



Uso remoto da impressão 3D no processo de ensino-aprendizagem para alunos de uma IES

Dr. Flávio Cardoso Ventura¹, Dra. Aparecida Maria Zem Lopes²; Dr. Carlos Rezende de Menezes³, Dr. Célio Favoni⁴, Dra. Rosângela Monteiro dos Santos⁵

Resumo: Um dos grandes desafios da educação é o fator motivacional dos estudantes para com a aprendizagem. Entretanto, o avanço tecnológico possibilita a apropriação de novas tecnologias que podem romper barreiras e permitir a inovação no processo educacional. Nesse contexto, a utilização da impressão 3D tem crescido na área educacional ao se configurar como um instrumento colaborador relevante no processo de ensino-aprendizagem. Considerando as oportunidades de uso dessa tecnologia para a criação de produtos inovadores, este trabalho tem como objetivo descrever a utilização da tecnologia de impressão 3D como instrumento de motivação no processo de ensino-aprendizagem remoto para alunos de uma IES do interior de SP. Inicialmente foi selecionado o modelo para o teste preliminar e, logo após, disponibilizou-se dois tutoriais de uso de software, um para acesso remoto e outro para impressão 3D. Como resultado, a maioria dos alunos relataram que não tinham noção da tridimensionalidade e da forma como ocorria a impressão. Também apontaram que a experiência de operar remotamente o equipamento e as inúmeras possibilidades do uso desta tecnologia como relevantes.

Palavras-chave: Aprendizagem, Tecnologia, Impressão 3D, Ensino remoto.

Abstract - One of the great challenges of education is the motivational factor of students towards learning. However, technological advances enable the appropriation of new technologies that can break barriers and allow for innovation in the educational process. In this context, the use of 3D printing has grown in the educational area as it becomes a relevant collaborative instrument in the teaching-learning process. Considering the opportunities for using this technology to create innovative products, this paper aims to describe the use of 3D printing technology as a motivational tool in the remote teaching-learning process for students of a HEI in the interior of the SP. Initially, the model for the preliminary test was selected and, soon after, two software use tutorials were made available, one for remote access and the other for 3D printing. As a result, most students reported that they had no notion of three-dimensionality and the way in which printing took place. They also pointed out that the experience of remotely operating the equipment and the countless possibilities of using this technology as relevant.

Keywords: Learning, Technology, 3D Printing, Remote Learning.

¹ FATEC-JAHU, flavio.ventura01@fatec.sp.gov.br,

² FATEC-JAHU, aparecida.lopes01@fatec.sp.gov.br,

³ FATEC-SÃO PAULO, carlos.menezes5@fatec.sp.gov.br,

⁴ FATEC-JAHU, celio.favoni4@fatec.sp.gov.br,

⁵ FATEC-JAHU, rosangela.santos4@fatec.sp.gov.br.

1. Introdução

O atual modelo de sociedade da informação vem redimensionando as estruturas constitutivas tendo como suporte o uso da alta tecnologia no campo da comunicação e da informação - que permite inovações em todas as esferas. É um modelo de sociedade que se orienta pela autonomia, criatividade e produção do novo, o que tem tornado indispensável a convivência com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDIC (NEPOMUCENO, 2020).

As TDIC têm se tornado cada vez mais presentes no dia a dia das pessoas, fazendo parte de suas rotinas, por meio de recursos como computadores, *tablets*, *smartphones*, câmeras digitais, dentre outros.

Esses recursos permitem, não só o armazenamento de informações, como também o compartilhamento e disseminação delas. Dentre os vários ambientes em que as TDIC estão inseridas, está o ambiente educacional, que vem ganhando novas possibilidades de interação e comunicação ao longo dos anos, tanto na perspectiva dos professores quanto dos alunos (SANTANA et al., 2020).

Alguns estudos passaram a defender que a simples transmissão de informações já não é suficiente para que os alunos possam aprender (BERBEL, 2011). Assim, é de grande relevância que os alunos realizem atividades que favoreçam à construção do conhecimento, de modo que tenham uma postura ativa em relação ao seu aprendizado, elaborando e implementando novos produtos para o mercado. Além disso, tais experiências podem e devem ser assimiladas para a vida profissional e pessoal desses alunos (SANTOS et al., 2021, FERREIRA et al., 2017).

Um dos grandes desafios da educação é o fator motivacional dos estudantes para com a aprendizagem. Despertar o interesse e mantê-los engajados, em meio a tantas transformações e estímulos externos, depende, também, da metodologia de ensino que é utilizada e da forma como estes conteúdos são apresentados, especialmente neste cenário de Covid-19, que alterou, significativamente, a vida dos atores sociais que tiveram que se adaptar a um cenário desconhecido e completamente incerto (REZENDE, MARCELINO, MIYAJI, 2020).

