

Modelagem e impressão 3D aplicadas a criação de objetos de aprendizagem assistivos

Catarina Costa¹, Rodrigo Silva^{1,2}, Gabriel Guedes¹, Jair Figueirêdo¹

¹Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal do Acre (UFAC)
Rio Branco – AC – Brasil

²Grupo de Informática para Pesquisa em Computação – Instituto Federal do Acre (IFAC)
Rio Branco – AC – Brazil

catarina.costa@ufac.br, rodrigo.souza@ifac.edu.br,

gabriel.guedes@sou.ufac.br, jair.figueiredo@ufac.br

Abstract. *Learning objects aim to support the teaching process with different resources. The creation of these objects can be facilitated by additive manufacturing, through 3D modeling and printing, with the possibility of creating customized objects for certain needs. There is also the possibility of creating assistive technologies, inclusive objects designed for certain needs. In this sense, this paper presents an experience of building objects that assist in the learning of people with disabilities or some difficulties through 3D printing technologies. Students and teachers participated in two training sessions and built five assistive learning objects. This experience shows that technologies can support teachers and institutions to adopt more inclusive practices.*

Resumo. *Objetos de aprendizagem visam apoiar o processo de ensino com diferentes recursos. A criação desses objetos pode ser facilitada pela manufatura aditiva, através da modelagem e impressão 3D, permitindo a personalização conforme necessidades específicas. Dessa forma, é possível desenvolver tecnologias assistivas e objetos inclusivos adaptados a essas necessidades. Neste sentido, este artigo apresenta uma experiência de construção de objetos que auxiliem no aprendizado de pessoas com deficiência ou alguma dificuldade através de tecnologias de impressão 3D. Estudantes e professores participaram de duas formações e construíram cinco objetos de aprendizagem assistivos. Essa experiência evidencia que as tecnologias podem apoiar professores e instituições a adotarem práticas mais inclusivas.*

1. Introdução

Um objeto de aprendizagem é definido como qualquer entidade, digital ou não digital, usada para aprendizagem, educação ou treinamento [Committee et al. 2002]. Os objetos de aprendizagem apoiam o processo de ensino com diversos recursos que podem ser acessados pelos alunos. Porém, a produção desses objetos que auxiliem na formação do conhecimento em diferentes domínios é um desafio para professores e instituições públicas.

A possibilidade de utilização da modelagem e impressora 3D para a criação desses objetos traz grandes possibilidades para o processo de ensino-aprendizagem. Verifica-

se na literatura experiências no uso de objetos 3D para o ensino nas áreas de matemática [Lemke et al. 2016, Lopes et al. 2021] e na saúde [Alves de Oliveira et al. 2022, Ribeiro et al. 2014]. A modelagem, prototipação e impressão 3D são tecnologias utilizadas para construir modelos físicos, protótipos, componentes de ferramentas e peças acabadas a partir de um modelo tridimensional desenhado em um software [Luz et al. 2022].

A criação e impressão permite ao estudante visualizar e manipular o objeto aproximando-o da realidade e do conhecimento. Professores e estudantes podem criar objetos que representem um coração em 3D com as veias e artérias, onde é possível verificar os caminhos do fluxo sanguíneo no corpo humano [Alves de Oliveira et al. 2022]. Assim como na geometria analítica, com a criação de objetos de superfícies quádricas, com detalhes que não seriam tão fáceis de visualizar no programa de matemática GeoGebra ou em um vídeo [Lopes et al. 2021].

Dentro desse contexto, verifica-se também a necessidade de pensar em objetos assistivos, que apoiem estudantes com diferentes necessidades de aprendizagem. Um estudante que possui alguma limitação em suas atividades, decorrente de deficiência ou barreiras ambientais, pode ter dificuldade para conduzir as tarefas e problemas no processo de aprendizado [Bastos Plotegher et al. 2013]. A utilização da manufatura aditiva, o processo de fabricação, permite o desenvolvimento de peças customizadas de acordo com a necessidade e com redução de custos [Luz et al. 2022, Wonjin et al. 2016]. Seguindo o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT)¹, as Tecnologias Assistivas (TA) englobam produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência.

Embora a inclusão dos alunos deficientes seja prevista por lei, muito deve ser feito para que o aprendizado deles seja eficiente, a disponibilização de apoio tecnológico para que os professores possam elaborar maneiras para ensinar os alunos pode ser um dos caminhos [Nakasone 2018]. A customização dos produtos de TA com impressão 3D torna o processo de adaptação individual, reduzindo o abandono de um determinado produto por falta de adaptação do indivíduo [da Silva et al. 2020]. Além disso, é preciso que o professor desenvolva novas habilidades, como: planejar a construção de objetos, aprender a desenhar em softwares de modelagem 3D, preparar o modelo 3D na etapa de fatiamento e a utilizar recursos para compartilhar e reutilizar modelos 3D de instrumentos didáticos criados por outras pessoas [Aguar 2016].

