

**LA ROBOTIZACIÓN APLICADA EN PRÓTESIS, SU AVANCE
TECNOLÓGICO Y BENEFICIOS**

**NELSON FERNANDO EUGENIO PEÑA
KATHERIN PAOLA RATIVA YEPES**

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN ELECTROMEDICINA
BOGOTÁ D.C
2017**

**LA ROBOTIZACIÓN APLICADA EN PRÓTESIS, SU AVANCE
TECNOLÓGICO Y BENEFICIOS**

**NELSON FERNANDO EUGENIO PEÑA
KATHERIN PAOLA RATIVA YEPES**

**Informe de Monografía como opción de grado para optar el título de
Tecnología en Electromedicina**

**Asesor
LUIS FERNANDO FAJARDO SIERRA
Ing. Electrónico**

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN ELECTROMEDICINA
BOGOTÁ D.C
2017**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 CRITERIOS	12
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 OBJETIVO GENERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4. ESTADO DE LOS CONOCIMIENTOS	16
4.1 DEFINICIÓN E HISTORIA DE LAS PRÓTESIS.....	16
4.1.1 TIPOS DE PRÓTESIS.....	19
4.1.2 COMPONENTES DE PRÓTESIS DE MIEMBRO SUPERIOR.....	39
4.1.3 COMPONENTES DE PRÓTESIS DE MIEMBRO INFERIOR.....	40
4.1.4 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES.....	40
4.2 ÓRTESIS.....	41
4.2.1 TIPOS DE ÓRTESIS.....	41
4.3 DEFINICIÓN E HISTORIA DE LA ROBÓTICA.....	46
4.4 APLICACIÓN DE LA ROBOTIZACIÓN EN PRÓTESIS.....	49
4.5 DIFICULTADES PRESENTADAS EN LA ELABORACIÓN DE LAS PRÓTESIS	57
4.5.1 COSTOS PROMEDIO DE UNA PRÓTESIS.....	58
4.6 ENTIDADES QUE DONAN Y/O VENDEN PRÓTESIS.....	59
4.7 LEGISLACIONES COLOMBIANAS QUE APLICAN AL DISEÑO DE PRÓTESIS U ÓRTESIS... ..	61
4.8 MANTENIMIENTO DE LAS PRÓTESIS.....	64
5. METODOLOGÍA	68
6. CONCLUSIONES	74
7. DISCUSIÓN	75
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	77
ANEXOS	78

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 prótesis.....	16
Figura 2 Historia de las prótesis.....	18
Figura 3 Especificación de nivel de amputación de brazo.....	20
Figura 4 Desarticulación de hombro.....	20
Figura 5 Amputación trans-humeral	21
Figura 6 Amputación de desarticulación de codo	21
Figura 7 Niveles de amputación de antebrazo	22
Figura 8 Amputación trans-radial	22
Figura 9 Amputación desarticulación de muñeca	23
Figura 10 Amputación parcial de pulgar	23
Figura 11 Amputación de dedos trifalángicos	24
Figura 12 Amputación pluridigital	24
Figura 13 Amputación del carpo.....	25
Figura 14 Prótesis cosméticas	25
Figura 15 Prótesis funcionales	26
Figura 16 Esquema de tipos de prótesis según fuente de energía	27
Figura 17 Prótesis trans-femoral	29
Figura 18 Prótesis trans-tibial	29
Figura 19 Prótesis de desarticulación de cadera	30
Figura 20 Prótesis de desarticulación de rodilla	30
Figura 21 Prótesis de desarticulación de tobillo	31
Figura 22 Prótesis parcial de pie	31
Figura 23 Prótesis dentales	32
Figura 24 Prótesis auditivas	35
Figura 25 Prótesis oculares	37
Figura 26 Prótesis ocular de doble pared	38
Figura 27 Componentes de prótesis de miembro superior	39
Figura 28 Órtesis estabilizadora	42
Figura 29 Órtesis funcional	42
Figura 30 Órtesis correctora	43
Figura 31 Órtesis protectora	43
Figura 32 Órtesis de miembro inferior	44
Figura 33 Órtesis de miembro superior	44
Figura 34 Órtesis de columna	45
Figura 35 Órtesis craneales	45
Figura 36 Órtesis de sedestación	46
Figura 37 Robótica	47
Figura 38 Mano Blackfingers	51

Figura 39 Mano Lowa	52
Figura 40 Mano Otto Bock	53
Figura 41 Codo-antebrazo.....	54
Figura 42 Piernas Elegs, Berkeley Bionics.....	55
Figura 43 Prótesis de rodilla power knee.....	56
Figura 44 propio foot.....	57
Figura 45 Mantenimiento y Desarrollo.....	67
Figura 46 Encuesta con el mayor puntaje.....	70
Figura 47 Encuesta con el menor porcentaje.....	72

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Encuesta aplicada.....	79
Anexo B. Encuesta de persona de 18 años de edad	81
Anexo C. Encuesta de persona de 19 años de edad	83
Anexo D. Encuesta de persona de 17 años de edad	85
Anexo E. Noticia del diseño de prótesis de bajo costo en Colombia	87
Anexo F. Ingeniero fabrica prótesis en Ibagué	88

GLOSARIO

Discapacidad: Término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales.

Evolución: Esta acción está vinculada con un cambio de estado o a un despliegue o desenvolvimiento y su resultado es un nuevo aspecto o forma del elemento en cuestión.

Ingeniería Biomédica: Disciplina capaz de integrar la ingeniería con las Ciencias Biológicas, Médicas y Ambientales, con la finalidad de desarrollar y adaptar nuevas tecnologías en salud; con criterio humanístico, científico y ético.

Legislación: Se denomina legislación al cuerpo de leyes que regularán determinada materia o ciencia o al conjunto de leyes a través del cual se ordena la vida en un país, es decir, lo que popularmente se llama ordenamiento jurídico y que establece aquellas conductas y acciones aceptables o rechazables de un individuo, institución, empresa, entre otras.

Órgano: Conjunto de tejidos de origen animal o vegetal que forman una unidad anatómica y funcional, es decir, se trata de una serie de tejidos que realizan una o varias funciones de forma conjunta. Existen multitud de órganos distintos según su origen, forma, etc.; algunos de ellos son el cerebro, el corazón, el pulmón, los riñones entre otros

Órtesis: Una ortesis es cualquier dispositivo aplicado externamente sobre el cuerpo humano, que se utiliza para modificar las características estructurales o funcionales del sistema neuromúsculo-esquelético, con la finalidad de mantener, mejorar o recuperar la función. Además, está en contacto permanente con el cuerpo humano, diferenciándola de los demás productos de apoyo.

Prótesis: Es un elemento que se adapta al organismo para reemplazar una estructura faltante o que no funciona adecuadamente. Generalmente se trata de dispositivos que son colocados mediante procedimientos quirúrgicos.

Rehabilitación: El concepto de rehabilitación dispone de un uso extendido en nuestro idioma. En su uso más general y amplio, el término nos permite

expresar la habilitación o el restablecimiento de una función o de alguien en el estado que supieron ostentar en algún momento.

Robótica: La robótica es una ciencia o rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia. Las ciencias y tecnologías de las que deriva podrían ser: el álgebra, los autómatas programables, las máquinas de estados, la mecánica o la informática.

Robotización: Aplicación de máquinas automáticas a un proceso de fabricación o a una industria. Este concepto también puede ser comprendido al ser expresado como el uso de máquinas en procesos de producción.

Tecnología: La tecnología es un concepto amplio que abarca un conjunto de técnicas, conocimientos y procesos, que sirven para el diseño y construcción de objetos para satisfacer necesidades humanas. En la sociedad, la tecnología es consecuencia de la ciencia y la ingeniería, aunque muchos avances tecnológicos sean posteriores a estos dos conceptos.

RESUMEN

En este documento mostraremos la importancia que tiene la robotización sobre las prótesis, lo que dichas prótesis pueden tener o llegar a tener, lo que implica y lo que no, así como la complejidad y desarrollo de cada prótesis, ya que las prótesis que no cuentan con esta tecnología, no otorgan todas las funciones necesarias para sustituir una parte del cuerpo, y mucho menos cubren todas las necesidades que tiene cada persona. Es importante conocer los avances tecnológicos que han tenido las prótesis, el diseño y proceso de cada una, así como el mantenimiento o control periódico que se debe tener con cualquier tipo. Hablaremos de los costos que conlleva la creación, distribución y venta de cada prótesis y que tan accesibles son para la población que la necesita. La robotización que se ha estado manejando en las prótesis es muy importante darla a conocer, para esto tomaremos varios ejemplos, uno de ellos es; en el caso de una prótesis de brazo tiene como mucho tres grados de libertad: se puede abrir y cerrar el gancho, se puede extender y retraer el codo, y con los modelos más sofisticados se puede rotar la muñeca, en cambio en una prótesis que posee la robotización, no solo es más fácil su uso y manejo si no también tendremos un mayor grado de movilidad y una mayor estabilidad psicológica de la persona. En este documento encontraremos una ampliación de las diversas prótesis que existen, los tipos, su historia y que diferencia tienen con las órtesis, puesto que no se tiene muy claro el significado de órtesis y suele confundirse con una prótesis. Al realizar una encuesta a *(38 más) personas mostraremos que tanto conocimiento se tiene en cuanto a los conceptos, cuidados y acceso de las prótesis. Con esto nos enteraremos qué opinión tiene la población frente a situaciones o casos de personas de bajos recursos y que aportarían para resolver algunos de los casos planteados.

Palabras clave: Robótica, reparación artificial, órgano, evolución protética, órtesis, prótesis.

INTRODUCCIÓN

Las prótesis están definidas como una noción que procede de la lengua griega. El término se emplea en el campo de la medicina para nombrar la **reparación artificial** de un **órgano**, o de una porción de él, que se encuentra ausente en el cuerpo del paciente.

Considerando la definición citada en el párrafo anterior, podemos definir a una prótesis robótica, como "un elemento artificial dotado de cierta autonomía e inteligencia capaz de realizar una función de una parte faltante del cuerpo". Dicha autonomía e inteligencia se logra al integrar, actuadores, sensores, procesadores y complejos algoritmos de control.

De acuerdo a esta definición, las prótesis de uso cosmético quedan completamente excluidas, como por ejemplo los ojos de vidrios, las piernas de madera, etc.

La necesidad de crear prótesis se dio por consecuencias de accidentes, cáncer, males formaciones, etc. Pero lo que impulsó a la creación de dichas prótesis es el querer mejorar las condiciones de vida de los sobrevivientes en guerra.

Por otra parte, la robótica es la rama de varias ingenierías como lo pueden ser; la ingeniería mecatrónica, la ingeniería electrónica, la ingeniería eléctrica, la ingeniería mecánica y la **Ingeniería Biomédica**, también es la rama de la ciencia de computación que se puede aplicar en los robots. En este caso la veremos aplicada en las prótesis. Esta tecnología ha avanzado a pasos agigantados y siempre con el mismo objetivo, el de facilitar de alguna manera la vida del ser humano, es así que surge la necesidad de reemplazar con aparatos robóticos alguna extremidad del cuerpo o mejorar la movilidad del mismo.

Sin embargo, no todas las personas tienen el conocimiento suficiente acerca de que beneficios le pueden traer cierto tipo de prótesis y de qué manera. Este tema aquí en Colombia no es algo que abarque la atención suficiente del Estado por lo que las personas de bajos recursos se ven directamente afectadas, el conocimiento de lo que es una prótesis tal vez sea claro para algunos, pero la mayoría no sabe ni entiende cuales o que tipos de prótesis hay, suelen confundirse mucho. En este documento mostraremos algunas de las opiniones de personas de diferentes edades acerca de lo que es una prótesis cuales son los tipos, que es una órtesis que diferencia existe entre una

prótesis y una órtesis entre otras, allí nos daremos cuenta que tan enteradas están las personas que tanto saben que tanto conocen y lo más importante que aportarían para encontrar soluciones que sean favorables para todas las personas, incluidas las de bajos recursos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el transcurso de los años la creación de prótesis robóticas ha resultado de querer mejorar las condiciones de las personas, sin embargo, no todas las personas que necesitan de esta tecnología tienen conocimiento de todas las capacidades y beneficios que tienen estas prótesis. Además de esto, es importante recalcar que se necesita una solución para aquellas personas que han sufrido una amputación, que tienen algún tipo de malformación, han sufrido algún tipo de accidente, etc. y que necesitan sustituir una parte de su cuerpo, para esto es importante conocer qué prótesis existen, cual sirve o se adapta mejor para cada caso, cómo afecta esto a nivel social y cómo pueden hacer para acceder a ellas.

Las personas de bajos recursos, necesitan del apoyo absoluto del Estado, no siempre cuentan con centros que le brinden las prótesis que necesitan o con la rehabilitación correspondiente a su proceso. Ahora, una persona que no tenga la ayuda de un centro de rehabilitación y que no tenga ningún tipo de recurso para comprar una. ¿Cómo accede a una prótesis? En algunos casos tienen que esperar mucho tiempo para que les donen una y mientras eso pasa ¿Cómo hacen para su sustento? Si no poseen todas las capacidades del cuerpo humano se les hace muy difícil sostenerse y sostener a las personas que tal vez estén a su cargo.

Por otra parte, hay personas que no tienen ni idea de que es una órtesis, a pesar, de ser un elemento que muchos de nosotros en alguna ocasión hemos tenido que utilizar; su concepto no es muy conocido en nuestra población. Así que dar a conocer lo que es una órtesis, que diferencia tiene con una prótesis, cuáles son los cuidados que se le deben tener a cada tipo de prótesis, los tipos que hay, lo cual también es un tema que no todos conocen o lo suelen confundir. Las legislaciones y centros que hay aquí en Colombia y como es el manejo de las órtesis y prótesis. Todos estos aspectos son muy importantes darlos a conocer, para que las personas amplíen y aclaren los conocimientos que ya poseen y para que elijan las mejores opciones o lo que mejor se acomode ante la necesidad de cada caso.

1.1 CRITERIOS

La robótica es una ciencia o rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser

humano o que requieren del uso de inteligencia. Esta tecnología se está empleando en prótesis y se pretende entregar para que las condiciones de las personas que necesitan una de ellas sean óptimas, sin embargo; estas prótesis no están al alcance de las personas que no tienen los suficientes recursos para adquirirlas, son unas prótesis de sumas muy altas y aunque se han querido reducir los costos aún hay muchas personas por ejemplo en zonas rurales que no han podido acceder a prótesis que claramente les va a mejorar no solo la condición de ellos mismos sino también de todo su entorno social y familiar.

Tenemos toda la intención de que las personas obtengan el conocimiento de todo lo que implican las prótesis y las órtesis, las situaciones que se viven, porque el conseguir una prótesis es tan difícil aquí en Colombia, lo más importante, concientizar a las personas de lo que está situación nos puede traer, pero no solo a nosotros sino también a todas las personas que nos rodean, ya que al no ver esta situación tan cerca la vemos ajena a nosotros. A pesar de esto, con este documento no abarcamos toda la población lo que quiere decir que son muy pocas las personas a las cuales podemos dar a conocer nuestra opinión, nuestro punto de vista y los conocimientos que hemos obtenido al realizar este trabajo de grado.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Porque es importante conocer las prótesis que existen, como y porque se han desarrollado y que tan accesibles son para las personas que las necesitan?