O contexto imposto pela crise sanitária e econômica da Covid-19 teve reflexos no mercado em que os hábitos passaram a ser à distância, e a pandemia teve um papel de acelerador de “futuros”, pois exigiu a antecipação de estratégias no mercado e na sociedade, a exemplo do trabalho remoto, de modelo de negócios e da educação (SILVA et al., 2021).

Neste sentido, professores têm se esbarrado neste desafio e se veem, muitas vezes, sem alternativas para mudar e melhorar a qualidade do ensino. Assim, uma abordagem de caráter lúdico pode colaborar com o aprendizado e com a ressignificação dos conteúdos vistos em sala de aula. Dentre essas abordagens, está o uso de jogos, sejam eles manuais, físicos ou digitais (SANTANA et al., 2020).

Também se tem observado uma nova maneira de utilização das tecnologias em processos educativos, ampliado a partir da popularização da cultura *maker* - uma evolução do “faça você mesmo” (*do-it-yourself*), que se apropriou de ferramentas tecnológicas como a placa Arduíno, impressoras 3D,

cortadoras a laser e *kits* de robótica para incentivar o aprendizado a partir da criação e descoberta (RAABE e GOMES, 2018; SILVEIRA, 2016).

A concepção de peças em 3D vem transformando os processos de fabricação e pode ser inserida no campo escolar, visto que sua contribuição no processo de aprendizagem poderá produzir bons resultados. A relevância da impressão 3D, com a construção de peças para fins didáticos, indica maiores possibilidades para indivíduos, propiciando maior facilidade para seu aprendizado, já que prioriza o tato como sentido para a melhor interpretação de sua experiência (SOBRAL et al., 2020).

Dentro deste contexto, este estudo tem como objetivo descrever a utilização da tecnologia de impressão 3D como instrumento de motivação no processo de ensino-aprendizagem remoto para alunos de uma instituição de ensino superior (IES) numa cidade do interior do Estado de São Paulo.

Apesar das dificuldades enfrentadas por professores e alunos, percebeu-se a necessidade de se alterar e ajustar os modelos de ensino-aprendizagem e no caso da IES, objeto de estudo deste artigo, adotou-se o sistema de aulas remotas síncronas, para continuidade das atividades educacionais durante a pandemia.

A utilização de impressoras 3D no ambiente escolar é uma experiência já utilizada em várias instituições, tendo como base investigar o potencial da impressora como método de estímulo e inovação na forma de ensinar. A particularidade deste artigo é analisar o processo e as percepções dos alunos quando da utilização desses equipamentos de forma remota, dentro de um ambiente de ensino online.

2. Processo de ensino-aprendizagem

A disseminação do uso das TDICs contribui para as transformações observadas na sociedade atual e traz impactos na educação. É necessário refletir sobre essas mudanças no processo de ensino-aprendizagem, incluindo a aprendizagem ubíqua (que acontece em todo tempo e lugar) e a educação híbrida (*blended learning*), que leva ao processo de formação de forma continuada e integral (IANNONE; ALMEIDA; VALENTE, 2016; SANTAELLA, 2014; ALMEIDA, 2016).

Dessa forma, a pressão das novas mídias digitais, redes sociais decorrentes da referida transformação digital, promove a necessidade de ressignificar o conceito de educação, pode contribuir para potencializar a interação, colaboração e compartilhamento de informações entre estudantes, entre estes e professores, e ampliam o espaço de convivência (VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017).

Por outro lado, parte dos sistemas educacionais atuais foram desenvolvidos para o atendimento de determinadas demandas do mercado, que em muitos casos deixaram de existir. Então, é necessário que consigam promover a formação da mão-de-obra que possa atender à demanda atual (INOVAEDUC, 2018).

Tanto escolas quanto professores precisam alterar e evoluir as metodologias de ensino-aprendizagem utilizadas e oferecer formação adequada aos estudantes de modo que eles estejam preparados para exercer as novas profissões da era digital (CARVALHO NETO, 2019).

As metodologias ativas, aliadas às TDIC, podem facilitar esse processo de transformação digital. Para Valente, Almeida e Geraldine (2017), as metodologias ativas buscam criar situações de ensino-aprendizagem nas quais os estudantes pensem, façam, usem o conhecimento anterior para construir, juntos, novos conhecimentos por meio de conteúdos compartilhados na realização das atividades. Além disso, contribuem para que desenvolvam seu lado crítico, a capacidade de reflexão, a exploração de valores e atitudes sociais e pessoais, por meio do *feedback* que fornecem e recebem sobre suas práticas.

Enquanto as metodologias tradicionais colocam o professor no centro do processo de ensino-aprendizagem e é responsável por transmitir a informação aos estudantes em via única, nas metodologias ativas o aluno é o centro e tem papel ativo no processo (VALENTE; ALMEIDA; GERALDINE, 2017).

