



CAMBIO EN EL DISEÑO E IMPRESIÓN 3D DE UN ELIMINADOR DE BATERÍAS UTILIZADO EN EQUIPO DE ULTRASONIDO

Carolina Morales Moreno

Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
carolina.mm@tlalnepantla.tecnm.mx

María Teresa Nava Pérez

Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
maria.np@tlalnepantla.tecnm.mx

Teresita de Jesús Cruz Victoria

Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
teresita.cv@tlalnepantla.tecnm.mx

Jesús Oropeza Talavera

Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
jesus.op@tlalnepantla.tecnm.mx

Leobardo Hinojosa Váldez

Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
leobardo.hv@tlalnepantla.tecnm.mx

Abstract

La impresión tridimensional conocida como 3D es un proceso de transformación de un material generalmente termo formable que permite crear objetos tridimensionales sólidos a partir del diseño de un modelo digital bidimensional. El presente proyecto muestra la metodología empleada para el rediseño e impresión 3D de un eliminador de baterías utilizado en equipo de ultrasonido terapéutico, con la finalidad de extender su vida útil y aportar beneficios en su uso. La impresión se desarrolla a partir de un modelo creado en SOLOD WORKS e impreso en un material derivado de la leche llamado Ácido Poli láctico o mejor conocido como PLA; como resultado final se obtuvo un modelo completamente funcional, con mayor grado de adaptabilidad para el usuario final.

Palabras clave: Impresión 3D, dispositivos de uso medico, ultrasonido, rediseño



El proceso de impresión 3D ha sido un hito que ha revolucionado no solo la forma en que se fabrican diversos productos, sino que también ha cambiado los procesos de producción, dando lugar a nuevos materiales y mejores diseños y por consecuencia mejora en los procesos iniciales.

Su uso en el área de la salud es actualmente considerado como “*Tecnología de la salud*”, y fundamental en el fortalecimiento del sistema de salud especialmente en lo que respecta a los dispositivos de uso médicos ya que su aplicación puede llegar a ser crítica en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, lo cual quedó expuesto en la pandemia SARS-COV-2.

La demanda global de dispositivos médicos está experimentando un aumento significativo; en los últimos años el crecimiento constante de la demanda mundial de dispositivos médicos ha sido impulsado entre otras cosas por el envejecimiento de la población y el avance tecnológico. (K. S. Valenzuela-Villela, 2020)

Los dispositivos médicos pueden categorizarse en dos categorías principales:

1. Aquellos que se utilizan en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, y
2. Aquellos que se utilizan en la rehabilitación de pacientes.

La elaboración de un dispositivo médico requiere determinadas características, como la capacidad de procesamiento a temperatura ambiente, la impresión de bordes y un cierto grado de control de la microestructura, además de ser amigables con el ser humano y el medio ambiente.

En el campo médico, esta tecnología juega un papel relevante para la realización de

diagnósticos y tratamientos de los pacientes. Uno de los equipos más utilizados es el ultrasonido, el cual es un dispositivo portátil y se utiliza en diferentes lugares de atención médica. Sin embargo, a menudo se enfrentan problemas con la duración de la batería y su eliminación debido a la naturaleza del uso y a problema de diseño en los mismos.

En este sentido, se ha desarrollado un nuevo diseño de eliminador de baterías para equipos de ultrasonido, utilizando tecnología de impresión 3D, con el fin de mejorar la eficiencia y prolongar la vida útil del equipo.

El eliminador de baterías es un dispositivo que se utiliza para alimentar el equipo de ultrasonido cuando no hay una fuente de energía disponible. Tradicionalmente, el eliminador de baterías estaba compuesto por una caja de plástico y un cable que se conectaba al equipo. Sin embargo, este diseño tenía algunos problemas, como la falta de durabilidad y la dificultad para desechar las baterías.

El nuevo diseño e impresión 3D del eliminador de baterías utiliza materiales más duraderos y resistentes, lo que prolonga su vida útil y reduce la necesidad de reemplazarlo con frecuencia o desecharlo gracias al uso de materiales termoplásticos como PLA, (Lozano, 2019), además de reducir los costos de mantenimiento y reemplazo, así como ser significativamente más amigables con el medio ambiente durante el proceso de fabricación. Por estas razones (Alexander Heinze, 2020) considera que el diseño e impresión 3D del en equipos o dispositivos médicos representa una innovación importante en el campo de la medicina.