2. JUSTIFICACIÓN

Las prótesis antiguas tenían la forma de gancho que podía ser cerrado o abierto encogiendo los hombros y mediante una cuerda que pasaba por la espalda. Si tomamos una prótesis de brazo o de pierna; en el caso del brazo tienen como mucho tres grados de libertad lo que contrasta por completo con un brazo humano que tiene más de 25 grados de libertad y por lo tanto una mayor destreza, además de la habilidad de determinar si algo está frío o caliente. Por esta razón el hombre ha querido mejorar las condiciones de las prótesis y permitir que muchas más personas las puedan adquirir, usar y manejar. Sin embargo, a pesar de todas las prótesis que se han venido creando no todas las personas tienen el conocimiento de cómo se establecen las prótesis robóticas, por lo tanto con este documento no solo queremos dar a conocer lo importante que es esta tecnología en las prótesis, sino cómo beneficia a las personas que las pueden utilizar y a todo su entorno, con esta tecnología se puede mejorar mucho la calidad de vida de miles de personas, teniendo en cuenta que las personas de bajos recursos no pueden adquirir una por el costo tan alto que tienen. Las personas no tienen el conocimiento suficiente, no existen los medios necesarios para que toda la población se entere de las opciones que tienen, no solo pensando en el bienestar propio sino también en las personas que están a su alrededor, personas que nos importan al tener un vínculo familiar o social, es necesario estar enterados de las funciones de estas prótesis, de su mantenimiento, de su avance y desarrollo, es importante que tengamos en cuenta la tecnología que se está implementando en las nuevas prótesis y también el concepto que no se tiene muy claro de una órtesis. Estamos cegados, es increíble ver como personas que viven en una pobreza absoluta y necesitan una prótesis; tienen que esperar meses y tal vez hasta años para acceder a una y todo porque las prótesis en este país son casi que intocables, ahora para una persona que no tiene los recursos, se vuelve una situación casi que imposible. Es justo que empecemos a abrir los ojos, que tengamos conciencia de las cosas que ocurren en nuestro alrededor, simplemente porque sentimos que no nos afecta directamente, pensamos que es un tema ajeno a nosotros y no. Debemos empezar a interesarnos más por este tipo de temas y darnos cuenta que esto es importante y que podemos aportar para mejorar la situación en este país.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Dar a conocer los diferentes tipos de prótesis robóticas que existen en este momento. La importancia que tienen en la ayuda de la rehabilitación de las personas que sufren de alguna discapacidad y carecen de alguna parte del cuerpo, analizando la viabilidad desde el punto de vista social y económico.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los riesgos que puede traer el uso de las prótesis en diversos casos o situaciones.
- Conocer y dar a conocer por qué se debe utilizar más esta tecnología en las prótesis y cómo puede mejorar las condiciones de vida de las personas si se adquiere una de estas.
- Investigar algunos casos de prótesis que no están al alcance de las personas identificando las razones apropiadas según el caso.
- Revisar el desarrollo, avance o evolución que han tenido estas prótesis y cómo se han presentado aquí en Colombia beneficiando a cierto tipo de personas, así mismo algunas desventajas y dificultades que tiene la elaboración de estas.
- Presentar un documento o monografía como opción de grado de Tecnología en Electromedicina, cumpliendo los lineamientos metodológicos establecidos por la Universidad ECCI.

4. ESTADO DE LOS CONOCIMIENTOS

4.1 DEFINICIÓN E HISTORIA DE LAS PRÓTESIS

- CONCEPTO

Las prótesis son sustitutos hechos por el hombre para las partes faltantes del cuerpo. A veces es necesaria la extirpación de ciertas partes del cuerpo que contienen cáncer que podría crecer y propagarse. Las prótesis son utilizadas para ayudar a que la persona luzca como si no se le hubiera extraído cierta parte de su cuerpo, lo cual le ayuda a desempeñarse lo más naturalmente posible.

Figura 1 Prótesis



Fuente: <http://www.medicalexpo.es/prod/rslsteeper/product> [15/10/2017]

- HISTORIA.

A lo largo de los años el hombre ha desarrollado cada vez más mejoras en las prótesis, buscando soluciones a cada eventualidad que se presenta.

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 **1858**, se desenterró en Capua, Italia, una pierna artificial que data de aproximadamente 300 a. C. Estaba elaborada con hierro y bronce, y tenía un núcleo de madera; aparentemente, pertenecía a un amputado por debajo de la rodilla. Sin embargo, en la **Alta Edad Media** hubo pocos avances en el campo de la prótesis, 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 de mano para las funciones diarias.

En el **Renacimiento** surgieron nuevas perspectivas para el arte, la filosofía, la ciencia la medicina. Retomando los descubrimientos médicos relacionados con la prótesis de los griegos y los romanos, se produjo un renacer en la historia de la prótesis. Durante este período, las prótesis generalmente se elaboraban con hierro, acero, cobre y madera.

En **1508**, se elaboró un par de manos de hierro tecnológicamente avanzadas para el mercenario 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 de liberación y resortes, mientras se suspendían con correa de cuero.

En **1696**, Pieter Verduyn desarrolló la primera prótesis por debajo de la rodilla sin mecanismo de bloqueo, lo que más tarde sentaría las bases de los actuales dispositivos de articulación y corsé.

En **1800**, el londinense James Potts diseñó una prótesis elaborada con una pierna de madera con encaje, una articulación de rodilla de acero y un pie articulado controlado por tendones de cuerda de tripa de gato desde la rodilla hasta el tobillo. Se hizo famosa como la “Pierna de Anglesey” por el marqués de Anglesey, que perdió su pierna en la batalla de Waterloo y fue quien utilizó esta pierna. Más tarde, en **1839**, William Selpho trajo la pierna a los EE. UU., donde se la conoció como la “Pierna Selpho”.¹

¹ https://www.amputee-coalition.org/spanish/inmotion/nov_dec_07 [15/10/2017]

Figura 2 Historia de las prótesis



Fuente: <https://rehabilitacionymedicinafisica.wordpress.com/2010/09/25>
[15/10/2017]

A pesar de la falta de avances tecnológicos, el Cirujano General del Ejército en ese momento comprendió la importancia del debate sobre tecnología y desarrollo de prótesis; con el tiempo, esto dio lugar a la creación de la Asociación Estadounidense de Ortoprótisis (AOPA, por sus siglas en inglés).

Después de la Segunda Guerra Mundial, los veteranos estaban insatisfechos por falta de tecnología en sus dispositivos y exigían mejoras. El gobierno de los EE. UU. cerró un trato con compañías militares para que mejoraran la función protésica en lugar de la de las armas. Este acuerdo allanó el camino para el desarrollo y la producción de las prótesis modernas. **Los dispositivos actuales** son mucho más livianos, se elaboran con plástico, aluminio y materiales compuestos para proporcionar a los amputados dispositivos más funcionales.

Además de ser dispositivos más livianos y estar hechos a la medida del paciente, el advenimiento de los microprocesadores, los chips informáticos y la robótica en los dispositivos actuales permitieron que los amputados recuperen el estilo de vida al que estaban acostumbrados en lugar de simplemente proporcionarles una funcionalidad básica o un aspecto más agradable. Las prótesis son más reales con fundas de silicona y pueden imitar la función de una extremidad natural hoy más que nunca.²

² https://www.amputee-coalition.org/spanish/inmotion/nov_dec_07 [15/10/2017]

Al explorar la historia de la protésica, podemos apreciar todo lo que implicó la elaboración de un dispositivo y las perseverantes generaciones que hicieron falta para garantizar que el hombre pueda tener no solo las cuatro extremidades sino también la función.

4.1.1 TIPOS DE PRÓTESIS

Las prótesis son clasificadas de varias maneras, hay dos clasificaciones principales; y otros tipos.

MIEMBRO SUPERIOR

Tipos de prótesis de miembro superior

✚ Según nivel de amputación:

Desarticulados (hombro, codo y muñeca)
Transhumerales
Transradiales
Parciales de mano

✚ Según función:

Pasivas (Cosméticas)
Activas (Funcionales)

✚ Según la fuente de energía que utilizan:

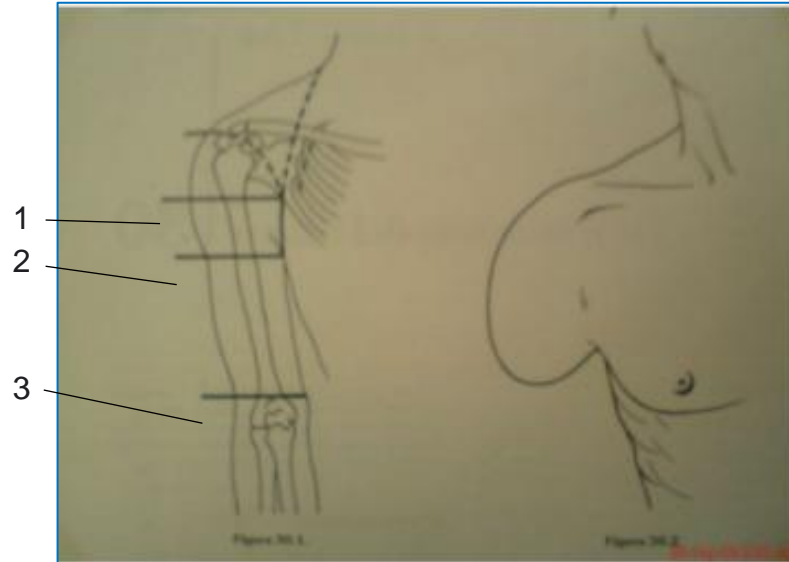
Mecánicas o de energía corpórea (Convencionales)
Mioeléctricas o de energía extracorpórea
Híbridas o de energía mixta³

³ <https://es.slideshare.net/marckamstel/protesis-tipos-y-caracteristicas> [16/10/2017]

SEGÚN NIVEL DE AMPUTACIÓN

Niveles de amputación de brazo

Figura 3 Especificación de nivel de amputación de brazo

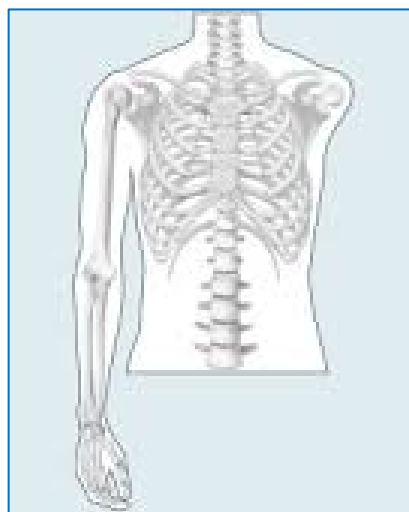


Fuente: <https://es.slideshare.net/marckamstel/protesis-tipos-y-caracteristicas>
[16/10/2017]

- 1 Tercio proximal o intradeltoideas
- 2 Tercio medio
- 3 Tercio distal o supracondílea

DESARTICULACIÓN DE HOMBRO

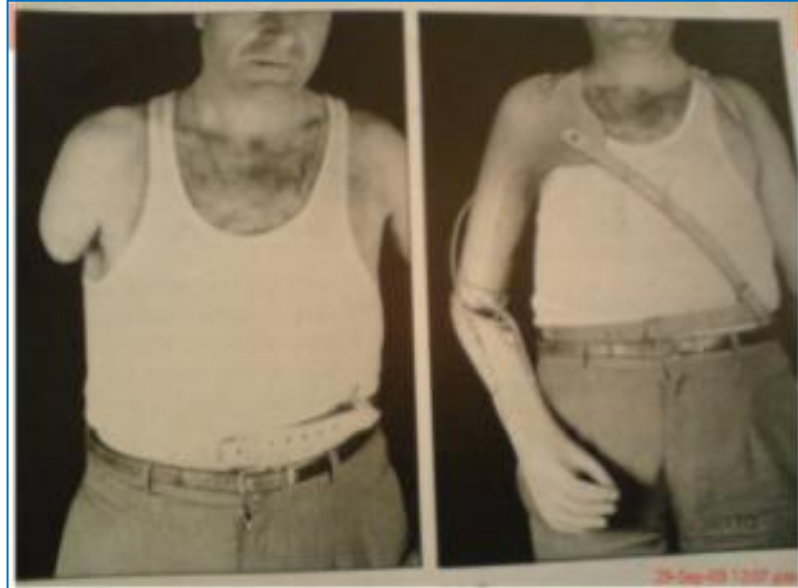
Figura 4 Desarticulación de hombro



Fuente: <http://www.ottobock.es/protesica/informacion-para-amputados>
[16/10/2017]

TRANS – HUMERALES

Figura 5 Amputación trans- humeral



Fuente: <https://es.slideshare.net/marckamstel> [16/10/2017]

DESARTICULACIÓN DE CODO

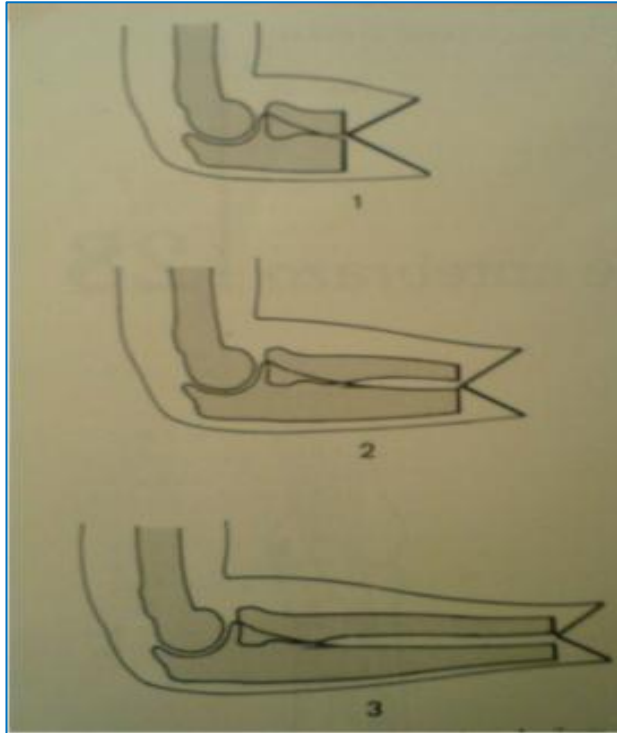
Figura 6 Amputación desarticulación de codo



Fuente: <https://es.slideshare.net/marckamstel> [16/10/2017]

Niveles de amputación de antebrazo

Figura 7 Niveles de amputación de antebrazo

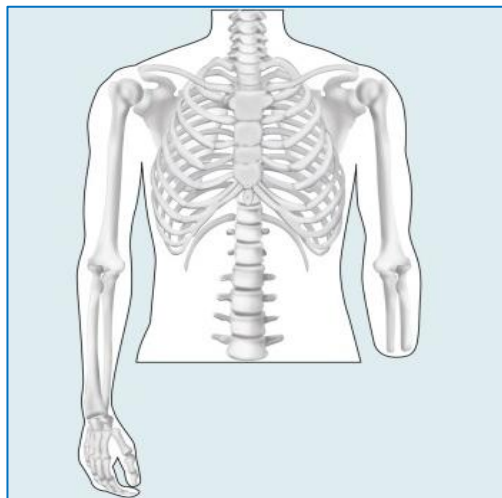


Fuente: <https://es.slideshare.net/marckamstel> [16/10/2017]

