



Impressão 3D e acessibilidade: expandindo o ensino de operações básicas em alfabeto braille no multiplano

3D printing and accessibility: expanding the teaching of basic operations in braille alphabet in the multiplane

Guilherme Oliveira Mendonça¹, Lara Gabriely dos Santos²,
Luiz Francisco Sanches Buzachero³

RESUMO

A partir da tecnologia de impressão 3D, a qual utiliza material sólido para a impressão de objetos tridimensionais por meio do derretimento de tais, é possível projetar desde objetos simples de decoração a recriação de biomodelos - peças que recriam a estrutura de partes biológicas - para o treinamento médico, podendo ser utilizada assim em diferentes áreas, incluindo a educacional. Essa ferramenta foi utilizada pelo projeto "Inception 3D - Impressão e prototipação em 3D" para a impressão de peças do Multiplano que possuem caracteres do alfabeto Braille, com o objetivo de facilitar o aprendizado da matemática de pessoas com necessidade de ensino especial em relação à visão, proporcionando assim um conhecimento que esteja de acordo com o que é ensinado a pessoas videntes (que possuem visão), evitando que o ensino seja defasado em relação a esse grupo. Por conseguinte, as peças desenvolvidas atingiram o objetivo esperado do projeto e ampliaram o conhecimento e a visão dos membros do projeto em relação ao impacto que a impressão 3D pode ter dentro da comunidade.

PALAVRAS-CHAVE: Acessibilidade. Braille. Impressão 3D. Matemática. Educação.

ABSTRACT

From 3D printing technology, which uses solid material to print three-dimensional objects by melting them, it is possible to design everything from simple decorative objects to biomodels - pieces that recreate the structure of biological parts - for medical training, and can thus be used in different areas, including education. This tool was used by the "Inception 3D - 3D printing and prototyping" project to print Multiplane pieces with characters from the Braille alphabet, with the aim of facilitating the mathematic learning of people with special educational needs in relation to sight, thus providing knowledge that is in line with what is taught to people who have sight preventing teaching from being out of step with this group. As a result, the pieces developed achieved the project's expected objective and broadened the project members' knowledge and vision of the impact that 3D printing can have on the community.

KEYWORDS: Accessibility. Braille. 3D printing. Mathematics. Education.

INTRODUÇÃO

A impressão 3D, tecnologia que produz objetos em três dimensões, também conhecida como impressão de depósito por fusão (FDM), essa é mais utilizada devido a características como baixo custo e maior simplicidade se comparada às demais, o polímero é transformado do sólido para líquido e depois solidificado novamente por conta da interação com a temperatura ambiente.

¹ Bolsista da da Pró-Reitoria de Relações Empresariais e Comunitárias (PROREC). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: gmondonca@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8415685197217239>.

² Discente na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: larasantos@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9431560790806132>.

³ Docente no Departamento Acadêmico da Elétrica (DAELE). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: luizf@professores.utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1747856636744006>.



Por mais que boa parte da manufatura aditiva (GIBSON et al, 2014), seja relacionada a objetos de uso comum ou decoração, essa tecnologia não se limita apenas a essas aplicações e possui outras que variam desde construção civil (FORMIGA e CARNEIRO, 2021) à medicina (PAIXÃO, 2022), pois a prototipação não se restringe apenas a peças feitas de filamento PLA (ácido-polilático) ou ABS (acrilonitrila-butadieno-estireno). Essa ampla utilização se dá pela facilidade do processo para chegar a um protótipo de qualquer produto com maior facilidade.

Um exemplo de aplicação, é a utilização de biomodelos como ferramenta de ensino de técnicas cirúrgicas para o treinamento de profissionais em residência médica. Essa aplicação demonstra que o uso desses modelos permite um melhor entendimento do processo que vai ser executado de maneira prática, diminuindo assim o tempo de realização e os possíveis riscos cirúrgicos aos pacientes. Como conclusão da aplicação, foi possível determinar que:

Incluir estas tecnologias no repertório do preceptor é fundamental para a diferenciação do futuro especialista no mercado de trabalho, uma vez que é imprescindível que o ensino médico se adapte de modo a formar profissionais capazes de responder às demandas da sociedade. (GIROTTO et al., 2021)

Diante de tantas possibilidades dentro da área de impressão 3D, o projeto de extensão Inception 3D - Impressão e prototipação em 3D foi criado a fim de levar o conhecimento sobre manufatura aditiva à comunidade interna e externa à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Cornélio Procópio por meio da prestação de serviços à comunidade, tanto na forma de modelagem e impressão quanto na promoção de minicursos relacionados à prototipação 3D. Possibilitando assim que os futuros profissionais tenham um conhecimento maior em relação à tecnologia aditiva que vem tomando espaço dentro e fora da indústria, oferecendo assim um conhecimento diferencial de forma gratuita.

