

Reporte sobre el diseño y fabricación de una prótesis de dedo índice “Dedo de Dios”

Propuesta de Investigación
por:

Jesús Alberto Funes Mendoza
Melissa Lizeth Galindo Reyes
Ramón Samuel Blanco Ramírez
Aida Mata Moreno
Miriam Itzel Mata Porras
Víctor Adrián Higuera Vázquez

Supervisado por:

Isaac Estrada

Contenido

1. - Introducción (Motivación y Justificación)	3
2. - Antecedentes y Estado del Arte	3
3. - Hipótesis	5
4. – Propuesta (Concreta)	6
5. - Objetivos	6
6. – Metodología (¿Cómo?)	7
7. – Desarrollo Experimental	7
8. – Resultados y Discusión	10
9. – Diagrama de flujo	12
10. – Equipos e Infraestructura	13
11. – Conclusiones	14
12. – Referencias	14

Resumen

Desde antes existían las prótesis, sin embargo, estas eran prótesis como garfios o palos como pies lo cual es bastante incómodo para el usuario, una prótesis piensa quitar esa incomodidad y dar la sensación de que nunca se fue la parte del cuerpo que se perdió

Antes se utilizaban palos, pero en la actualidad se usan complejos mecanismos que articulan manos y pies a base de plástico.

Sera un gran beneficio para la humanidad, mejorando la calidad de vida

1. - Introducción (Motivación y Justificación)

Crear una prótesis funcional, para reemplazar de extremidades faltantes y hacer la vida del usuario menos complicado, para eso se tiene que conocer la función que esta desempeña.

Una de las motivaciones que se tiene, es el poder diseñar una prótesis desde cero, ya que ahora que pondríamos todos nuestros conocimientos a prueba y así el poder diseñarla y armarla para después programarla, ya que cada integrante puede aportar los conocimientos adquiridos.

Porque es un reto que se puede afrontar, que es interesante como el cuerpo humano es una maquina y nosotros tratamos de replicarla y por último es interesante porque ayuda a las demás personas

Mejora en la calidad de vida y estudio de la anatomía del cuerpo humano, así como en función de replicar el mecanismo que tiene el ser humano

2. - Antecedentes y Estado del Arte

Una prótesis es un **sustituto artificial de una parte del cuerpo faltante** (tanto en singular como en plural; se llama prótesis).

En la antigüedad se ponían patas de palo y garfios para abordar el tema, pero tenía muchas limitantes

Las ventajas de esto es que no tendremos limitaciones físicas a la hora de hacer cualquier trabajo. La desventaja es que en un futuro lejano las partes del cuerpo pierdan su valor y se opte que es mejor tener una prótesis. La única parte del cuerpo que parece irremplazable es el cerebro, por su complejidad y cantidad de datos que almacena, esta parece una maravilla.

Unas de las oportunidades que nos dará está en el área médica y deportiva, ya que nos abrirá cada vez más en las diferentes ramas de la ingeniería el cual ayudará mucho en el futuro para la medicina; así poder conocer más las funciones del cuerpo humano y usar la robótica para recrear las funciones humanas en robots a la semejanza de las partes del cuerpo humano.

Con esta propuesta nos ayudará a conocer mejor nuestras habilidades en cuestión de programación, diseño y el armado, así como las funciones del cuerpo humano.

- **Antecedentes**

Desde la antigüedad hasta la época actual las prótesis han sido una herramienta que ha contribuido y beneficiado a gran parte de la población, que por alguna razón se ha visto en la necesidad de suplantar alguno de sus miembros, o que simplemente ha necesitado la ayuda de alguna herramienta para corregir, estabilizar o proteger alguna parte de su cuerpo. Herramientas indispensables que contribuyen a que las personas que las usen vuelvan a reintegrarse a la sociedad, consiguiendo así volver a realizar sus actividades de la vida diaria, tal vez no con la misma facilidad de antes, pero sí consiguiendo un amplio beneficio al usarlas. Pero de igual manera estas herramientas con el paso del tiempo se han ido mejorando día con día, para proporcionar a las personas una mayor comodidad, mejores beneficios y menores riesgos.