O professor, segundo Carvalho Neto (2019), tem o papel de preparar e oferecer aos estudantes conteúdo individualizado, interativo, de modo que estejam capacitados ao uso da informação para produção do conhecimento.

As TDIC podem otimizar o tempo dos professores, além de promoverem maior engajamento e motivação dos estudantes e facilitarem a apropriação do conhecimento de forma ativa (INOVAEDUC, 2018).

Algumas metodologias ativas têm sido bastante exploradas e utilizadas em diversos contextos educacionais, tais como a sala de aula invertida (*flipped Classroom*), estudo de caso, aprendizagem por pares (*peer instruction*), aprendizagem baseada em projetos ou problemas (*problem ou project-based Learning – PBL*), entre outras (MORAN, 2015; EDTOOLS, 2018).

A proposta destas metodologias é romper com o paradigma da aprendizagem passiva, na qual o professor ensina e o estudante aprende. O professor passa a atuar como curador de conteúdo, mediador e facilitador no processo de ensino-aprendizagem, enquanto o aluno que deve pesquisar e estudar o conteúdo e esteja preparado para discutir com colegas e professor em sala de aula (CARVALHO NETO, 2019).

Assim, a implantação do ensino remoto, imposta pela pandemia, tornou-se um grande desafio. Para mitigar tais constatações, é essencial a participação ativa do professor, de modo que os estudantes desenvolvam as habilidades de aprendizagem autônoma e possam acompanhar as inovações tecnológicas crescentes (ESCOLAWEB, 2019).

As escolas precisam mudar o modelo tradicional das salas de aula para espaços colaborativos, que permitam que os estudantes interajam e realizem experimentos compartilhados, por meio das metodologias ativas (VALE, 2020; ESCOLAWEB, 2019).

De acordo com Sunaga (2020), as TDIC exercem papel fundamental para facilitar o uso dessas metodologias citadas, por meio da Web e diversas ferramentas acessíveis aos professores e alunos em seus mais variados dispositivos.

Algumas dessas TDIC estão sendo utilizadas neste trabalho para possibilitar o uso da manufatura aditiva (impressão 3D) de modo remoto, por alunos de graduação, o que comprova a importância de se explorar, cada vez mais, tais recursos.

3. Prototipagem Rápida (Impressão 3D)

A prototipagem rápida (PR), conhecida como impressão 3D, possibilita o desenvolvimento de dispositivos específicos de acordo com a necessidade de cada projeto de produto. Modelos virtuais tridimensionais desenvolvidos por softwares são utilizados com o objetivo de dar maior liberdade de produção e *design*, principalmente com relação aos materiais e às formas variadas (GRETSCHE et al., 2014; MAIA, 2016).

A impressão 3D é definida como um grupo de tecnologias que utiliza uma abordagem camada por camada para criar objetos da base ao topo. O termo “prototipagem rápida” foi usado para descrever tecnologias que criam produtos físicos tridimensionais a partir de um arquivo digital desenvolvido em um software via *Computer Aided Design* (CAD), ou seja, projeto assistido por computador, este software se integra com outro software via *Computer Aided Manufacturing* (CAM), isto é, manufatura assistida por computador. Esta integração é conhecida como Sistema CAD/CAM (GIBSON et al., 2010).

Para imprimir em 3D, um software CAD exporta um arquivo de um modelo virtual, geralmente, no formato STL, enquanto um outro software, CAM, faz o fatiamento deste modelo, gerando camadas e coordenadas para a impressão.

Um dos processos de impressão 3D mais utilizados é o *Fused Deposition Modeling* (FDM), ou seja, modelagem por fusão e deposição. Trata-se de um sistema de extrusão de plásticos moldados por meio de alta temperatura (termoplásticos) sobre uma mesa de impressão, em que uma camada é depositada sobre a outra, formando um objeto. Os materiais mais comuns são: acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e ácido polilático (PLA) (CANCIGLIERI, et al., 2015)

O PLA é um material biodegradável e pode ser aproveitado na confecção de novos filamentos para impressão 3D e, ainda, é o termoplástico mais fácil de utilizar e com melhor custo/benefício (CHUA, LEONG e LIM, 2010). Segundo Wiltgen e Alcalde (2019) o tempo de manufatura da prototipagem rápida não é curto. No entanto, ainda é a opção mais rápida e de menor custo (incluindo material) do que os demais processos tradicionais de manufatura. A Fatec Jahu dispõe da impressora FDM em seu laboratório *Maker* (fabricante).

Existem algumas vantagens no uso da impressão 3D em comparação aos processos de fabricação tradicionais, entre eles: (i) eficiência - produção rápida e econômica, com baixas quantidades de material residual; (ii) criatividade - ideal para confecção de geometrias complexas; e (iii) acessibilidade - preço razoável de máquinas e materiais (SONG et al., 2016).

