

Capacitação em design digital para promoção da autonomia profissional na produção de tecnologia assistiva

Sierra, Isabella de Souza^{*1}; Figueiredo, Luiz Fernando Gonçalves²

1 – Programa de Pós-graduação em Design, Departamento de Design, UFSC, isabella.sierra@ufpr.br.

2 – Programa de Pós-graduação em Design, Departamento de Design, UFSC, lff@cce.ufsc.br.

* - Correspondência: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina
- Brasil, 88040-970.

Área reservada para DOI

DOI 10.52050/9788579177149-13

RESUMO

Este trabalho relata a identificação de demandas e a realização de oficinas de capacitação voltadas à profissionais da Fundação Catarinense de Educação Especial, com ênfase no design e na fabricação digital de produtos de tecnologia assistiva, como órteses e assentos adaptados. As oficinas abordaram, desde a digitalização 3D até a modelagem e a fabricação por meio de impressão 3D e fresamento CNC. O objetivo foi promover a autonomia dos profissionais, otimizando tempo, custos e qualidade. Como resultado, constatou-se o engajamento dos participantes, a viabilidade técnica e o potencial de aplicação prática nos contextos de reabilitação e educação especial.

Palavras-chave: Tecnologia assistiva, Fabricação digital, Capacitação profissional

ABSTRACT

This paper reports on the identification of needs and the implementation of training workshops for professionals at the Fundação Catarinense de Educação Especial, with an emphasis on the design and digital fabrication of assistive technology products, such as orthoses and customized seating. The workshops covered the entire process, from 3D scanning to modeling and fabrication using 3D printing and CNC milling. The goal was to promote professional autonomy by optimizing time, cost, and quality. As result, participant engagement, technical feasibility, and the potential for practical application in rehabilitation and special education contexts were observed.

Keywords: Assistive technology, Digital fabrication, Professional training

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais dificuldades no desenvolvimento de recursos de tecnologia assistiva (TA) adaptada é sua natureza multidisciplinar. Profissionais de áreas como design, engenharia, terapia ocupacional e fisioterapia atuam raramente de forma integrada (Layton et al., 2022; Santos; Silveira, 2021; Cook; Polgar; Encarnação, 2019). Em geral, a necessidade de um produto assistivo é identificada por profissionais da saúde em contato com as pessoas com deficiência, mas muitas vezes não possuem formação técnica em design ou tecnologia, o que dificulta as etapas de concepção, modelagem e fabricação (Scherer, 2017). Já profissionais com experiência em design e fabricação digital, têm capacidade técnica para desenvolver soluções padronizadas e replicáveis, mas nem sempre têm acesso direto às demandas reais dos clientes (Buehler et al., 2015; Lane, 2015).

Para reduzir essas lacunas, têm sido promovidos cursos e oficinas voltados à fabricação digital com foco em TA (Giraud; Jouffrais, 2016). Apesar disso, a etapa intermediária entre a identificação da necessidade e a fabricação final, ou seja, o design e especialmente a modelagem 3D, costuma ser negligenciada. A literatura destaca que essa etapa é considerada difícil de ensinar e executar (Slegers, Krieg e Lexis, 2022; Buehler et al., 2015).

Uma solução frequentemente adotada é o uso de modelos prontos, disponíveis em sites como o Thingiverse, o que facilita o acesso a produtos adaptados (Buehler et al., 2015). No entanto, essa estratégia é limitada quando há necessidade de personalização, como para órteses, próteses e assentos adaptados (Slegers, Krieg e Lexis, 2022; Kim et al., 2021).

Para suprir essa lacuna, surgem iniciativas intermediárias, laboratórios universitários, grupos de pesquisa e empresas, que assumem a etapa de design (Lane, 2015; Hurst; Kane, 2013). Embora eficazes, essas iniciativas não promovem a autonomia dos profissionais que identificam as necessidades, prolongando os prazos e elevando os custos.

Esse cenário é o foco do estudo de caso apresentado neste trabalho, realizado na Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE), onde atua o Centro de Estudos em Reabilitação e Tecnologia Assistiva (CERTA) (FCEE, 2025). Atualmente, a etapa de modelagem digital, especialmente para assentos adaptados, é terceirizada.

O objetivo do estudo foi capacitar os profissionais da FCEE no processo de design de tecnologia assistiva personalizada, com foco em modelagem 3D e fabricação digital, promovendo sua autonomia, reduzindo custos e otimizando

o desenvolvimento, com maior qualidade e agilidade. O trabalho foi dividido em duas etapas principais: diagnóstico do processo atual, identificando gargalos e dependências; e oficinas de capacitação abordando quatro momentos essenciais: digitalização do corpo do cliente, tratamento do arquivo digital, modelagem do produto final e fabricação do produto com impressão 3D e usinagem CNC.