- 1 Tercio Proximal
- 2 Tercio Medio
- 3 Tercio distal

TRANS-RADIAL

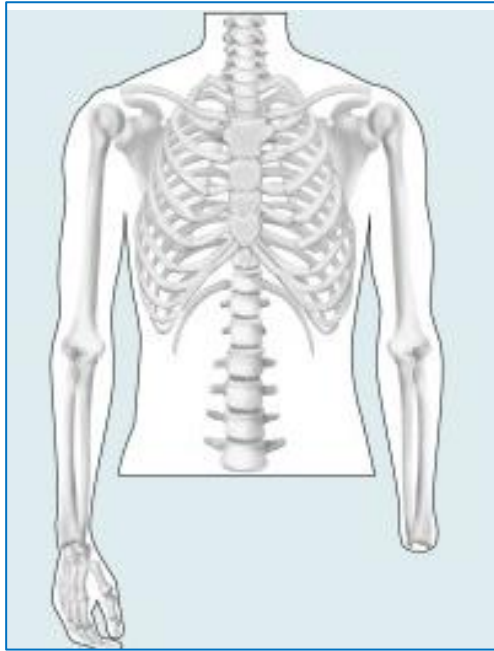
Figura 8 Amputación trans- radial



Fuente: <http://www.ottobock.es/protesica/informacion-para-amputados>
[18/10/2017]

DESARTICULACIÓN DE MUÑECA

Figura 9 Amputación desarticulación de muñeca

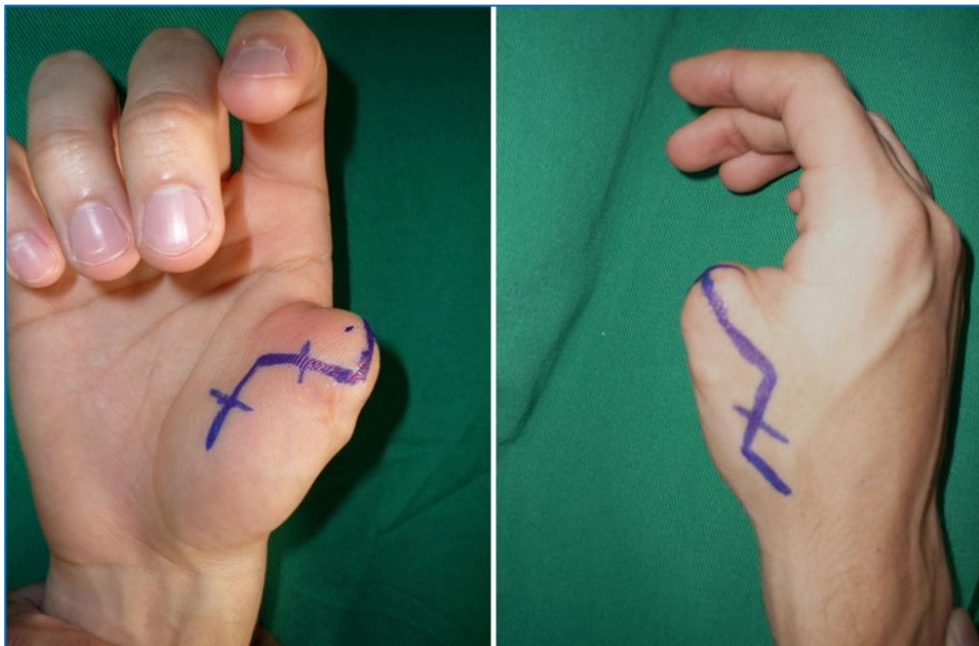


Fuente: <http://www.ottobock.es/protesica/informacion-para-amputados>
[18/10/2017]

PARCIALES DE MANO

Pulgar

Figura 10 Amputación parcial de pulgar



Fuente: <http://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica> [18/10/2017]

DEDOS TRIFALÁNGICOS

Figura 11 Amputación de dedos trifalángicos



Fuente: http://www.manosydedos.com/index_sel_dedos.html [18/10/2017]

PLURIDIGITALES

Figura 12 Amputación pluridigital



Fuente: <https://es.slideshare.net/marckamstel> [18/10/2017]

CARPO

Figura 13 Amputación del carpo



Fuente: <http://www.magentart.com/protesis/protesis-manos.php> [18/10/2017]

SEGÚN FUNCIÓN

Prótesis Pasivas

Las prótesis pasivas cumplen una función básica y es la estética o la cosmética, sirven para restablecer el aspecto exterior y son prótesis que deben satisfacer las exigencias de cada paciente con respecto a la conformación, aspecto, confort y peso de la prótesis.

Figura 14 Prótesis cosméticas

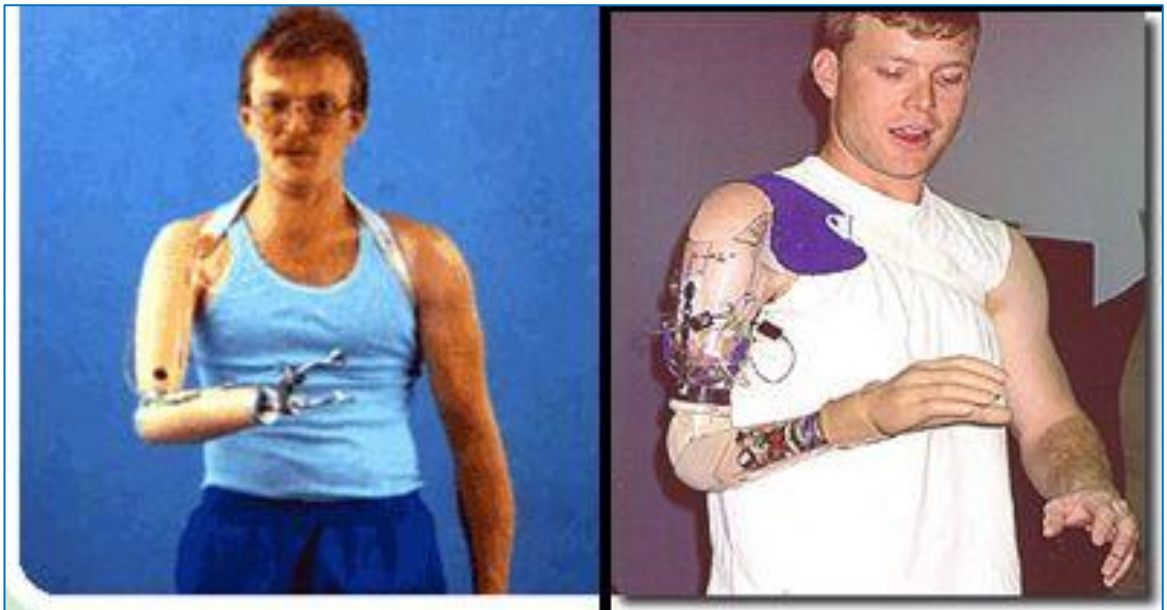


Fuente: <https://gabriel1711utpl.wordpress.com/2013/09/04/avances-tecnologicos-en-las-protesis> [18/10/2017]

Prótesis Activas

Estas prótesis están indicadas para todo tipo de amputación, en una prótesis de brazo activada por tracción, que son llamadas prótesis activas de fuerza propia se utilizan sistemas de cables comandados por movimientos del muñón o de la cintura escapular. Básicamente este tipo de prótesis utiliza cierta tecnología que ayuda a mejorar las funciones de cada prótesis⁴.

Figura 15 Prótesis funcionales

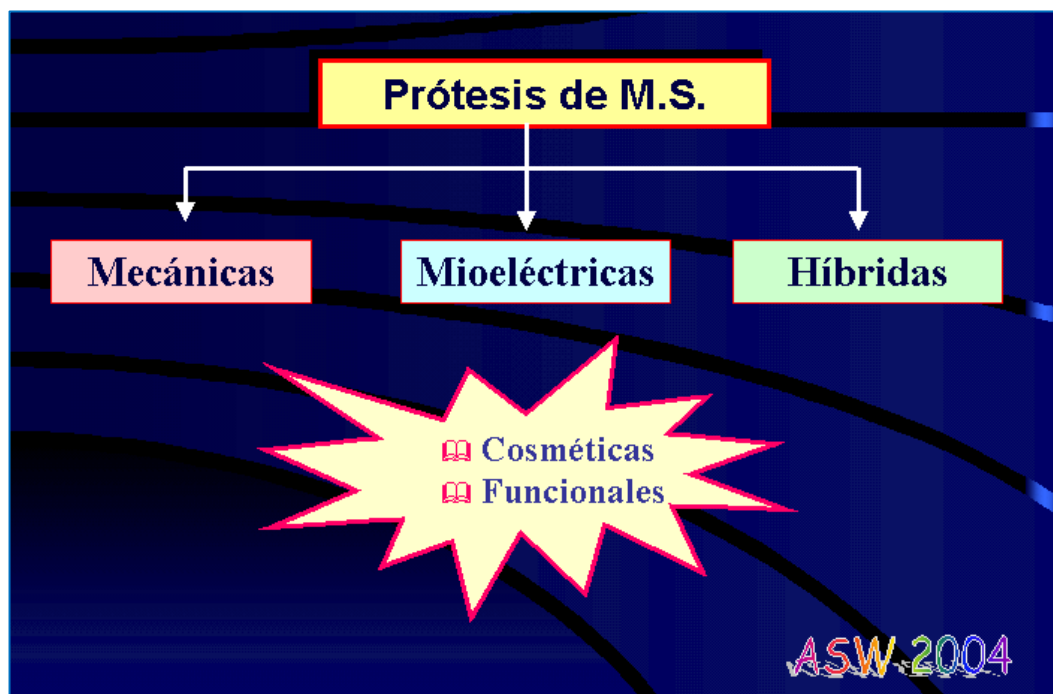


Fuente: <http://sistemasbiomecanicos.blogspot.com.co/2011/03/informacion-del-estado-del-arte-de.html> [18/10/2017]

⁴ <http://protesislizanita.blogspot.com.co/2012/09/protesis-pasivas-cosmeticas-protesis.html> [18/10/2017]

SEGÚN LA FUENTE DE ENERGÍA

Figura 16 Esquema de tipos de prótesis según fuente de energía



Fuente: <http://www.arcesw.com/pms1.htm> [19/10/2017]

- **Mecánicas** o de energía corpórea. Son prótesis convencionales, activas de **fuerza propia**.
- **Mioeléctricas** o de energía extracorpórea. Son denominadas prótesis activas de **fuerza ajena**. En el control mioeléctrico, se utilizan potenciales eléctricos (microvoltios) detectables en la superficie de la piel cuando existe una contracción del músculo del muñón. Estos potenciales son recogidos por electrodos, amplificados y enviados como señales de control a los elementos funcionales. En el caso de las prótesis de antebrazo se colocan los electrodos de tal forma que los extensores abren la mano y los flexores la cierran. En las prótesis de brazo los electrodos se colocan de tal modo que el tríceps abre la mano y el bíceps la cierra. Estas prótesis utilizan como fuente de energía un acumulador de 6V (4,8V en niños), este se encuentra incorporado en el encaje protésico.⁵

⁵ <https://es.slideshare.net/marckamstel/protesis-tipos-y-caracteristicas> [19/10/2017]

- **Híbrida** o de energía mixta: (**Fuerza propia + Fuerza ajena**). En estas prótesis se encuentra una combinación de fuerza propia (corpórea) y de la fuerza ajena (extracorpórea), comúnmente son utilizados por amputados transhumerales. Este tipo de prótesis utiliza un codo de control mecánico y un dispositivo terminal (garfio o mano) de control mioeléctrico o un codo controlado eléctricamente y un dispositivo terminal de control mecánico.

MIEMBRO INFERIOR

Tipos de prótesis de miembro inferior

✚ Según nivel de amputación:

- Hemipelvectomia: (Prótesis de arriba de la rodilla (transfemorales), prótesis bajo rodilla (transtibial)).
- Desarticulados (cadera, rodilla y tobillo)
- Parciales de pie

✚ Según material constitutivo:

- Convencionales (Standard)
- Modulares

✚ Según características estructurales:

- Endoprótesis (Prótesis articulares: rodilla – cadera)
- Exoprótesis (Prótesis de miembros: superiores – inferiores)⁶

⁶ <https://es.slideshare.net/marckamstel/protesis-tipos-y-caracteristicas> [19/10/2017]

SEGÚN NIVEL DE AMPUTACIÓN:
HEMIPELVECTOMIA
Prótesis de arriba de la rodilla (Transfemorales)

Figura 17 Prótesis trans- femoral



Fuente: <https://es.slideshare.net/Samfrado> [19/10/2017]

Prótesis bajo la rodilla (Transtibial)

Figura 18 Prótesis trans-tibial



Fuente: <https://mixco.all.biz/prtesis-transtibiales-g7220> [21/10/2017]

DESARTICULADOS
Cadera

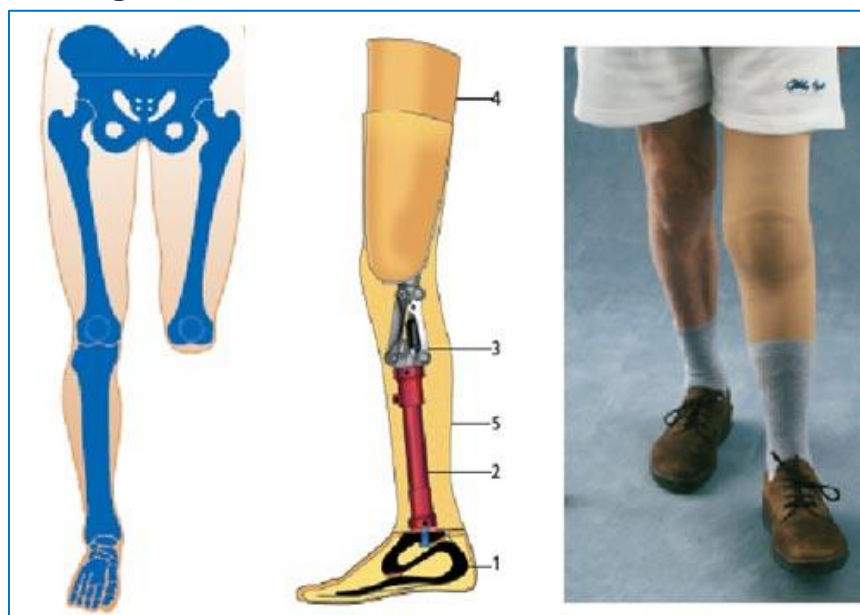
Figura 19 Prótesis de desarticulación de cadera



Fuente: <https://mixco.all.biz/prtesis-para-desarticulado-de-cadera-g7225>
[21/10/2017]

Rodilla

Figura 20 Prótesis de desarticulación de rodilla



Fuente: <https://mixco.all.biz/prtesis-para-desarticulado-de-rodilla-g7223>
[21/10/2017]

Tobillo (Syme)

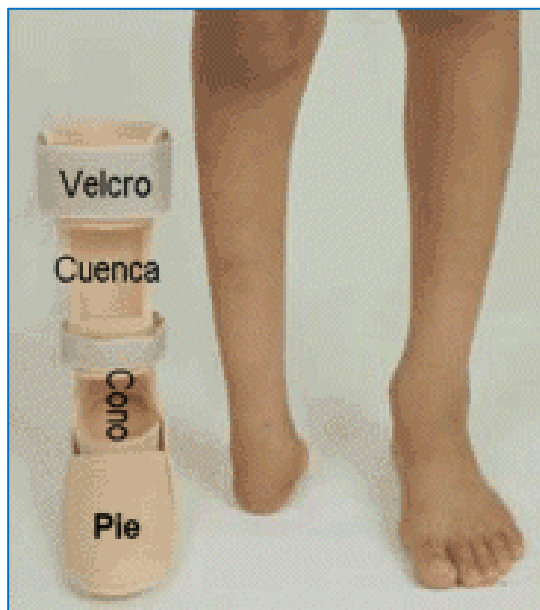
Figura 21 Prótesis de desarticulación de tobillo



Fuente: <https://www.slideshare.net/chris9201/amputados-60192045>
[21/10/2017]

PARCIALES DE PIE

Figura 22 Prótesis parcial de pie



Fuente: <http://www.arcesw.com/pmi2.htm> [22/10/2017]

PRÓTESIS DENTALES

Tipos de prótesis dentales

Los tipos de prótesis dentales que se usan con más frecuencia en odontología son las prótesis dentales fijas, removibles y sobre implantes dentales.

