

IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL DE ASPECTOS MORFOFISIOPATOLÓGICOS CONGÊNITOS HUMANOS: FERRAMENTA TECNOLÓGICA NO ENSINO DA ENFERMAGEM

THREE-DIMENSIONAL PRINTING OF HUMAN CONGENITAL
MORPHOPHYSIOPATHOLOGICAL ASPECTS: A TECHNOLOGICAL
TOOL IN NURSING TEACHING

Eurivânio Welíson Pereira da Silva

silvawelison@outlook.com.br

Ana Luíza Paula de Aguiar Lelis

ana.lelis@pesqueira.ifpe.edu.br

Ana Carla Silva Alexandre

ana.alexandre@pesqueira.ifpe.edu.br

RESUMO

Objetivos: descrever as etapas do processo de impressão de peças anatômicas para estudos de anomalias congênitas humanas no contexto da enfermagem. Métodos: tratou-se de um estudo descritivo e exploratório, que fez o uso de uma impressora 3D para confecção de peças anatômicas com anomalias congênitas previamente selecionadas e preparadas através de tecnologia computacional. Resultados: três peças evidenciando anomalias congênitas distintas foram selecionadas: tetralogia de Fallot; fissura labiopalatina e teratoma cervicofacial; craniossinostose. Em seguida duas foram impressas em Poli-ácido láctico e uma em Acrilonitrila Butadieno Estireno, totalizando 12hs30min de tempo de impressão. Considerações Finais: o trabalho executado possibilitou que por meio da descrição detalhada de um método de impressão tridimensional demais pesquisas, de caráter inovador, sejam produzidas.

Palavras-chave: Impressão Tridimensional. Enfermagem. Anormalidades Congênitas.

ABSTRACT

Objectives: to describe the steps of the process of printing anatomical pieces for studies of human congenital anomalies in the context of nursing. Methods: this was a descriptive and exploratory study, which used a 3D printer to manufacture anatomical parts with congenital anomalies previously selected and prepared using computer technology. Results: three pieces showing distinct congenital anomalies were selected: tetralogy of Fallot; cleft lip and palate and cervicofacial teratoma; craniosynostosis. Then two were printed in Poli-ácido láctico and one with Acrilonitrila Butadieno Estireno, totaling 12hs30min of printing time. Final Considerations: the work carried out made it possible, through the detailed description of a three-dimensional printing method, to produce other innovative researches.

Keywords: Printing, Three-Dimensional. Nursing. Congenital Abnormalities.

1 INTRODUÇÃO

A impressão tridimensional (3D) é um método de manufatura de objetos aperfeiçoados por plataformas digitais e que utiliza diferentes materiais para confecção de peça anatômicas. Para tal finalidade, se faz o uso de imagens como ressonância magnética (RM), tomografia computadorizada (TC) ou raios-x que podem ser convertidas em arquivos para impressão 3D, obtendo como resultado final estruturas anatômicas fieis às humanas (VENTOLA, 2014).

A aplicabilidade da impressão 3D como um recurso facilitador da aprendizagem para graduandos em enfermagem apresentou resultados proveitosos, colocando a necessidade de apropriar-se ainda mais desse recurso para o ensino da anatomia e suas diversas áreas na graduação em enfermagem como a das morfoopatologias (BIGLINO et al., 2016).

A confecção de peças anatômicas oriundas de novas tecnologias tem se mostrado cada vez mais eficaz para o processo de aprendizagem dos aspectos morfopatológicos dos seres humanos que evidenciem, por exemplo, as malformações congênitas. Essas alterações são definidas como qualquer deformidade que determine uma anomalia morfológica estrutural ou de caráter funcional, presente ao nascimento podendo ser de origem genética, ambiental ou multifatorial (GARNE et al., 2011).

Este progresso científico possibilita o advento de significativas transformações em várias áreas da saúde, sobretudo para que haja um maior ganho de conhecimentos acerca das complexidades presentes no que se refere ao campo das morfolopatologias de origem congênita, por se tratarem de distúrbios teratogênicos no desenvolvimento fetal podendo ser estruturais, funcionais ou metabólicas com causas genéticas, ambientais ou multifatoriais (MAZZU et al., 2017).