Nesse contexto, a capacitação atua como uma ferramenta, para uma abordagem sistêmica, onde se promove um ambiente de trabalho integrado e interdisciplinar, especialmente das áreas de design, tecnologia e saúde, que considera a importância da autonomia dos profissionais, das práticas clínicas e de design, bem como o contexto institucional em que essas práticas estão inseridas.

2. DESENVOLVIMENTO

A primeira etapa consistiu na avaliação diagnóstica dos processos já realizados na Fundação. Foram identificados dois processos. No primeiro, assentos adaptados, são confeccionados manualmente. A espuma é esculpida à mão, revestida com tecido e equipada com cintas, madeira e ferragens para fixação. O segundo, trata da contratação de uma empresa especializada na fabricação desses assentos adaptados digitalmente. Após a identificação da necessidade, é agendada uma sessão para capturar a geometria negativa do corpo do cliente por conformação a vácuo. Esse molde é digitalizado com um software proprietário da empresa, que realiza a modelagem e envia à Fundação um arquivo pronto para usinagem CNC.

Esse processo, no entanto, apresenta fragilidades. Há pouca transparência nas etapas intermediárias e não existem momentos de feedback antes da fabricação, o que gera erros, retrabalho e desperdício de material. Após a usinagem, são frequentemente necessários ajustes manuais, como adição de espuma ou remoção de excessos. As etapas finais continuam semelhantes: revestimento, colocação de cintos e fixação na cadeira.

Vale ressaltar que a digitalização e usinagem eram realizadas por apenas dois profissionais: uma terapeuta ocupacional, responsável pela prescrição e digitalização, e um funcionário encarregado da fabricação, o que gerava sobrecarga.

Esse diagnóstico evidenciou a necessidade de adotar uma lógica sistêmica no redesenho do fluxo de trabalho dos profissionais, promovendo a integração entre as diferentes áreas envolvidas, valorizando tanto o conhecimento técnico quanto a experiência prática dos profissionais da saúde, e considerando o contexto institucional presente. O objetivo foi criar um processo mais ágil,

colaborativo e sustentável, capaz de responder de forma eficiente às demandas dos clientes e participantes.

Como base para essa reestruturação, identificou-se a necessidade de capacitar mais profissionais para atuarem em todas as etapas do processo, da digitalização à fabricação, incluindo a limpeza e a modelagem dos arquivos. Ademais, foi identificada a necessidade de capacitar profissionais no desenvolvimento de assentos adaptados e também de órteses, elementos que ainda não eram desenvolvidos na fundação.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFSC (nº 7.231.359), seguindo os procedimentos éticos vigentes. As oficinas ocorreram ao longo de três meses, com 30 horas de carga horária e participação de mais de 35 profissionais. Durante as atividades, os participantes realizaram todas as etapas do processo e desenvolveram dois produtos como estudo de caso: um assento adaptado e uma órtese, apresentados na sequência.

3. RESULTADOS

Foram realizadas quatro oficinas sequenciais que, juntas, capacitaram os profissionais a desenvolver assentos adaptados e órteses. Cada oficina abordava uma etapa do processo, iniciando pela digitalização, seguida pelo tratamento dos dados, modelagem 3D e fabricação digital. Os resultados estão organizados conforme as oficinas realizadas, acompanhados de uma breve discussão sobre o que ocorreu em cada etapa e os desdobramentos relativos aos dois estudos de caso desenvolvidos.

2.1. Oficina 1 - Digitalização Tridimensional

Na primeira oficina, foram apresentados os conceitos básicos de digitalização 3D, com exercícios práticos envolvendo partes do corpo e o corpo inteiro, utilizadas no design de TA. O objetivo foi demonstrar os cuidados necessários para uma digitalização adequada e gerar dados para as oficinas seguintes. Discutiram-se os principais tipos de escâneres de baixo-custo, o uso de softwares livres e proprietários, e as condições ideais para a digitalização, como iluminação, posição da pessoa e oclusão de partes do corpo, além do impacto desses fatores na qualidade do modelo gerado. Ainda, aprofundou-se no escâner disponível da fundação, o Kinect 360.

