

**A IMPRESSORA 3D E
NOVAS PERSPECTIVAS
PARA O ENSINO:
possibilidades
permeadas pelo uso
de materiais concretos**

THE 3D PRINTERS AND NEW
PERSPECTIVES FOR TEACHING:
possibilities permeated by the
use of concrete materials

LA IMPRESORA 3D Y NUEVAS
PERSPECTIVAS PARA LA
ENSEÑANZA: posibilidades
permeadas por el uso de
materiales concretos

Maria Ivete Basniak¹

André Rafael Liziero^{2, 3}

RESUMO

Apesar de recursos tecnológicos como o computador se tornarem comum tanto no cotidiano dos alunos quanto dos professores, a inserção desses recursos em sala de aula vem acontecendo lentamente. O uso de recurso digitais nas escolas além de atender as exigências da atual sociedade, é meio para estimular e inovar o processo de ensino aprendizagem, possibilitado por múltiplos

¹ Graduação em Matemática pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória, Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (2009) e Doutorado em Educação pela Universidade Federal do Paraná (2014). É professora adjunta da Universidade Estadual do Paraná, Campus de União da Vitória. Atualmente está realizando estágio de pós-doutorado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, junto ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia. E-mail: basniak2000@yahoo.com.br.

² Graduando em Matemática pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), campus de União da Vitória. E-mail: andre.liziero@hotmail.com.

³ Endereço de contato com os autores (por correio): Universidade Estadual do Paraná. Campus de União da Vitória. Praça Coronel Amazonas, s/nº - Caixa Postal 57, União da Vitória - Paraná - Brasil - CEP: 84600-000, Brasil.

materiais pedagógicos virtuais com acesso em computadores, mas também por materiais concretos que podem ser criados por meio das impressoras 3D. Partindo de nossa experiência com o uso da impressora 3D para a construção de modelos pedagógicos discutimos nesse trabalho dificuldades dos professores em visualizar possibilidades que as tecnologias digitais possibilitam ao ensino permeado pela criação de novos materiais pedagógicos.

PALAVRAS-CHAVE: Impressões 3D; Tecnologias e Educação; Materiais para o Ensino.

ABSTRACT

Despite technological resources as the computer become common in the daily life of the students and the teachers, the inclusion of these resources in the classroom has been going slowly. The use of digital resource in schools in addition to meeting the requirements of modern society, it is a means to stimulate and innovate the teaching learning process, made possible by multiple virtual teaching materials with access to computers, but also for concrete materials that can be created by means of 3D printers. From our experience with the use of 3D printer for the construction of teaching models discussed in this work the teachers' difficulties in tracking possibilities that digital technologies make it possible to teaching permeated by the creation of new teaching materials. **KEYWORDS:** 3D printing; Technologies and Education; Materials for the Teaching.

KEYWORDS: 3D Printing; Technologies and Education; Materials for the Teaching.

RESUMEN

A pesar de recursos tecnológicos como la computadora llegan a ser comunes en la vida cotidiana de los estudiantes y los docentes, la inclusión de estos recursos en aula ha ido poco a poco. El uso de recursos digitales en las escuelas además de cumplir con los requerimientos de la sociedad moderna, es un medio para estimular e innovar la enseñanza y aprendizaje, posible gracias a

múltiples materiales virtuales de enseñanza con acceso a las computadoras, sino también por materiales concretos que se pueden crear mediante impresoras 3D. A partir de nuestra experiencia con el uso de la impresora 3D para la construcción de modelos de enseñanza, discutimos en este trabajo las dificultades de los profesores en el seguimiento de posibilidades que las tecnologías digitales hacen posible a la enseñanza, permeados por la creación de nuevos materiales pedagógicos.

PALABRAS CLAVE: Impresiones en 3D; Tecnología y Educación; Materiales para la enseñanza.

Recebido em: 28.02.2017. Aceito em: 23.05.2017. Publicado em: 01.07.2017.

Introdução

Recentemente, o uso de tecnologias digitais no ambiente escolar tem se tornado comum, principalmente com advento dos laboratórios de informática, que desde a década de 1990 se faz presente na maioria das escolas públicas e particulares (MARINHO; LOBATO, 2008). Apesar de recursos tecnológicos como o computador se tornarem comum tanto no cotidiano dos alunos quanto dos professores, a inserção desses recursos em sala de aula vem acontecendo lentamente, conforme trata Marinho e Lobato (2008, p. 1): “[...] em uma sociedade na qual as fontes de informação se multiplicam em uma velocidade assustadora [...], continuamos, em pleno século XXI, a fazer uma educação do século XIX [...]”. Com isso é necessário buscarmos novas perspectivas de como ensinar de acordo com a realidade em que vivemos, ou seja, tornar comum o uso de recursos tecnológicos para facilitar a aprendizagem dos alunos.