Em virtude disso, a tecnologia tridimensional em saúde vem como uma ferramenta essencial para embasar estudos acerca dessas temáticas e servir como método facilitador do ensino e aprendizagem para os futuros profissionais da saúde. Esta circunstância coloca a enfermagem em posição de destaque nesse segmento, uma vez que já existem estudos sobre a impressão 3D como auxílio do processo de ensino-aprendizagem (BIGLINO et al., 2016). Método este que reafirma que o ato de ensinar não se trata de transferir conhecimento, mas de gerar as possibilidades para a sua própria construção (FREIRE, 1996).

Desse modo, este estudo tem por objetivo construir peças anatômicas humanas tridimensionais que auxiliem na fundamentação de estudos teratológicos através da aplicação de morfolopatologias congênitas destinadas ao ensino e aprendizagem para graduandos em enfermagem, promovendo uma estratégia inovadora no processo de ensino-aprendizagem por meio do desenvolvimento tecnológico no campo da saúde.

2 METODOLOGIA

Tratou-se de um estudo descritivo e exploratório, que fez o uso de uma impressora 3D para confecção de peças anatômicas com anomalias congênitas previamente selecionadas e preparadas através de tecnologia computacional, tais quais *Computer Aided Design* (CAD), *Computer Aided Engineering* (CAE), *Computer Aided Manufacture* (CAM).

A pesquisa tem como base as diretrizes éticas determinadas pela Resolução 466/12 com o consentimento e anuência da direção geral do Campus Pesqueira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, onde o estudo foi realizado, cuja impressora 3D, seus filamentos e suporte computacional são

provenientes do laboratório de eletrotécnica utilizado pelo Curso de Bacharelado de Engenharia Elétrica.

Os arquivos foram adquiridos através de um banco de imagens internacional disponível na internet, de modo gratuito, denominado *Sketchfab*®. As imagens priorizadas foram aquelas que estavam, preferencialmente, já no formato tridimensional, porém, o estudo também deixou margem para que fossem convertidas em arquivos 3D aquelas imagens que apresentarem o formato bidimensional (2D) que contemplassem os requisitos objetivados.

Após a coleta, foram selecionados os arquivos de imagem que, além do formato 3D, melhor contemplaram os aspectos morfofisiológicos de indivíduos com malformações congênitas, as quais foram selecionadas para dar embasamento a etapa de confecção dos modelos anatômicos.

Nessa etapa de confecção, foram utilizados programas CAD, CAE e CAM. Nestes programas, as imagens foram trabalhadas até estarem totalmente prontas para a etapa seguinte de criação, que foi a de adequação das proporções métricas para a impressora específica XYZPrinting PRO™, a qual produziu as peças por camadas até a obtenção de sua forma sólida tridimensional para seu uso posteriormente.

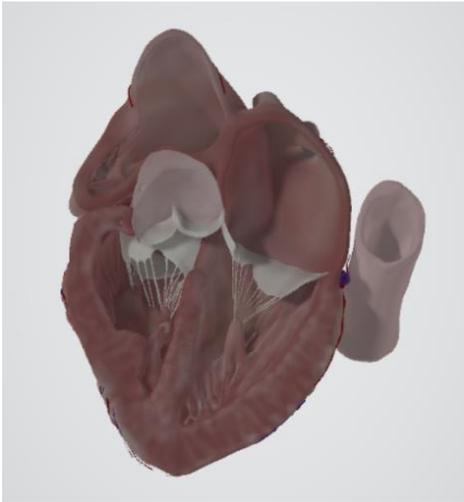
3 RESULTADOS E ANÁLISE

As malformações congênitas apresentam uma significativa prevalência entre os neonatos que varia de de 3% a 5% dos recém-nascidos, além disso, estas anomalias representam uma das causas mais relevantes de óbito nesse grupo (ROSA, 2013; MENDES, 2018). Ao considerar o impacto do estudo sobre essa ramificação da anatomia humana, iniciou-se o processo de desenvolvimento das peças com a coleta das imagens tridimensionais satisfatórias e de alta qualidade na plataforma digital internacional Sketchfab.

Três imagens já em 3D nos formatos *Object File Wavefront 3D* (OBJ) e *Standard Triangle Language* (STL) foram escolhidas para impressão em articulação com os setores de engenharia elétrica e eletrotécnica do Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco do Campus Pesqueira. As imagens atenderam aos seguintes critérios: disponibilidade para uso, qualidade para a impressão ser a mais fidedigna possível ao órgão e malformação desejados e

compatibilidade com os sistemas e softwares da impressora utilizada. A partir daí, as imagens tridimensionais de um coração portante a Tetralogia de Fallot (Figura 1), rosto e pescoço de um recém-nascido (RN) com fissura labiopalatina e teratoma cervicofacial (Figura 2) e Craniossinostose (Figura 3).