La elaboración de las prótesis dentales ha de atender tanto a criterios funcionales como estéticos, y debemos invitar al paciente a la realización de una higiene cuidada.

Figura 23 Prótesis dentales



Fuente: <https://www.propdental.es/blog/estetica-dental/tipos-de-protesis-dentales> [22/10/2017]

Prótesis fijas

Las prótesis fijas son aquellas completamente dentosoportadas, es decir, que toman apoyo únicamente en los dientes. El odontólogo talla los dientes que servirán como soporte (dientes pilares) y situados en los extremos de cada zona edéntula (sin dientes), en los cuales irán cementadas. Estas se llaman corona dental cuando restauran un diente o puente que sustituye la ausencia de uno o más dientes. Los materiales empleados en su diseño y fabricación con cadcam en Propdental son el circonio porcelano, el metal porcelano o la porcelana pura.⁷

⁷ <https://www.propdental.es/blog/estetica-dental/tipos-de-protesis-dentales> [22/10/2017]

Prótesis removibles

También llamadas de quita y pon porque pueden colocarse y retirarse por el paciente. Existen dos grandes grupos, que son:

- Prótesis removible metálicas. Conocidas con el nombre de esquelético. Son prótesis parciales dentomucosoportadas, es decir, se sujetan tanto en los dientes como en la mucosa, y se realizan cuando el paciente aún conserva algunos de sus dientes naturales. Se realizan cuando el paciente tiene algún diente remanente que contribuirá a la retención de la prótesis retenedores forjados o colados, siendo por tanto dentomucosoportada.
- Prótesis removible acrílica o completas. Conocidas comúnmente como “dentaduras postizas”. Se realizan cuando el paciente no tiene ninguna pieza dental y están fabricadas con resina, siendo por tanto mucosoportadas al carecer de pilares para la sujeción

Prótesis sobre implantes

Para el diseño y colocación de una prótesis sobre implantes, el paciente debe someterse previamente a una operación quirúrgica de implantología.

Las prótesis implanto soportadas suelen ser fijas, aunque también pueden ser removibles, es decir, que el paciente puede extraerlas de la boca para su higiene. Al reponer los dientes perdidos con implantes se conserva mayor cantidad de hueso alveolar, ya que este se reabsorbe al no recibir ningún tipo de estímulo.

La rehabilitación oral mediante prótesis implanto soportadas representa uno de los mayores avances en odontología de los últimos veinte años, y cuando indicadas son sin duda el tratamiento más aconsejado por su fiabilidad, funcionalidad y durabilidad.⁸

PRÓTESIS AUDITIVAS

Gracias a los grandes e importantísimos avances en la medicina actual es posible detectar precozmente cualquier tipo de deficiencia auditiva en la infancia. Del mismo modo, y como consecuencia de los diferentes grados de pérdidas auditivas que pueden producirse, existen diferentes tipos de prótesis auditivas con unas determinadas características.

⁸ <https://www.propdental.es/blog/estetica-dental/tipos-de-protesis-dentales> [22/10/2017]

Estas prótesis auditivas, también conocidas como audífonos, variarán en función de cada persona en particular, con el fin de adaptarse mejor a ellos y lograr el máximo beneficio a la hora de llevar a cabo una rehabilitación auditiva específica.

Así, una prótesis auditiva podría beneficiar al niño en aquellos casos de deficiencia auditiva donde el tratamiento no pudiera ser médico o quirúrgico, como pueden ser las hipoacusias de transmisión y la gran mayoría de las hipoacusias neurosensoriales.

Los audífonos han experimentado una enorme evolución a lo largo del tiempo, ya que se ha pasado de los primeros audífonos analógicos al audífono digital, pasando por el audífono analógico programable por programador digital. Todo audífono tiene unas características eléctricas y acústicas determinadas (ganancia de audición, consumo y duración de la pila, dispositivo de entrada del audio...), así como una serie de ajustes de cara a lograr el mayor resultado óptimo posible.

EL AUDÍFONO DIGITAL

El más actual y moderno, funciona de la siguiente manera: capta la señal acústica por medio del micrófono y la convierte en una señal eléctrica. Después, las diferentes frecuencias se van filtrando (dejando pasar las frecuencias del habla) y la convierte en una señal digital.

Esta señal digital se procesa en la unidad central del audífono y es en el auricular o en el vibrador donde se convierte finalmente esta señal en sonido o en vibración respectivamente.

También se deben tener en cuenta una serie de factores que nos orientarán a la hora de decidirnos por un tipo u otro de adaptación protésica. Estos parámetros son:

- Edad: una pérdida auditiva en la infancia es crítica y es necesaria su rehabilitación lo más rápido posible. No debemos olvidar que en las etapas tempranas es cuando se adquiere el lenguaje, siendo importantísimo proporcionar al pequeño con deficiencia auditiva una correcta amplificación de los sonidos que recibe del entorno (en especial los sonidos del habla).⁹

⁹ <https://www.bebesymas.com/desarrollo> [22/10/2017]

- Tipo de pérdida auditiva: las actuales pruebas para diagnosticar deficiencias auditivas permiten adaptar prótesis durante los primeros seis meses de vida. De este modo podremos averiguar si la pérdida afecta a uno o a los dos oídos, así como qué parte del oído se ve afectada.
- Grado de pérdida auditiva: este parámetro también determinará cuándo se deberá realizar una adaptación protésica.

Figura 24 Prótesis auditivas



Fuente: <https://www.bebesymas.com/desarrollo/protesis-auditivas-caracteristicas-y-diferentes-tipos> [22/10/2017]

TIPOS DE AUDÍFONOS

Existen gran variedad de audífonos, y es necesario valorarlos todos para encontrar aquel que puede dar el mayor beneficio a nuestro hijo con algún tipo de deficiencia auditiva, y así lograr aprovecharlo lo más posible. Entre las prótesis auditivas más destacadas nos encontramos:¹⁰

¹⁰ <https://www.bebesymas.com/desarrollo> [22/10/2017]

AUDÍFONOS RETROAURICULARES: Son los más conocidos y tradicionales. Se colocan detrás de la oreja y se adaptan para conseguir evitar el acoplamiento acústico (es decir, evitar que el sonido sea captado por el micrófono para ser amplificado de nuevo). Este tipo de audífono es el más indicado para las pérdidas severas y profundas. Tal vez, el mayor inconveniente que tiene es su aspecto estético, que puede ser rechazado en algunos casos, en especial en niños pequeños. Para los niños se realizan algunas adaptaciones, como por ejemplo realizar moldes blandos de silicona, con el fin de eliminar las lesiones por golpes, mejorar la adaptación y ayudar a evitar mejor el acoplamiento acústico.

AUDÍFONOS INTRAURICULARES: Son los audífonos cuyo tamaño y fabricación suele ser personalizada, ya que van dentro del oído externo. El inconveniente es que no cuenta con las características de potencia y amplificación necesarias para cubrir pérdidas graves. También podemos encontrarnos los audífonos que van dentro del conducto auditivo, siendo mucho más estéticos y con un mayor rendimiento, aunque tampoco son aconsejables para pérdidas graves.

GAFAS AUDITIVAS: Se usan cuando es necesario coordinar bien la corrección visual con la acústica. Además, actualmente se adaptan los audífonos en formato de gafa auditiva también cuando existe un problema de audición muy considerable entre ambos oídos. Otro tipo de adaptación es el audífono por vía ósea, la cual se emplea para casos en los que no se puede poner un molde adaptador.

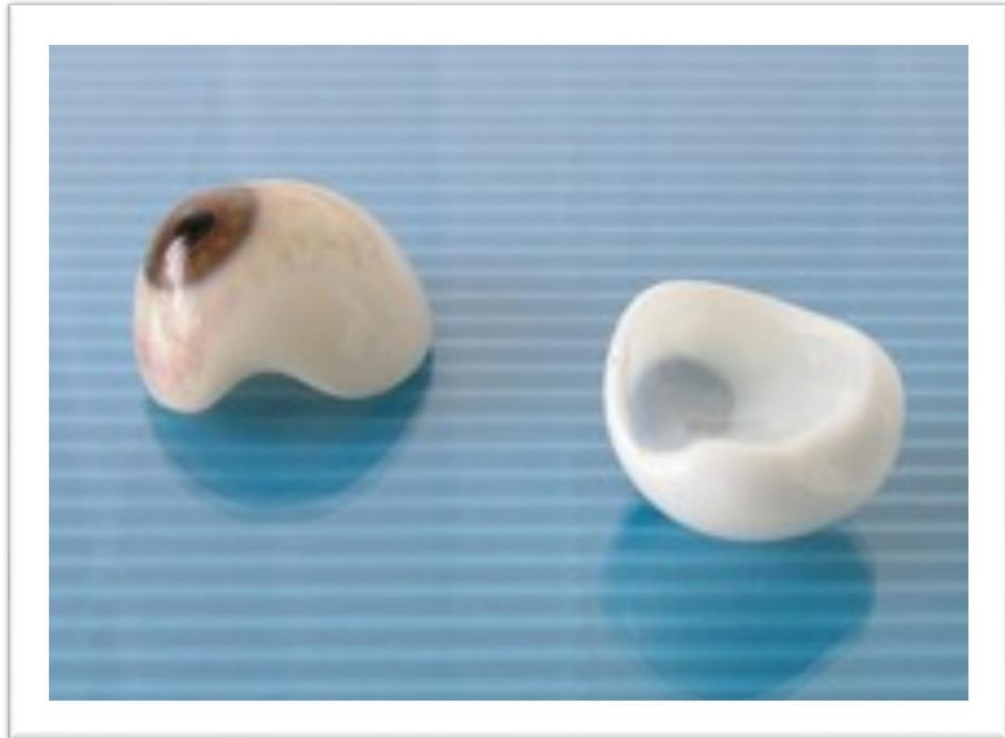
Existen también otro tipo de ayudas técnicas auditivas que, según el fin que persigan, ayudarán al niño con deficiencia auditiva grave o profunda en el ambiente escolar, como también el implante coclear para casos más severos.¹¹

¹¹ <https://www.bebesymas.com/desarrollo> [22/10/2017]

PRÓTESIS OCULARES

Tipos de prótesis oculares de vidrio

Figura 25 Prótesis oculares



Fuente: <https://www.sb-ocularservice.com/espa> [22/10/2017]

PRÓTESIS DE DOBLE PARED

Uso general: Para una cavidad ocular normal hasta una grande después de una enucleación o evisceración, sin o con un implante ocular.

Ese tipo es de doble pared con un cuerpo hueco. Así se puede llenar y dar el volumen adecuado con menor peso.¹²

¹² <https://www.sb-ocularservice.com/espa> [22/10/2017]

Figura 26 Prótesis ocular de doble pared



Fuente: <https://www.sbocularservice.com/espa> [23/10/2017]

CASCARILLA ESCLERAL DE UNA PARED

Uso general: Para pacientes con ojos ciegos y en casos de un globo ocular muy contraído.

Las cascarillas esclerales son prótesis con un espesor muy fino, esto permite una cómoda y adecuada adaptación. La prótesis se ajusta perfectamente al globo ocular por lo que en la mayoría de los casos presenta un movimiento similar al del otro ojo.

Para cubrir bulbos ciegos fícticos

Para cavidad ocular “anormal” atrofiada (ej. reducida, cicatrizada, deformada)

Graves daños de la cavidad ocular y de los párpados, como cauterizaciones, quemaduras o accidentes de tiro

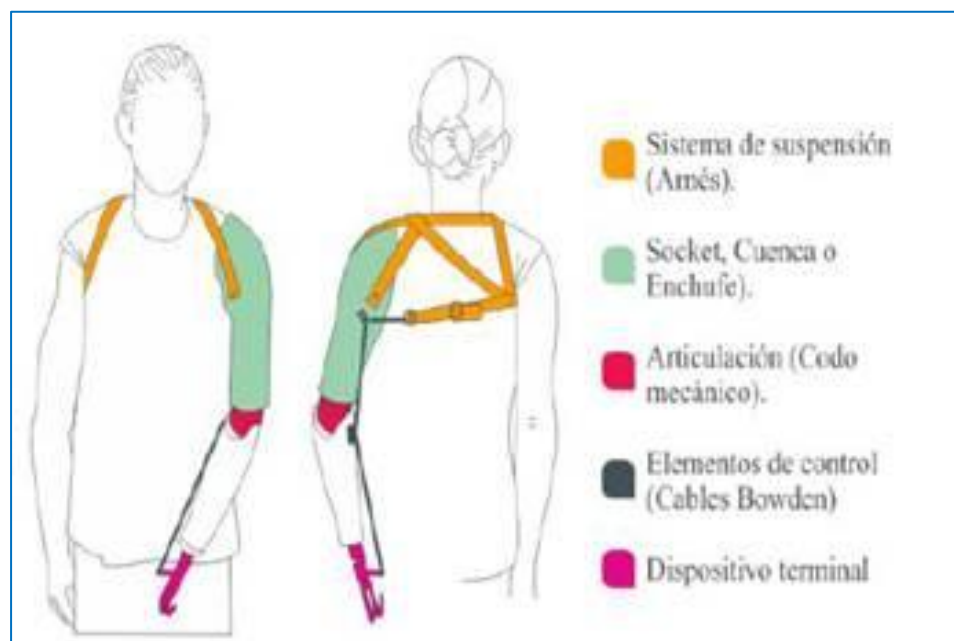
Para cavidades con implantes¹³

¹³ <https://www.sb-ocularservice.com/espa> [22/10/2017]

4.1.2 COMPONENTES DE PRÓTESIS DE MIEMBRO SUPERIOR

- ✚ Elementos de suspensión.
Arnés en forma de ocho (8)
- ✚ Encaje
Socket
Cuenca en material sintético o cono de enchufe
- ✚ Articulaciones. Según nivel de amputación
- ✚ Elementos de control
Sistemas de cables (cable Bowden), sistemas eléctricos o mioeléctrico
- ✚ Dispositivo terminal
Mano cosmética
Gancho metálico funcional
Mano mioeléctrica¹⁴

Figura 27 Componentes de prótesis de miembro superior



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos109/estado-del-arte-protesis-manos/estado-del-arte-protesis-manos.shtml> [23/10/2017]

¹⁴ <https://es.slideshare.net/marckamstel/protesis-tipos-y-caracteristicas> [23/10/2017]

4.1.3 COMPONENTES DE PRÓTESIS DE MIEMBRO INFERIOR

- ✚ Encaje
Socket o cuenca

- ✚ Elementos de suspensión
Cinturón silesiano
Banda pélvica
Válvula de succión
Liners

- ✚ Articulaciones (Según nivel de amputación)

- ✚ Dispositivos terminales (Diversos tipos de pies)

4.1.4 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

INDICACIONES

- Prescripción del aparato protésico
- Características, exigencias y necesidades del paciente
- Existen dos elementos de importancia básica que es necesario valorar ya que inciden fundamentalmente en el proceso de aplicación de las prótesis y son: La adecuación del muñón y las condiciones generales del usuario.