Diante do contexto apresentado, este trabalho apresenta uma experiência de construção de objetos que auxiliem no aprendizado de pessoas com deficiência ou algum dificuldade a partir do uso de tecnologias de modelagem, prototipação e impressão 3D. Para isso, foram planejados e ofertados dois cursos de 20 horas cada, Modelagem 3D e Prototipação e Impressão 3D, sobre a utilização das ferramentas, com a proposição de uma atividade principal de criação de objetos de aprendizagem assistivos para uma disciplina ou conteúdo. É importante mencionar que os estudantes da formação eram professores e estudantes universitários, além de algumas pessoas da comunidade. Os estudantes foram divididos em cinco grupos, com pelo menos dois professores universitários em cada grupo. Como resultado, cinco objetos de aprendizagem assistivos foram idealizados, modelados e impressos ao final dos dois cursos.

¹https://www.assistiva.com.br/Ata_VII_Reunião_do_Comite_de_Ajudas_Técnicas.pdf

As principais contribuições são: (1) definição, planejamento e execução de cursos de formação utilizando tecnologias de modelagem, prototipação e impressão 3D; (2) discussão sobre a importância da criação de objetos de aprendizagem assistivos; (3) relato de experiência da formação com estudantes, professores e profissionais buscando oferecer mais recursos para pessoas com necessidades especiais utilizando tecnologias 3D.

2. Trabalhos Relacionados

O trabalho de [Silva and Costa 2024] apresenta um estudo sobre a adoção do Design Sprint na produção de objetos educacionais. Após um curso de 20h com 40 estudantes de diferentes cursos de graduação, os estudantes idealizaram e construíram diferentes objetos educacionais utilizando a impressora 3D e a cortadora laser, produzindo mapas e jogos voltados para o ensino de saúde, geografia, matemática e computação. O estudo chegou a conclusão que o Design Sprint apoiou a criação dos objetos educacionais.

O trabalho de [Luz et al. 2022] apresenta um estudo sobre o desenvolvimento de recursos assistivos em impressora 3D para alunos universitários com deficiência. A partir do diálogo e observação de nove alunos foram desenvolvidos materiais que auxiliam no aprendizado e na mobilidade de pessoas com deficiência a partir de tecnologias de escaneamento tridimensional e manufatura aditiva. Alguns desses objetos foram: um modelo anatômico do ouvido interno demandado por uma aluna com deficiência visual, Sólidos Geométricos, demanda advinda de um aluno com autismo. Além dessas, uma escala de ansiedade com feições de felicidade, indiferença e tristeza, demanda a partir do atendimento de casos de ansiedade em pessoas com deficiência visual. O estudo concluiu que um processo de ensino-aprendizagem inclusivo abrange as particularidades e as necessidades de cada aluno, considerando que cada indivíduo possui sua forma de aprender.

O estudo de [Nakasone 2018] aborda a inclusão de alunos deficientes visuais no ensino técnico utilizando tecnologias de impressão 3D para produzir ferramentas de inclusão. O estudo realizou uma revisão bibliográfica e identificou algumas ferramentas inclusivas produzidas através da manufatura aditiva. São apresentados uma maquete tátil do layout dos pavimentos da biblioteca central da UNICAMP, para orientação de portadores de deficiência visual. Uma célula animal e suas organelas em relevos confeccionada por impressora 3D que auxiliam o aprendizado dos alunos com e sem deficiência visual. Além disso, apresenta modelo de ímã com elementos táteis visando o ensino de eletromagnetismo para deficientes visuais e réplicas de obras de arte são reproduzidas pela manufatura aditiva visando a acessibilidade de deficientes visuais em museus. Finalmente, apresenta mapas com texturas para apoiar o ensino de geografia.

O estudo de [Pereira et al. 2023] apresenta um relato de como a impressão 3D pode ser utilizada para criar objetos de aprendizagem personalizados, os quais irão contribuir com os indivíduos com Transtorno do Espectro do Autismo no alcance de seus objetivos de aprendizagem. Os objetos criados foram: Relógio Pedagógico, Torre Multiformas, Memória Sensorial e Formas Geométricas. Segundo o estudo, os benefícios ocorrem porque a impressão 3D permite a construção de objetos tridimensionais personalizados, que podem ser adaptados às necessidades de cada grupo de crianças, auxiliando-as no processo de aprendizado e tornando o ensino mais visual e prático.

O trabalho de [Wonjin et al. 2016] investigou como a tecnologia de impressão 3D poderia ser utilizada para a criação de materiais de apoio para deficientes visuais em aulas

de história. Pesquisadores do Grupo de Impressão 3D do Instituto Coreano de Ciência e Tecnologia (KIST) forneceram à Escola Nacional para Cegos de Seul materiais táteis e redimensionáveis em braille feito por impressoras 3D. A pesquisa mostrou que os alunos valorizaram muito os objetos 3D, pois utilizá-los melhorou sua memorização e compreensão. Os pesquisadores perceberam que a impressão 3D não pode representar todas as imagens de forma eficaz devido às limitações dos materiais e métodos de impressão.

