

## Prótesis en impresiones 3D de bajo costo “Hand To Hand” Prosthesis in low cost 3D printers "Hand To Hand"

Vicente Alberto Rodríguez<sup>1,\*</sup>, Juan José Saldaña<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>GIISA, Centro Regional de Chiriquí, Universidad Tecnológica de Panamá

<sup>1</sup> vicente.rodriguez2@utp.ac.pa, <sup>2</sup> juan.saldana@utp.ac.pa

*Resumen*– Este proyecto tiene como objetivo principal suplir de prótesis a niños con restricciones físicas. En busca de alcanzar este objetivo se diseñarán, modelarán y crearán prótesis de bajo costo utilizando impresiones 3D para niños que no cuenten con alguna parte de sus extremidades superiores, ya sea por que hayan sufrido una amputación, mutilación, o malformación congénita. Estas prótesis serán de dos tipos una pasiva que será accionada a través de movimientos propios con ayuda del muñón y posteriormente otra activa (biomecánica) que será accionada a través de sensores y movilizada por motores, para las personas que han sufrido una desarticulación en la extremidad superior.

**Palabras claves**– Amputación, biomecánica, Blender, Fused Deposition Modeling (FDM), Ingeniería de Software Aplicada, MMI, muñón, mutilación.

*Abstract*– The main objective of this project is to supply children with physical restraints with prosthesis. In order to achieve this goal, they will design, model and create low cost prostheses using 3D impressions for children who do not have any part of their upper limbs, either because they have suffered an amputation, mutilation, or congenital malformation. These prostheses will be of two types, a passive one that will be activated through own movements with the help of the stump and later another active one (biomechanics) that will be activated through sensors and mobilized by motors, for people who have suffered a disarticulation in the limb higher.

**Keywords**– Amputation, Applied Software Engineering, biomechanics, Blender, Fused Deposition Modeling (FDM), MMI, mutilation, stump.

### 1. Introducción

Por siglos, el hombre ha mostrado fascinación por la arquitectura, el estilo, la forma y composición de su cuerpo. La búsqueda por entender la anatomía del cuerpo humano ha creado disciplinas muy especializadas y con ello, la producción y desarrollo de herramientas científicas, cuya función principal es ayudar a descifrar el enigma que constituye el funcionamiento del mismo [1].

Durante la Segunda Guerra Mundial, unas 20 000 personas sufrieron la amputación de algún miembro; en el mismo periodo, ascendía a 120 000 el número de pacientes civiles que habían sido amputados a consecuencia de accidentes o enfermedades.

Actualmente el tema de personas amputadas o discapacidades es asunto de interés mundial. Las amputaciones o malformaciones traen consecuencias sociales, económicas y psicológicas afectando moralmente a los pacientes, influyendo en su calidad de vida y hasta en la de sus familiares.

Actualmente existen ya proyectos similares que utilizan la tecnología de impresión 3D para la fabricación de prótesis y extremidades. Se realizan distintos proyectos para realizar prótesis de bajo costo con la ayuda de impresoras 3D en México, Argentina, Estados Unidos, España y otros países, los cuales han venido realizando esta actividad, desde inicio del 2000 con la tecnología Fused Deposition Modeling (FDM), que

consiste en fundir material y colocarlo capa por capa hasta formar el objeto en 3 dimensiones.

Las impresiones 3D es un grupo de tecnologías de fabricación por adición donde un objeto tridimensional es creado por la superposición de capas sucesivas de material. Las impresoras 3D son por lo general más rápidas, más baratas y más fáciles de usar que otras tecnologías de fabricación por adición, aunque como cualquier proceso industrial, estarán sometidas a un compromiso entre su precio de adquisición y la tolerancia en las medidas de los objetos producidos. Las impresoras 3D ofrecen a los desarrolladores del producto, la capacidad para imprimir partes y montajes hechos de diferentes materiales con diferentes propiedades físicas y mecánicas, a menudo con un simple proceso de ensamble. Las tecnologías avanzadas de impresión 3D pueden incluso ofrecer modelos que pueden servir como prototipos de producto.

Este proyecto tiene como objetivo principal diseñar, modelar, desarrollar y suplir prótesis de bajo costo utilizando impresiones 3D, a niños con amputación o mutilación causadas por un accidente, enfermedades o de nacimiento en alguna parte de sus extremidades superiores que sean referidos de centros o instituciones públicas de nuestra provincia.