Figura 1: Projeção tridimensional de Coração com a Tetralogia de Fallot antes da impressão



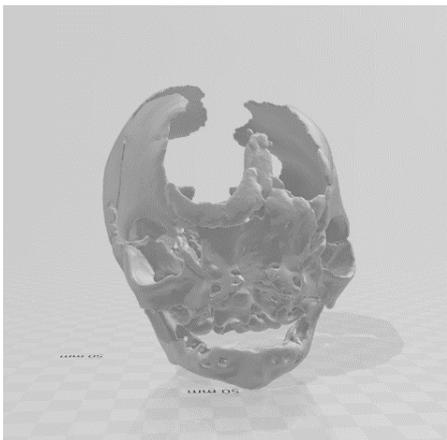
Fonte: Sketchfab (2022)

Figura 2: Projeção de uma fissura labiopalatina com a presença de um teratoma cervicofacial antes da impressão 3D



Fonte: Sketchfab (2022)

Figura 3: Projeção de uma craniossinostose antes da impressão 3D



Fonte: Sketchfab (2022)

A primeira impressão realizada foi de uma peça que possuía defeitos congênitos do coração (DCCs), compondo a principal causa de morbidade neonatal (MOORE, 2016) como visto na Figura 4, logo abaixo:

Figura 4 - Coração com Tetralogia de Fallot impresso em 3D



Fonte: Elaboração Própria (2022)

A DCC chamada de Tetralogia de Fallot é definida pela condição quatro anormalidades cardíacas podem ser observadas: defeito do septo interventricular, dextraposição da aorta, estenose da artéria pulmonar e hipertrofia ventricular direita (MOORE, 2016). Nas anomalias congênitas, as malformações do grupo das DCCs são umas das que mais geram óbitos infantis em países de primeiro mundo (LEITE, 2010; ROSA, 2013).

Ao final da impressão, a peça possuía cerca de 6,5 cm de comprimento, 4,3 cm de largura e 3,5 cm de altura, sendo confeccionada em 2 horas e 30 minutos através da impressora XYZprinting PRO que usou, aproximadamente, sete metros do filamento Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), da mesma marca que a impressora, para realizar a impressão.

A impressão dessa peça, assim como as seguintes, ocorreu através de camadas que foram depositadas devido ao superaquecimento do cabeçote da máquina que atinge 210 °C e libera o filamento derretido e maleável na plataforma regulável que também se encontrava aquecida a uma temperatura de 90 °C. Este processo ocorreu ao passo em que a plataforma se adapta a altura em que a peça vai chegando e todo o processo pode ser acompanhado através da porta transparente da impressora e o progresso também pode ser visto, em porcentagem, pelo monitor digital localizado na parte superior central da máquina.

Após a conclusão e resfriamento das peças a uma temperatura ambiente, iniciou-se o processo de acabamento ao retirar as partes de suporte criadas automaticamente pelo software XYZmaker Suit da impressora, as quais, durante o processo de impressão conferiu-se as peças estabilidade e sustentação, porém, ao término desta etapa, foram retiradas para que os modelos anatômicos pudessem apresentar todos os aspectos fidedignos a imagem original da fase digital.

A peça com Fissura labiopalatina e presença de um teratoma cervicofacial (Figura 5) obteve, ao final do processo, as dimensões: 5cm de altura, 5cm de largura e 4cm de profundidade, e totalizou um tempo de impressão equivalente a 3 horas sem interrupção.

Figura 5 - Fissura labiopalatina com a presença de um teratoma cervicofacial impressa em 3D



Fonte: Elaboração Própria (2022)

Nessa peça foi possível detectar duas formas de malformação congênita distintas que afetam a integridade funcional e estrutural de bebês pelo mundo inteiro. Uma dessas deformidades é conhecida como fissura labiopalatina que se trata de uma anomalia congênita tida pela literatura como comum entre as malformações que afetam a integridade da face do ser humano e tem etiologia multifatorial ainda que associada a casos de predisposição genética como a hereditariedade e os fatores teratogênicos presentes no ambiente, sendo esta condição estabelecida precocemente já na vida intra-uterina até a 12ª semana gestacional (ALCANTARA, 2018).