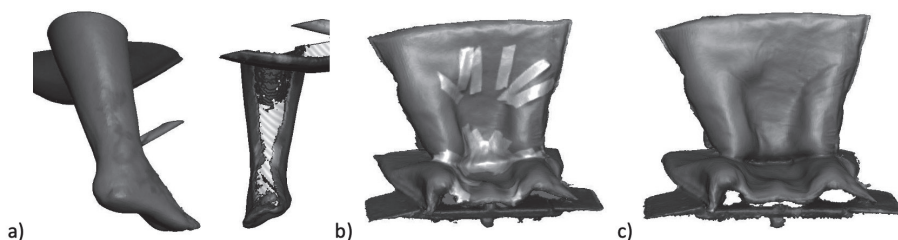
Dois elementos foram digitalizados para os estudos de caso. O primeiro foi a região do pé e panturrilha de um participante, para demonstrar o desenvolvimento de uma órtese. O segundo foi a impressão negativa, ou molde,

do corpo de uma criança, obtida com o assento de conformação a vácuo já utilizado pela Fundação.

Na digitalização do pé, discutiu-se a posição ideal e a viabilidade de escanear o pé na postura original, deixando eventuais correções para a etapa de modelagem. Uma pequena falha na região frontal do modelo (Figura 1a) foi mantida propositalmente para ser corrigida na oficina seguinte, dedicada ao tratamento dos arquivos digitais.

Figura 01 - Arquivos digitalizados.

Legenda: a) Modelo digitalizado de pé com falha frontal; b) Digitalização do assento com e c) sem aplicação de fitas.



O segundo caso envolveu o assento de uma criança de seis anos que precisava de novo sistema de posicionamento na cadeira de rodas. Suas necessidades foram previamente avaliadas, com atenção ao suporte da coluna e à abdução das pernas. O molde a vácuo foi feito com a criança corretamente posicionada, gerando a geometria negativa usada na digitalização (Figura 1b). Anteriormente, a preparação do assento exigia aplicação de fitas crepe (Figura 1c) para corrigir imperfeições. Com o novo método aprendido na oficina, essa etapa se mostrou desnecessária, simplificando o processo.

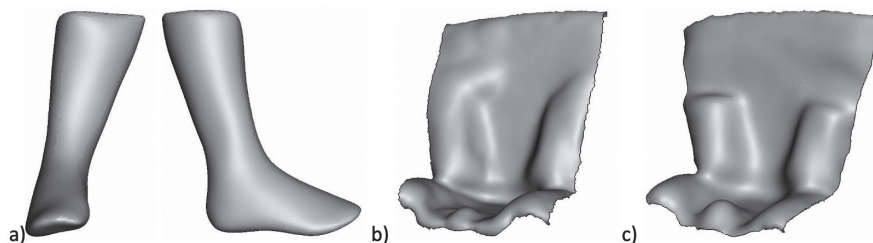
2.2. Oficina 2 - Limpeza dos Arquivos Digitalizados

Com base nas digitalizações realizadas na oficina anterior, iniciou-se a segunda atividade: a limpeza e correção dos arquivos. Utilizou-se o software gratuito Meshmixer (da empresa Autodesk), escolhido por sua interface intuitiva e recursos adequados às tarefas propostas. Os participantes importaram os arquivos e realizaram procedimentos como remoção de geometrias indesejadas, fechamento de buracos, reconstrução de elementos e correção de falhas causadas por problemas na digitalização, como iluminação inadequada ou oclusão de partes do corpo.

No primeiro estudo de caso, referente ao pé, foram corrigidas falhas como a ausência da porção frontal e deformações no contorno, resultando em um modelo mais limpo para a modelagem posterior (Figura 2a).

Figura 02 - Arquivos corrigidos

Legenda: a) Pé após fechamento da malha; b) Assento corrigido; c) Assento após escultura digital



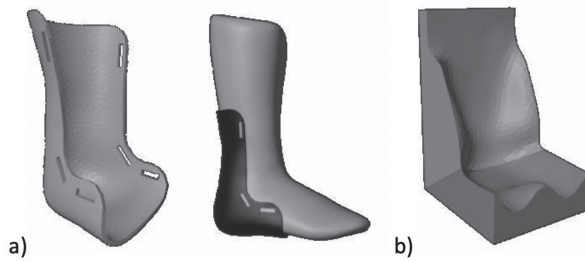
No segundo caso, do assento da criança, foram feitos ajustes como o fechamento entre assento e encosto, remoção de vincos profundos e recorte de excessos (Figura 2b). Na oficina, também foi apresentada uma ferramenta de escultura digital, disponível no mesmo programa, que permite adicionar ou modelar a geometria diretamente no modelo digital. Com base nas necessidades posturais, os participantes modelaram elementos como suportes laterais de tronco e um abdutor entre as pernas, tornando o modelo mais adequado ao uso funcional (Figura 2c).