Se debe valorar muy atentamente

- El estado psíquico y la motivación del paciente
- El tipo y nivel de la amputación
- La edad del paciente
- Equilibrio, visión, peso y estado físico
- El ambiente en el cual vive el paciente
- Las condiciones del muñón

(El muñón como órgano destinado a encajarse en la prótesis e impulsarla, debe reunir ciertas características específicas que lo califican como adecuado para estas funciones)¹⁵.

¹⁵ <https://es.slideshare.net/marckamstel/protesis-tipos-y-caracteristicas> [23/10/2017]

- Nivel adecuado
- Muñón estable
- Potencia muscular
- Buen estado de la piel
- Cicatriz correcta
- Buena circulación arterial y venosa
- Biselado correcto de los segmentos óseos
- Ausencia de edema en el muñón

CONTRAINDICACIONES

- Hematomas
- Infección
- Necrosis de piel
- Miembro fantasma

4.2 ÓRTESIS

- CONCEPTO.

La palabra órtesis es utilizada para definir todos aquellos aparatos externos que sirven como ayuda, soporte y se utilizan en el campo de la ortopedia. El significado de ortesis proviene del término griego “orthos”, que quiere decir recto.

Dentro de la órtesis encontramos todos aquellos elementos que corrigen algún movimiento o alguna posición anormal, deficiente del cuerpo, y además facilitan desplazamientos, actividades de articulaciones y partes del cuerpo humano con deficiencias o dificultades. Incluyen férulas, aparatos, dispositivos, objetos técnicos, cuya utilización está indicada con pacientes necesitados de alguna ayuda para moverse como consecuencia de dolores, deformación o deficiencias en articulaciones, dificultades locomotrices y patologías similares¹⁶.

4.2.1 TIPOS DE ÓRTESIS

Las ortesis pueden ser clasificadas de diferentes formas:

¹⁶ <https://ortopedia1.com/ortesis> [23/10/2017]

DE ACUERDO A SU FUNCIÓN:

ESTABILIZADORAS: Mantienen una posición e impiden movimientos indeseados, lo que se pueden utilizar en parálisis flácidas o espásticas, así como en fracturas estables, si el objetivo es actuar como soporte de un segmento paralizado, o para disminuir la amplitud articular de un segmento inflamado y/o doloroso. El grado de inmovilización deseado varía según el tipo de órtesis utilizado.

Figura 28 Órtesis estabilizadora



Fuente: <https://www.goural.es/airloc-ortesis-estabilizadora-para-estabilizar-el-tobillo> [24/10/2017]

FUNCIONALES: También llamadas dinámicas, ya que llevan incorporado un elemento elástico, mecánico o articular que permite movilizar un segmento de un miembro.

Figura 29 Órtesis funcional



Fuente: <https://www.ortopedialopez.com/tienda/ortesis-funcionales-de-rodilla>
[24/10/2017]

CORRECTORAS: Indicadas para corregir una deformidad esquelética. Son más efectivas si se utilizan durante el desarrollo infantil.

Figura 30 Órtesis correctora



Fuente: <http://cl.melinterest.com> [24/10/2017]

PROTECTORAS: Mantienen la alineación de un miembro enfermo o lesionado. Algunas veces se utilizan para cuidar una cirugía (postquirúrgicas).

Figura 31 Órtesis protectora



Fuente: <http://www.ortopediajibas.com> [24/10/2017]

DE ACUERDO A LA REGIÓN CORPORAL:

ORTESIS DE MIEMBRO INFERIOR

Figura 32 Órtesis de miembro inferior



Fuente: <https://www.cidoportopedia.com/ortesis> [24/10/2017]

ORTESIS DE MIEMBRO SUPERIOR

Figura 33 Órtesis de miembro superior



Fuente: <https://www.ortopediamimas.com/ortesis-deporte/ortesis-de-miembro-superior.html> [24/10/2017]

ORTESIS DE COLUMNA

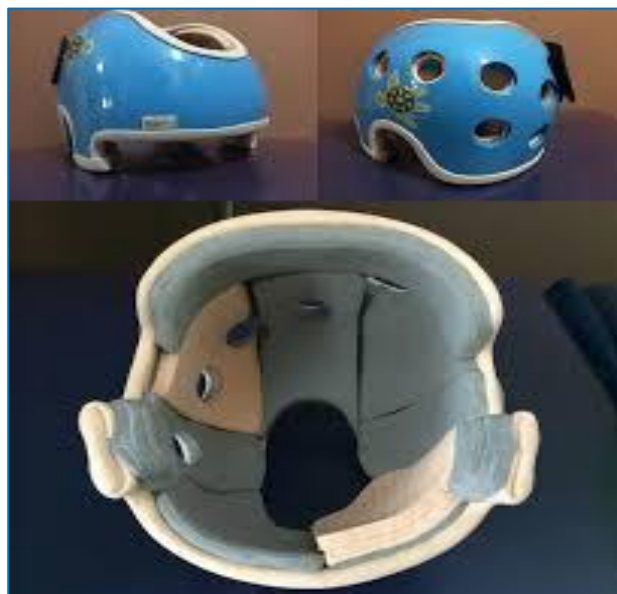
Figura 34 Órtesis de columna



Fuente: <http://opticasanferminjumilla.es/ortopedia> [24/10/2017]

ORTESIS CRANEALES

Figura 35 Órtesis craneales



Fuente: <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/salud> [24/10/2017]
ORTESIS DE SEDESTACIÓN

Figura 36 Órtesis de sedestación



Fuente: <http://almacenortopedicoolaya.com> [24/10/2017]

4.3 DEFINICIÓN E HISTORIA DE LA ROBÓTICA

- **CONCEPTO**

La robótica es la ciencia y la técnica que está involucrada en el diseño, la fabricación y la utilización de robots. Un robot es, por otra parte, una máquina que puede programarse para que interactúe con objetos y lograr que imite, en cierta forma, el comportamiento humano o animal.

La informática, la electrónica, la mecánica y la ingeniería son sólo algunas de las disciplinas que se combinan en la robótica. El objetivo principal de la robótica es la construcción de dispositivos que funcionen de manera automática y que realicen trabajos dificultosos o imposibles para los seres humanos¹⁷.

¹⁷ <https://robotica.wordpress.com> [27/10/2017]

Figura 37 Robótica



Fuente: <https://definicion.de/robotica> [27/10/2017]

- HISTORIA

FECHA	DESARROLLO
--------------	-------------------

Siglo XVIII.	A mediados del J. de Vaucanson construyó varias muñecas mecánicas de tamaño humano que ejecutaban piezas de música.
--------------	---

1805	H. Maillardet construyó una muñeca mecánica capaz de hacer dibujos.
------	---

1959	Se introdujo el primer robot comercial por Planet Corporation. estaba controlado por interruptores de fin de carrera.
------	---

1960	Se introdujo el primer robot 'Unimate', basada en la transferencia de articulación programada de Devol. Utilizan los principios de control numérico para el control de manipulador y era un robot de
------	--

transmisión hidráulica.

- 1968 Un robot móvil llamado ‘Shakey’ se desarrolló en SRI (standford Research Institute), estaba provisto de una diversidad de sensores¹⁸, así como una cámara de visión y sensores táctiles y podía desplazarse por el suelo.
- 1973 Se desarrolló en SRI el primer lenguaje de programación de robots del tipo de computadora para la investigación con la denominación WAVE. Fue seguido por el lenguaje AL en 1974. Los dos lenguajes se desarrollaron posteriormente en el lenguaje VAL comercial para Unimation por Víctor Scheinman y Bruce Simano.
- 1974 ASEA introdujo el robot Irb6 de accionamiento completamente eléctrico.
- 1974 Kawasaki, bajo licencia de Unimation, instaló un robot para soldadura por arco para estructuras de motocicletas.
- 1978 El robot T3 de Cincinnati Milacron se adaptó y programó para realizar operaciones de taladro y circulación de materiales en componentes de aviones, bajo el patrocinio de Air Force ICAM (Integrated Computer- Aided Manufacturing).
- 1981 Se desarrolló en la Universidad de Carnegie- Mellon un robot de impulsión directa. Utilizaba motores eléctricos situados en las articulaciones del manipulador sin las transmisiones mecánicas habituales empleadas en la mayoría de los robots.
- 1982 IBM introdujo el robot RS-1 para montaje, basado en varios años de desarrollo interno. Se trata de un robot de estructura de caja que utiliza un bazo constituido por tres dispositivos de desplazamiento ortogonales. El lenguaje del robot AML, desarrollado por IBM, se introdujo también para programar el robot SR-1.
- 1984 Robots 8. La operación típica de estos sistemas permitía que se desarrollaran programas de robots utilizando gráficos interactivos en una computadora personal y luego se cargaban en el robot.

¹⁸ <http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/robotica/historia.htm> [27/10/2017]

Sin embargo, la tecnología sigue avanzando y en la actualidad se está trabajando por conseguir mejores resultados¹⁹.

4.4 APLICACIÓN DE LA ROBOTIZACIÓN EN PRÓTESIS

Al verse la necesidad de mejorar las condiciones de vida de las personas que sufren algún tipo de amputación y/o tienen alguna discapacidad, se está implementando una nueva tecnología que permita al ser humano acercarse mucho más a la realidad. No se sabe de aquí en algunos años cuanto pueda avanzar esta tecnología, pero se está trabajando para mejorar cada vez más la eficacia y función de cada prótesis a la cual se le implemente la robotización.

En esta subsunción se presentan algunas prótesis robotizadas que ya son comerciales y otras que están en fase de investigación.

Aquí se caracterizan como prótesis robóticas aquellas que tienen una fuente de energía propia, un actuador, y sensores que permiten leer los movimientos deseados por el usuario. Por lo tanto también se requiere un sistema de procesamiento de esas señales (aun en su forma más básica) para poder convertir esas señales en movimientos de los actuadores. En esta definición no es necesario que el sistema provea de retroalimentación al usuario.

Prótesis robótica de miembro superior

Las prótesis de miembro superior han tenido un gran desarrollo a partir de los años 60, sin embargo, algunos estudios señalan que alrededor del 70% de la población afectada en los Estados Unidos utiliza simples ganchos pasivos (Yang, et al. 2004). Este porcentaje es aún mayor en los países del Tercer Mundo, donde muchas veces ni siquiera se utiliza prótesis alguna. De otra parte, según el censo del DANE año 2005 (Dane, 2005), en nuestro país existirían alrededor de 385.000 personas con discapacidad de miembro superior (aunque el informe no especifica en detalle el grado de discapacidad).

A diferencia de los citados ganchos pasivos existen las prótesis activas, las cuales por medio de cuerdas o más sofisticadamente, sensores ubicados en alguna parte del cuerpo del paciente, permiten mover una mano mecánica con mayor o menor grado de funcionalidad²⁰.

¹⁹ <http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/robotica/historia.htm> [27/10/2017]

²⁰ http://www.unicauca.edu.co/ai/publicaciones/Aplicaciones_de_la_Robotica.pdf [28/10/2017]

Un análisis detallado de los últimos avances en el área puede hallarse en (Lunteren, et al. 1983; Shimoga, 1996; Bicchi, 2000; Yang, et al. 2004). Sin embargo, el desarrollo de una prótesis de mano que pueda ser sentida por el paciente como parte integrante de su cuerpo está lejos aún de convertirse en una realidad. De hecho, las prótesis comerciales actuales son incapaces de proveer suficiente funcionalidad en los movimientos de agarre de objetos, presentándose también la pérdida de grados de libertad en las soluciones propuestas. Diversas soluciones han sido propuestas con el fin de dar respuesta a los retos científicos y tecnológicos que el problema representa. Entre las más innovadoras se tienen:

MANO DLR

Mano desarrollada en Alemania para aplicaciones de tele-operación o para tareas autónomas desarrolladas por un robot industrial o de servicios. Consta de cuatro dedos con movimientos totales que proveen 20 grados de libertad (Borst, et al., 2003).

MANO TUAT/KARLSRUHE

Mano desarrollada por un laboratorio japonés y otro alemán, consta de cinco dedos con un total de 20 grados de libertad. Está accionada por motores esféricos a ultrasonidos y fue diseñada para servir de mano al robot humanoide ARMAR (Fukaya, et al. 2000).

MANO BLACKFINGERS

Esta mano construida en Italia está constituida por músculos flexibles, las articulaciones están hechas de un material parecido al nylon y los tendones son cables de hierro recubiertos de teflón. Esta compleja estructura permite 18 grados de libertad (tres por cada dedo y tres para la muñeca) y tiene un peso muy similar al de la mano humana, aunque su costo es aún bastante alto (Folgheraiter y Gini, 2000)²¹.

²¹ http://www.unicauca.edu.co/ai/publicaciones/Aplicaciones_de_la_Robotica.pdf [28/10/2017]

Figura 38 Mano Blackfingers.



Fuente:http://www.unicauca.edu.co/ai/publicaciones/Aplicaciones_de_la_Robotica.pdf [28/10/2017]

MANO ROBÓTICA CON MECANISMO EXTENSOR

Esta mano desarrollada en Estados Unidos, es similar a la anterior, pero en vez de utilizar músculos flexibles utiliza bandas elásticas desde el antebrazo para mover cada uno de los dedos. Su funcionamiento es pues similar a la mano humana (Wilkinson et al., 2003).