Mais recente que os computadores é a tecnologia da impressão 3D, um recurso do qual muitos sequer têm conhecimento, mas que pode ser muito útil na impressão de materiais pedagógicos que auxiliem o ensino de diferentes áreas. Mais do que isso, a tecnologia da impressão 3D propicia a construção de materiais concretos que antes só eram acessíveis virtualmente, possibilitando que o aluno compreenda melhor o conteúdo trabalhado com estes modelos por meio do manuseio e exploração desses materiais.

Contudo, o uso desses recursos, tanto computadores como a impressora 3D, requer tempo de estudo e aperfeiçoamento de como trabalhar com esses equipamentos, seja pelo uso direto desses recursos em sala de aula, trabalhado por professores e alunos, ou de forma indireta, em que um técnico elabore modelos solicitados para o uso em sala de aula. Mas muitas vezes essas tecnologias são deixadas de lado por falta de familiarização do professor, talvez por não terem uma preparação adequada para usar esses equipamentos, ou

ainda desconhecer esses recursos ou desconhecer alguém especializado em trabalhar com eles.

A nossa experiência com a impressora 3D iniciou por meio do Projeto de Iniciação Científica “Impressora 3D: Construindo Representações para o Ensino”, que está em seu segundo ano de trabalho, utilizando a impressora Cliever CL-1, cujo método de impressão é por FDM (*Fused Deposition Modelin*). A impressora foi adquirida pelo Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE), da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campus União da Vitória, no qual esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a impressora e aplicações da Matemática para a criação de modelos 3D, construindo modelos tridimensionais solicitados por professores deste campus da UNESPAR para o ensino de suas respectivas áreas.

Portanto, discutimos nesse trabalho dificuldades dos professores em visualizarem possibilidades que as tecnologias digitais possibilitam ao ensino permeado pela criação de novos materiais pedagógicos, partindo de nossa experiência com o uso da impressora 3D para a construção de modelos pedagógicos que não são encontrados facilmente de forma concreta.

Tecnologias digitais no ensino: potencialidades de computadores e impressoras 3D

Os recursos digitais proporcionaram atualmente graças ao avanço da globalização e do advento da internet a propagação da informação de forma extraordinariamente rápida para os mais diversos lugares do planeta. Segundo dados da União Internacional de Telecomunicações (UIT) em 2016 aproximadamente 50% da população mundial tinha acesso a internet e no Brasil, segundo a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), em 2014, 58% da população brasileira tinha acesso a esse meio de

comunicação. Oito anos antes somente 30% dos brasileiros tinham acesso a esses recursos, o que revela que a tecnologia digital está se fazendo cada vez mais presente na sociedade e isso reflete a necessidade do uso dessas tecnologias também na escola, pois como trata Kenski (2003, p. 9):

As atuais tecnologias digitais de comunicação e informação nos orientam para novas aprendizagens. Aprendizagens que se apresentam como construções criativas, fluidas, mutáveis, que contribuem para que as pessoas e a sociedade possam vivenciar pensamentos, comportamentos e ações criativas e inovadoras, que as encaminhem para novos avanços socialmente válidos no atual estágio de desenvolvimento da humanidade.

No Brasil, a partir da década de 1990 as escolas públicas e particulares começaram a instalar em seus espaços laboratórios de informática, mas isso não garantiu mudanças na prática do professor em sala de aula, nem melhoras no processo de ensino-aprendizado, uma vez que a forma de educação predominante na maioria das escolas corresponde a uma realidade social de décadas passadas (MARINHO; LOBATO, 2008), em que as tecnologias digitais não faziam parte da sociedade. Contudo, a inserção dessas tecnologias, segundo Piva Junior (2013, p. 99) “[...] não deve ser encarada como um conjunto de ações que produzirão resultados imediatistas, mas sim de médio a longo prazo.”