Já a expansão nodular encontrada na região do pescoço como mostra a peça 3D se trata de um teratoma cervical. Teratomas são tumores oriundos de células totipotentes, que apresentam compostos celulares remanescentes de mais de uma camada germinativa e mesmo que teratomas na região cervical são tidos como incomuns, quando ocorrem, a região cervicotireoidiana é o local mais atingido pela anomalia e apesar de serem neoplasias benignas em 95% dos casos, esse tipo de malformação quando não tratada pode levar ao óbito em 80% dos casos principalmente por desencadear a insuficiência respiratória obstrutiva (MIELE; METOLINA; GUINSBURG, 2011).

Esses teratomas cervicofaciais correspondem a 1,5 a 5,5% dos teratomas e tem seu índice de incidência correspondendo a 1:20.000 a 1:80.000 dos neonatos nascidos vivos. Além dos números, um outro importante fato evidenciado pela literatura estudada nos mostra que essas tumorações incomuns não possuem associação com anomalias cromossômicas e a nível macroscópico, os teratomas cervicais se apresentam como massas bem circunscritas, volumosas, com componente sólido e cístico, variando de 5 a 12cm em seus maiores diâmetros. Tais aspectos morfológicos são perfeitamente notados na peça 3D impressa com detalhamento, forma e localização precisos (MIELE; METOLINA; GUINSBURG, 2011).

Ambas essas anomalias apresentam grau acentuado de deformidade, porém são tratáveis e corrigidas com intervenções clínicas e cirúrgicas. Ou seja, com o devido suporte especializado e a assistência de uma equipe multiprofissional, a criança acometida por essas anomalias podem ter um estilo de vida melhorado e estável.

A peça produzida ao final das três impressões foi ainda mais complexa dada a gama de detalhes e estruturas ocas presentes no modelo anatômico (Figura 6). Instituto Federal de Pernambuco. Campus Pesqueira. Curso de Bacharelado em Enfermagem. 27 de Outubro de 2022.

Todavia, assim como nas demais, não houve problemas e a impressão da estrutura óssea craniana portando as deformidades congênicas foi exitosa, e possibilitou a representação fidedigna do fenômeno que o presente estudo se propôs a realizar.

Figura 6 - Craniossinostose impressa em 3D



Fonte: Elaboração Própria (2022)

Esse modelo de malformação óssea levou cerca de 7 horas contínuas para ser impressa e tem como dimensões: 7cm de altura, 6cm de largura e 8cm de profundidade. Esse tipo de malformação é visto na literatura apontada por Melo (2014) como craniossinostoses (CS) tendo incidência de 1:2000 em nascidos vivos. Tal condição é definida pela oclusão precoce de uma ou mais suturas cranianas, que resultam nesse tipo de deformidade craniana ou craniofacial.

Essa classe de anomalia pode ser dividida quando associadas a malformações faciais e extracranianas (sindrômicas) ou não sindrômicas. Também podem ser divididas e classificadas quando comprometem uma única sutura ou por estarem associadas a outras malformações, entre outras formas de classificações, embora diagnóstico possa ser evidenciado já na fase intrauterina, com o auxílio de exames de imagem como a ultrassonografia (US) ou ressonância magnética (RM) fetal, onde essas assimetrias cranianas ou craniofaciais podem ser observadas (MELO, 2014).

Vale ressaltar que as duas peças finais seguiram o mesmo mecanismo e etapas de impressão da primeira peça, tal qual está detalhado, porém foram utilizados outros tipos de filamentos no processo de impressão. O filamento utilizado tem um aspecto mais claro e se chama Poli-ácido láctico (PLA) que foi o disponibilizado pela instituição nos momentos de desenvolvimento dessas peças supracitadas. O PLA é Instituto Federal de Pernambuco. Campus Pesqueira. Curso de Bacharelado em Enfermagem. 27 de Outubro de 2022.

um dos materiais mais utilizados no mundo para a impressão 3D, umas de suas principais vantagens é a possibilidade de imprimir peças com alta estabilidade dimensional e baixo empenamento.

As impressões em três dimensões que foram realizadas vêm consolidando que esse meio de prototipagem otimiza o desenvolvimento nas mais variadas áreas do conhecimento humano, sobretudo no campo da saúde, onde vem trazendo uma nova perspectiva para futuros profissionais da área e se mostrando indispensável para a composição científica na saúde (MUNIZ; MORAES, 2018).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo possibilitou a construção tridimensional de três peças que possuíam defeitos congênitos, ressaltou suas especificidades e possibilitou o uso inovador para a impressora 3D dentro do segmento das morfofisiopatologias no contexto da enfermagem.