O uso destes equipamentos não está focado somente no ambiente industrial, mas, passa, a cada dia, a ocupar espaços residenciais e universitários, possibilitando a materialização de artefatos diretamente no local de uso, sendo do tipo “faça você mesmo” (SOBRAL et al., 2020).

4. Método

Segundo Silva e Menezes (2005), a pesquisa possui diferentes classificações, de acordo com sua natureza, abordagem do problema, seus objetivos e seus procedimentos técnicos.

Assim, esta pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios e descritivos e com procedimentos técnicos.

De acordo com Gil (2008) a pesquisa aplicada, tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos. A abordagem pode ser considerada qualitativa, pois se propõe a compreender as influências sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Do ponto de vista de seu objetivo, ela pode ser classificada como exploratória, pois visa explorar um tema relativamente novo, com a utilização da manufatura aditiva nos processos de fabricação e com seus conceitos ainda em desenvolvimento, bem como a sua relação com os processos de aprendizagem.

O desenvolvimento deste estudo ocorreu nas disciplinas de Automação Industrial e Projeto de Produto do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Jahu – Fatec Jahu, a partir da necessidade da instituição de se adaptar às restrições sanitárias impostas pela pandemia do Covid-19, de circulação de pessoas e de distanciamento social.

Inicialmente foi realizado levantamento bibliográfico com o objetivo de contextualizar os desafios do ensino e as TDICs, caracterizar as aplicações da tecnologia de impressão 3D e suas relações com a educação e elaborar o tipo de objeto que seria projetado e impresso pelos alunos de forma remota.

Como solução adotada foi a utilização do software AnyDesk para o acesso remoto pelos alunos e professores. Para o controle da impressora 3D de forma online optou-se pelo sistema de impressão *OctoPrint*.

O *Octoprint* é um *host* (hospedeiro) de impressão 3D com interface Web. É um software que pode ser instalado em um *Raspberry Pi*⁶ que é conectado à impressora 3D, assim ela fica disponível pela rede.

A impressora 3D utilizada foi uma *Longer LK4*, que estava instalada na residência do professor autor deste trabalho e foi conectada via *wifi* por meio de uma placa *Raspberry Pi*, ou seja, um computador de placa única do tamanho de um cartão de crédito.

5. Resultados e Discussão

Os alunos da IES foram convidados a participar de um desafio: conhecer e utilizar, de forma remota, a tecnologia de impressão 3D. Inicialmente eles tiveram algumas aulas sobre a origem, utilidades, materiais e aplicações da manufatura aditiva.

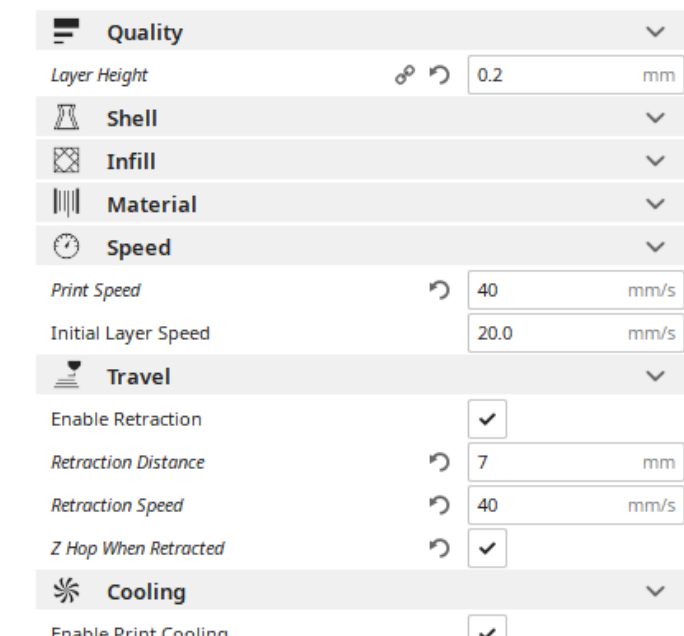
Logo após foi selecionado o modelo para o teste preliminar, desenhado no software Inventor da *Autodesk* e exportado em arquivo **.stl* para o software

⁶ *Raspberry Pi* trata-se de uma plataforma de prototipagem aberta baseada em *hardware* e *software* flexíveis e que facilita a experimentação do ensino remoto (CROTTI et al., 2013).

Ultimaker Cura, onde foi fatiado em camadas de 0,2 mm de espessura, temperatura de 200 °C e velocidade de 40 mm/s. O tempo estimado para a impressão 3D foi de 6 minutos e consumo de 1 g de material (filamento). A Figura 1 apresenta as configurações de impressão.