Desse modo, as tecnologias digitais como meio de ensino e aprendizagem torna-se um desafio para os professores, pois é necessário que eles tenham conhecimento suficiente para trabalhar com essas tecnologias e saibam adequá-las para o ensino, do contrário, pode prejudicar tanto seu trabalho pedagógico quanto a confiabilidade das tecnologias no uso para a educação (KENSKI, 2003). Assim, o uso das tecnologias digitais faz pensar em novos meios de ensinar e de aprender, pois as novas tecnologias integram e influenciam as disciplinas escolares (PIVA JUNIOR, 2013). Logo os professores

têm um papel fundamental em buscar formação e familiarização com esses recursos, implicando também em pensar novos métodos de ensinar, inovando em trabalhos e materiais pedagógicos.

A tecnologia digital mais comum nas escolas são os computadores (com seus *softwares* e acesso à internet), no entanto juntamente aos computadores é possível usar outras tecnologias que possam aprimorar a qualidade do ensino-aprendizado, tal como ocorre com as impressoras 3D. Essa tecnologia traz a oportunidade de concretizar modelos elaborados virtualmente, dando a possibilidade da manipulação de objetos que antes só poderiam ser visualizados pelo computador, tal como Aguiar (2016, p. 47) considera que a impressora 3D:

[...] pode ajudar o estudante a pensar diferente e a ver o mundo de outra maneira. Junto a outras TIC, ajuda a formar ambientes que dão o estímulo adequado a estudantes que se apresentam indiferentes na escola, pois possibilita que eles aprendam por conta própria mediante exploração.

No caso da impressora 3D é necessário que o professor tenha conhecimento do que ela pode produzir a fim de que proporcione novas abordagens de ensino. Nessas novas abordagens é necessário vislumbrar materiais pedagógicos inovadores que podem ser construídos por uma impressora 3D. Materiais concretos que por vezes não são encontrados facilmente no mercado, mas que podem ser construídos graças à tecnologia de impressão 3D e de *softwares* que permitem modelar em computadores esses objetos e imprimi-los. É importante considerar que a impressora 3D é um recurso que permite a construção de materiais para o ensino, e assim, seu uso em sala de aula não precisa ser direto, mas pode dar-se por meio do uso de materiais impressos. Nesse sentido não há a necessidade de o professor tomar conhecimento de como a impressora trabalha, se ele for apenas usar os

materiais impressos, e houver alguém que construa esses materiais. Entretanto, é necessário que consiga vislumbrar materiais que contribuam para o ensino e aprendizagem e que não estejam já disponíveis, pois se forem materiais que já estão disponíveis no mercado perde o sentido desprender um trabalho enorme na construção e impressão desses materiais que não são tão simples de serem impressos em uma impressora 3D como discutimos a seguir.

A impressora 3D e a impressão de modelos

O processo mais comum de impressão 3D encontrado hoje é a *Fused Deposition Modelin* (FDM), patenteada em 1989 por Scott Crump, em que a impressora funde o material de impressão (geralmente um filamento plástico) e deposita-o nos pontos específicos do objeto 3D, desenvolvido por meio de um *software* CAD (*Computer Aided Drawing*) e transmitido para a programação da impressora para reconhecê-lo e reproduzi-lo (AGUIAR; YONEZAWA, 2014). Semelhante a esse método, a impressora 3D da marca Cliever e modelo CL-1 realiza suas impressões por meio da fusão e deposição do polímero Poliacido Láctico (PLA), adquirido em rolos coloridos de filamento com espessura de 1,75mm ou de 3,0mm. A tecnologia de impressão 3D depende necessariamente de um *software* para que sejam elaborados os modelos a serem impressos, pois os sistemas de impressão 3D partem do desenvolvimento digital de modelos tridimensionais, por meio de *softwares* CAD, como AutoCAD e SketchUp. Assim é possível elaborar figuras tridimensionais para o ensino de algumas áreas da ciência que necessitam de modelos tridimensionais, tanto na área das ciências exatas como na de ciências humanas, o que possibilita ensino permeado por materiais concretos permitindo os alunos manusearem objetos tridimensionais, superando a abstração de uma representação bidimensional.

Para que os modelos possam ser impressos, é necessário que eles sejam exportados dos *softwares* CAD para o *software* específico da impressora Cliever CL-1, o Cliever Studio (Figura 1) na extensão .stl. Após a exportação do modelo, é feito alguns ajustes finais como redimensionamento, posição na mesa de impressão, ajuste de qualidade da superfície e do preenchimento do objeto e a geração de suporte para superfícies inclinadas.