Dentre os possíveis projetos a serem desenvolvidos, a Inception 3D fez parceria com o Núcleo de Acessibilidade e Inclusão (NAI) da UTFPR do mesmo campus, núcleo responsável por acolhimento, orientação e acompanhamento das pessoas que necessitam de educação especial, em parceria com o Núcleo de Acompanhamento Psicopedagógico e Assistência Estudantil (NUAPE). Este artigo, tem por objetivo apresentar o trabalho da Inception 3D em conjunto com discentes de apoio no desenvolvimento de peças do alfabeto Braille para o Multiplano para que seja feito o ensino da matemática, unindo assim a tecnologia da impressão 3D com a acessibilidade, bem como explicado o funcionamento do projeto durante o período de julho de 2022 à dezembro de 2022.

METODOLOGIA

No projeto Inception 3D trabalha-se com a modelagem de peças que atendem às especificações do solicitador. Para o presente projeto foram desenvolvidas peças que auxiliassem no ensino de matemática através do Braille para alunos com deficiência visual, para tanto, foram necessários testes e adaptações até a aprovação das peças. O processo de desenvolvimento do projeto foi organizado a partir das seguintes etapas:

1. **Entendimento do problema e proposta de solução:** de início, ocorre uma reunião para entendimento da(s) peça(s) que serão solicitadas e para qual



- objetivo serão utilizadas. Nesse momento são definidas as dimensões da peça e também a forma como ela será impressa, quanto maior a necessidade da peça ser resistente, mais preenchimento é inserido, por exemplo. No caso das peças em braille, foi solicitado a adequação de pinos já existentes para o ensino da matemática através do Multiplano;
2. **Medição dos pinos:** como o projeto partia da semelhança das peças já existentes do Multiplano, foi necessário efetuar a medição dessas para que as novas fossem projetadas de forma semelhante e também se encaixem no modelo utilizado;
 3. **Modelagem dos novos pinos:** a partir das novas especificações e medidas tiradas, realiza-se a modelagem por meio do software Autodesk Fusion 360;
 4. **Impressão de unidades para testes:** a fim de comprovar que o que foi modelado está de acordo com o que foi solicitado e que a impressora está calibrada corretamente para a impressão, são feitas impressões teste com a qualidade parcialmente inferior à qualidade que serão feitas as impressões finais porém com as mesmas características;
 5. **Aprovação:** as peças teste são apresentadas ao solicitante para que sejam aprovadas, também é averiguado se atendem à necessidade do solicitante ou se são necessários ajustes; caso haja necessidade de ajustes, a peça volta para a etapa 3, de modelagem, e depois segue novamente o fluxo de trabalho e nova aprovação;
 6. **Impressão em massa:** com as peças aprovadas é possível iniciar a impressão em massa, onde todas as novas peças do multiplano são impressas em conjunto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Inception 3D, como precursora do acesso à impressão 3D no campus de Cornélio Procópio, voluntariou-se como intermediária no projeto Braille, em conjunto com os responsáveis e discente de apoio do NAI, buscando aprimorar os materiais didáticos utilizados no ensino de matemática para deficientes visuais. Como possibilidade para tal aprimoramento foi encontrado o Kit Multiplano adotado no trabalho desenvolvido como uma alternativa de material manipulável (que também serve para videntes).

A partir da implementação do kit estudado pelos discentes de apoio, foi constatado a necessidade do aprimoramento dos componentes já existentes, em especial os pinos identificados em braille e indo-arábico devido ao seu design que trazia dificuldade para diferenciação de números bem como a falta de alguns componentes matemáticos. Tais modificações partiram das observações empíricas e feedbacks coletados dos alunos, passando pelas etapas citadas na metodologia.

Entendendo sua viabilidade e restrições, a Inception propôs-se a desenvolver um modelo que suprisse todos os requisitos descritos, desenvolvendo algo eficaz, de baixo custo e que permitisse ainda a utilização do plano retangular (Figura 2) como ferramenta base.

O setor de pesquisa e desenvolvimento, com o apoio da coordenação geral do projeto e da tesouraria, propôs que a partir de medidas dos pinos já existentes, houvesse uma modificação de modo que não existisse mais dificuldade quando os alunos



utilizassem os recursos desenvolvidos. Sendo assim, manteve-se as mesmas medidas na base das peças, para o encaixe no plano retangular, e houve um aumento no diâmetro da parte superior, facilitando a impressão da identificação dos pinos e, conseqüentemente, sua leitura, respeitando as distâncias entre as peças quando acopladas ao plano retangular.

Para que fosse realizada a modelagem da nova peça, foram medidas as peças anteriormente utilizadas no Multiplano e transformadas em um modelo 3D criado por meio do software Autodesk Fusion 360. Nesse, o modelo das peças foi desenvolvido e salvo para ser transferido ao fatiador que converte o arquivo .stl em .gcode.