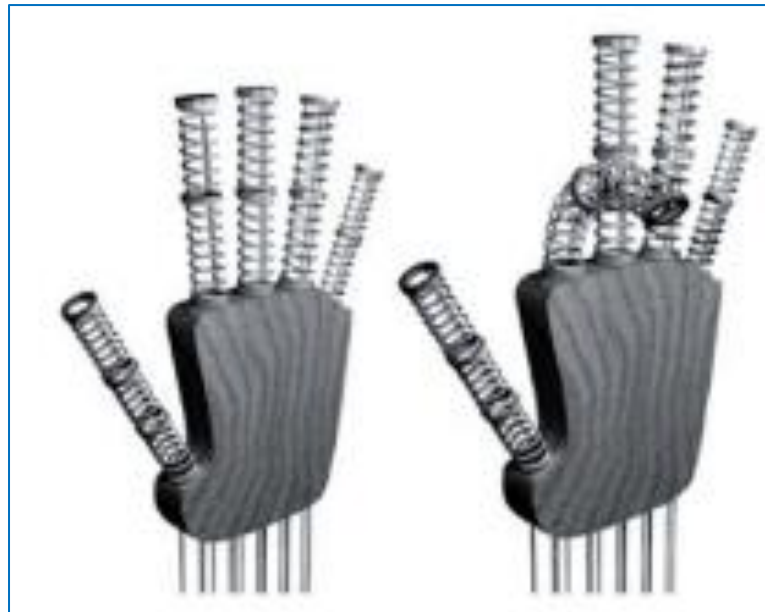
MANO COMPUESTA DE SENSORES PROPIOCEPTIVOS

Mano desarrollada en Italia compuesta por tres dedos y dos motores, los cuales permiten nueve grados de libertad. Está compuesta por sensores de posición y de fuerza en los dedos para proveer las complejas funciones de agarre de una mano natural. Los motores son controlados a partir de sensores electromiográficos colocados en el brazo del paciente, lo cual la hace bastante adaptable a los discapacitados de mano (Carrozza et al., 2003).

MANO IOWA

Esta mano, fruto de un trabajo entre universidades americanas, españolas y suecas, consta de cuatro dedos compuestos por resortes los cuales proveen un total de 15 grados de libertad. Su diseño está orientado específicamente a los amputados de mano. (Yang, et al. 2004)²².

Figura 39 Mano Iowa



Fuente:http://www.unicauca.edu.co/ai/publicaciones/Aplicaciones_de_la_Robotica.pdf [28/10/2017]

Sin embargo, las prótesis comerciales distan aún mucho de las propuestas mostradas anteriormente, dudan la complejidad de la tarea y el costo que esto involucra para el paciente. Uno de los mayores fabricantes de prótesis a nivel mundial es la empresa alemana Otto Bock (Otto Bock, 2006).

Esta mano tiene el Control Dinámico de Modo (DMC en ingles) la velocidad y la fuerza de aprehensión se regulan de forma proporcional a la fuerza de la señal muscular. Este control también se caracteriza por un nuevo tipo de modo de seguridad: Después de agarrar una vez con la máxima fuerza, se requiere una señal EMG ligeramente mas alta para abrir la mano. Esto evita que la mano se abra debido a una contracción involuntaria del musculo.

²² http://www.unicauca.edu.co/ai/publicaciones/Aplicaciones_de_la_Robotica.pdf [28/10/2017]

Figura 40 Mano Otto Bock



Fuente: www.protesis-roboticas-humanos/protesis-roboticas-humanos
[28/10/2017]

CODO-ANTEBRAZO ERGOARM (OTTO BOCK)

ErgoArmR, ErgoArmR plus, ErgoArmR Hybrid plus y ErgoArmR Electronic plus son cuatro componentes de codo que facilitan el tratamiento mioeléctrico en altos niveles de amputación.

Cuanto más alto es el nivel de amputación, mayores son las demandas en la técnica de protetización. El montaje tanto del ErgoArmR Electronic plus como del ErgoArmR Hybrid facilitan la protetización mioeléctrica en niveles altos de amputación.

El 12K44 ErgoArmR Hybrid plus se recomienda para prótesis híbridas con una mano mioeléctrica y una articulación de codo con cable de tracción. Gracias a la conexión fácil "EasyPlug", todos los cables eléctricos desaparecen en el interior de la prótesis para que pasen desapercibidos y estén protegidos²³.

²³<http://www.monografias.com/trabajos87/protesis-roboticas-humanos/protesis-roboticas-humanos.shtml> [28/10/2017]

Figura 41 Codo-antebrazo



Fuente: www.protesis-roboticas-humanos/protesis-roboticas-humanos.shtml
[01/11/2017]

Prótesis robóticas de miembro inferior

Las actuales prótesis de miembros inferiores requieren que los amputados gasten esfuerzo importante al realizar movimientos coordinados de varias articulaciones. Normalmente, las articulaciones de las rodillas y tobillos en los seres humanos generan fuerza cuando uno camina o realiza otras funciones de locomoción como el subir escaleras o cuestas. Desafortunadamente, hasta las prótesis de pierna más sofisticadas y modernas no generan energía durante el movimiento; en vez, estos aparatos pasivos deben confiar en efectos de fuerzas de tierra y componentes mecánicos como las válvulas hidráulicas o articulaciones deslizantes para el funcionamiento adecuado. Para controlar la prótesis, los usuarios deben hacer movimientos extra con las caderas y el muñón. Al caminar, los amputados de pierna pueden llegar a gastar hasta un 60% más de energía metabólica en comparación con una persona sana²⁴.

Las limitaciones de los dispositivos pasivos se vuelven aún más intensas cuando los amputados usan escaleras y cuestas. Los amputados deben subir cuestas o escaleras una pierna a la vez, con la pierna ortopédica a zaga. El bajar las escaleras es aún más limitado y potencialmente peligroso. Los individuos con dos piernas sanas gastan mucha fuerza cuando bajan un tramo de escaleras pisando primero con los dedos del pie, lo cual permite que la articulación de la rodilla absorba la energía; esto evita el impulso excesivo al descender las escaleras. En contraste, los amputados deben bajar por las escaleras pisando primero con el talón y esto causa que con frecuencia no puedan controlar su aceleración, lo que les puede causar una caída. De hecho,

²⁴ Documento Word. Estado del arte UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS [01/11/2017]

los amputados se caen con tanta frecuencia como las personas mayores que viven en instituciones.

Elegs, Berkeley Bionics

Figura 42 Piernas eLegs, Berkeley Bionics



Fuente: Documento Word. Estado del arte UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Exoesqueleto robótico que ayuda a los parapléjicos con el sueño de levantarse de su silla y caminar. Esta realizado en acero y fibra de carbón y tan solo pesa 20 kilos. Tiene una capacidad de duración de 6 horas y permite caminar a un máximo de 3km/h. Esta asombrosa tecnología es controlada atreves de unas muletas con sensores que al mover la muleta derecha adelante, la pierna izquierda hace un paso ayudando a la persona tener un caminado natural. “Lo más excitante para mi es poderlo probar en el mundo real,” dice Amanda Boxel, la cual fue paralizada en 1993 en un accidente de ski y ahora trabaja como motivadora para gente parapléjica. “Yo no nací para estar sentada en una silla de ruedas. Quiero poder estar a la altura de la gente.”²⁵

PRÓTESIS DE RODILLA POWER KNEE (OSSUR)

Es la primera prótesis de rodilla que reemplaza la función muscular perdida a través de una fuente activa de potencia (un actuador eléctrico) que permite

²⁵ Documento Word. Estado del arte UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS [01/11/2017]

generar la propulsión necesaria para el caminado y también en actividades como lo son levantarse de una silla de ruedas o subir las escaleras.

La Power Knee contiene un arreglo de sensores, incluyendo giroscopios, células de presión, celdas de cargas, sensores angulares y el Módulo de propia recepción Artificial en la Pierna de sonido (utiliza un sensor de sonido que permite conocer el ritmo de la pierna sana).

El sistema contiene un microprocesador que utiliza la información de los sensores para lograr un caminado similar al humano.

La información proveida por sistema sensorial del sonido lateral permite regenerar la verdadera cinemática del caminado mientras anticipa la función requerida cuando las condiciones de caminado cambian.

Figura 43 Prótesis de rodilla power knee



Fuente: www.protesis-roboticas-humanos/protesis-roboticas-humanos.shtml
[01/11/2017]

PRÓTESIS DE PIE PROPIO FOOT (OSSUR)

Los acelerómetros miden en tiempo real el movimiento a una velocidad de 1600 ciclos por segundo. Siguiendo la ruta del tobillo a través del espacio, el sistema define las características del caminado y los eventos, incluyendo el golpe del talón y el movimiento para dejar el suelo.

Una tarjeta de control recibe un flujo constante de señales del sistema de inteligencia artificial. El controlador comanda a un actuador lineal para que las fuerzas y posiciones del pie se adecuen durante el caminado.

Existen 5 elementos principales del sistema mecánico: un motor de D.C, una transmisión, un resorte en serie, un resorte en paralelo unidireccional, y una

prótesis del pie de plástico. Los tres primeros elementos son combinados forman un sistema llamado Actuador Elástico en Serie.

Figura 44 Propio foot



Fuente: www.protesis-roboticas-humanos/protesis-roboticas-humanos.shtml
[01/11/2017]

4.5 DIFICULTADES PRESENTADAS EN LA ELABORACIÓN DE LAS PRÓTESIS

Hacer una prótesis robótica de una calidad aceptable requiere de un enorme esfuerzo, no solo en el campo de la mecatrónica sino también en neurociencia, ingeniería electrónica, ciencias cognitivas, procesamiento de señales, diseño de baterías, nano-tecnología, y ciencias del comportamiento.

Para obtener una prótesis que emule en buena forma la dinámica del miembro amputado es necesario que el diseño satisfaga ciertas especificaciones, como lo son:

Tamaño y Masa: Las dimensiones de la prótesis deben ser las mismas que las del miembro que sustituyen. Por otro lado, la masa debe ser igual o menor a la del miembro amputado para que el portador pueda manipularla con facilidad y no haga esfuerzos extraordinarios que puedan dañar los músculos que soportan la prótesis.

Velocidad y Torque: La prótesis debe capturar completamente el comportamiento torque velocidad del miembro que sustituye.

Baterías: La duración de las baterías de una prótesis robótica debe permitir un funcionamiento de al menos 16 hrs para que el usuario no tenga problemas de insuficiencia de energía durante las actividades diarias.

Ancho de Banda del Torque: El ancho de banda de una prótesis es la frecuencia a la que se debe actualizar el torque aplicado en el mecanismo de accionamiento de tal manera que el caminado sea natural.

Una de las principales limitaciones por la cual el desarrollo de prótesis robóticas comerciales no se ha realizado se debe al pequeño número de personas que lo necesitan. Debido a eso puede resultar que una prótesis de elevado número de grados de libertad sea muy costosa y prácticamente incosteable para la mayoría de la gente²⁶.

4.5.1 COSTOS PROMEDIO DE UNA PRÓTESIS

En el mercado colombiano una prótesis para cualquier extremidad tiene costos muy levados, tanto así que para personas de bajos recursos es casi que imposible acceder a una prótesis que cumpla con todas sus necesidades; a continuación, veremos algunos precios promedio de prótesis.

- PRÓTESIS DE MANO COMPLETAS

Alrededor de US **\$6.000**, lo que en peso colombiano equivale a **\$17'972.253**

- PRÓTESIS DE MANO CON CONTROL EN LOS DEDOS

Oscilan entre:

US**\$20.000** a US**\$60.000**, Lo que en peso colombiano equivale a COP **\$59'872.030** a **\$149'680.090**

- PRÓTESIS PARA DEDO DE MANO

US **\$750** lo que en peso colombiano equivale a COP **\$2'262.135**

- PRÓTESIS PABELLON AURICULAR

US **\$1.500**, en peso colombiano equivale a COP **\$4'524.270**²⁷

- PRÓTESIS DE NARIZ

US **\$1.500**, en peso colombiano equivale a COP **\$4'524.270**

- PRÓTESIS DE ANTEBRAZO

²⁶ <http://www.monografias.com/trabajos87/protesis-roboticas-humanos> [10/11/2017]

²⁷ <http://www.manosydedos.com/precios.html> [10/11/2017]

US **\$9.750** este valor en peso colombiano equivale a COP **\$29'407.755**

- PRÓTESIS DE BRAZO COMPLETO

US **\$11.000**, lo que en peso colombiano equivale a COP **\$33'177.980**

- PRÓTESIS DE PIERNA

MXN **\$3200**, este valor está en moneda mexicana y en peso colombiano equivale a COP **\$509.743**

4.6 ENTIDADES QUE DONAN Y/O VENDEN PRÓTESIS

MAHAVIR KNIMA

La Corporación Mahavir Kmina, la única institución en Colombia que fabrica prótesis de piernas para brindarlas gratuitamente, ha logrado en 2017 dos grandes certificaciones oficiales: buenas prácticas de manufactura e importaciones y almacenamiento. Los certificados, otorgados por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) de la República de Colombia, elevarán los estándares de la Corporación, le brindarán un mayor estatus y le permitirán desarrollar nuevos convenios con instituciones dentro del sistema de salud colombiano.

“Estas certificaciones son reconocimientos que le brindan seguridad y confiabilidad a nuestros beneficiarios y benefactores”, comenta Karen Cano, coordinadora de los Sistemas de Gestión Humana de la Corporación y parte del equipo que ha liderado ambos procesos de certificación. “Que una institución sin ánimo de lucro como esta se ponga en la tarea de implementar sistemas de gestión es un gran logro, son las grandes empresas las que suelen hacerlo”, continúa.

Las acreditaciones, por otro lado, se han obtenido como respuesta a las imposiciones legales que surgieron a raíz de las resoluciones 4002, de 2007, y 2968, de 2015, que obligaban a los fabricantes a cumplir con ciertos criterios de calidad para operar conforme a la ley. Hoy, Mahavir Kmina cumple con esos criterios, por lo que cuenta con el respaldo del INVIMA como institución reguladora.

En el futuro, la Corporación pretende certificarse en otros aspectos importantes de los sistemas de gestión humana, como calidad, salud y seguridad en el

trabajo y gestión ambiental. Según Cano, estos logros no son de obligatorio cumplimiento, pero elevarán aún más los estándares de la Corporación por encima de la media.²⁸

FUNDACIÓN CIREC

Somos una Fundación colombiana sin ánimo de lucro con la que trabajamos por la discapacidad física y neurológica desde hace 39 años. Operamos corporativamente con visión social y lo hacemos a través de tres unidades misionales auto-sostenibles que permiten la reinversión de nuestros excedentes en favor de nuestra población sin acceso al sistema de salud.

1. Proability: producimos y comercializamos prótesis, órtesis, sillas de ruedas especializadas y ortopedia de línea blanda.
2. IPS: con un equipo de médicos y terapeutas, rehabilitamos integralmente a nuestros pacientes con discapacidad y los llevamos nuevamente al mundo laboral
3. Proyectos Especiales: viajamos a los municipios más pobres del país donando nuestros tratamientos médicos científicos para apadrinar pacientes con difícil acceso al sistema de salud.

Nuestro gran diferenciador es la Rehabilitación de la A a la Z todo en un mismo lugar²⁹.

FUNDAFE

Con mucho sentido social y con la calidad humana que nos caracteriza porque vivimos para dar, evitamos trámites largos y burocracias sin sentido.

Sencillamente recibimos la solicitud, hacemos una visita domiciliaria para conocer la familia y el entorno del beneficiario para involucrarlos en los procesos técnicos, psicosociales y de consecución de recursos como parte de nuestro modelo de rehabilitación psicosocial RBC (Rehabilitación basada en comunidad) y una vez estén los recursos disponibles comenzamos la fabricación de la prótesis que se entrega al beneficiario a los 8 días siguientes.

²⁸ <http://mahavir-kmina.orgs> [15/11/2017]

²⁹ <http://www.cirec.org> [15/11/2017]

Amamos el medio ambiente y transformando la chatarra contribuimos a cuidarlo, por eso el 70% de nuestra materia prima es chatarra. Todo objeto de metal (Hierro, acero, aluminio, cobre) que no utilicemos, que nos estorba, que no queremos tener, nosotros lo ponemos a caminar³⁰.