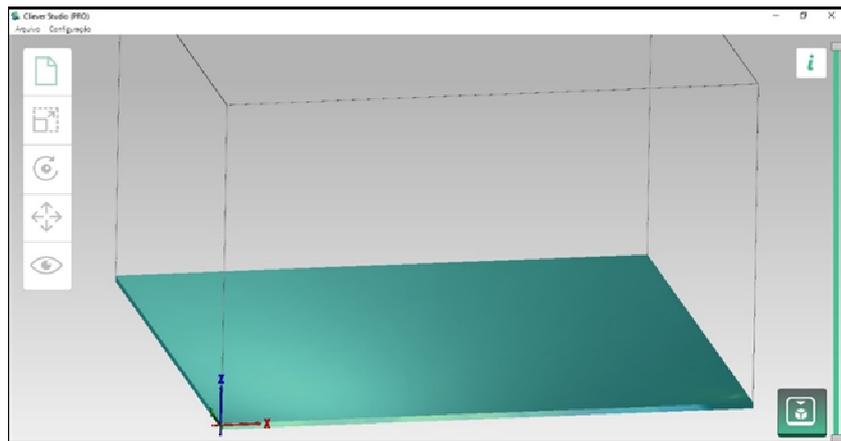


Figura 1: Interface do Cliever Studio.

Fonte: Os autores, 2016.

Sobre a impressão, destacamos duas partes importantes da impressora 3D Cliever CL-1 (Figura 2), a mesa de impressão e o bico extrusor. A mesa de impressão é uma placa quadrada de vidro temperado com lados de 180mm, tendo um espaço hábil para a impressão de 180mm×180mm×100mm. Ao iniciar a impressão, a mesa é aquecida a aproximadamente 60°C e o bico extrusor entre 180°C e 200°C.



Figura 2: Impressora Cliever CL-1.

Fonte: Os autores, 2016

Para que o filamento de PLA se fixe na mesa, é necessário aplicar um spray adesivo sobre a mesma, que se torna colante apenas enquanto está quente. A outra parte da impressora, o bico extrusor, é um bico de metal aquecido entre 180°C e 200°C, que recebe o plástico PLA com uma espessura de 1,75mm ou 3,0mm (dependendo do rolo que for utilizado) e o expelle com espessura de aproximadamente 0,1mm.

A impressora 3D conta com uma entrada para cartão SD, um painel interativo e três botões para navegar no painel, em que é possível selecionar os arquivos de impressão presentes no cartão SD, tornando desnecessário ter um computador para imprimir um objeto. Neste painel é possível ainda pré-aquecer o bico e a mesa, determinar suas temperaturas e calibrar a altura da mesa em relação ao bico.

Segundo informações obtidas no próprio sítio da Cliever Tecnologia:

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2017v3n4p445>

O Filamento Plástico PLA (Poliácido Lático) é um material totalmente biodegradável, produzido a partir de fontes naturais como milho e cana de açúcar. No processo de impressão 3D é o que apresenta o melhor resultado de impressão para peças de maior porte, além de respeitar melhor o dimensional da peça.

É um plástico fácil de utilizar, e por isso é ideal para quem está começando a imprimir em 3D. Não emite qualquer odor ou gás no processo de extrusão. É recomendado guardar o filamento PLA da Cliever em um lugar fresco e seco, evitando que o mesmo absorva a umidade do ar. Uma exposição prolongada à umidade pode comprometer a qualidade e performance do seu filamento (CLIEVER TECNOLOGIA, 2016, s.d).

No período que temos trabalhado com a Cliever CL-1, foram realizadas algumas impressões e verificamos que é necessário tomar alguns cuidados no momento da impressão, pois para modelos com superfícies muito inclinadas é necessário imprimir um suporte para que os objetos não percam sua forma projetada. Este suporte é gerado pelo próprio *software* Cliever Studio, em que é possível escolher a partir de qual ângulo de inclinação da superfície do objeto é necessário gerar a peça. Na maioria das impressões que realizamos com o suporte, constatamos que o tempo dedicado para imprimir o apoio é maior do que o da impressão do modelo construído, ocasionando um gasto excessivo de filamento e de tempo. Verificamos então que é necessário aperfeiçoar a impressão de modo que reduza o tempo e o filamento gasto para gerar apenas o suporte, buscando alternativas de materiais de impressão, de formatos do suporte ou alterar o modelo inicial de forma que sejam impressos em partes/peças que possam ser coladas ou encaixadas posteriormente e não requeiram suporte. Além disso, o PLA é um material que quando quente se torna muito aderente, então, no momento da impressão em que o filamento é expelido do bico a aproximadamente 200°C, a superfície do modelo tende a aderir ao suporte, fazendo com que prejudique a qualidade do acabamento ou até mesmo parte da superfície se quebre ao tentar remover o apoio. Assim,

aquele que for trabalhar com impressoras de FDM devem estar atentos a esses fatores a fim de otimizar a qualidade do modelo com o tempo e material gasto para impressão.