El trabajo está compuesto por las siguientes secciones: Sección 2 presenta los antecedentes de proyectos similares y algunas estadísticas de nuestro país. Sección 2 explica las tecnologías y el proceso de modelado y construcción de las prótesis propuestas. Sección tres presenta los trabajos futuros.

## **2. Antecedentes y justificación**

### **2.1. Antecedentes**

La encuesta de trabajo infantil de 2012, realizada por la Contraloría General de la Republica, indica que 91 menores de edad sufrieron amputaciones de uno de sus miembros en jornadas laborales (Vendedores ambulantes, trabajadores de los servicios no clasificados en otro grupo, obreros y jornaleros), además el informe indica que en panamá hay 40 mil niños que llevan a cabo trabajos peligrosos [2]. En Colombia el número de personas discapacitadas por la pérdida parcial o total de sus extremidades es considerable, según el censo realizado por el Dane en el año 2005 los discapacitados físicos en Colombia representan el 6.4% del total de la población, cerca de 385 000 colombianos [4].

En la actualidad países como Colombia cuentan con el apoyo de la fundación “Give me Five”, la cual se dedica a donar y crear prótesis de bajo costo para niños con falta de una extremidad superior en dicho país. En México realizan la misma actividad por medio del proyecto “ROBOT HAND PROJECT”.

### **2.2 Justificación**

El objetivo principal de esta investigación es diseñar, producir y proporcionar prótesis bajo costo, mediante impresión 3D, a niños con alguna pérdida de sus extremidades superiores, que no puedan adquirir una prótesis convencional por sus altos costos. Las prótesis en impresiones 3D es una tecnología cada vez más accesible en Panamá. Este proyecto busca ser un prototipo, que permita posteriormente ser replicado por entidades gubernamentales en otras provincias de nuestro país brindándole así más opciones a un mayor número de niños con éstas discapacidades físicas.

## **3. Prototipo 1**

### **3.1. Prototipo 1 vs GYROBOT**

El modelo que se tomo de web el GYROBOT se le han hecho cambios relevantes con respecto al tamaño de la estructura completa ya que ese modelo tiene como tamaño base a una persona adulta. El prototipo 1 a sido modificado para adaptarlo a niños de edades dentro de 5 y 10 años de edad, modificaciones realizados fueron la de donde encaja el muñón del paciente.

### **3.2. Modelado**

Cada una de las piezas se modelan a las especificaciones que se necesitan, el modelado de cada una las piezas normalmente nacen de un cubo la cual se va modificando a la pieza que se quiere con funciones de extrudir capas, rotar, mover vértices, unir, cortar y otras funciones que nos brinda el programa de diseño.

*Prototipo 1 fue tomado de la comunidad de Thingiver del usuario GYROBOT [3] y modificado para mejoras de nuestro prototipo 1. En la ilustración se muestra el diseño realizado en Blender del prototipo 1.*

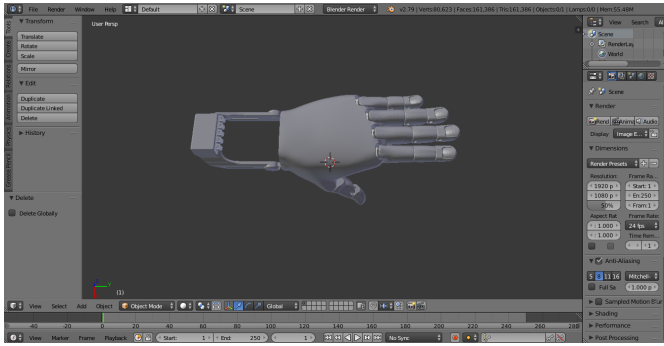


Figura 1. Diseño en Blender del Prototipo 1.

### 3.3. Impresión

Impresión del Prototipo 1 fue impresa en la Universidad Tecnológica de Panamá en la impresora MM1. En el Tabla 1, se muestra el tiempo estimado para la impresión de cada una de las piezas que conforman el Prototipo 1.

Tabla 1. Bitácora de impresión de las piezas.