O material utilizado é conhecido como ácido polilático (PLA), trata-se de um filamento de material termoplástico com 1,75 mm de diâmetro, que é aquecido e extrusado em um bico que tem 0,4 mm de diâmetro.

Figura 1 - Configurações de impressão 3D.



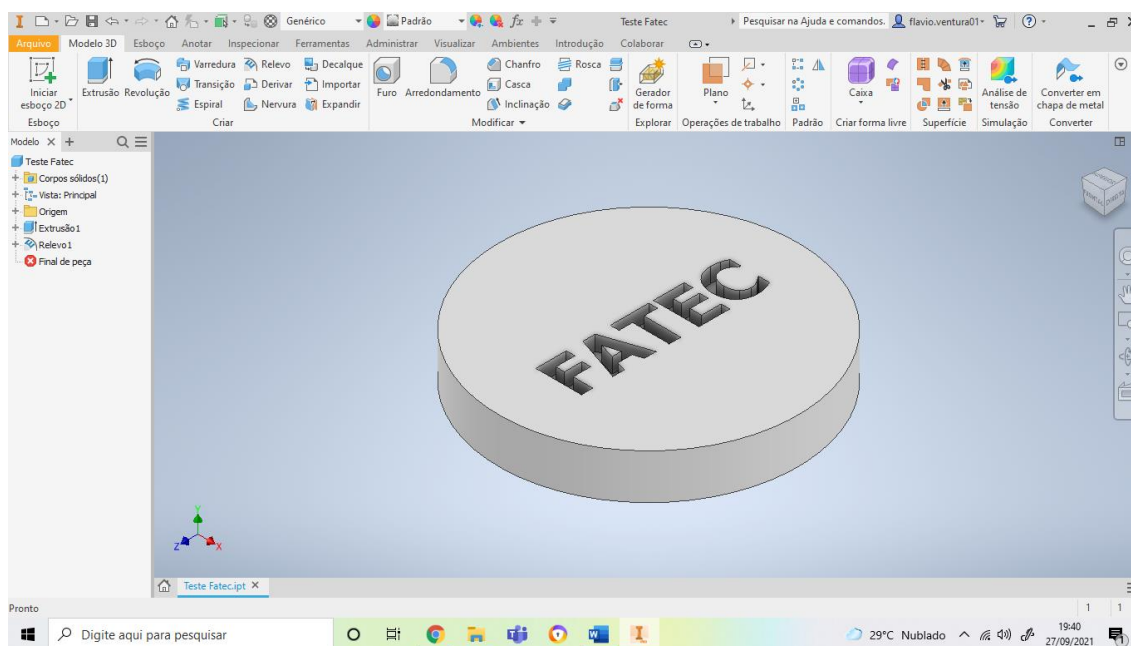
Fonte: Elaborada pelos autores.

Inicialmente, os testes foram realizados com 4 pessoas, sendo 3 docentes e um aluno. Somente um dos participantes já havia operado uma impressora 3D. Os participantes foram selecionados por conveniência. Após à realização dos testes iniciais, a atividade foi realizada com os alunos do curso.

O modelo desenvolvido para o teste inicial foi idealizado para ser de rápida prototipagem. Conforme apresentado na Figura 2, tem as seguintes dimensões: diâmetro de 20 mm e 3 mm de espessura. A modelagem foi realizada no software *Inventor (Autodesk)*.

Após a modelagem da peça, o modelo foi exportado na extensão *.stl, e, posteriormente, foi aberto no software *Ultimaker Cura*, no qual foi fatiado em camadas de 0,2 mm. Este software realiza o fatiamento do modelo virtual, gera o caminho da ferramenta (bico extrusor) por meio de um código conhecido como Código G, que prepara o arquivo CAD para a manufatura no equipamento CAM (impressora 3D), como demonstra a Figura 3.