A prática metodológica do projeto

Após estudarmos a impressora 3D e o AutoCAD, *software* que usamos para elaborar os modelos, adquirimos bom conhecimento sobre eles, e então entramos em contato com alguns colegas do campus de União da Vitória da UNESPAR para que indicassem representações tridimensionais que pudessem, por meio da construção e impressão 3D, contribuir com suas aulas, tanto no ensino superior quanto na educação básica. Tivemos retorno à solicitação de dois professores e um aluno da graduação do curso de Licenciatura em Matemática para a construção de modelos para o uso em suas respectivas áreas de conhecimento. O professor A solicitou que fosse impresso a representação macro da dupla fita de DNA, e o professor B a representação da ligação tetraédrica do átomo de carbono com os átomos de hidrogênio, enquanto o aluno da graduação em Matemática alguns sólidos geométricos.

No segundo ano do trabalho, após novo contato com alguns professores, nos foi solicitado pelo professor C a representação da Faixa de Möbius, do Triângulo de Penrose e da Superfície de Seifert.

Após entregarmos os modelos aos professores, tanto no primeiro, quanto no segundo ano, solicitamos que nos entregassem uma avaliação em que expressassem a qualidade do modelo 3D, dessem sugestões de aprimoramentos e expusessem sua satisfação quanto ao modelo. Nós solicitamos essas avaliações com o objetivo de aprimorar o nosso trabalho com a impressora 3D e reavaliar nosso projeto. Nesse sentido, sugerimos que fossem respondidas as seguintes questões sobre o modelo 3D: "O modelo impresso é

satisfatório para o Ensino, no seu conteúdo específico? O seu formato precisa de aprimoramentos? Quanto à diversidade do modelo, em quais aplicações para o ensino em sua área o modelo 3D se enquadra? A qualidade da impressão é satisfatória ou apresenta dificuldades quanto a sua montagem e manuseio? Quanto ao modelo em geral (formato, cor e tamanho), está de acordo com o solicitado? Se possível, destaque pontos positivos e questões a serem melhoradas da representação 3D de um modo geral". Sugerimos ainda, que os professores expressassem outros itens que consideravam importantes que não foram abordados nas questões anteriores.

Algumas análises sobre as avaliações dos modelos

Após a produção e entrega dos modelos, aqueles que os solicitaram nos retornaram algumas considerações em que expressaram a qualidade do modelo 3D para o ensino, sugestões de aprimoramento e a satisfação quanto o modelo. Esperávamos que tais modelos solicitados fossem utilizados em aula e que nessa avaliação eles pudessem nos relatar quais as contribuições do modelo para o ensino e aprendizagem em sua aula, mas a utilização dos modelos só aconteceu pelo acadêmico que utilizou com seus alunos e pelo Professor C.

Em síntese, o Professor A respondeu que o modelo atende as expectativas, de modo que essa representação macro da molécula de DNA (Figura3) permite que os alunos entendam e visualizem a conformação em espiral da dupla-fita, o arranjo de átomos e grupamentos e as ligações químicas envolvidas. Respondendo ainda que a representação aplica-se em Genética Molecular, de modo que o modelo pode ser utilizado na abordagem de conteúdos como estrutura fina de genes, replicação, transcrição e regulação gênica. Ressaltou também que não há problemas durante a montagem, desde que haja um cuidado com os encaixes, e, aprovou o formato e tamanho da

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2017v3n4p445>

representação, considerando que poderiam ser acrescentadas outras cores no modelo para diferenciar as quatro bases nitrogenadas presentes no DNA. Por fim, considerou que o autor do modelo se mostrou interessado na realização do modelo, e que é favorável ao projeto, recomendando-o a outros professores. Ressaltamos, no entanto, que não houve aplicação em sala de aula da representação neste período de tempo.

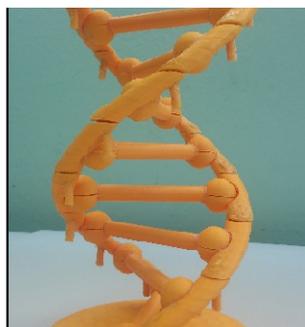


Figura 3: Representação macro do filamento de DNA

Fonte: Os autores, 2016.