Antecedentes de la impresión 3D para dispositivos de uso médico



La impresión 3D, también conocida como fabricación aditiva, es un proceso que utiliza el diseño de un modelo digital elaborado en un software para crear piezas sólidas de diferentes tipos de materiales como plástico fundido, metales o polvos hasta tejidos, mediante la colocación de capas sucesivas en forma transversal y horizontal en una plataforma de construcción, las piezas impresas pueden tener cualquier forma, desde una simple cubo hasta órganos humanos.

La evolución de los materiales para impresión 3D ha sido uno de los principales impulsores del crecimiento y la diversificación de esta tecnología. A medida que la impresión 3D ha ganado popularidad en diversos campos, se han desarrollado nuevos materiales y se mejorado los existentes para adaptarse a las necesidades de diferentes áreas de aplicación.

En las primeras etapas de la impresión 3D, los materiales utilizados eran principalmente plásticos termoplásticos, como el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) y el PLA (Ácido Poliláctico). Estos materiales todavía son muy populares en la actualidad debido a su fácil disponibilidad y bajo costo, y se utilizan ampliamente en la impresión 3D de prototipos y piezas de bajo costo.

Con el paso del tiempo, se han desarrollado materiales más avanzados para la impresión como polímeros reforzados con fibra de vidrio, carbono y otros materiales que permiten la creación de piezas más resistentes y duraderas.

También se han desarrollado materiales compuestos, que combinan diferentes materiales para lograr propiedades específicas, como la resistencia a la temperatura o la conductividad eléctrica entre otros.

La impresión 3D ha revolucionado la fabricación de dispositivos médicos en la última década, permitiendo la creación de prótesis personalizadas, modelos anatómicos y dispositivos implantables con mayor precisión y eficiencia.

Los antecedentes más relevantes de la impresión 3D en dispositivos médicos incluyen los siguientes acontecimientos:

A mediados de los años 80, se desarrollan las primeras técnicas de impresión 3D, como la estereolitografía y la fusión por láser, durante el periodo de los 90, se comienza a utilizar la impresión 3D para la producción de prototipos en la industria manufacturera, en el año 2000, la impresión 3D se populariza y se utiliza cada vez más en la fabricación de piezas para la industria aeroespacial y médica, en 2010, se producen importantes avances en la tecnología de impresión 3D, incluyendo la impresión en metal y la impresión en color.

Hacia principios de 2012, se comienzan a ver las primeras aplicaciones de esta tecnología en el área médica con la creación de una prótesis de mandíbula para un paciente que padecía cáncer. Esta prótesis fue diseñada para adaptarse a la estructura facial única del paciente y se implantó con éxito. (Gibson I, 2010)., en 2014, se imprimió la primera vértebra humana artificial para un paciente con cáncer de cuello. La vértebra impresa en 3D se adaptó perfectamente a la anatomía del paciente y permitió que el paciente recuperara la movilidad en su cuello. (Xu W, 2016), en 2016, se implantó con éxito un esternón impreso en 3D en un paciente en España.

El esternón impreso en 3D se diseñó específicamente para el paciente y se colocó con éxito en una cirugía de trasplante de



corazón. (Fernandez-Perez J G.-C. A.-C., 2019).

Así, la impresión 3D, dejó ver su papel en la fabricación de prótesis y modelos anatómicos para la planificación quirúrgica. Por ejemplo, en el estudio "*Fused Deposition Modeling 3D Printing: Test Accuracy of Lower Jaw Dental Model*" (Chung et al., 2017) se evaluó la precisión de los modelos de mandíbula impresos en 3D con el método FDM y se encontró que la precisión era suficiente para su uso en odontología.

En 2018, se creó la primera prótesis de mano personalizada para un niño de 10 años en el Reino Unido. La prótesis impresa en 3D permitió al niño realizar actividades cotidianas que antes le resultaban difíciles debido a la falta de dedos en su mano, (Chang R, 2017), en 2019 se dio un auge a la impresión 3D, a partir de la pandemia de SARS-Cov2, con lo cual se puso a prueba la importancia de esta tecnología, ya que se imprimieron respiradores artificiales, caretas y equipos médicos que de no haberse impreso, habrían costado numerosas pérdidas de vidas humanas.