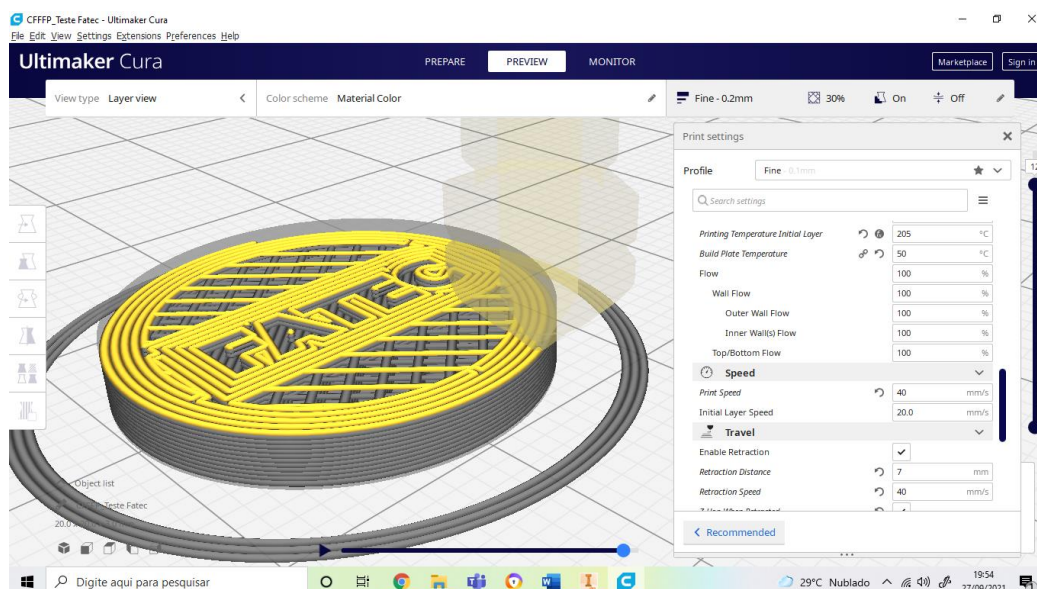
Figura 2 - Modelo utilizado em teste preliminar.



Fonte: elaborada pelos autores.

Após a preparação do modelo para impressão, iniciou-se a confecção do material teórico, isto é, tutoriais para a utilização do *AnyDesk* para o acesso remoto do computador que comanda a impressora. E também o tutorial para a operação do sistema de impressão *OctoPrint*, que comanda a impressora 3D de forma online.

Figura 3 – Peça final para ser impressa.



Fonte: elaborada pelos autores.

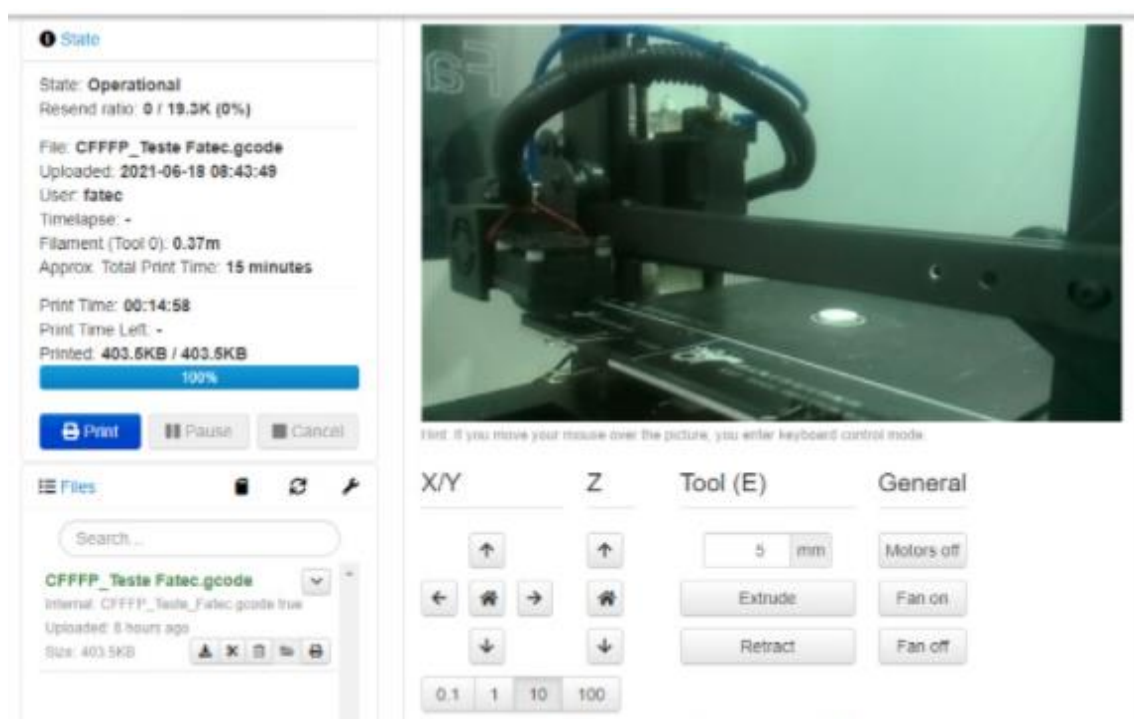
O material teórico (Tutorial) foi testado com os 3 docentes e um aluno de curso superior e modificados de acordo com o feedback de cada participante. Após os 4 testes iniciais, ocorreu a aplicação com 4 alunos que manifestaram suas expectativas e aprendizado com a impressão 3D online, considerada

relevante para a realização da pesquisa. Aproximadamente 20 alunos acompanharam os testes como expectadores.

Antes do início da impressão, os alunos leram os tutoriais e foram instruídos, por meio de ligação de áudio, sobre alguns itens básicos da plataforma online *Octoprint*, como por exemplo, seleção de arquivo e acompanhamento da impressão por meio de câmera de vídeo.