Por conseguinte, foi desenvolvido o modelo 3D do novo formato da peça, já adaptada com as melhorias para utilização como pode-se observar na Figura 1:

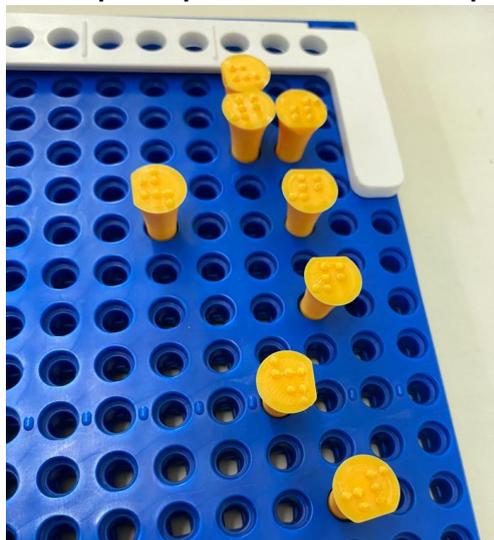
Figura 1 – Modelo 3D dos pinos desenvolvidos



Fonte: Acervo privado do Projeto Inception 3D - Impressão e prototipação em 3D (2022).

A partir do modelo que foi apresentado como base, foram introduzidos os protótipos de cada peça, para testes e introdução do novo estilo de material aos alunos, após o aceite dos mesmos, iniciou-se a impressão em massa. A Figura 2 apresenta os modelos desenvolvidos como proposta de intervenção em relação ao problema apresentado, já acoplada ao plano retangular provindo do Kit Multiplano:

Figura 2 – Fotografia do protótipo desenvolvido e acoplado ao plano retângular



Fonte: Acervo privado do Projeto Inception 3D - Impressão e prototipação em 3D (2022).

No total, foram impressas 200 unidades dos pinos, representando diferentes números, operações e letras, fazendo uso de 280 gramas de filamento apenas para as peças e suporte de tais, sem levar em consideração as peças teste e as impressões descartadas no processo. Temos essa relação no Quadro 1:

Quadro 1 – Relação de peças produzidas e quantidade de filamento utilizado

Símbolos	Quantidade por elemento	Quantidade total	Filamento (g)
1 - 9	10 pinos por número	90 pinos	126
A - C	10 pinos por letra	30 pinos	42
X - Z	10 pinos por letra	30 pinos	42
Operações básicas	10 pinos por operação	40 pinos	56
Igualdade	10 pinos	10 pinos	14

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

CONCLUSÃO

A modelagem, prototipagem e impressão 3D são fascinantes por, praticamente, não haver limites em suas aplicações. Esses conhecimentos atrelados a um objetivo com tamanha importância e impacto, tornando tanto para o ambiente acadêmico como para o ambiente social, geram grande motivação para alcançá-los.

E, como comprovado através de observações e aprovação dos discentes de apoio do NAI e seus alunos, conclui-se que o objetivo foi alcançado. Proporcionando o melhor entendimento, gerando inclusão aos deficientes visuais e facilidade aos discentes de



apoio através do aprimoramento dos pinos do Kit Multiplano. Tornando viável novas parcerias entre o projeto Inception 3D, NAI e seus colaboradores e voluntários.

AGRADECIMENTOS

O projeto Inception 3D - Impressão e prototipação em 3D agradece à Pró-Reitoria de Relações Empresariais e Comunitárias (PROREC) pela concessão de uma bolsa para o estudante de graduação durante a execução do projeto. É grato também à UTFPR-CP e aos voluntários - Vinicius Soares Damaceno, Gutemberg Teles de Souza Junior, Marco Antonio Silva Conceição - pelo projeto desenvolvido e também a todos os demais voluntários, pela colaboração, doação de horas e apoio, permitindo que o projeto de extensão continue a existir e cresça continuamente. Os agradecimentos também se estendem aos discentes de apoio do NAI que confiaram no projeto para um trabalho tão importante e engrandecedor, além de terem contribuído com 1kg de filamento juntamente com o Prof. Wagner Endo o qual também auxiliou com a coordenação geral do projeto.

CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

Arnoldo Jr, Henrique, et al. **“O uso do multiplano por alunos surdos e o desenvolvimento do pensamento geométrico”**. Cadernos CEDES , vol. 33, n ° 91, dezembro de 2013, p. 387–409. DOI.org (Crossref) , <https://doi.org/10.1590/S0101-32622013000300006>.

“Como funciona”. Multiplano , <https://multiplano.com.br/como-funciona/>. Acessado em 26 de outubro de 2023.

FIA. **Impressão 3D: O que é, Como funciona e Exemplos de Aplicações**. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/impressao-3d/>>. Acesso em: 16 set. 2023.

Formiga, Caio Vinicius Efigenio, e Marcos Lajovic Carneiro. **“Impressão 3D para construção civil: revisão da literatura e desafios”**. REVISTA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA, vol. 13, no 4, dezembro de 2021. revistas.uepg.br, <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/19632>.

GIROTTO, M. C. et al. Uso de prototipagem rápida no planejamento de reconstruções da artroplastia total do quadril: Uma ferramenta para ensino. **Revista brasileira de ortopedia**, v. 56, n. 06, p. 809–812, 2021.

GIBSON, I.; ROSEN, D. W.; STUCKER, B. Additive Manufacturing Technologies. New York: Springer, 2014.

Núcleo de Acessibilidade e Inclusão (NAI). Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/estrutura/grad/contatos/dirgrad-pb/nai>>. Acesso em: 14 set. 2023.