El origen de ellas se remonta a 3.000 a.C aproximadamente, en donde el hombre de acuerdo con sus condiciones de vida y de los materiales que tenía, supo resolver la necesidad de adaptarse con alguna deficiencia, tanto cultural como funcional, a lo largo de su evolución hasta lograr hoy en día diversas tecnologías que nos ayudan a mejorar la calidad de vida de quienes las requieren.

Los egipcios fueron los primeros pioneros de la tecnología protésica. Elaboraban sus extremidades protésicas rudimentarias con fibras, y se cree que las utilizaban por la sensación de “completitud” antes que por la función en sí. Sin embargo, recientemente, los científicos descubrieron en una momia egipcia lo que se cree que fue el primer dedo del pie protésico, que parece haber sido funcional.

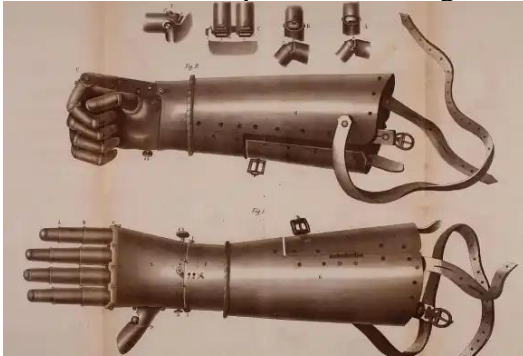


En la Alta Edad Media hubo pocos avances en el campo de la protésica, además del gancho de mano y la pata de palo. La mayoría de las prótesis elaboradas en esa época se utilizaban para esconder deformidades o heridas producidas en el campo de batalla. A un caballero se le colocaba una prótesis diseñada solamente para sostener un escudo o para calzar la pata en el estribo, y se prestaba poca atención a la funcionalidad. Fuera del campo de batalla, solamente los ricos tenían la suerte de contar con una pata de palo o un gancho para las

funciones diarias.



En 1508, se elaboró un par de manos avanzadas para el mercenario de hierro tecnológicamente 3 alemán Gotz von Berlichingen después de que perdió su brazo derecho en la batalla de Landshut. Era posible manejar las manos fijándolas con la mano natural y moverlas soltando una serie de mecanismos correas de cuero de liberación y resortes, mientras se suspendían con Alrededor de 1512, un cirujano italiano que viajaba por Asia registró observaciones de un amputado bilateral de extremidad superior que podía quitarse el sombrero, abrir su cartera y de un brazo de plata elaborado para el almirante Barbarossa, que luchó contra los españoles en Bougie, Algeria, para un sultán turco.



3. - Hipótesis

En la actualidad sigue habiendo el problema tanto de peso como de carga en las prótesis por lo que una prótesis de dedo que sea practica es difícil de encontrar, por lo que nos daremos a la tarea de encontrar la forma de crear una prótesis no solo funcional sino practica de usar y de fácil acceso para el usuario.

Creemos que esto se puede solucionar encontrando la forma de implementar un método de alimentación a la prótesis que sea ligero y eficiente ya que no sería practico que el usuario tuviera que cargarlo muy seguido ni tampoco que tuviera que cambiar su fuente de alimentación.

Nuestra incógnita termina siendo si podemos diseñar una prótesis de dedo que permita al usuario no solo aparentar recuperar el miembro perdido, sino que le permita recuperar su funcionamiento dejando de fuera la apariencia ya que a fin de cuentas lo que nosotros estamos buscando es que el usuario recupere la movilidad completa de su mano.

4. – Propuesta (Concreta)

La propuesta es realizar una prótesis del dedo índice siguiendo la metodología planteada, esto con la finalidad de lograr adquirir conocimientos acerca de la elaboración de esta y conseguir conocimientos acerca del área de trabajo de las prótesis, así mismo el área de oportunidad. Esto con la finalidad de lograr fabricar una prótesis funcional y que pueda ser usada por algún candidato a prótesis.

