



ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS PARA EL DISEÑO Y LA MANUFACTURA DIGITAL EN LA IMPLEMENTACIÓN A DISTANCIA DE PRÓTESIS DE MANO

Palacios Raya Vanessa Iliana ¹, Mújica Morales Irene ², Fonseca Murillo Andrés Joaquín ³, Reyes Castillo Mauricio Enrique ³, Ortiz Zolozabal Arturo ³, Covarrubias Valdivia Julián ²

1. Facultad de Medicina UNAM, 2. Posgrado en Diseño Industrial UNAM, 3. Centro de Investigaciones de Diseño Industrial UNAM. + dra.vipraya.facmed@gmail.com; # [@mauricio.reyes](https://twitter.com/mauricio.reyes)@cidid.unam.mx



Resumen.

Teniendo como principios de trabajo los recursos tecnológicos de la revolución digital (4.0) y tomando como modelo de implementación las lecciones aprendidas en el desarrollo de un proyecto donde se rediseñó y fabricó a distancia una prótesis mecánica funcional para un usuario con amputación parcial de dedos y mano, se generarán recursos didácticos para la generación de habilidades en estudiantes y docentes que promuevan la innovación educativa en áreas de multidisciplinaria, especialización y manufactura. La metodología utilizada integrará elementos para la digitalización, manipulación, ajuste de modelos tridimensionales, manufactura digital y aditiva, realidad aumentada y elementos de ergonomía física.

Objetivo

Generar estrategias y recursos didácticos para la comprensión así como manejo de herramientas para la manufactura digital en la implementación y desarrollo de prótesis experimentales en personas con amputación de mano, considerando los criterios descritos por la Organización Mundial de la Salud, las necesidades específicas a la implementación de prótesis (Ergonomía y antropometría), y los criterios médicos previos a la implementación de sistemas protésicos.

Metodología

Las estrategias didácticas a desarrollar surgen a partir de la implementación de una prótesis experimental, previa modificación e ingeniería inversa del modelo tridimensional de Sonia Verdu (Verdu 2016), realizada entre mayo y junio del 2021, la cual consistió en corroborar la viabilidad de un formato de producción de prótesis mecánica específica de mano, sin tener relación directa con el usuario final, además de evaluar digitalmente las características físicas y la acción mecánica del diseño, para su impresión en 3D y realizar los primeros ensayos con el usuario final. La metodología para generación de recursos se conforma por los siguientes temas, mismos que pueden ser los módulos a desarrollar:

- El manejo de conceptos sobre las condiciones que influyen en la pre-prototipación después de la reconstrucción del miembro amputado. Manejar herramientas para conocer de manera general, el estado físico del usuario (capacidad de movimiento, dolor, condiciones de salud preexistentes, etc).
- Conocer los conceptos para el desarrollo de referentes antropométricos del miembro afectado ya sea con la medición de manera directa al usuario (Técnicas ISAK) o por medios digitales (Imágenes, fotogrametría, escaneo digital).
- Conocer y manipular software especializado para el desarrollo de modelado 3D para generación del diseño y adecuación de la prótesis a los referentes antropométricos.
- Desarrollar modelos digitales para generar prótesis virtuales a través de realidad aumentada, visibles con aplicaciones abiertas para dispositivos móviles (android, Iphone). Su finalidad es conocer una primera retroalimentación del usuario final por medio de simulaciones digitales.
- Preparar el modelo digital para impresión 3D considerando (a) dimensiones antropométricas, (b) optimización funcional y estructural, (c) accesibilidad en materiales y procesos constructivos, (d) análisis de usabilidad, comodidad y necesidades personales y (e) facilidad durante la colocación y remoción (de acuerdo a las condiciones del usuario).
- Manipular equipos de impresión 3D y herramientas para manufactura digital.
- Levantamiento de la información para repositorio en el desarrollo de prótesis experimentales a la medida.
- Divulgación de los resultados en congresos, artículos y posibles tesis a nivel licenciatura y posgrado.



Contribución e impacto.

- La enseñanza de conceptos y estrategias adecuadas para la comprensión y manipulación de los recursos tecnológicos de la revolución digital (4.0) es necesaria, así como su adecuación a las necesidades sociales en la resolución de problemas que afectan comunidades aisladas y de recursos limitados. Aunado a esto, el diseño y manufactura a distancia de prótesis mecánicas funcionales en personas con amputación parcial de dedos y mano.
- La propuesta impacta la innovación educativa en áreas de multidisciplinaria, especialización y manufactura. La metodología utilizada integra elementos para la digitalización, manipulación y ajuste de modelos tridimensionales, manufactura digital y aditiva, realidad aumentada, elementos de ergonomía física y manejo de conceptos básicos de ortoprotésica. Esto, permitirá la generación de conocimiento multidisciplinario aplicado en entornos reales y el desarrollo de productos con alto beneficio social.
- El reforzamiento de las competencias tecnológicas, operativas y colaborativas. La evolución de la disciplina va más allá de la colaboración multi y transdisciplinaria, la experiencia ofrece oportunidades al margen de la especialización. La homologación de conceptos entre medicina, ingeniería, diseño industrial y de producto, implica un ahorro en tiempo y recursos, además promueve el fortalecimiento de relaciones laborales, el desarrollo de mejores productos biomédicos al margen de la manufactura digital, la mejora de los servicios y la atención a pacientes - usuarios.



Referencias

- Hernandez (2019). "Polymers for additive manufacturing and 4D-printing: Materials, methodologies, and biomedical applications". *Progress in Polymer Science* 94, pp. 57–116. DOI:10.1016/j.progpolymsci.2019.03.001
- Manero, Albert et al. (2019). "Implementation of 3D printing technology in the field of prosthetics: past, present, and future". *International journal of environmental research and public health* 16.9, p. e1641. DOI: 10.3390/ijerph16091641
- Organización Mundial de la Salud (2017). "WHO standards for prosthetics and orthotics, Part 1". World Health Organization. (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/259209>). Standards, (02.08.2021)
- Suarez, Jorge Carro et al. (2019). "Industria 4.0 y Manufactura Digital: Un método de diseño aplicando ingeniería inversa". *Ingeniería* 24.1, pp. 6–28. DOI:10.14483/23448393.13821
- Verdu, Sonia (2016). Mano mecánica. Impresión 3D. Art Work Sonia Verdu, España. <http://www.soniaverdu.es/2016/04/mano-mecanica-impresion-3d.html>, (02.06.2021)