Os trabalhos anteriormente relatados mostram o potencial de utilização da impressão 3D para a construção de objetos de aprendizagem assistivos. Esse relato pode ser considerado complementar por apresentar o processo utilizado para construção de cinco objetos de aprendizagem construídos durante dois cursos de capacitação em que os estudantes eram na maior parte professores e estudantes de graduação, que tiveram que pensar em um objeto assistivo para um curso ou conteúdo específico.

3. Etapas do Estudo

O estudo em questão adotou uma abordagem qualitativa, usando a metodologia de estudo de caso [Godói et al. 2017]. O objetivo desse estudo foi apresentar um processo de criação de objetos de aprendizagem assistivos com tecnologias 3D. O estudo de caso foi desenvolvido durante dois cursos presenciais de 20 horas cada, Modelagem 3D e Prototipação e Impressão 3D, ambos do projeto de extensão Internet das Coisas para a Indústria 4.0, da Universidade Federal do Acre. Os 30 estudantes dos cursos foram organizados em equipes pelo professor e foram desafiados a criar um objeto aprendizagem assistivo para alguma disciplina. Dos 30 alunos, 29 concluíram o curso, 10 estudantes de graduação, 14 professores de cursos técnicos e superior e 5 participantes da comunidade.

O professor acompanhou todo o processo usando a metodologia Design Thinking [Chaves 2019], da seguinte forma: definição do problema que iriam tentar resolver; o levantamento de ideias, através da técnica *brainstorm*; escolha da ideia a ser desenvolvida, por meio de votação; apresentação da ideia escolhida pela equipe; e, finalmente, a criação do objeto assistivo por meio de prototipação e validação.

3.1. Planejamento

Os dois cursos foram planejados para ocorrer em 16 encontros (8 encontros presenciais para cada curso) de 2 horas e meia, totalizando 20 horas cada curso. Os cursos foram realizados em maio e junho de 2024. O primeiro curso focou na modelagem 3D e o segundo na impressão 3D. Para os dois cursos foram adotadas práticas de metodologias ativas, como a utilização da ferramenta *mentimeter*² para a rápida obtenção de conceitos e participação dos alunos e o *padlet*³ para envio de imagens de ideias de projetos que poderiam ser modelados. Foi também programado o uso de questões dinâmicas sobre as aulas através da plataforma *Quizizz*⁴.

O Curso Modelagem 3D, com a organização mostrada na Figura 1, teve como foco apresentar as ferramentas de modelagem e as tecnologias e uso das impressoras 3D, focando nas impressoras presentes no laboratório, a MAX 3D e a Bambu Lab. Como ferramenta de modelagem foi adotada a ferramenta *Tinkercad*⁵.

²<https://www.mentimeter.com/>

³<https://padlet.com/>

⁴<https://quizizz.com/>

⁵<https://www.tinkercad.com/>

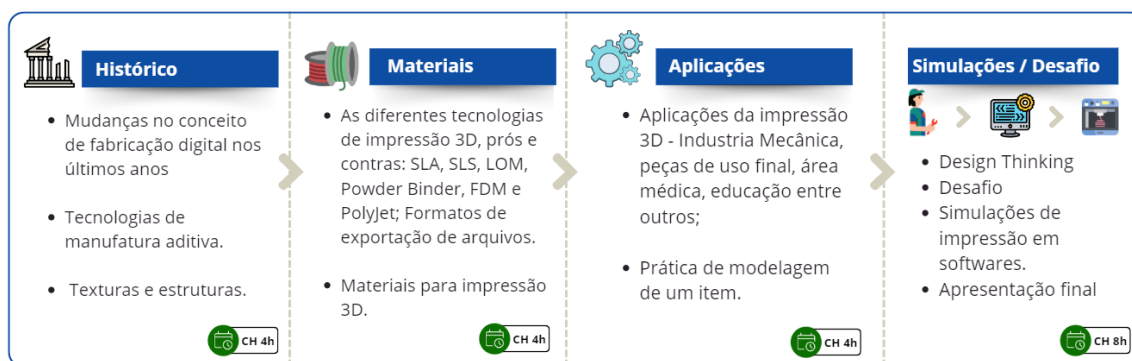


Figura 1. Planejamento do Curso Modelagem 3D

O Curso Prototipação e Impressão 3D, com a organização mostrada na Figura 2, teve como foco a melhoria da modelagem produzida como atividade final do primeiro curso e o uso das impressoras 3D, focando nas ferramentas de fatiamento para envio para as impressoras. Como ferramenta de fatiamento foram adotadas o Ultimaker Cura⁶ e o Bambu Studio⁷.