5. - Objetivos

Objetivo General:

Diseñar una prótesis de un dedo, teniendo en cuenta que las medidas se tomarán de un hombre de edad promedio de acuerdo a las tablas antropométricas de la ciudad de Monterrey, el tiempo que se estima en finalizar el proyecto será de un mes y medio

Objetivos Específicos (Actividades Concretas):

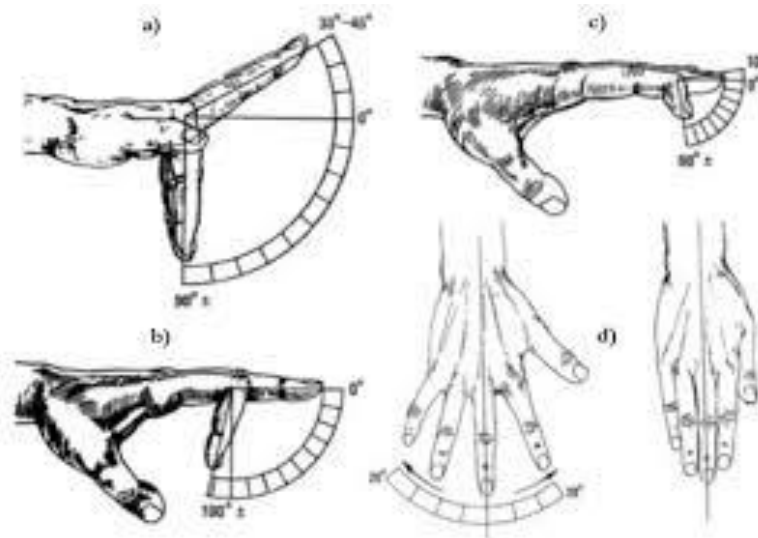
- a) Preparar un diseño en el cual nos ayude a poder realizar el proyecto, tomando en cuenta las medidas planteadas, hacer un calendario de las fechas que se van a programar los días que se van a necesitar para hacer el proyecto.
- b) Evaluar los materiales que se utilizaran, así como las piezas que se necesitaran para poder realizar la prótesis, en este punto también evaluaremos el código que se utilizará.
- c) Sintetizar el uso de cada material que se necesitará, así como el conocer cada función de estos y hacer un reporte de estos, para tener en cuenta para que servirán.
- d) Medir las piezas en el tamaño deseado, en caso de que no sean, se puedan cortar y llegar a lo que se había planteado desde un principio y armar el proyecto.
- e) Comparar con un dedo común, para verificar si tiene los mismos movimientos que nuestra prótesis y detectar posibles fallas.
- f) Examinar haciendo una prueba para comprobar que la prótesis funcione correctamente, para esto se tiene que estar ya hecha la pieza junto con el código ya implementado

6. – Metodología (¿Cómo?)

Para poder empezar nuestro proyecto trabajaremos con una metodología siguiendo los objetivos planteados anteriormente esto para lograr una cronología del desarrollo de la prótesis que por medio primero de la planeación se pretende lograr los objetivos específicos. Primeramente se preparará un diseño de baja fidelidad que cumpla con ciertas características, después se utilizará un programa de CAD para realizar un prototipo del diseño más avanzado que nos ayudará a conseguir un diseño más acertado al deseado, por medio de medidas específicas y cuidando la anatomía del dedo humano. Así mismo se hará una tabla comparativa de distintos materiales ideales para fabricar la prótesis y que por medio de una investigación identificar el material tenga propiedades propias que sean ideales para el uso de la prótesis, tales como: durabilidad, anticorrosiva, resistencia mecánica, etc. Por consiguiente, definir el material o materiales a utilizar según sea el caso, para definir el diseño correctamente. El diseño en este punto estará terminado identificando cualquier error que pueda producirse en el proceso de fabricación, y que este pueda ser resuelto fácilmente, esto puede probarse con alguna simulación dentro del mismo programa de CAD antes de la fabricación. Para concluir se probará la prótesis en algún usuario que sea candidato para utilizar la prótesis y así comprobar que funcione de adecuada y sino es así poder identificar el error para poder corregirlo de manera oportuna y correcta.