Estas fundaciones mencionadas, realizan una labor maravillosa, devuelven sonrisas, esperanzas, sueños, devuelven vida. Sin embargo, siguen siendo muy pocas las entidades que realizan esta labor son miles de personas que día a día padecen una amputación y no alcanzan a cubrir las necesidades de toda la población.

4.7 LEGISLACIONES COLOMBIANAS QUE APLICAN AL DISEÑO DE PRÓTESIS U ÓRTESIS

Ministerio de Salud y Protección Social

La Resolución 1319 de 2010 “Mediante la cual se adopta el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la elaboración y adaptación de dispositivos médicos sobre medida de prótesis y órtesis ortopédica externa y se dictan otras disposiciones”, presenta inconvenientes técnicos que dificultan la adecuada implementación, razón por la cual la Dirección de Medicamentos y Tecnologías en Salud del Ministerio de Salud y Protección Social, lideró un proceso de revisión y consulta de esta norma que permitió la participación amplia y deliberativa de sectores, instituciones gubernamentales, instituciones no gubernamentales, actores, instituciones de salud, asociaciones de pacientes, sociedades médicas, academia y población en general, que se abordó en cinco fases.

FASES:

- I. Consulta a representantes de Direcciones del MSPS, Ministerio de Educación, instituciones de educación superior, instituciones de formación para el trabajo, sociedades médicas, asociaciones de profesionales de salud, organizaciones no gubernamentales, asociaciones de pacientes, profesionales de la salud, instituciones prestadoras de servicios de salud, investigadores académicos, prestadores de servicios o usuarios relacionados con el tema de prótesis y órtesis en Colombia.
- II. Consulta con actores directos, establecimientos donde se elaboran y adaptan prótesis y órtesis. Consulta nacional todos los

³⁰ <http://fundafecolombia.org> [15/11/2017]

actores, especialmente IPS, EPS, ARP, Secretarías de Salud, IPS de Régimen Especial.

- III. Elaboración de consolidado del proceso, divulgación de resultados.
- IV. Diseño del borrador de norma modificatoria, socialización y concertación con actores
- V. Trámite de expedición, socialización e implementación de norma modificatoria

Por lo anterior, la articulación en la prestación es tarea de las EPS por cuanto ellas dentro de su competencia tienen la conformación de la red de prestadores y por cuanto son ellas las que lideran, la contratación con los prestadores, para conseguir ese objetivo anterior. Pregunta: ¿A quién le corresponde la contratación de los establecimientos de elaboración y adaptación de prótesis y órtesis? Respuesta: Tal y como se enuncia el artículo 62 de la Ley 1438 de 2011 en el numeral 1, es la EPS la que garantiza la contratación de los prestadores que hacen parte de la red que prestará atención con integralidad, continuidad, coordinación y eficiencia, con portabilidad, calidad y oportunidad, a través de las redes. Pregunta: ¿Qué instrumento o bajo que protocolo se debe constituir el Grupo Interdisciplinario en las IPS? Respuesta: La Resolución 1043 en su anexo técnico #1 para el estándar de Procesos Prioritarios Asistenciales el cual se encuentra con un alcance como sigue a así: “Están documentados los principales procesos asistenciales, guías clínicas internas o definidas por normas legales.

La documentación incluye acciones para divulgar su contenido entre los responsables de la ejecución y para controlar su cumplimiento”. Y establece en el criterio 5.2. “Cada institución establecerá procedimientos bajo la metodología de medicina basada en evidencia, para determinar el contenido de las guías clínicas de atención y los procesos de atención prioritarios, incluidos en los criterios del estándar de procesos y procedimientos”.

En conclusión, si bien, cada Institución define los protocolos de atención para los principales procedimientos que realiza, la conformación del grupo interdisciplinario debe ser garantizada en últimas por la EPS definiendo en protocolos basados en evidencia, la conformación de la red de prestadores para que sea atendida la patología de ésta clase de pacientes, sin embargo será atractivo para una EPS si la oferta de atención de una IPS cuenta con un grupo interdisciplinario que abarque la atención integral. Pregunta. ¿De quién es la responsabilidad de prestar el servicio de rehabilitación funcional al paciente usuario de prótesis u ortesis? Respuesta: La responsabilidad de una

atención en salud es necesariamente a cargo de un profesional de salud, que para efectos de la Resolución 1043 de 2006 en su anexo técnico #1, cuando el servicio es ofertado para Medicina Física y Rehabilitación, el responsable según el criterio 1.78 es de Médico especialista en Medicina física y rehabilitación.

Además, los establecimientos donde se elaboran y adaptan las ayudas técnicas de las prótesis y órtesis, al no ser prestadores de servicios de salud, no pueden tener la responsabilidad de la rehabilitación en su conjunto, lo que incluye adaptación de la prótesis y órtesis y entrenamiento con supervisión del equipo interdisciplinario. Dirección de Promoción y Prevención: Asiste la doctora Janeth Solano. Se solicita recomendaciones sobre programas de promoción y prevención para la población usuaria de prótesis y órtesis, normatividad vigente sobre manejo de residuos líquidos y sólidos, normatividad vigente uso del suelo para establecimientos donde se atiende personas en discapacidad. Se recibe Memorando 02 de marzo de 2012 del Dr. Lennis Urquijo Director de Promoción y Prevención en el que recomienda lo siguiente: **Ámbito de aplicación.** Parágrafo: En este artículo la norma señala que el establecimiento dedicado a la elaboración de dispositivos médicos, debe establecer una articulación con un servicio de medicina física y rehabilitación, sin involucrar o hacer alusión en los considerandos o en el cuerpo de la norma a la Resolución 1043 de 2006, “por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud”, para habilitar sus servicios e implementar el componente de auditoría para el mejoramiento de la calidad de la atención y se dictan otras disposiciones, ni a la circular 047 de 2007 y sus modificaciones, en cuanto a los requisitos que debe cumplir una Institución para contratar con una Entidad Prestadora de Servicios de Salud. **Definiciones:** Revisada la definición para establecimiento que elabora y adapta dispositivos médicos sobre medida para prótesis y órtesis ortopédicas, la misma no es clara en cuanto a las acciones de adaptación para este tipo de productos, por cuanto esta actividad involucra el ajuste y acople de los mismos a los pacientes, ni en su relación con los servicios de salud, que permita una clasificación del establecimiento dentro de funciones inherentes a la atención en salud, y así mismo orientar el manejo de los residuos³¹.

³¹ www.minsalud.gov.co [15/11/2017]

4.8 MANTENIMIENTO DE LAS PRÓTESIS

Es fundamental tener en cuenta que todos los dispositivos protésicos de calidad están hechos a medida. No existe nada que sea lo mejor para todo el mundo. La elección debería basarse en lo que es mejor para una determinada persona en un determinado momento. Al cambiar las situaciones, también cambian las opciones. El proceso protésico evolucionará al mismo tiempo que cambian las necesidades y la tecnología. Como término medio, un niño en crecimiento necesitará una nueva prótesis cada dos años. Así pues, han de tomarse decisiones con frecuencia y el proceso de aprendizaje ha de ser muy rápido.

Lo positivo de todo esto es que eso le brinda la oportunidad de valorar nuevas tecnologías y de aprender de los aciertos o equivocaciones de anteriores elecciones protésicas. Dichas decisiones podrían concebirse como etapas. Lo que es mejor en un momento determinado puede no ser la decisión más adecuada la siguiente vez. O algo que puede ser demasiado grande o complejo ahora podría ser una buena opción la próxima vez o la siguiente.

CUANDO Y CÓMO AJUSTAR LA PRÓTESIS

La edad y el desarrollo del niño o adolescente son los primeros aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de decidir cuándo y cómo ajustar la prótesis. Es mejor ajustar una prótesis de extremidad inferior a un niño cuando éste comienza a ponerse de pie, lo que suele ocurrir entre los 9 y 12 meses de edad. Cuando se ajusta la prótesis se debería animar al niño a ponerse de pie, lo que también le ayudará a aprender a caminar. Si la amputación se produce a una edad posterior, debería iniciarse el proceso tan pronto como el niño o adolescente esté físicamente preparado. Aun cuando el adolescente ha perdido la rodilla, la primera prótesis no suele incluir dicha articulación para que todo sea más fácil durante el proceso de aprendizaje. No obstante, se debe incorporar una rodilla tan pronto como sea seguro y posible hacerlo.

Con niños que presentan amputaciones de extremidad superior la regla es ajustar la prótesis cuando ya pueden sentarse. Esto facilitará un desarrollo normal al permitirles realizar tareas con ambas manos, como gatear, sostener una botella o jugar con una pelota. Esta primera prótesis suele ser pasiva y da buenos resultados teniendo en cuenta las cosas que un niño necesita hacer. Entre los 18 meses y los dos años de edad, el niño suele estar preparado para utilizar un dispositivo terminal que funciona gracias al movimiento corporal o mediante el control mioeléctrico. El método tradicional consiste en ajustar primero un dispositivo de control corporal y, posteriormente, un dispositivo mioeléctrico a la edad de 3 ó 4 años, cuando el niño es capaz de soportar un mayor peso y complejidad. Se debería incorporar un codo una vez se haya utilizado y comprendido el funcionamiento del dispositivo terminal, lo que suele suceder a los 3 años de edad. Independientemente del nivel de la amputación, cuando se alcanza algo de madurez esquelética y el crecimiento no se produce

a un ritmo muy rápido (entre los 13 y 15 años de edad), el niño o adolescente debe ser tratado, desde un punto de vista protésico, como un adulto.

EL MOTOR

En términos generales, las piezas protésicas más cercanas al cuerpo se consideran las más importantes, y pierden relevancia cuanto más lejos están del mismo. De hecho, el aspecto más importante de la prótesis es “el motor”, es decir, el amputado. Desgraciadamente, a veces este “componente” no recibe la suficiente consideración. Cuando sea necesario y posible, debería optimizarse el estado de la extremidad residual, así como la fortaleza y amplitud de movimiento del amputado.

Las operaciones quirúrgicas de rectificación y los programas terapéuticos pueden ayudar a la persona a maximizar el uso de su prótesis. Para los jóvenes con amputación de huesos largos, se puede anticipar el crecimiento excesivo. Aunque los protésicos pueden utilizar a menudo estrategias que ayudan a posponer y minimizar la necesidad de realizar operaciones, la rectificación podría ser necesaria cuando el dolor así lo dictamine.

EL ENCAJE

Una vez que el motor está preparado, es el momento de elaborar el encaje. Ésta es la pieza de la prótesis donde se coloca la extremidad residual. Debido a la necesidad de obtener un íntimo ajuste para esta parte de la prótesis, deben tenerse en cuenta muchos aspectos y deben tomarse muchas decisiones.

Lo primero y principal es la comodidad. Cuando el protésico diseña el encaje para obtener un óptimo ajuste, debe tener en cuenta la forma del mismo y los materiales que utilizará. Todo es posible si un encaje se adapta con la mínima incomodidad.

El protésico también debería tener en cuenta el potencial de crecimiento de la persona que utilizará la prótesis, los problemas de higiene y la necesidad de garantizar la durabilidad de la prótesis. Elaborar un encaje protésico que permita el crecimiento puede suponer todo un reto. Generalmente, el crecimiento es más longitudinal entre el primer año y los siete años de edad, y más circunferencial entre los 8 y los 14.

Puede añadirse un almohadillado distal en el interior del encaje y ajustarlo a medida que los huesos crezcan a lo largo. Igualmente, pueden utilizarse calcetines o fundas protésicas gruesas o múltiples que ofrecen a los pacientes la posibilidad de reducir el grosor o número a medida que crece la extremidad.

Las fundas pueden estar hechas de diferentes tipos de gomaespuma fácilmente reemplazables, o de silicona. Actualmente, estas fundas de silicona están disponibles en varios grosores y los fabricantes las están haciendo en tamaños mucho más pequeños para que puedan adaptarse a los más jóvenes.

Sin embargo, algunas personas deciden no utilizar fundas porque son difíciles de mantener limpias, no son muy duraderas y resulta algo caro reemplazarlas.

Aunque el uso de fundas con pestillo favorece la adhesión de la extremidad residual al encaje (suspensión), son más difíciles de ajustar cuando se desea permitir el crecimiento longitudinal. Sin embargo, si se utiliza el almohadillado distal desde el principio, se puede quitar más adelante para permitir que el encaje se ajuste durante más tiempo.

Los encajes de termoplástico flexible incorporados a una especie de molde rígido también pueden mejorar la comodidad y la adaptabilidad de la prótesis. Estos encajes interiores pueden estirarse o reemplazarse por otros más delgados o se pueden cortar y ensanchar los moldes para permitir modificaciones en su circunferencia.

Estos diseños y materiales pueden utilizarse para casi cualquier nivel de amputación, dependiendo de las necesidades individuales del amputado. Aunque algunos amputados necesitan dejar mucho espacio en el encaje para permitir el crecimiento, puede que otros no lo necesiten. Aquellas personas con desarticulaciones, por ejemplo, tendrán menos problemas con el crecimiento longitudinal porque cargan su peso corporal sobre el extremo del hueso. Por consiguiente, el diseño de sus encajes puede ser más sencillo.

SUSPENSIÓN

La suspensión es otro aspecto importante del encaje que hay que tener en cuenta. Cuanto mejor se ajuste al cuerpo, mejor funcionará. Las correas y los cinturones fabricados de diversos materiales, como el algodón, el Dacrón y el cuero, que se colocan alrededor de la cintura, suelen dar mejores resultados a los amputados transfemorales (por encima de la rodilla).

Las fundas con pestillo suelen utilizarse con los más jóvenes, pero debería tenerse en cuenta el crecimiento lineal. Si se utilizan, los sistemas de correa o de cierre de lengüeta dan buenos resultados porque permiten introducir más almohadillado en la base y hacen posible el crecimiento. Los encajes de succión, por otra parte, son difíciles de ajustar si se desea permitir el crecimiento, y para los jóvenes son más difíciles de poner sin ayuda. Debido a estos problemas, no suelen utilizarse los encajes de succión hasta que se alcanza una mayor madurez esquelética.

Las prótesis transtibiales (por debajo de la rodilla) también pueden sujetarse con correas y cinturones, que normalmente se ajustan sobre la rótula. Están hechas de cuero o Dacrón y son duraderas y fáciles de reemplazar.

Las rodilleras fabricadas con neopreno, goma o silicona también dan muy buenos resultados. Normalmente, sirven los sencillos modelos que pueden adquirirse en tiendas locales de artículos deportivos.

A veces, también puede utilizarse la suspensión anatómica —un tipo de suspensión donde el encaje se ajusta sobre una parte ósea del cuerpo para evitar que la prótesis se deslice—. Desgraciadamente, aunque este tipo de suspensión funciona bien y puede añadir estabilidad, ofrece poca capacidad de adaptación al crecimiento. Como resultado, es posible que tenga que reemplazarse el encaje con más frecuencia³².