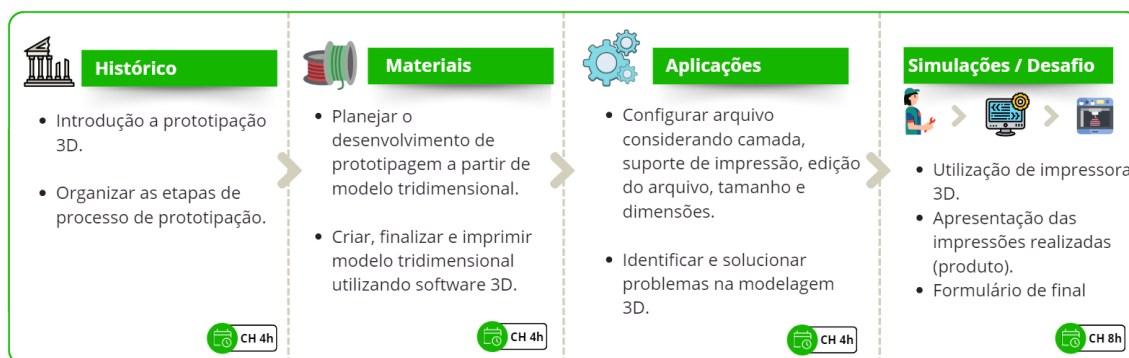


Figura 2. Planejamento do Curso Prototipação e Impressão 3D

O material utilizado para as duas formações conta com computadores com acesso aos conteúdos e softwares de modelagem e fatiamento, impressoras 3D e os filamentos para impressão 3D do tipo ABS e PLA. Além disso, foi disponibilizado um kit de ferramentas e lixa para polimento dos objetos impressos.

3.2. Curso 1: Modelagem 3D

No primeiro dia do curso Modelagem 3D, o professor falou sobre a transformação de dados em coisas e da criação de objetos 3D. Como esse primeiro encontro foi mais teórico, foram utilizadas duas ferramentas para interação e participação dos alunos, o mentimeter e o padlet, proporcionando mais dinamismo às aulas teóricas. Como o mentimeter, os estudantes tiveram que enviar algumas respostas sobre o conteúdo. Com o padlet, tiveram que enviar imagens desenhadas em papel de objetos que gostariam de imprimir em 3D.

No segundo dia o professor apresentou os tipos de impressoras 3D, os materiais que cada uma utiliza, destacando os modelos presentes no laboratório. Falou sobre os

⁶<https://ultimaker.com/>

⁷<https://bambulab.com/en/download/studio>

recursos de cada uma e explicou como é realizada a troca de filamento em ambos os modelos presentes no laboratório.

No terceiro dia o professor mostrou a ferramenta de modelagem Tinkercad, apresentando os recursos, formas geométricas, alinhamento, corte, entre outros. Além disso, como atividade prática instruiu os alunos a modelar um chaveiro customizado com as letras do nome de cada participante.

No quarto dia, foi dada continuidade à construção do chaveiro, ocasião em que os alunos puderam esclarecer eventuais dúvidas. Foram reforçados os conceitos de alinhamento, agrupamento e orifício para corte das formas geométricas. Foram realizadas ainda três atividades: a modelagem de uma caixa, de um copo e de uma canoa/barco, utilizando principalmente os conceitos de duplicar, orifício e agrupamento.

No quinto dia o professor mostrou algumas bases de imagens e como importar imagens provenientes da internet. Como prática, foi proposta a criação de duas peças com formas geométricas e um tabuleiro de Jogo da Velha com o tema do jogo Pac Man, incluindo personagens do jogo, que poderiam ser importados da internet ou criados a partir das formas básicas.

No sexto dia, o professor propôs um desafio: a criação de um objeto educacional assistivo. O objeto deveria ser criado em grupos definidos pelo professor e ser pensado para uma disciplina. O professor explicou a metodologia de criação Design Thinking, com os detalhes de cada fase, e pediu para que os alunos comesçassem a pensar em ideias. Depois, votassem na ideia mais interessante e comesçassem a prototipar, inicialmente no papel e depois no software Tinkercad.

No sétimo dia, os grupos começaram a trabalhar de forma colaborativa no arquivo no Tinkercad, desenvolvendo os projetos dos objetos educacionais. Os estudantes começaram a pensar nas medidas do objeto e a concretizar suas ideias na ferramenta. Alguns grupos já começaram a imprimir parte do projeto para validar uma versão inicial.

No oitavo dia, os grupos apresentaram os projetos criados. Alguns já tinham alguma parte do produto, mas a maioria apresentou a proposta direto no Tinkercad, comentando como surgiu a ideia, para qual público é direcionada e como seria utilizada na disciplina/conteúdo ensinado. Houve um relato de um grupo que criou um dominó acessível que fez uma avaliação prévia do produto com o público-alvo, verificando pontos positivos e negativos da primeira versão e adaptando o produto.