A ligação química do carbono (Figura4), cuja representação se refere à ligação tetraédrica do átomo de carbono com átomos de hidrogênio foi avaliada pelo Professor B junto com outro professor e consideraram a representação satisfatória, mas reiteraram que os encaixes poderiam ser aprimorados, envolvendo mais as hastes que representam a ligação química. Responderam ainda que o modelo 3D tem aplicações em Química Geral, para o ensino de geometria molecular e ligações químicas; em Química Orgânica, no ensino de ligações químicas e estrutura tridimensional de compostos orgânicos; na área de Química Inorgânica, no estudo das teorias de ligações químicas e complexos metálicos. Os professores apontaram também que a qualidade da representação é satisfatória, mas há dificuldade no manuseio devido aos encaixes, considerando que poderiam ser impressos representações de átomos

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2017v3n4p445>

de diferentes cores, possibilitando uma melhor visualização dos diferentes átomos que compõem a molécula exemplificada pelo professor. Por fim, os professores consideraram que a representação da ligação química do carbono ajuda significativamente no aprendizado dos conteúdos abordados nas disciplinas de Química. Ressaltamos que no período de entrega da representação até o retorno da avaliação, este modelo 3D também não foi aplicado em sala de aula.

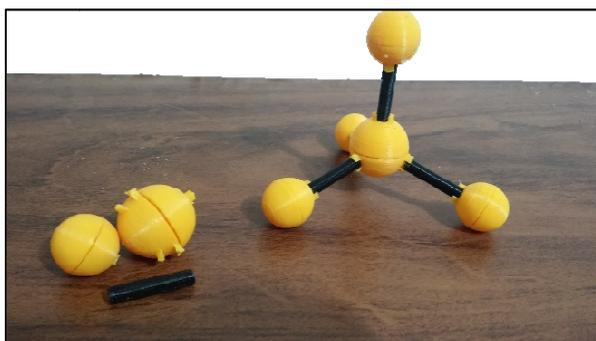


Figura 4: Representação da ligação química do carbono.

Fonte: Os autores, 2016.

Quanto aos modelos solicitados professor C, a Faixa de Möbius e o Triângulo de Penrose (Figura 5) foram utilizados em suas aulas. Ele considerou que tais modelos são satisfatórios para o ensino, no que se refere à discussão intuitiva de geometria topológica, ressaltando apenas que a Faixa de Möbius necessitava inclinar mais a superfície do objeto para manter sua característica topológica de não ser orientada. Ressaltou que os modelos podem ser utilizados em discussões de conteúdos de superfícies e fronteiras, interno e externo e homeomorfismo, referentes à geometria topológica. Quanto ao manuseio dos modelos, o professor considerou os materiais adequados, porém sugeriu que as superfícies poderiam ser um pouco mais lisas. O professor

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2017v3n4p445>

finaliza afirmando que os modelos possibilitam a visualização e manuseio de estruturas dificilmente acessíveis de outros modos, pois embora a Faixa de Möbius seja acessível por meio de fitas de papel coladas, a pouca rigidez do papel compromete algumas explorações, enquanto o modelo impresso promove essas abordagens. Do mesmo modo, o Triângulo de Penrose possibilitou discussões de geometria topológica associadas a aspectos da geometria projetiva que “transforma” o Triângulo de Penrose em um triângulo equilátero ou retângulo.

Como os modelos foram utilizados em aulas no Ensino Superior, os alunos indicaram que os modelos contribuíram para subsidiar e provocar discussões relacionadas aos conteúdos tratados.

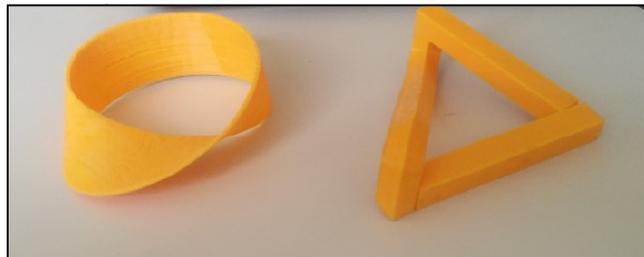


Figura 5: Faixa de Möbius e Triângulo de Penrose

Fonte: Os autores 2017.