Durante a operação remota, eles selecionaram o arquivo a ser prototipado. Enquanto o bico extrusor era aquecido a uma temperatura de 200 °C e a mesa de impressão a 50 °C, os alunos eram orientados sobre as possibilidades de parar a impressão e retomá-la quando desejassem, assim como outras áreas para a visualização do caminho da ferramenta, em cada camada, tempo estimado para término, número de camadas, entre outros. A Figura 4 demonstra a interface do processo de impressão 3D online.

Figura 1 - Interface do processo de impressão 3D online.



Fonte: elaborada pelos autores.

Apesar do tempo estimado para a prototipagem no software fatiador *Ultimaker Cura* ser de 6 minutos, a experiência apresentou um tempo total de, aproximadamente, 15 minutos. Esse fato se deu por conta do tempo de aquecimento da mesa e do bico extrusor.

Ao final da atividade, os alunos relataram que a apresentação de uma tecnologia de impressão 3D foi muito significativa para eles, pois é uma realidade distante de grande parte dos alunos que não têm noção da tridimensionalidade, da dificuldade em entender como o projeto que está na tela do computador passa a ser elaborado fisicamente. Além disso consideram que é uma área que tem gerado muitos empregos.

Eles também apontaram que a experiência de operar remotamente a impressora 3D foi angustiante, por não terem a menor ideia do que se tratava.

Ao mesmo tempo, consideraram reveladora, pois perceberam a utilidade desta tecnologia e acreditam que quando as aulas retornarem, presencialmente, poderão compreender melhor o processo de criação e impressão.

6. Considerações finais

As transformações impostas pela crise sanitária e econômica da pandemia do Covid-19, evidenciou a necessidade de mudanças no modelo praticado pelas instituições de ensino, que foram fechadas e precisaram promover a educação de modo remoto ou à distância.

A estratégia da metodologia de impressão 3D remota foi capaz de promover aos alunos um processo de ensino-aprendizagem bem-sucedido quanto à tecnologia, proporcionando-lhes interação, estímulo e motivação, mesmo com as aulas acontecendo remotamente.

Do ponto de vista dos estudantes, tiveram a oportunidade de relacionar a teoria com a prática para associar conhecimentos de diversas disciplinas do curso como Projeto de Produto, Automação Industrial, Materiais e Tratamentos e Tecnologia da Informação.

No início do projeto, os alunos apresentaram dificuldade em serem protagonistas. No entanto, mostraram-se interessados em entender a situação, demonstraram engajamento, realizaram trabalho em equipe, deixando o papel passivo de meros ouvintes e assumiram uma postura mais ativa, na organização de seu conhecimento e do grupo.

As principais contribuições do estudo foram proporcionar possibilidades de aprendizagem com a criação e confecção de objetos enriquecidos por tecnologia, a realização de aulas mais participativas e a colaboração entre os alunos e entre eles e os professores envolvidos.

Espera-se que, quando as aulas voltarem na modalidade presencial, o processo de ensino-aprendizagem incorpore as metodologias ativas de modo mais efetivo, com protagonismo dos alunos e a relevância do papel do professor como curador de conteúdo, orientador e facilitador e não somente como transmissor do conhecimento no modelo tradicional-expositivo.

Referências

ALMEIDA, M. E. B. Currículo e narrativas digitais em tempos de ubiquidade: criação e integração entre contextos de aprendizagem. *Revista de Educação Pública*, Cuiabá, v. 25, n. 59/2, p. 526-546, maio/ago. 2016. Disponível em: <<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/issue/view/260>>. Acesso em: 06. Set. 2021.

BAYÓN, C. *et al.*, "CPWalker: Robotic platform for gait rehabilitation in patients with Cerebral Palsy," *2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2016, pp. 3736-3741, doi: 10.1109/ICRA.2016.7487561.

BERBEL, N. A. N. A. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Seminário: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, 32(1), 25-40, 2011.

CANCIGLIERI, O. J. *et al.* Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos. *Gestão de Produção*, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 345-

355, 2015.

CARVALHO NETO, C. Z. Educação 4.0: *Princípios e práticas de inovação em gestão e docência*. 2ª.ed. São Paulo: Laborciência editora, 2019.

CHUA, C.K; LEONG, K.F.; LIM, C.S. *Rapid Prototyping: Principles and Applications*. World Scientific, London, 2010.

CROTTI, Y. J; SILVA, B; MARCELINO, R; VILSON, G; CASAGRANDE, L. C. S. Raspberry Pi e Experimentação Remota. ICBL2013 – International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning, 2013.

DELOURS, J. *Educação um tesouro a descobrir*. Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre a Educação para o Século XXI. 6. ed. Tradução José Carlos Eufrázio. São Paulo: Cortez, 2001.