3.3. Curso 2: Prototipação e Impressão 3D

No primeiro dia do segundo curso, o professor falou sobre a importância da criação e validação do protótipo, explicou a importância da modelagem, que representa a maior parte do sucesso do produto. Depois, falou da importância dos parâmetros e finalmente, a impressão e evolução do produto. O professor destacou que a ferramenta de modelagem utilizada deverá exportar o arquivo com extensão STL (*Standard Tessellation Language* ou estereolitografia) e que outra ferramenta fará o fatiamento, que é a conversão do modelo em finas camadas transversais e a criação de um código que será compreendido pela impressora 3D. Logo depois da impressão, ocorre a limpeza da peça, etapa importante para obter um bom objeto. Por fim, o professor passou uma atividade gamificada no Quizizz, testando os conhecimentos sobre o conteúdo da aula.

No segundo encontro, o professor falou sobre os tipos de impressão 3D, as fases do projeto, o fatiamento da peça e reforçou o processo de exportação/importação do arquivo STL. O software de fatiamento definido foi o Ultimaker Cura. Em seguida os alunos responderam um novo questionário na plataforma Quizizz, reforçando conceitos e, para finalizar o curso, o professor pediu aos estudantes que se reunissem em grupos para avaliar o objeto de aprendizagem construído no curso de modelagem 3D e verificassem os problemas, anotando o que seria necessário para ajustar o modelo.

Na terceira aula, o professor mostrou como definir os parâmetros para ajuste e uso da impressora 3D utilizando o Cura. Mostrou os arquivos de configuração que são necessários para ajustar o software de acordo com cada modelo de impressora. Abordou o processo de exportação do arquivo STL na ferramenta Tinkercad e como importar este arquivo na ferramenta Cura. Em seguida apresentou os recursos disponíveis tais como giro, ajustes de preenchimento, espelhamento, bloqueadores de suporte, dentre outros. Foi mostrando que a ferramenta permite configurar diversos parâmetros de impressão em relação a qualidade, parede, material, velocidade, para melhor ajustar ao tipo de impressora e material que estiver utilizando.

Na quarta aula foi demonstrado a preparação do arquivo para impressão e foram realizadas as primeiras impressões 3D, dos projetos, no curso. Para isto foi utilizado e apresentado o software Bambu Studio que permite desde o fatiamento até o ajuste fino das configurações da impressora.

Na quinta aula foram apresentados com mais detalhes as ferramentas Tinkercad, Cura e Bambu Studio. Como prática os estudantes continuaram realizando ajustes nos projetos, podendo ir atuando na fase de fatiamento utilizando os softwares apresentados.

Na sexta aula, com boa parte dos protótipos fatiados, os alunos tiveram a oportunidade de imprimir o seu primeiro protótipo completo para avaliar possíveis melhorias no projeto, no modelo 3D ou no fatiamento. Em contato com o produto físico gerado, foi solicitado que os estudantes listassem os ajustes e melhorias que deveriam ser feitos para gerar uma versão melhorada do produto.

A sétima aula foi focada em correções e melhorias que foram identificadas no dia anterior, nos protótipos e, realizada a reimpressão dos produtos, agora melhorados. O professor acompanhou cada grupo, explicando como fazer ajustes e como avaliar a peça já impressa.

Na oitava e última aula, os grupos apresentaram os seus objetos de aprendizagem. O primeiro grupo apresentou um dominó braille (Figura 3(a)). O segundo grupo a apresentar mostrou o quebra cabeça com conceitos de produtos notáveis (Figura 3(b)). O terceiro grupo a apresentar mostrou a tábua de Galton (Figura 3(c)). O quarto grupo a apresentar foi o contador binário posicional (Figura 3(d)). O quinto grupo apresentou o plano cartesiano tátil (Figura 3(e)).

3.4. Objetos de Aprendizagem Produzidos

Os objetos foram pensados principalmente para auxiliar na aprendizagem de estudantes com alguma deficiência visual, devido a vantagem natural de superfície de um objeto 3D. Os estudantes empenharam-se em criar objetos adaptados com caracteres em relevo e sensíveis ao tato, alguns com marcações em Braille, sistema de escrita tátil utilizado por