Revolucionando la fabricación de dispositivos médicos

La impresión 3D se ha convertido en una tecnología revolucionaria en el campo de la medicina, ya que permite la producción de dispositivos médicos personalizados y la fabricación de prototipos a un costo menor y con mayor precisión en comparación con los métodos tradicionales, algunas de las ventajas que ofrece son:

Personalización: Debido a brinda la posibilidad realizar diseños personalizados, lo cual agrega un elemento de valor especialmente cuando se habla de dispositivos médicos.

Reducción de costos: Gracias a que presenta la posibilidad de fabricar producciones más grandes con un reducido uso de recursos.

Rapidez en la producción: Se pueden realizar producciones de manera muy rápida, lo cual en situaciones de emergencia o cuando el tiempo de recuperación de un paciente se convierte en crucial.

Calidad de los materiales: Esto es posible debido a que la impresión 3D utiliza una amplia gama de materiales como plásticos, metales, cerámicos, biocompatibles y biodegradables.

Además, permite la producción de materiales con propiedades específicas, como resistencia a la temperatura y a la corrosión, lo que es importante en la fabricación de dispositivos médicos y otro tipo de productos.

Innovación: La impresión 3D también permite la producción de dispositivos médicos que no se podrían fabricar de manera convencional, lo que abre nuevas posibilidades, aplicaciones y líneas de investigación para la innovación en la industria médica.

Métodos y materiales de impresión 3D utilizados en el área medica

Stereolithography (SLA): Este método ha sido utilizado en la creación de modelos anatómicos precisos y en la producción de prótesis dentales.

Fused Deposition Modeling (FDM): Este método de impresión por extrusión de materiales o mejor conocido como impresión por filamentos es el más económico y consiste



en un carrete de material en filamento que es calentado, fundido y extruido a través de un aboquilla fina. En el área de la medicina resulta particularmente útil en: modelado anatómico, prótesis personalizadas, impresión de instrumentos y dispositivos médicos.

Selective Laser Sintering (SLS): Este método se ha utilizado en la producción de piezas metálicas de alta resistencia para la industria aeroespacial y médica. Por ejemplo, en el estudio "*Additive manufacturing of Ti-6Al-4V alloy: A review*" (Wang et al., 2016) se revisaron los avances en la fabricación aditiva de aleaciones de titanio utilizando el método SLS y se concluyó que era un método efectivo y prometedor para la producción de piezas de alta resistencia.

Electron Beam Melting (EBM): Este método también se ha utilizado en la producción de piezas metálicas de alta resistencia, particularmente en la industria aeroespacial y médica. En el estudio "*Electron beam melting: A review of additive manufacturing of titanium alloys*" (Murr et al., 2012) se revisaron los avances en la fabricación aditiva de aleaciones de titanio utilizando el método EBM y se concluyó que era una tecnología prometedora para la producción de piezas metálicas personalizadas y complejas.

Inkjet 3D Printing: Este método se ha utilizado en la fabricación de dispositivos médicos como sensores, microfluidos y dispositivos de diagnóstico. Por ejemplo, en el estudio "*3D inkjet printing of electronics using UV curable conductive inks for wearable and implantable applications*" (Nayyeri et al., 2015) se utilizó la impresión 3D por inyección de tinta para imprimir circuitos electrónicos en materiales flexibles, lo que podría tener aplicaciones en dispositivos médicos portátiles y wearables.

Así mismo, se utiliza una amplia variedad de materiales para producir objetos, desde plásticos hasta metales y materiales compuestos. A continuación, se describen algunos de los materiales más comunes utilizados en la impresión 3D:

Plásticos: Los materiales más utilizados en la impresión 3D son los plásticos, entre ellos destacan el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y el ácido poli láctico (PLA), que son los más populares. Además, se emplean otros plásticos como el policarbonato (PC), el polietileno tereftalato (PET), el nylon, el policarbonato de carbonato (PCC) y el polipropileno (PP).

Metales: Para la impresión 3D de metales se utilizan técnicas como la fusión selectiva por láser (SLM) y la fusión por haz de electrones (EBM). Los metales más comunes empleados en la impresión 3D son el aluminio, el titanio, el acero inoxidable, el cobalto-cromo y el níquel-titanio.