Cantidad	Número de la pieza	Parte	Tiempo de impresión (hh:mm)
1	6	Cuerpo de la mano	06:24
1	1-1	Falange proximal del pulgar	00:18
1	1-2	Falange distal del pulgar	00:18
1	2-1	Falange proximal del índice	00:18
1	2-2	Falange media del índice	00:18
1	2-3	Falange distal del índice	00:18
1	3-1	Falange proximal del medio	00:18
1	3-2	Falange media del medio	00:18
1	3-3	Falange distal del medio	00:18
1	4-1	Falange proximal del anular	00:18

1	4-2	Falange media del anular	00:18
1	4-3	Falange distal del anular	00:18
1	5-1	Falange proximal del meñique	00:18
1	5-2	Falange media del meñique	00:18
1	5-3	Falange distal del meñique	00:18
11	8	Unión de las falanges proximal y distal	00:10

### 3.4. Ensamblaje

El ensamblaje del Prototipo 1 se dio de la siguiente forma. Figura 2 se muestra cómo se deben colocar cada una de las piezas.

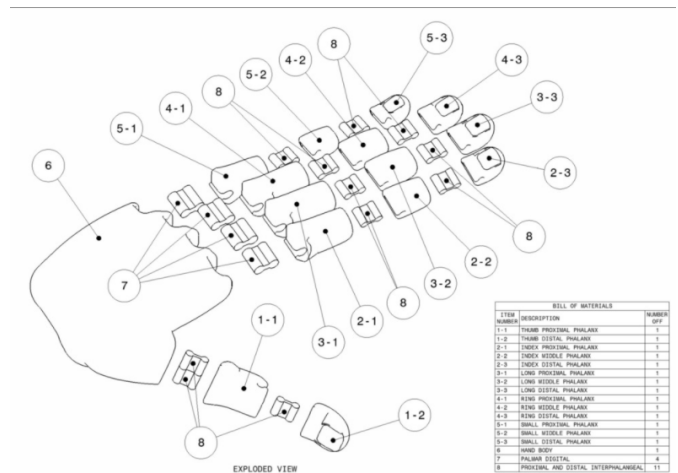


Figura 2. Ensamblaje de las piezas.

### 4. Trabajos futuros

Realizar prótesis biomecánicas con tecnología Arduino y sensores mioelectricos para personas que le han amputado o mutilado alguna parte de sus extremidades superiores a la altura de la muñeca, codo y hombro.

### 5. Conclusiones

Dentro de la investigación de este proyecto se ha logrado recabar la información sobre la necesidad de crear prótesis de bajo costo, por lo cual obtener una prótesis convencional es

muy difícil para las personas que la necesitan. Mas adelante que se lleve a cabo las demás fases del proyecto es poder donar prótesis mecánicas y biomecánicas.

## 6. Agradecimientos

Agradecemos a Kayssa Miranda por su ayuda incondicional; por ser la mente maestra y motivadora para que este proyecto siga adelante en la Universidad Tecnológica de Panamá, la cual pertenece a la sección administrativa.

## 7. Referencias

- [1] C. Baldasquín Cáceres, «La Biomecánica y su aplicación en las prótesis,» 2012. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/62424971/La-biomecanica-y-su-aplicacion-en-las-protesis>.
- [2] Contraloría General de la República de Panamá, «Población de 5 a 17 años de edad en trabajo infantil, que alguna vez se ha lesionado, en la república, por ocupación, según área, sexo y tipo de lesiones o enfermedades padecidas en el trabajo: encuesta de trabajo infantil, octubre 2012,» Panama, 2012.
- [3] Gyrobot, «FLEXY-HAND 2,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.thingiverse.com/thing:380665>.
- [4] C. A. Q. Burgos, «Diseño y construcción de una prótesis robótica de mano funcional adaptada a varios agarres,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.unicauca.edu.co/deic/Documentos/Tesis%20Quinay%20E1s.pdf>.
- [5] F. Cañizares, «Quién inventó las prótesis,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.quo.es/ser-humano/quien-invento-las-protesis>.
- [6] B. Guillén, «La impresora 3D, un invento de los 80 que triunfa 30 años después,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.bbvaopenmind.com/la-impresora-3d-un-invento-de-los-80-que-triunfa-30-anos-despues/>.
- [7] C. A. Quinayás Burgos, M. Muñoz Añasco, Ó. A. Vivas Albán y C. A. Gaviria López, «Diseño y construcción de las Prótesis robótica de mano UC-1,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/inun/v14n2/v14n2a01.pdf>.
- [8] R. R. Zarauz, «Mastitis,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/hinmaculada/web/servicios/tcg/documentos/Protocolos/Para%20Medicos%20A.P/Mastitis.pdf>.
- [9] Instituto Nacional de Estadística y Geografía de Mexico, «Clasificación de tipo de discapacidad,» [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/clasificadoresycatalogos/>.