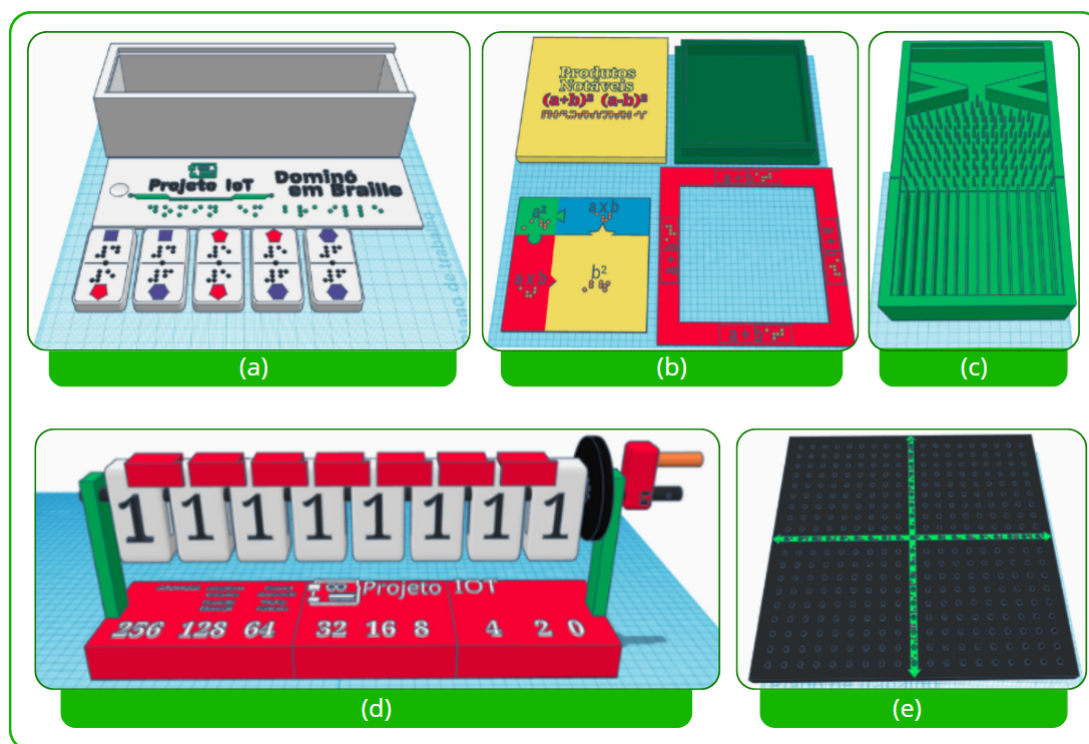


Figura 3. Objetos de Aprendizagem Assistivos Modelados

peessoas cegas ou com baixa visão.

Dominó em Braille: O dominó em Braille (Figura 4) tem como objetivo o apoio ao ensino de matemática, principalmente formas geométricas, tendo em vista que utiliza números em braille e formas geométricas que representam esses números, facilitando a identificação do número de cada pedra. Além desses recursos, o dominó tem um tamanho adequado, contém marcações para a rápida identificação de posição da peça, além de possuir peso adequado, validado com pessoas com baixa ou nenhuma visão.

Quebra-cabeça de produtos notáveis: O quebra-cabeça de produtos notáveis (Figura 4) tem como objetivo o apoio ao ensino de matemática a partir do oitavo ano do ensino fundamental, no conteúdo de de quadrado da soma e quadrado da diferença, trazendo uma representação de composição da equação a partir dos retângulos. Isso porque produtos notáveis são produtos de expressões algébricas que representam determinadas expressões que aparecem com muita frequência, devendo normalmente ser memorizadas pelos estudantes. Adicionalmente apresenta marcações táteis em braille, permitindo o uso por deficientes visuais.

Tábua de Galton: A tábua de Galton (Figura 4) tem como objetivo demonstrar um importante Teorema da área de Estatística, chamado *Teorema do Limite Central*, em particular, que a distribuição normal é aproximada à distribuição binomial. Entre suas aplicações, oferecer ideias sobre regressão para média, além de uma proposta de ensino baseada em fenômenos aleatórios e probabilísticos. O foco principal está na aplicação de experimentos como uma forma lúdica, de fácil acesso e baixo custo, para o ensino superior e médio. Além de apoiar o entendimento prático dos estudantes, os objetos podem auxiliar alunos com deficiência visual por meio da representação tátil.

Contador binário posicional: O contador binário posicional (Figura 4) tem como objetivo apoiar o ensino dos números binários, conteúdo abordado em disciplinas de Introdução à Informática, no qual os professores mostram o sistema numérico usado pelos computadores, que utiliza apenas dois dígitos, 0 e 1. O contador posicional ainda apoia a conversão dos números binários para a base decimal, comumente utilizada nas aplicações cotidianas. Como recursos visando acessibilidade, foi pensando nos números em tamanho grande e com relevo, ajudando na identificação e utilização tanto por alunos videntes, como por alunos com baixa ou nenhuma visão.

Geoplano Cartesiano: O geoplano cartesiano (Figura 4) em como objetivo apoiar o ensino de funções matemáticas, uma necessidade e ideia de uma das professoras do grupo, que teve experiência com um aluno com deficiência visual e sentiu a necessidade de uma representação utilizando esse recurso. Os números nos eixos, de 0 a 9, tanto nas coordenadas X quanto Y, são em Braille, facilitando a diferenciação das retas e o posicionamento em relação aos eixos. O objeto proposto tem a limitação de representar apenas números inteiros.