EDTOOLS. *Sala de aula invertida*. 2018. Disponível em: <<https://www.edtools.com/sala-de-aula-invertida/>>. Acesso em 30. Mar. 2019.

ESCOLAWEB. *O que é educação 4.0 e como ela vai mudar o modo como se aprende*, 2019. Disponível em: <https://wakke.co/o-que-e-educacao-4-0-e-como-ela-vai-mudar-o-modo-como-se-aprende/>. Acesso em 27. Nov. 2020.

FERREIRA, L. A.; NERIS, V. A.; MAYWORM, M. A. S. A Abordagem da sustentabilidade no ensino de ciências por meio de uma metodologia ativa. *Acta Scientiae Biological Reseach*. 2(2), 9-31, 2017.

GIBSON, I.; STUCKER, B.; ROSEN, D. W. *Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing*. New York: Springer, 2010.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRETSCH, K. F., LATHER, H. D., PEDDADA, K. V., DEEKEN, C. R., WALL, L. B., & GOLDFARB, C. A. Development of novel 3D-printed robotic prosthetic for transradial amputees. *Prosthetics and Orthotics International*, 40(3), 400-403, 2016.

IANNONE, L. R.; ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. *Pesquisa TIC Educação: da inclusão para a cultura digital*. In: Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2015. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016.

INOVAEDUC. *Os desafios da educação 4.0*. Folha Dirigida, outubro 2018.

MORAN, J. M. Educação Híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Orgs). *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*. 1. ed. Porto Alegre: GRUPO A, 2015.

NEPOMUCENO, C, M. A tecnologia a serviço da educação: os usos dos softwares no processo de ensino/ aprendizagem para pessoas com deficiência. *Revista Educação Inclusiva - REIN*, Campina Grande, PB, v.4, n.04, set./dez. - 2020, p.59-72. PUBLICAÇÃO CONTÍNUA – 2020.

RAABE, A.; GOMES, E. B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. *Revista Tecnologias na Educação – Ano 10 – Número/Vol.26 Edição Temática VIII – III Congresso sobre Tecnologias na Educação*, 2018.

SANTAELLA, L. Desafios da ubiquidade para a educação. *Revista Ensino Superior*. ed. 04 abr. 2013. São Paulo: Unicamp, 2013. Disponível em: http://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/edicoes/edicoes/ed09_abril2013/NMES_1.pdf>. Acesso em 02. Set. 2021

SANTOS, A.N; DELGADO, L. G. G; SANCHES, P. H. H.; SILVEIRA, G. S; FAVONI, F; SANTOS, R. M; VENTURA. F. C. O uso de metodologias ativas como prática de desenvolvimento sustentável: planejamento, confecção e uso de suporte de pôsteres de bambu em eventos científicos. 9º CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL (PLURIS 2021). Disponível em <https://pluris2020.faac.unesp.br/Paper800.pdf>

SILVA, W. M. D., MORAIS, L. A. D., FRADE, C. M., & PESSOA, M. F. Marketing digital, E-commerce e pandemia: Uma revisão bibliográfica sobre o panorama brasileiro. *Research, Society and Development*, 10(5), 2021.

SILVEIRA, F. *Design & Educação: novas abordagens*. In: MEGIDO, V. F. (Org.). *A Revolução do Design: conexões para o século XXI*. São Paulo: Editora Gente, 2016. p. 116-131.

SOBRAL, JEC, EVERLING, MT, & CAVALCANTI, ALMS. Veja como mais e faça nascer um mundo: Tecnologia 3D e suas possibilidades cognitivas para pessoas cegas. *Cadernos do Centro de Estudos de Design e Comunicação*, (83). 2020. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi83.3737>

SONG, C., LIN, F., BA, Z., et al, "My smartphone knows what you print: exploring smartphonebased side-channel attacks against 3D printers", In: *Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*, pp. 895-907, Vienna, Oct. 2016.

SUNAGA, A. E-book: *Ensino Híbrido - Diretrizes para planos de aula de qualidade*. 2020. Disponível em: <https://issuu.com/alesunaga/docs/ebook_ensino_h_brido_diretrizes>. Acesso em 02. Jul. 2020.

VALE, C. do. *Os principais desafios da educação 4.0*, 2020. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/os-principais-desafios-da-educa%C3%A7%C3%A3o-40-carlaile-do-vale/?trk=related_article_Os%20principais%20desafios%20da%20Educa%C3%A7%C3%A3o%204.0%20_article-card_title> Acesso em 28. Nov. 2020

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. de; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. *Rev. Diálogo Educ.*, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, abr./jun. 2017.

WILTGEN, F.; ALCALDE, E. *Prototipagem rápida aditiva aplicada em dispositivos funcionais de auxílio humano*. 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, São Carlos-SP, 2019.