos evoluem em função tanto do avanço das tecnologias utilizadas quanto do feedback das experimentações realizadas, envolvendo as contribuições dos programadores, professores, pesquisadores e alunos. Os artefatos físicos representam um potencial para abordar alguns conteúdos de matemática na Educação Especial, podendo contribuir com aspectos ligados a coordenação motora, visualização e as diferentes representações.

Ao compartilharmos algumas de nossas experiências, esperamos contribuir para o uso do potencial da tecnologia 3D nos processos de ensino e aprendizagem de matemática, incentivando o professor que ensina matemática a conhecer nosso acervo, refletir sobre como utilizar os artefatos propostos e inclusive ter a oportunidade de colaborar na proposição de novos artefatos que gostaria de experimentar em sua prática docente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESC - Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina pelo apoio financeiro aos Grupos de Pesquisa PEMSA e NEPesTEEM.

REFERÊNCIAS

ABOUFADEL, E. **3D Printing an Octohedron**. 2014. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1407.5057.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

AGUIAR, L. C. D.; YONEZAWA, W. M. Construção de Instrumentos Didáticos com Impressoras 3D. In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (SINECT), 2014, Ponta Grossa. **Anais ...** Ponta Grossa, 2014. Disponível em: <<http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/tic-no-ensino-aprendizagem-de-ciencias-e-tecnologia/01409583389.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

AGUIAR, R.; FIGUEIREDO, E.B.; MATTOS, J. P. M. Parabológrafo: um artefato para desenhar parábolas. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 2019, Cuiabá. **Anais ...** Cuiabá, 2019. No prelo.

ALVES, F. R. V.; BORGES NETO, H; MACHADO, R. C. C. Aplicação da Sequência Fedathi na aquisição do processo de integral tripla com o auxílio do Maple. In: XII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-graduação em Educação Matemática (EBRAPEM), 2008, Rio Claro. **Anais ...** Rio Claro: Unesp, 2008. Disponível em: <http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebrapem2008/upload/9-4-A-gt10_VIEIRA-2_TC.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.

BASSO, M.V. A; NOTARE, M. R. Gênese instrumental do GeoGebra na formação de professores. **Zetetiké**. Campinas. Vol. 25, n. 2, p. 324-344, maio/ago, 2017.

BENK, P.; SILVA, S. M.; FIGUEIREDO, E.B.; SIPLE, I. Z. O Princípio de Cavalieri: numa abordagem apoiada pelas tecnologias atuais. In: II Colóquio Luso-Brasileiro de Educação, 2016, Joinville. **Anais ...** Joinville, 2016. Disponível em: <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/colbeduca/article/view/8513>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

BLIKSTEIN, P.; KABAYADONDO, Z.; MARTIN, A.; FIELDS, D. An assessment instrument of technological literacies in makerspaces and FabLabs. **Journal of Engineering Education**, p. 149-175, 2017.

CUNHA, L. G. **Cálculo de volumes usando o Princípio de Cavalieri mediado por materiais concretos**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Joinville, 2019. No prelo.

DIAS, O. G. W. G. **Do Teorema de Pitágoras ao último teorema de Fermat: um resgate histórico e uma proposta de aplicação no ensino básico.** 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Joinville, 2018.

HALVERSCHEID, S; LABS, O. Felix Klein's Mathematical Heritage Seen Through 3D Models. In: Weigand HG., McCallum W., Menghini M., Neubrand M., Schubring G. (eds.). **The Legacy of Felix Klein**, ICME-13 Monographs, 2019. p. 131-152.

HOOPEES, E. **The Effects of Using 3D Printed Manipulatives in College Trigonometry.** 2018. Dissertation (Master of Science) – Youngstown State University, 2018.

KNILL, O; SLAVKOVSKY, E. A. **Thinking like Archimedes with a 3D printer.** Harvard University, 2013.

KOSLOSKI, C. **Função quadrática: uma proposta para o Ensino Médio.** 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Joinville, 2018.

LEMKE, R.; SIPLE, I. Z.; FIGUEIREDO, E.B. OAs PARA O ENSINO DE CÁLCULO: POTENCIALIDADES DE TECNOLOGIAS 3D. **RENOTE** - Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 14, p. 1-10, 2016.

NICOLLETTI, L. P. **Cone de Apolônio: História, Matemática e Material Concreto.** TCC (Graduação) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Curso de Licenciatura de Matemática, Joinville, 2017.

PETTENON, N. **As percepções dos professores sobre a matemática na educação infantil: um estudo de caso nos ceis da cidade de Joinville.** TCC (Graduação) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Curso de Licenciatura de Matemática, Joinville, 2018.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains.** Armand Colin, 1995. Disponível em: < <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462/document>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

SILVA, S. M.; SIPLE, I. Z.; FIGUEIREDO, E.B. Uso da Impressora 3D do Ensino de Matemática In: 27º Seminário de Iniciação Científica, 2017, Joinville. **Anais ...** UDESC - Joinville, 2017.

SILVEIRA, C.; AGUIAR, R.; FRIZARINNI, S. T. Ensino de Ângulos com a Caneta 3D. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 2019, Cuiabá. **Anais ...** Cuiabá, 2019. No prelo.

SLIC3R, **Open source 3D printing toolbox.** Disponível em: <<https://slic3r.org/>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

SLAVKOVSKY, E. A. **Feasibility Study For Teaching Geometry and Other Topics Using Three-Dimensional Printers.** 2012. Dissertation (Master of Liberal Arts in Extension Studies) – Harvard University, 2012.