O aluno da graduação considerou que os modelos (Figura 6) foram muito ricos em formato e manuseio para a abordagem de assuntos de geometria espacial, como volume de prismas e pirâmides. Ele observou que as impressões possibilitaram a compreensão dos principais elementos da geometria abordada, como pontos, retas, planos adjacentes, planos convexos, áreas, relações entre os volumes dos sólidos e união dos conceitos algébricos a conceitos geométricos. No entanto, ressaltou que o tamanho dos materiais poderia ser maior.

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2017v3n4p445>

O acadêmico utilizou esses materiais em suas aulas no Ensino Fundamental, e relatou que os modelos impressos possibilitaram aos alunos observarem propriedades que antes só tinham contato por ilustrações em livros didáticos ou impressões. O acadêmico fez também considerações sobre alguns aspectos dos modelos, como cores atrativas, material próprio para o manuseio, sendo apropriado para abordar aspectos relacionados a sólidos geométricos para o ensino de Geometria Espacial, tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio.

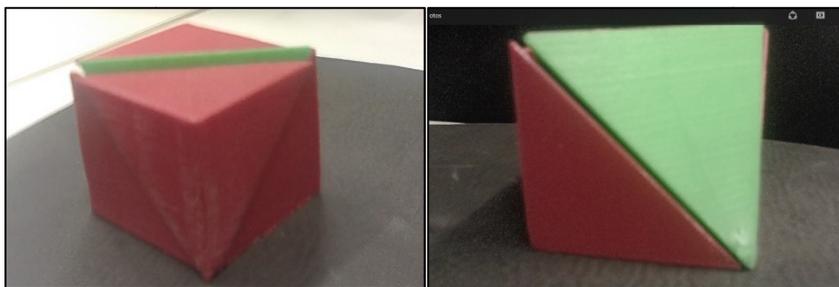


Figura 6: Sólidos geométricos

Fonte: Os autores, 2016.

Portanto, tivemos a utilização desses modelos apenas nas aulas do professor C e do aluno da graduação, sendo realizadas, portanto, diferentes observações em relação aos materiais produzidos, visto que puderam contar também com as percepções dos alunos sobre o material, enquanto que as avaliações dos professores A e B consideraram expectativa quanto ao potencial do material.

Além disso, o uso dos materiais com os alunos permitiu considerações como as feitas pelo professor C, sobre a diferença da utilização dos modelos concretos e rígidos em aula, que facilitou a visualização de objetos

tridimensionais, que seriam prejudicados se fosse usado o modelo virtual da Faixa de Möbius e do Triângulo de Penrose, ou mesmo tiras de papel, como o professor considerou, visto ser essa construção normalmente utilizada com os alunos quando esse conteúdo é trabalhado, uma vez que não contam com esse material pronto, o que dificulta, segundo a experiência relatada pelo Professor C, o manuseio dos modelos e conseqüentemente compromete a compreensão de alguns conceitos.

Assim, de acordo com os modelos impressos foi possível verificar que as solicitações feitas no primeiro ano do projeto, ou seja, as solicitações do professor A, do professor B e do aluno da graduação, foram de modelos de conteúdos fundamentais para o ensino de cada área, entretanto, são modelos fáceis de encontrar no mercado, pois há empresas especializadas na produção de materiais pedagógicos que fazem essas representações sem necessariamente utilizarem uma impressora 3D. Entretanto, a solicitação do professor C se referiu a modelos que só são encontrados virtualmente, pois é possível encontrar por meio de buscas na internet imagens desses modelos ou até mesmo arquivos de modelos 3D para visualização e impressão, mas a disponibilidade no mercado da Faixa de Möbius ou do Triângulo de Penrose não foi encontrada. Dessa forma, é possível notar que uma impressora 3D possibilita a construção de novos materiais que antes eram difíceis ou impossíveis de serem adquiridos, e sabendo da potencialidade dessa tecnologia nesse aspecto, as possibilidades para criar materiais concretos que antes só estavam disponíveis virtualmente tornam-se maiores. E nesse sentido também há a possibilidade de inovar no ensino, pois a manipulação de objetos concretos podem proporcionar experiências e conclusões na aprendizagem de novos conceitos que a visualização apenas deixa a desejar. Assim, a impressora 3D nos oferece a condição de pensar em materiais concretos inovadores, ou

seja, tornar concreto e manipulável representações que antes só poderiam ser visualizadas em ilustrações ou em computadores. Cada área do conhecimento faz uso de ilustrações bidimensionais que representam uma forma tridimensional, e a possibilidade de criar qualquer objeto através de *softwares* de modelagem 3D e imprimi-los com a tecnologia de impressão 3D abre um novo caminho para materiais pedagógicos inovadores que dependem apenas da criatividade e do conhecimento de seu criador.