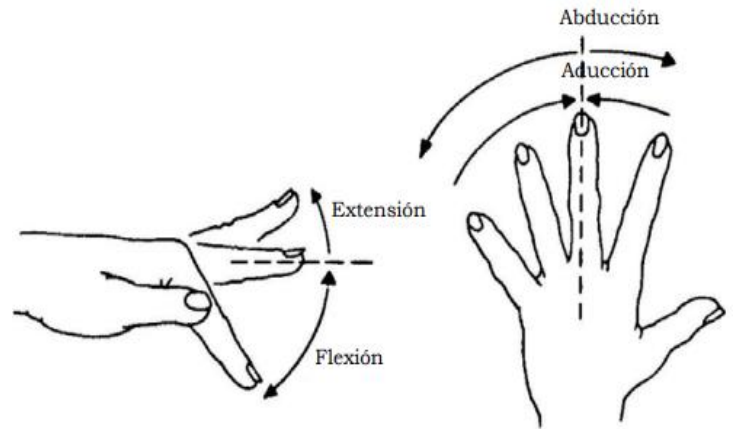
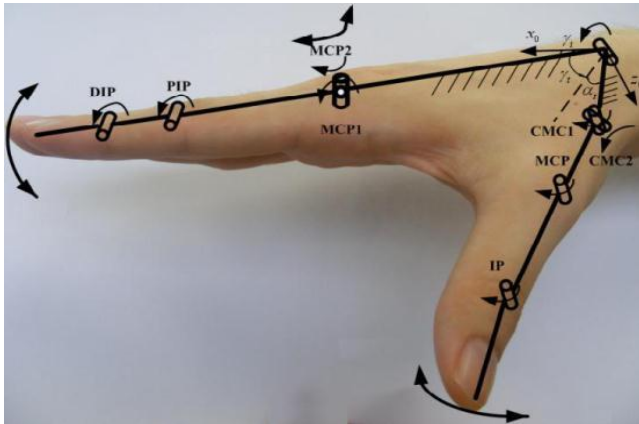
7. – Desarrollo Experimental

Un importante punto para investigar a la hora de diseñar una prótesis de dedo son los grados de libertad que este debe tener para entender su movimiento y que es lo que debemos buscar de la prótesis a diseñar.



Grados de libertad y movimientos del dedo

Al momento de diseñar una prótesis de una extremidad, hay que tener muy en cuenta todos los grados de libertad y movimientos que este realizaba y debería de realizar para poder acomodar la vida del dueño a una vida más normal

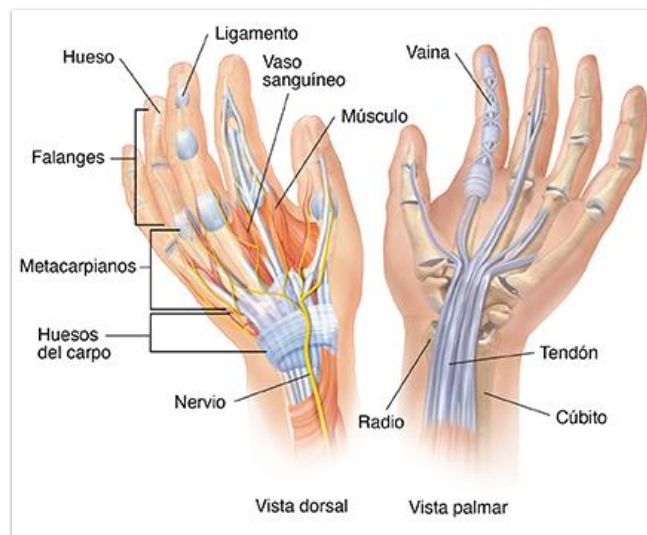


Anatomía de la mano

Falanges. Son los 14 huesos que se encuentran en los dedos de cada mano y también en los dedos de cada pie. Cada dedo tiene 3 falanges (distal, media y proximal). El pulgar solo tiene 2 falanges.

Metacarpianos. Los 5 huesos que componen la parte media de la mano.