2.3. Oficina 3 - Desenvolvimento dos Produtos de Tecnologia Assistiva

Com os arquivos corrigidos, iniciou-se a terceira etapa, o desenvolvimento dos produtos de tecnologia assistiva. Para isso, utilizou-se o software Blender, de código aberto, adequado à modelagem de geometrias complexas obtidas por digitalização. Foram apresentados os conceitos básicos do programa, sua interface e principais ferramentas. Com exemplos práticos, os participantes aprenderam a transformar arquivos digitalizados em produtos com geometria compatível com a fabricação.

No primeiro estudo de caso, a órtese, o modelo do pé, previamente corrigido, foi reposicionado com o uso de um esqueleto virtual para simular a postura correta. A órtese foi então modelada diretamente sobre a geometria ajustada (Figura 3a)

Figura 03 - Produtos desenvolvidos.
Legenda: a) Órtese; b) Assento adaptado.



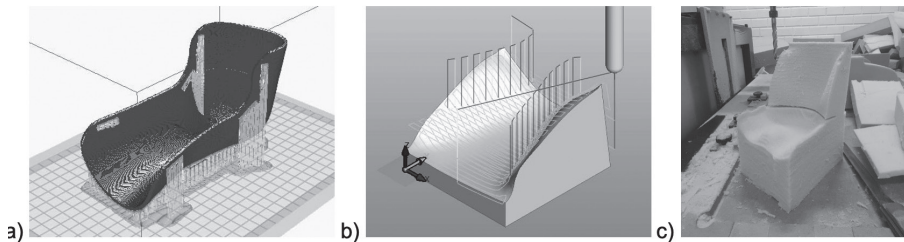
No segundo caso, o assento adaptado foi modelado a partir do arquivo já corrigido. Foram feitas operações de união e subtração de volumes para ajustá-lo à cadeira de rodas, com base na forma negativa do corpo. Em seguida, o assento e o encosto foram particionados para viabilizar a fabricação (Figura 3b).

2.4. Oficina 4 - Fabricação Digital dos Produtos de Tecnologia Assistiva

Considerando o contexto em que as oficinas foram realizadas, duas máquinas de fabricação digital estavam disponíveis: uma impressora 3D e uma fresadora CNC. Dessa forma, a quarta oficina foi planejada em duas etapas, para abranger os processos de fabricação, cada um com suas particularidades.

Na primeira etapa, abordou-se o processo de fabricação por impressão 3D, utilizando como exemplo a órtese do primeiro estudo de caso. Foram apresentados os conceitos fundamentais sobre o funcionamento da impressora 3D, o tipo de material utilizado, bem como o processo de preparação do arquivo no software fatiador. Em seguida, os participantes realizaram a configuração dos parâmetros de impressão, como preenchimento, suporte e fatiamento (Figura 4a) e a execução da impressão.

Figura 04 - Fabricação digital.
Legenda: a) Fatiamento da órtese para impressão 3D; b) Simulação de corte da Fresa CNC; c) Assento fabricado em escala.



Na segunda etapa, foi ensinado o processo de fabricação por fresamento CNC. Para isso, utilizou-se o software FreeMILL (MecSoft), que permite a criação do percurso de ferramenta a partir do modelo 3D (Figura 4b). Foi demonstrado como configurar o tipo de ferramenta, a profundidade de corte, a trajetória e a geração do código G. Além disso, os participantes conheceram a fresadora CNC da instituição, observando todo o processo de fixação do material, zero da máquina, envio do arquivo e execução do corte (Figura 4c).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do estudo foi capacitar os profissionais da FCEE no processo de design de tecnologia assistiva personalizada, com foco em modelagem 3D e fabricação digital, como parte de uma reestruturação de processos do sistema adotado pela Fundação. A hipótese foi que a capacitação realizada promoveria maior autonomia da instituição, reduzindo custos e otimizando o desenvolvimento, com maior qualidade e agilidade.

Após a realização das oficinas, algumas observações importantes puderam ser feitas. Em primeiro lugar, todas as atividades propostas foram realizadas com sucesso pelos participantes, o que indica que existe uma lacuna que pode ser preenchida com a devida atenção e tempo dedicado à formação desses profissionais.

Embora este estudo seja um relato técnico e não apresente dados numéricos exatos sobre economia de tempo e custos, já é possível identificar benefícios claros. As empresas contratadas costumam cobrar valores elevados pelo desenvolvimento de cada produto, enquanto, ao longo das oficinas, observou-se que todo o processo, desde a digitalização até a fabricação, pode ser realizado em cerca de 10 horas, e com gastos apenas associados com a manutenção e insumos necessários para a fabricação. Esse tempo é significativamente menor do que o tempo envolvido nos métodos previamente empregados. Vale destacar que essas 10 horas incluem as etapas de digitalização, limpeza dos arquivos, modelagem 3D e fabricação digital.