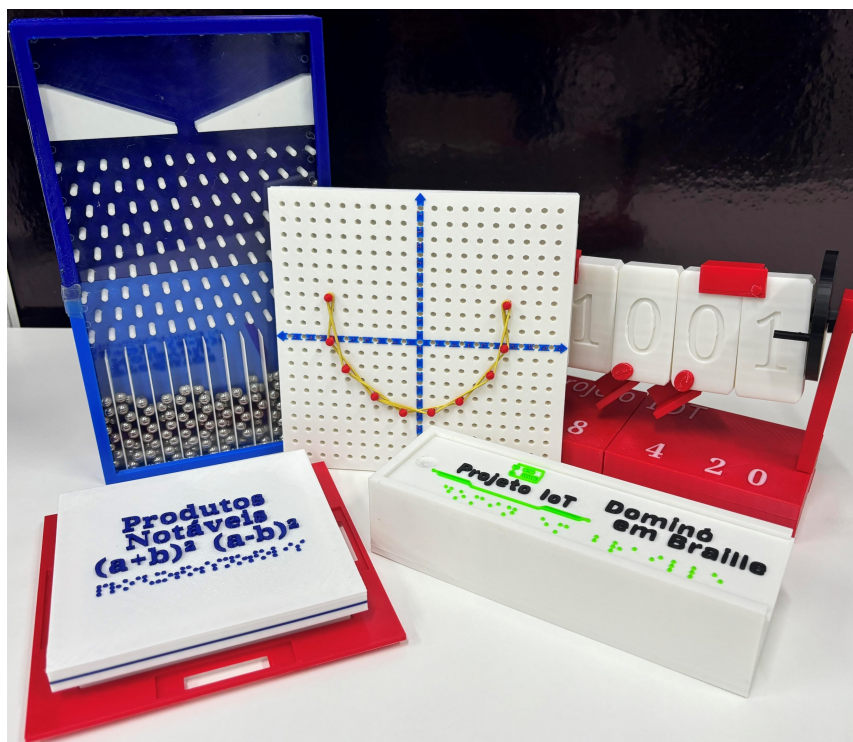


Figura 4. Objetos de Aprendizagem Assistivos Impressos

3.5. Avaliação dos cursos

Ao final da experiência, um formulário foi disponibilizado aos estudantes para avaliar a experiência adquirida e sua evolução. Uma das questões estava relacionada a conhecimento prévio dos conteúdos do curso, sendo utilizada a escala de 1 (nenhum) a 5 (avançado). As informações são apresentadas na Figura 5. Este gráfico indica que os tópicos abordados tiveram um impacto positivo na percepção de aprendizado dos participantes. A mediana e a média do conhecimento adquirido são superiores às do conhecimento prévio, indicando que, em geral, os participantes sentiram um aumento no conhecimento após a abordagem

dos assuntos. A menor dispersão no conhecimento adquirido sugere que o conteúdo foi eficaz em uniformizar o entendimento entre os participantes.

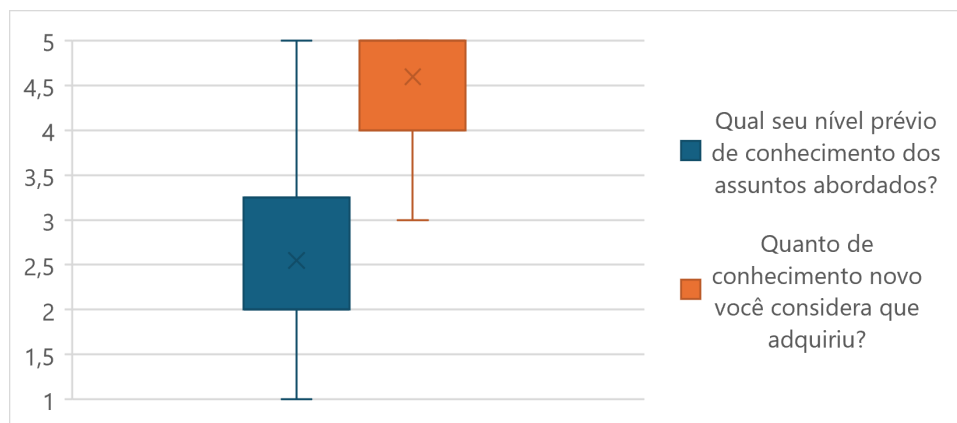


Figura 5. Auto avaliação de conhecimentos abordados no curso

Com isso, acredita-se que os cursistas sentem-se confortáveis em utilizar as tecnologias apresentadas, o que é validado por comentários extraídos da avaliação: *Foi proveitoso e satisfatório o curso. Aprendi novas habilidades, as quais já coloquei em prática no projeto final.; Aquisição de conhecimentos que podem auxiliar no ensino e Aprendizado de Geometria com sólidos.; Conhecimento interessante e útil, ministrado de uma forma bem descontraída e objetiva. Resultou em peças que podem fazer o diferencial em vida de pessoas.*

Alguns ajustes também devem ser considerados em uma próxima oferta: *Que fizéssemos mais impressões para termos mais conhecimento.; Senti falta de comunicação da minha equipe no desenvolvimento do nosso projeto; Como sugestão acredito que os dois primeiros encontros poderiam ser otimizados em um único para que o mais rápido possível pudéssemos ir para a prática da modelagem.*

4. Conclusão

Essa pesquisa apresentou um estudo de caso no qual foi apresentado um processo de criação de objetos educacionais assistivos 3D para algum conteúdo escolhido pelos estudantes. O estudo foi aplicado em maio e junho de 2024 e contou com cinco grupos de estudantes, na maior parte, professores e estudantes de graduação, que realizaram dois cursos de 20 horas, Modelagem 3D e Prototipação e Impressão 3D, totalizando 40 horas.