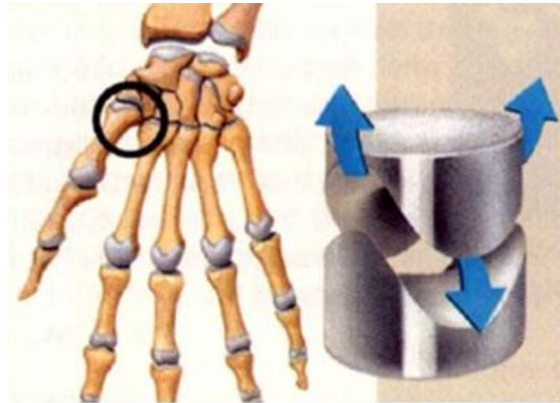
Huesos del carpo. Los 8 huesos que forman la muñeca. Las 2 filas de huesos del carpo están conectadas a los 2 huesos del antebrazo: el radio y el cúbito.



Articulaciones

Las articulaciones de silla de montar y elipsoidales permiten movimientos rotacionales hacia atrás y hacia delante, arriba y hacia abajo pero no permite rotación transversal por consiguiente son del tipo 2 GDL.

En este tipo de articulación fue en el que nos basamos para la creación y el diseño de nuestra prótesis ya que es la más fácil por así decirlo para sustituir en forma mecánica.



Comparación de distintas prótesis

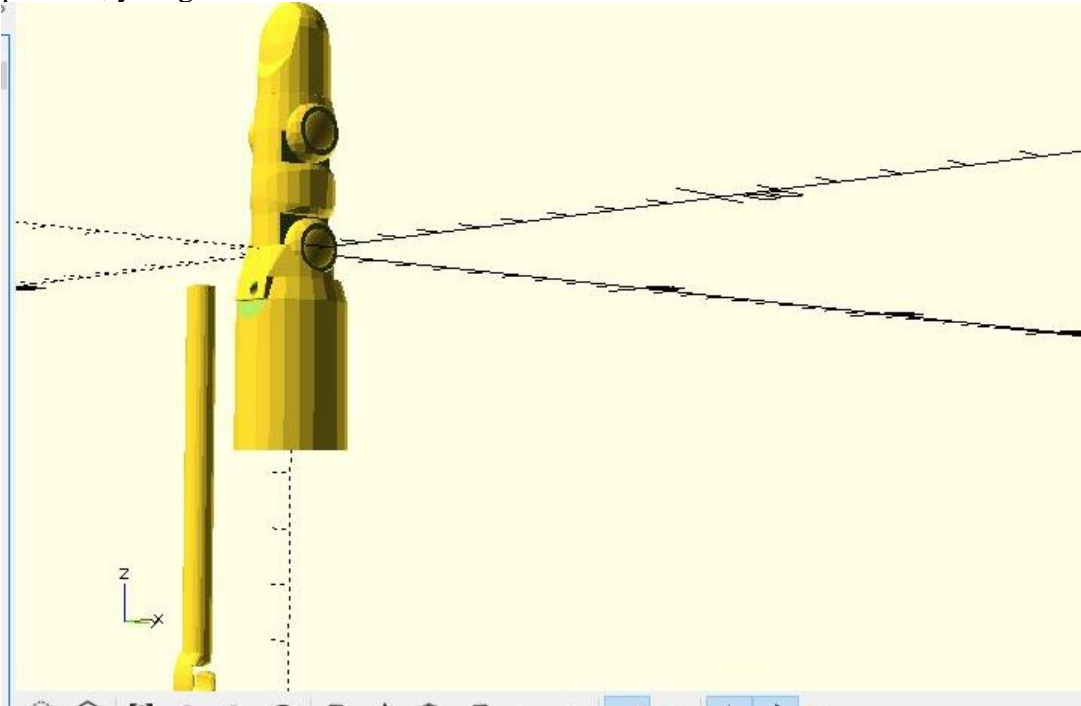
Realizamos la comparación de distintos diseños de prótesis de dedo para así llegar a explotar sus deficiencias y poder realizar una prótesis que combinara sus mejores elementos.



8. – Resultados y Discusión

Nos basamos en la medida en la mano promedio de un mexicano, para poder encontrar las medidas perfectas para nuestro dedo, para poder diseñar la prótesis en SolidWorks.

Investigamos cual es el mejor material que se puede utilizar para poder fabricar nuestra prótesis, y elegimos el PLA.