Outro ponto relevante diz respeito às dificuldades relatadas pelos profissionais capacitados. As principais barreiras mencionadas foram a limitação de tempo para inserir esse novo processo na rotina de trabalho e o receio de utilizar as tecnologias sem acompanhamento. Esse tipo de dificuldade já é apontado por outros estudos que tratam de capacitação técnica em novas tecnologias (Slegers, Krieg e Lexis, 2022; Buehler et al., 2015). No entanto, é interessante observar que as etapas de limpeza e modelagem, anteriormente realizadas exclusivamente pela empresa contratada, foram bem assimiladas, sem

relatos de dificuldade. Isso sugere que, com o acompanhamento por um curto período, esses profissionais podem alcançar autonomia no uso do processo.

Ainda que alguns profissionais não apliquem diretamente esses conhecimentos em sua prática diária, por não ser parte de suas atribuições, o aprendizado contribui para terem mais embasamento técnico ao solicitar produtos adaptados. Isso fortalece sua atuação profissional e melhora a adequação dos produtos às necessidades dos clientes, impactando positivamente sua qualidade de vida.

Concluiu-se, portanto, que o processo de capacitação é benéfico tanto para os profissionais que passam a desenvolver os produtos de forma autônoma quanto para aqueles que interagem com esse processo de maneira indireta. Para os primeiros, essa autonomia amplia suas possibilidades de atuação profissional e contribui para o aprimoramento da qualidade dos produtos de tecnologia assistiva desenvolvidos. Para os demais, a capacitação oferece ferramentas para exercer um papel mais ativo e crítico na proposição de soluções adaptadas às necessidades dos clientes.

Ademais, a reestruturação do processo de design de TA personalizada utilizado pela FCEE, a partir de uma abordagem sistêmica, promove maior autonomia para seus profissionais, melhora na qualidade dos resultados obtidos e diminui a dependência de serviços terceirizados. Como consequência, se promove a sustentabilidade econômica da instituição, além de um aumento nos atendimentos personalizados e redução no tempo de entrega dos produtos finalizados, fatores que, por si só, contribuem para uma melhor qualidade de vida das pessoas com deficiência.

AGRADECIMENTOS

Aos participantes das oficinas pelo engajamento, à FCEE pelo apoio institucional, ao CERTA pela parceria técnica, à UFSC como instituição supervisora e a CAPES pela concessão de bolsa de pós-doutorado (Financiamento 001).

REFERÊNCIAS

BUEHLER, E. et al. Sharing is caring: Assistive technology designs on thingiverse. In: *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. p. 525-534. 2015.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M.; ENCARNAÇÃO, P. *Assistive technologies: Principles & practice*. Elsevier, 2019.

FCEE. CERTA. Disponível em: <https://www.fcee.sc.gov.br/centros-de-atendimento/certa>. Acesso em: 29 mai. 2025.

GIRAUD, S.; JOUFFRAIS, C. Empowering low-vision rehabilitation professionals with “do-it-yourself” methods. In: *Proceedings of Computers Helping People with Special Needs: 15th International Conference*, p. 61-68, 2016.

HURST, A.; KANE, S. Making “making” accessible. In: *Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children*, p. 635-638, 2013.

KIM, J. H. et al. Clinical effectiveness of 3D-modeling-based customized off-loading pressure-relief cushions for spinal cord injury. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, v. 21, n. 10, p. 2140057, 2021.

LANE, J. P. Bridging the Persistent Gap Between R&D and Application: A Historical Review of Government Efforts in the Field of Assistive Technology. *Assistive Technology Outcomes & Benefits*, v. 9, n. 1, 2015.

LAYTON, N. et al. Towards co-design in delivering assistive technology interventions: reconsidering roles for consumers, allied health practitioners, and the support workforce. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 21, p. 14408, 2022.

SANTOS, A. V. F.; SILVEIRA, Z. C. Design for assistive technology oriented to design methodology: a systematic review on user-centered design and 3D printing approaches. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, v. 43, n. 11, p. 483, 2021.

SCHERER, M. Matching person and technology. *Career paths in telemental health*, p. 269-275, 2017.

SLEIGERS, K.; KRIEG, A. M.; LEXIS, M. A. S. Acceptance of 3D printing by occupational therapists: an exploratory survey study. *Occupational Therapy International*, v. 2022, n. 1, p. 1-13, 2022.