Além disso, assim como o aluno da graduação considerou, modelos com cores e formatos atrativos para os alunos são fatores que contribuem para o ensino e aprendizado, pois esses materiais podem cativar os alunos às tarefas, possibilitando melhor compreensão.

Considerações finais.

Nossos trabalhos com o Projeto de Iniciação Científica “Impressora 3D: Construindo Representações para o Ensino” permitiu aos professores do Campus e a comunidade acadêmica solicitar a impressão de objetos tridimensionais produzidos em *softwares* de modelagem 3D. Mais específico ao ensino, o projeto permitiu que fossem elaborados novos materiais pedagógicos concretos. No entanto, para que materiais inovadores como a Faixa de Möbius e o Triângulo de Penrose surjam cada vez mais nas salas de aula, é necessário a familiarização dos professores com essa tecnologia, tendo ao menos conhecimento do que ela é capaz e quais as possibilidades que a impressora 3D viabiliza, proporcionando maior interação entre a sala de aula e as tecnologias digitais por meio de materiais pedagógicos inovadores impressos tridimensionalmente.

A partir das avaliações daqueles que solicitaram os modelos, pudemos refletir sobre o uso da impressora 3D no ensino das diferentes áreas, em que

destacamos alguns aspectos que se salientaram em nossas análises. A solicitação do Professor C, em comparação com os demais modelos que nos foram requeridos então, nos fez refletir sobre a dificuldade que os professores possuem em sugerir construções de materiais que pudessem contribuir para inovar no ensino, pois em geral, os modelos solicitados, foram materiais que já existem no mercado, e que, portanto, concluímos que os professores já conheciam. Nesse sentido, verificamos a dificuldade dos professores em, ainda que não precisem operar determinado recurso tecnológico, vislumbrar construções de materiais que possam contribuir para melhorarem sua prática em sala de aula, com materiais inovadores. E ainda nos fizeram refletir sobre o potencial da impressora 3D para o ensino das diferentes disciplinas, por meio da construção e impressão de modelos inovadores. Destacamos ainda que desde quando a impressora foi comprada pelo LIFE e o projeto iniciou, há quase um ano e meio, não nos foi solicitado espontaneamente qualquer modelo para o ensino, o que a nosso ver, reitera nossa afirmação anterior, de que há dificuldade dos professores em sugerirem materiais inovadores para o ensino, o que a nosso ver pode ocorrer por desconhecerem o potencial da impressora 3D, o que ocasiona que uma nova tecnologia seja adaptada a velha metodologia utilizada em sala de aula.

Assim, pretendemos elaborar uma carta explicativa aos professores sobre o potencial da impressora 3D e informá-los que podem fazer solicitações de construções inovadoras para o ensino a fim de que assim tenhamos a construção e impressão de modelos tridimensionais que utilizem o potencial que essa nova tecnologia oferece ao ensino e o aprendizado das diversas áreas do conhecimento.

Referências

AGUIAR, Leonardo de C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o Ensino de Ciências** 2016. 226 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências: Bauru, São Paulo.

CLIEVER TECNOLOGIA. Disponível em: <<https://www.cliever.com.br/>>. Acesso em 28 julho 2016.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. **Quase 60% da população brasileira tem acesso à internet, aponta relatório da CEPAL**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/quase-60-da-populacao-brasileira-tem-acesso-a-internet-aponta-relatorio-da-cepal/>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

KENSKI, Vani M. Aprendizagem Mediada pela Tecnologia. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n.10, p.47-56, set./dez. 2003.

MARINHO, Simão Pedro P.; LOBATO, W. Tecnologias digitais na educação: desafios para a pesquisa na pós-graduação em educação. In: **VI Colóquio de Pesquisa em Educação**, 2008, Belo Horizonte. VI Colóquio de Pesquisa em Educação, 2008. v. 1. p. 1-9.

PIVA JUNIOR, Dilermando. **Sala de aula digital: uma introdução à cultura digital para educadores**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

UNIÃO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **UIT: 3,7 bilhões de pessoas ainda não têm acesso à Internet no mundo.** 2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/uit-37-bilhoes-de-pessoas-ainda-nao-tem-acesso-a-internet-no-mundo/>>. Acesso em: 24 fev. 2017.