Também se ressalta o significativo estímulo para a utilização de tecnologias inovadoras destinadas ao ensino-aprendizagem na área da saúde ao proporcionar a implementação e desenvolvimento destas inovações para o ensino, de modo que também fortalece o pilar da multidisciplinaridade presente na formação, ao ter unido áreas distintas do conhecimento para chegar até o produto final.

Deste modo, fica clara a importância de estar proporcionando estudos cada vez mais profundos acerca das malformações congênitas como as abordadas pelo presente trabalho: tetralogia de Fallot, teratoma cervicofacial, fissura labiopalatina e uma Craniossinostose, uma vez que tais defeitos já presentes antes do nascimento acarretam problemas potencialmente severos, principalmente quando não tratados adequadamente. Logo, a partir desta premissa, espera-se que graduando em enfermagem, assim como de demais áreas da saúde, passe a ter uma perspectiva mais íntima com a temática, possibilitando uma melhor performance no âmbito acadêmico e assistencial futuramente.

REFERÊNCIAS

Instituto Federal de Pernambuco. Campus Pesqueira. Curso de Bacharelado em Enfermagem. 27 de Outubro de 2022.

ALCANTARA, P. L. Radiografia Panorâmica e Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico no diagnóstico do cementoblastoma benigno em paciente com fissura labiopalatina. **REVISTA FAIPE**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 43-52, nov. 2018. ISSN 2179-9660. Disponível em: <<https://www.revistafaipe.com.br/index.php/RFAIPE/article/view/110>>. Acesso em: 18 set. 2022.

BIGLINO, G. et al. **Use of 3D models of congenital heart disease an education tool for cardiac nurses**. *Congenital Heart Disease* 2016, v.12, n.22. 2016. Disponível em: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1521377/1/Biglino_Use_3D_models.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia** - saberes necessários à prática educativa. 25ª Edição. São Paulo: Paz e terra,1996.

GARNE E. et al. **Paper 5: surveillance of multiple congenital anomalies: implementation of a computer algorithm in European registers for classification of cases**. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol*. 2011; 91 (suppl.1):44-50. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21384529/>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

LEITE, D. L.; MIZIARA, H; VELOSO, M. **Malformações cardíacas congênitas em necropsias pediátricas: características, associações e prevalência**. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. v. 94, n. 3, p.294-299. Brasília, 2010. Disponível em; https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0066782X2010000300003&script=sci_abstract&tlng=pt Acesso em: 25 jul. 2022.

MAZZU, T. N., et al. **Teratogens: a public health issue** - a Brazilian overview. 2017. v. 40. *Genet Mol Biol*. Ribeirão Preto, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572017000300387>. Acesso em: 14 jul. 2022.

MELO, J. R. T. **CRANIOSSINOSTOSES**. *Revista Brasileira de Neurologia e Psiquiatria*. 2014 v. 18, n. 2, 110-112. Disponível em: <<Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/77-178-1-SM.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2022.

MENDES, I. C. et al. **Congenital anomalies and its main avoidable causes: a review**. *Revista Médica de Minas Gerais*. v. 28, 2018. GN1 Genesis Network. Disponível em: <<http://www.rmmg.org/artigo/detalhes/2329>> Acesso em: 25 ago. 2022.

MIELE, C. F.; METOLINA, C.; GUINSBURG, R. Teratoma cervical congênito gigante: relato de caso e revisão quanto às opções terapêuticas. *Revista Paulista de Pediatria* [online]. 2011, v. 29, n. 4, pp. 689-693. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-05822011000400034>>. ISSN 1984-0462. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822011000400034>. Acesso em: 14 set. 2022.

MOORE, K.; PERSAUD, T. V. N. TORCHIA M. G.. *Embriología clínica*. 10ª ed. Elsevier Brasil, 2016.

MUNIZ, A. L.; MORAES, Suzana Guimarães. **Utilização De Modelos 3d Como Recurso Didático No Ensino De Embriologia Do Sistema Nervoso Central**. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias: Educação e Tecnologias inovação em cenários em Transição, São Carlos – São Paulo, 2018. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/b860/0b122e89ad97e911a75156a0c4c07e845f14.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2022.

ROSA, R. C. M., et al. **Cardiopatas congênitas e malformações extracardíacas**. Revista Paulista de Pediatria, v. 31, n. 2, p. 243-251, São Paulo. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010305822013000200017&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 25 ago. 2022.

VENTOLA, L. **Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses**. Vol 39, No 10, October 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25336867>>. Acesso em: 23 ago. 2022.