Como resultado, foram produzidos cinco objetos de aprendizagem assistivos que podem ser utilizados em disciplinas de cursos de diferentes níveis e áreas. Percebe-se que as tecnologias 3D são boas ferramentas para a construção desses objetos, mas são necessárias mais ações que possam apoiar formações e aquisição desses equipamentos em instituições de ensino.

Como trabalhos futuros, pretende-se avaliar os objetos construídos durante esses dois cursos e novos objetos criados no laboratório durante disciplinas de cursos de graduação com estudantes com alguma limitação. Espera-se obter mais evidência sobre a utilidade das tecnologias 3D para o processo de aprendizagem.

5. Agradecimentos

Este trabalho é decorrente do convênio 02/2024 entre CITS.AMAZONAS/UFAC/FUNDAPE, que contou com financiamento da Samsung, usando recursos da Lei de Informática para a Amazônia Ocidental (Lei Federal nº 8.387/1991), via PPI 4.0 (Programa Prioritário para Indústria 4.0), estando sua divulgação de acordo com o previsto no artigo 39.º do Decreto nº 10.521/2020.

Referências

- Aguiar, L. d. C. D. (2016). *Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências*. PhD thesis, Universidade Estadual Paulista (Unesp).
- Alves de Oliveira, C. R., Corrêa Ferreira, C., and da Silva de Lima Martins, C. (2022). Modelo didático para o ensino de ciências, construção por meio de impressão 3d: análise e avaliação no processo de ensino-aprendizagem. *TE & ET*.
- Bastos Plotegher, C., Guillaumon Emmel, M. L., and Cezar da Cruz, D. M. (2013). Utilização de dispositivos assistivos por alunos com deficiência em escolas públicas. *Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar*, 21(1).
- Chaves, I. G. (2019). *O design centrado no humano conectado e colaborativo*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.
- Committee, L. T. S. et al. (2002). Ieee standard for learning object metadata. *IEEE standard*, 1484(1):2007–04.
- da Silva, E. F., da Silva, L. M., Deon, V. G., and Toso, M. A. (2020). Impressão 3d aplicada à tecnologia assistiva. *Revista Destaques Acadêmicos*, 12(4).
- Godói, C. K., Blikstein, I., Bandeira-De-Mello, R., DA SILVA, A. B., de Almeida Cunha, C. J. C., Godoy, A. S., de Freitas, H. M. R., de Mattos, P. L. C. L., Vieira, P. H. F., Ichikawa, E. Y., et al. (2017). *Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais*. Saraiva Educação SA.
- Lemke, R., Siple, I. Z., and de Figueiredo, E. B. (2016). Oas para o ensino de cálculo: potencialidades de tecnologias 3d. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 14(1).
- Lopes, É. M. C., Agustini, E., da Motta Jafelice, R. S., and de Souza Junior, A. J. (2021). Manipulação e visualização de superfícies quádricas por meio de modelos impressos em 3d e modelos digitais. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 19(1):392–401.
- Luz, T. R., Huebner, R., Silva, G. V., Maia, N. L. M., França, Á., and Arrais, C. G. (2022). Desenvolvimento de recursos assistivos em impressora 3d para alunos universitários com deficiência. *Revista Docência do Ensino Superior*, 12:1–26.
- Nakasone, F. K. (2018). Manufatura aditiva como ferramenta inclusiva no ensino técnico. *CIET: EnPED - Congresso Internacional de Educação e Tecnologias*.
- Pereira, W. D. M., De Oliveira, G. F., Alves, F. J., de Carvalho, E. A., and Pinto, H. F. (2023). Criação de objetos de aprendizagem personalizados para indivíduos com autismo usando impressão 3d. *15º JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E 12º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS*, 15(3).

- Ribeiro, B. C., da Silva Correia-Neto, J., de Souza Santos, R. E., de Magalhães, C. V. C., and Vilar, G. (2014). Objeto de aprendizagem reutilizável em 3d para a identificação de craniosynostosis: um estudo de caso. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 12(2).
- Silva, R. and Costa, C. (2024). Aplicando a metodologia design sprint na produção de objetos educacionais. In *Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 274–284. SBC.
- Wonjin, J., Jang, H. I., Harianto, R. A., So, J. H., Lee, H., Lee, H. J., and Moon, M.-W. (2016). Introduction of 3d printing technology in the classroom for visually impaired students. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(2):115–121.