Cerámica: La impresión 3D de cerámica se realiza mediante la extrusión de pasta de cerámica. Los materiales cerámicos comúnmente utilizados incluyen la arcilla, la porcelana, el cemento y el vidrio.

Resinas: Las resinas son materiales utilizados en la impresión 3D por estereolitografía (SLA). Las resinas se curan mediante la exposición a la luz UV. Las resinas utilizadas en la impresión 3D incluyen resinas de

Materiales compuestos: Los materiales compuestos se utilizan en la impresión 3D para producir piezas con propiedades mecánicas mejoradas.



Los materiales compuestos comúnmente utilizados incluyen el carbono y la fibra de vidrio.

Es importante destacar que la selección del material adecuado para la impresión 3D dependerá de la aplicación específica del objeto impreso y de las propiedades requeridas para el mismo.

Rediseño de eliminador de batería usado para equipó de ultrasonido terapéutico con el método SLA

Para generar el nuevo diseño del emiminador de baterías, fue necesario optar en todo momentopor la mejor opción en cuento disponibilidad de recursos, costos y viabilidad, a continuacion, se muestra el proceso de manera global.

Modelo inicial. Se revisa el modelo inicial para identificar la principal causa del que genera deficiencias uso. La figura 1 muestra que el equipo cuenta con múltiples reparaciones poco eficientes, ya que fueron realizadas con silicón con lo cual no se resuelve el problema, que el dispositivo presenta fracturas que representan un riesgo en su uso, así como una disminución en la eficiencia del mismo, debido a que cuenta con una conexión macho directa a la toma de corriente y por la naturaleza de su propio peso ha sufrido numerosas caídas corre el riesgo de tener daño en los componentes electrónicos en

su interior. (los pines macho furton retirados para poder mostrar las fracturas)



Figura 1. Modelo inicial: fracturas y reparaciones anteriores.

En la figura 2, se puede observar que los elementos internos del equipo se conservan y por lo tanto es factible llevar a cabo el rediseño para alargar la vida útil del dispositivo.



Figura 2. Estado de los componentes interiores del equipo de ultrasonido.

Diseño. Se crea un modelo en 3D mediante un software de modelado o mediante la digitalización de un objeto existente con un escáner 3D.

Para ello se utilizan herramientas de medición y verificación milimétricas por método directo; una vez que se toman las medidas se procede a generar el diseño en el software de diseño SOLID WORKS. Ver figura 3.

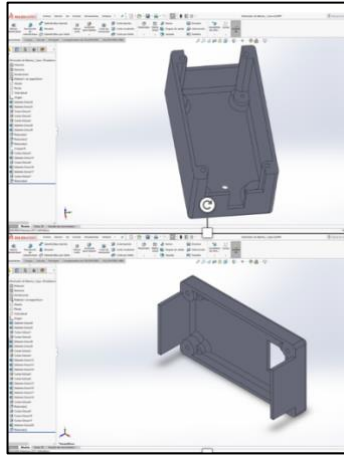


Figura 3. Creación de modelado en SOLID WORKS

Preparación del archivo. El modelo en 3D se procesa en el software FLASH PRINT y se genera un archivo para impresión. Con extensión .gc, se guarda en una memoria USB.

Es importante que el archivo esté optimizado para la impresión, incluyendo la configuración correcta de la resolución, la orientación y el soporte. Ver figura 4.

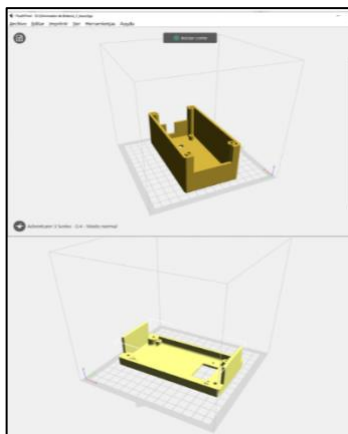


Figura 4. Preparación de archivo STL

Selección del material. Se realiza una selección cuidadosa del material a utilizar con base en las siguientes características: costo, disponibilidad y eco sostenibilidad.

El material seleccionado es el PLA debido a que cumple con las características antes mencionadas, y por la naturaleza del método de impresión a utilizar que es el FDM.