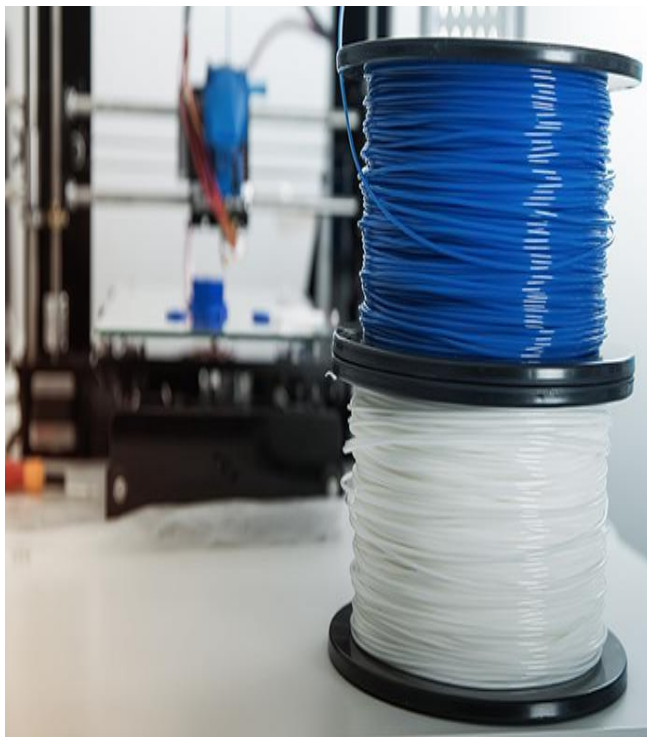


Material utilizado: PLA

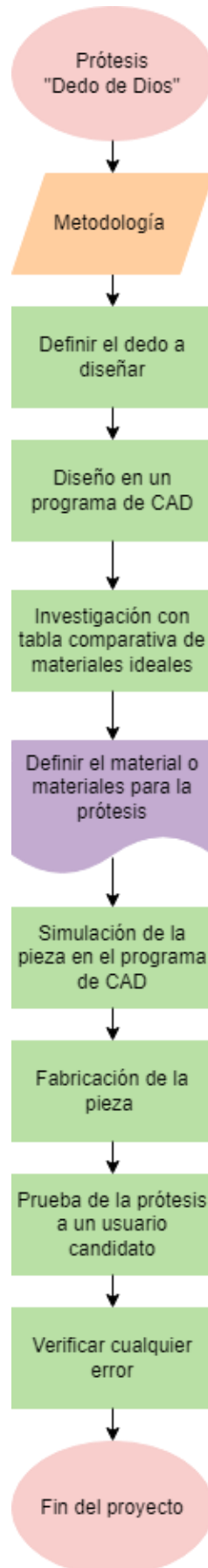
El **ácido poliláctico** o PLA es **biodegradable** en las condiciones adecuadas. Se fabrica a partir del almidón de maíz y se caracteriza por su **facilidad de uso**.

Propiedades del PLA:

- Dureza: Alta | Flexibilidad: Baja | Durabilidad: Media
- Dificultad de uso: Baja
- Temperatura de impresión **180 °C – 230 °C**
- Temperatura de la cama de impresión: **20 °C – 60 °C** (aunque no es necesaria)
- Contracción/deformación: Mínima
- Soluble: No



9. – Diagrama de flujo



10. – Equipos e Infraestructura

Laminado de plástico polímero

El laminado de plástico polímero es usado ampliamente para la fabricación de encajes protésicos. El plástico empieza con un líquido, que luego se mezcla con un catalizador y se usa para saturar los textiles de refuerzo que se han aplicado sobre un modelo de la extremidad residual. El plástico polímero pega las capas de tela para crear una laminación. Este proceso se realiza bajo presión en vacío para crear un producto ligero y fuerte.

El proceso de laminación

Como fue mencionado en las secciones previas, el proceso de laminación implica la saturación de textiles de refuerzo con resinas plásticas de polímero. Este proceso se realiza generalmente bajo presión en vacío por succión.

Primero, el protésico prepara el molde de yeso, modelo del miembro residual, de manera que proporcione un encaje cómodo y quede bien. Después es aplicada sobre el yeso una película delgada de Alcohol PoliVinil (PVA, por sus siglas en inglés) que actúe como separador para la resina plástica.