Preparación de la impresora Se usa una impresora 3D Flasforge Adventure 4, con sistema cerrado lo cual disminuye los problemas de impresión por flujo de aire constante, cuenta con sistema de nivelación automática, y sistema de plataforma de fácil desprendimiento, de sistema cartesiano y sistema de extrusión beurer, la impresora cuenta con filtro de carbón activo que capta los gases generados por los materiales que son generados durante la impresión.

Bajo esas características se ajusta la configuración de la impresora 3D de acuerdo con el tipo de material y el modelo a imprimir. Esto incluye la nivelación de la cama de impresión, la carga del filamento o la resina, y la selección de la temperatura y la velocidad de impresión. Ver figura 4. En esta etapa se determina el tiempo de impresión que para el caso en cuestión fue de tan solo 16 horas con 31 minutos. Ver figura 5.

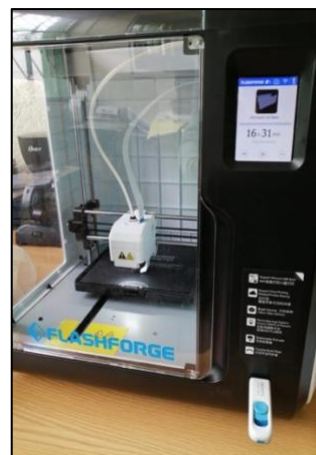


Figura 5. Preparación de archivo STL

Impresión: Se inicia la impresión y la impresora 3D comienza a crear el objeto capa

por capa, siguiendo las instrucciones del archivo. Ver figura 6.



Figura 6. Impresión del modelo

Postprocesamiento y armado: Una vez que se completa la impresión, el objeto debe ser retirado cuidadosamente de la cama de impresión. Si es necesario, se puede lijar, pintar o pulir el objeto para darle la apariencia deseada. Ver figura 7.



Figura 7. Dispositivo armado

Funcionamiento y principales cambios en el diseño: Uno de los principales cambios en el diseño es el mostrado en figura 8, ya que inicialmente el pin de conexión directo a la toma corriente hacia el dispositivo poco estable debido a su peso, por ello se optó por cambiar la configuración de tal manera que se tiene la opción de conectar un cable hembra que vaya directo al toma corrientes evitando el riesgo de caídas y descomposición del mismo.



Figura 8. Impresión del modelo

Así mismo debido a que el dispositivo no presentaba ningún daño interior se procede a probarlo de manera directa en él toma corrientes y con disponibilidad inmediata para la atención de pacientes, ver figura 9.



Figura 9. Dispositivo armado

Referencias

- Chang R, L. B. (2017). Medical Applications of 3D Printing: A Review. *Radiol Phys Technol.*, 10.
- Lozano, S. R. (2019). Reducción del tiempo de impresión en impresora 3D que utiliza tecnología de deposición de filamento fundido. 4-20.
- Alexander Heinze, M. B.-M.-I. (2020). Impresión 3D y sus beneficios en el campo de la educación médica, entrenamiento y asesoría del paciente. *Revista Española de Educación Médica*, 1-8.
- Fernandez-Perez J, G.-C. A.-C., & doi:10.1186/s12938-019-0703-3, 1. 3.



- (2019). 3D printing for preoperative planning and surgical training. *Biomed Eng Online.* , 18.
- Gibson I, R. D. (2010). Gibson I, Rosen D, Stucker B. Additive Manufacturing Technologies. Springer US; 2010.
- K. S. Valenzuela-Villela, P. E.-C.-G. (2020). Progress of the 3D. Printing of Medical Devices.
- Murr, et al. (2012). *Electron beam melting: A review of additive manufacturing of titanium alloys.*
- Nayyeri et al. (2015). *3D inkjet printing of electronics using UV curable conductive inks for wearable and implantable applications.*
- Xu W, L. J. (2016). Recent Advances in 3D Printing of Biomedical Engineering Constructs. 12-41.
- Wang J, L. W. (2016). Zhang J, Lu W, Wang J, et al. Cost-Effective and Efficient Medical Models Produced Using Combination of Three-Dimensional Printing and Injection Molding Techniques. *PLoS One.* 2017;12(1):e0171173.