El vacío por succión es aplicado bajo esta película para que se junte con el molde. Posteriormente son aplicados los textiles de refuerzo. La estructura que se necesita para conectar el encaje a los componentes de la prótesis puede ser incorporada en los textiles de refuerzo.

Material termoplástico

Las láminas termoplásticas se usan mucho en el campo de la protésica para fabricar conexiones protésicas y componentes estructurales. Estos materiales están disponibles en láminas de varios grosores y colores. Los tipos más básicos son el polipropileno y polietileno. El polipropileno (PP) es un plástico muy rígido para el que se han encontrado varios usos en protésica. La estructura de soporte de la conexión protésica suele fabricarse con polipropileno. El polietileno (PE) de baja densidad es un termoplástico blando y flexible que puede usarse para las conexiones protésicas.

La silicona y otros materiales similares

A lo largo de los años, se han encontrado más usos para la silicona en el campo de la protésica de extremidades. Ahora se usa como material de relleno para encajes, como sistema de suspensión del encaje de succión de silicona (tipo Iceross 3S) y es el material preferido para las reconstrucciones de mano cosméticas de gran calidad, por nombrar algunos usos. Los hay de muchas formas y se pueden fabricar en un durómetro con soporte rígido o muy blando. Cuando se fabrica en un durómetro muy blando, la silicona no sólo proporciona un excelente relleno, sino que también protege la piel de fricciones (cortes). Esto puede ser muy importante porque la fricción suele causar excoriaciones. El encaje de succión de silicona utiliza lo que podría llamarse un “calcetín” de silicona que se pone directamente sobre la piel y que incorpora una clavija de fijación en la parte inferior, fijando así el calcetín, y la persona amputada, a la prótesis.

Metales

En prótesis, los componentes metálicos suelen ser aquellos fabricados por uno de los muchos distribuidores de componentes protésicos. Pueden ser rodillas, pilones, tobillos y rotadores, por nombrar algunos. Se pueden encontrar ejemplos de aluminio, acero inoxidable y titanio de estos componentes.

El aluminio, en general, se considera como una alternativa más liviana que el acero.

El acero es sin duda resistente pero, también, relativamente pesado.

El titanio es una alternativa resistente y liviana. La desventaja es su elevado precio.

Los forros y las fundas

Las fundas se llevan por fuera de la prótesis y se usan para proporcionar suspensión. Algunos de los materiales que se usan para las fundas son: neopreno, silicona, látex y uretano. Las fundas se llevan sobre la prótesis y se extienden por el muslo de una persona amputada por debajo de la rodilla. Si la funda no es porosa, la suspensión se logrará combinando la succión (el aire no puede entrar en el encaje) y la fricción mecánica.

Acabado cosmético

El material más tradicional y común para la funda cosmética es la media de nailon. Son parecidas a las espesas medias tipo liga (o de calcetín) que usan las mujeres. Recientemente se han lanzado al mercado pieles protésicas hechas a medida (o casi a medida) que ofrecen un acabado más natural. Las pieles protésicas tienen el mismo color que la piel de la persona y también pueden mostrar algunos detalles, como los vellos de la pierna. Estas pieles protésicas suelen estar hechas de un material parecido al látex.

11. – Conclusiones

Al finalizar este trabajo podemos concluir que el realizar una prótesis no es tarea fácil, lleva una larga investigación en todos los aspectos, cálculos, funciones que debe cumplir y sobre todo una de las cosas más importantes el material con el que debe ser elaborada.

Una vez que finalizamos nuestra prótesis pudimos ver que ciertamente al ser un material barato tiene sus deficiencias ya que tuvimos problemas al momento de ensamblar, pero pudimos resolverlas, por lo que en conclusión nuestro diseño es funcional solamente hay que encontrar un mejor material el cual elimine esas limitaciones que tuvimos con la impresión 3D.

12. – Referencias

Development, W. (2017, December 11). Manual protésico: Materiales usados en la prótesis. Retrieved from <https://www.amputee-coalition.org/resources/spanish-materials-prosthetics>