Figura 45
Desarrollo

Mantenimiento y



Fuente: www.amputee-coalition.org [18/11/2017]

³² <https://www.amputee-coalition.org> [18/11/2017]

5. METODOLOGÍA

En la propuesta establecida para la elaboración de esta monografía, fue indispensable realizar investigación de tipo documental que manejen prótesis robóticas, para indagar mucho más sobre el tema, conocer más sobre estas prótesis, entender su funcionamiento y así aportar todo lo necesario para que el documento quede completo, entendible y muy concreto. Además de ello, para que nosotros como futuros Tecnólogos en Electromedicina reforcemos el conocimiento sobre el tema por el cual posiblemente nos especializaremos, ya que nos apasiona y nos parece un tema de suma importancia para nuestra sociedad.

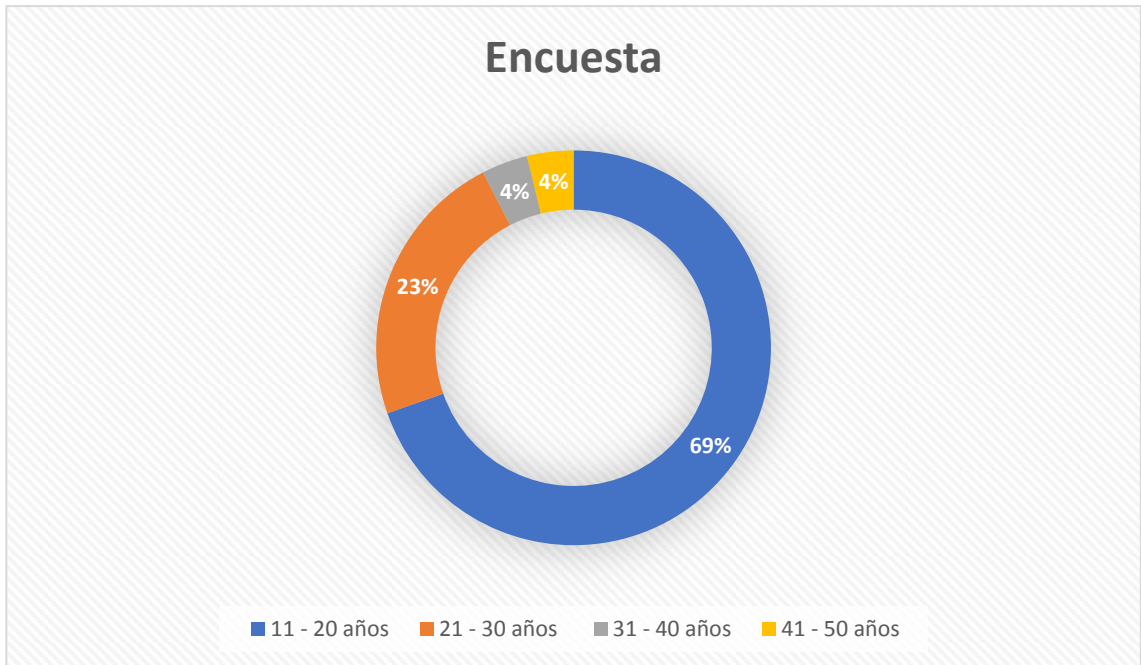
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Año 2017	OCTUBRE			NOVIEMBRE				DICIEMBRE
Durac Activ	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1
Planteamiento del problema								
Justificación								
Objetivos								
Estado de los conocimientos								
Metodología								
Discusión								
Conclusiones								
Bibliografía								

Fuente: Autores [01/12/2017]

Realizamos una encuesta en la cual personas de diferentes edades participaron, se encuestaron a algunos estudiantes de la Universidad ECCI, familiares y amigos cercanos. A partir de esta encuesta se mide que tanto conocimiento tienen estas personas sobre una prótesis u órtesis y todo lo que implica.

Gráfica 1 Agrupación por edades



Fuente: Autores [22/11/2017]

Gráfica 2 Porcentaje de conocimiento

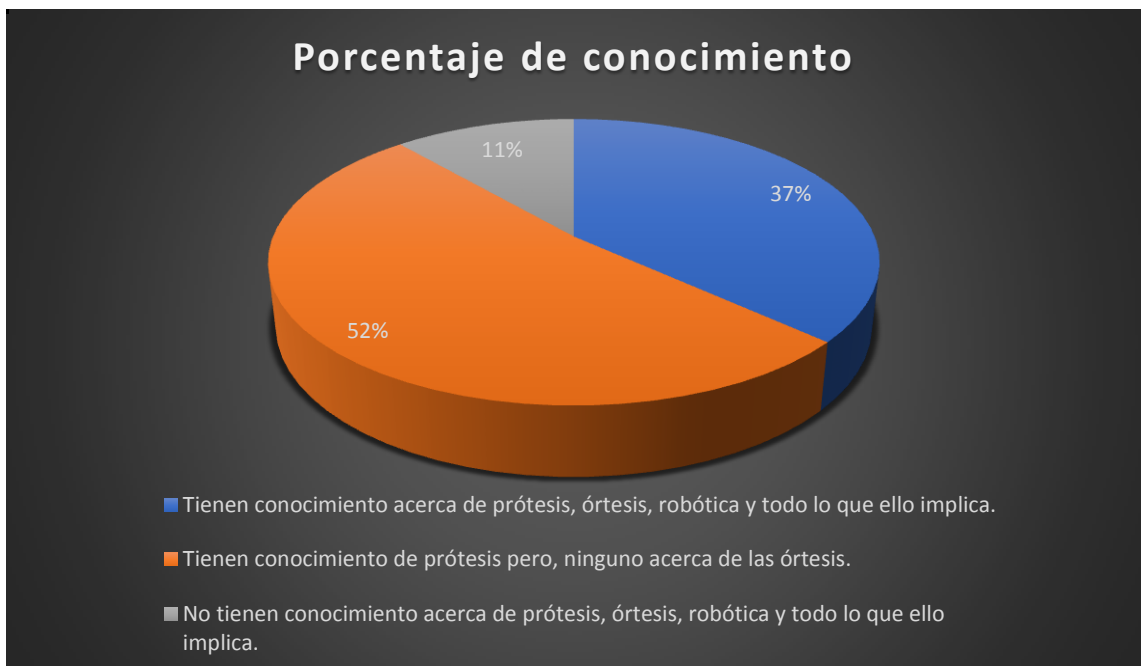


Figura 46 Encuesta con el mayor puntaje

Edad: 26 12/13

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN ELECTROMEDICINA

Encuesta #1

"La robotización aplicada en prótesis, su avance tecnológico y beneficios"

1) ¿Sabe que es robotización? Si
 No

2) ¿Sabe que es la robótica? Si
 No

3) ¿Conoce la diferencia entre la robótica y la robotización? Si
 No

4) ¿Sabe que es una prótesis? Si
 No

5) ¿Conoce los tipos de prótesis?
 No
 Si
¿Cuáles?
Mecánicas, electrónicas
católicas, sonográficas

6) ¿Usted utiliza algún tipo de prótesis?
 Si
 No

7) ¿Conoce a alguna persona que utilice o haya utilizado una prótesis?
 Si
 No

8) ¿Sabe que es una Órtesis? Si
 No

9) ¿Conoce la diferencia entre una Prótesis y una Órtesis? Si
 No

10) ¿Conoce los avances y beneficios que ha tenido el diseño de las prótesis?
 Si
 No

11) ¿Conoce ejemplos de aplicación de la robotización en el diseño de prótesis?
 No
 Si
¿Cuáles?
biónicas

12) ¿Conoce una legislación Colombiana que aplique al diseño de prótesis y/o Órtesis?
 Si
 No

13) ¿Para usted como es el manejo de las prótesis aquí en Colombia?
 Excelente
 Bueno
 Razonable
 Malo

¿Por qué? la investigación en Colombia tiene poca ayuda, poca se hace sobre el tema.

Nelson F. Eugenio P. Universidad ECCI Katherin P. Rativa Y.

Edad: 26

14) ¿Conoce los costos en los que oscila la creación o el diseño de una prótesis?

- No
- Si

En que rango consideraría que oscilan:

- Entre \$10'000.000 a \$15'000.000
- Entre \$5'000.000 a \$10'000.000
- Entre \$20'000.000 a \$30'000.000
- Entre \$15'000.000 a 20'000.000
- Definitivamente no sabe cuál es el costo

15) ¿Cree que para una persona de bajos recursos es fácil acceder a una prótesis?

- Si
- No

Sugerencia u opinión:

NA porque el costo es muy alto y hay que tener un seguro o un trabajo, la mayoría de las personas no tienen el dinero.

16) ¿Conoce el control o cuidados periódicos que se le deben hacer a una prótesis?

- Si
- No

17) ¿Si usted tuviera la oportunidad, aportaría para la creación de prótesis aquí en Colombia?

- Si
- No

Sugerencia personal: ¿Qué aporte daría para mejorar la calidad de vida de las personas con una discapacidad física que requieren de una Prótesis u Órtesis?

Figura 47 Encuesta con el menor porcentaje

Edad: 23 Años

1/13

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN ELECTROMEDICINA

Encuesta #1

"La robotización aplicada en prótesis, su avance tecnológico y beneficios"

- | | |
|--|---|
| <p>1) ¿Sabe que es robotización?
 <input type="radio"/> Si
 <input checked="" type="radio"/> No</p> <p>2) ¿Sabe que es la robótica?
 <input type="radio"/> Si
 <input checked="" type="radio"/> No</p> <p>3) ¿Conoce la diferencia entre la robótica y la robotización?
 <input type="radio"/> Si
 <input checked="" type="radio"/> No</p> <p>4) ¿Sabe que es una prótesis?
 <input checked="" type="radio"/> Si
 <input type="radio"/> No</p> <p>5) ¿Conoce los tipos de prótesis?
 <input checked="" type="radio"/> No
 <input type="radio"/> Si
 ¿Cuáles?

 _____</p> | <p>8) ¿Sabe que es una Órtesis?
 <input type="radio"/> Si
 <input checked="" type="radio"/> No</p> <p>9) ¿Conoce la diferencia entre una Prótesis y una Órtesis?
 <input type="radio"/> Si
 <input checked="" type="radio"/> No</p> <p>10) ¿Conoce los avances y beneficios que ha tenido el diseño de las prótesis?
 <input type="radio"/> Si
 <input checked="" type="radio"/> No</p> <p>11) ¿Conoce ejemplos de aplicación de la robotización en el diseño de prótesis?
 <input checked="" type="radio"/> No
 <input type="radio"/> Si
 ¿Cuáles?

 _____</p> |
| <p>6) ¿Usted utiliza algún tipo de prótesis?
 <input type="radio"/> Si
 <input checked="" type="radio"/> No</p> <p>7) ¿Conoce a alguna persona que utilice o haya utilizado una prótesis?
 <input type="radio"/> Si
 <input checked="" type="radio"/> No</p> | <p>12) ¿Conoce una legislación Colombiana que aplique al diseño de prótesis y/o Órtesis?
 <input type="radio"/> Si
 <input checked="" type="radio"/> No</p> |
- 13) ¿Para usted como es el manejo de las prótesis aquí en Colombia?
- Excelente
 - Bueno
 - Razonable
 - Malo
- ¿Por qué?
 Por la baja inversión que se hace en investigación y desarrollo.

Nelson F. Eugenio P.

Universidad ECCI

Katherin P. Rativa Y.

Edad: _____

14) ¿Conoce los costos en los que oscila la creación o el diseño de una prótesis?

- No
 Si

En que rango consideraría que oscilan:

- Entre \$10'000.000 a \$15'000.000
 Entre \$5'000.000 a \$10'000.000
 Entre \$20'000.000 a \$30'000.000
 Entre \$15'000.000 a 20'000.000
 Definitivamente no sabe cuál es el costo

15) ¿Cree que para una persona de bajos recursos es fácil acceder a una prótesis?

- Si
 No

Sugerencia u opinión:

Ma inversión en salud y proyecto de capacitación

16) ¿Conoce el control o cuidados periódicos que se le deben hacer a una prótesis?

- Si
 No

17) ¿Si usted tuviera la oportunidad, aportaría para la creación de prótesis aquí en Colombia?

- Si
 No

Sugerencia personal: ¿Qué aporte daría para mejorar la calidad de vida de las personas con una discapacidad física que requieren de una Prótesis u Órtesis?

hacer un equipo de trabajo donde desarrollen con la materiales que estén a nuestro alcance prótesis de bajo costo para que más personas pudieran obtenerla.

6. CONCLUSIONES

- Analizamos los riesgos que puede traer el uso de las prótesis en diversos casos o situaciones, investigando acerca de las indicaciones y contraindicaciones que esto puede traer.
- Conocimos y dimos a conocer por qué se debe utilizar más esta tecnología en las prótesis y cómo puede mejorar las condiciones de vida de las personas si se adquiere una de estas. Esto lo logramos indagando acerca de las prótesis robóticas que hay y las necesidades que cubren.
- Investigamos algunos casos de prótesis que no están al alcance de las personas, exponiendo algunos costos aproximados de ellas, observamos que las prótesis tiene un costo muy elevado y claramente esto va según las funciones de cada prótesis, sin embargo, una persona de bajos recursos que necesite una prótesis con funciones específicas y no cuente con el apoyo de algunas de las fundaciones mencionadas en este documento o cualquier otra, no va a tener la posibilidad de adquirir una prótesis debido a su costo. Para ello, se están tratando de implementar materiales de bajo costo que permita que las prótesis bajen sus costos.
- Revisamos el desarrollo, avance y evolución que han tenido las prótesis y cómo se han presentado aquí en Colombia beneficiando a cierto tipo de personas, así mismo algunas desventajas y dificultades que tiene la elaboración de estas.
- Presentamos un documento o monografía como opción de grado de Tecnología en Electromedicina, cumpliendo los lineamientos metodológicos establecidos por la Universidad ECCI.

6. DISCUSIÓN

KATHERIN PAOLA RATIVA YEPES

En un ambiente de economía, no todas las personas tienen la posibilidad de adquirir una prótesis robótica que les permita ayudar con su sostenimiento, en algunas ocasiones pueden llegar a obtener prótesis que solo les da de un 10% a 40% de movilidad. Por este motivo es necesario implementar una tecnología que cubra las necesidades de las personas que no tienen una parte de su cuerpo, sin embargo, hay una gran problemática en este tema de las prótesis, ya que tiene unos costos muy elevados que no permiten a las personas adquirir una con facilidad. En mi opinión, el Estado debería apoyar mucho más a las entidades que con mucho sacrificio ayudan a las personas de bajos recursos a obtener una prótesis o a hacer una como en el caso de la fundación llamada FUNDAFE que por medio de algunos materiales crean prótesis a muchas personas. Se podrían implementar más métodos de donación, y crear muchos más institutos, fundaciones, entidades etc. capaces de ayudar a las personas que más lo necesitan.

En este documento tratamos de mostrar que no porque este tema sea ajeno a nosotros nos debemos quedar sin enterarnos de los procesos que siguen estas prótesis de cómo podemos ayudar a estas personas, de los diferentes conceptos sea de órtesis, robótica, robotización y hasta de las mismas prótesis y sus tipos.

Esta muestra no termina aquí, como futura Tecnóloga en Electromedicina e Ingeniera Biomédica pienso especializarme en la creación de estas prótesis, para así ayudar a muchas personas y también optar por un proyecto que refleje este documento de la mejor manera.

NELSON FERNANDO EUGENIO PEÑA

Lo que se aspira con esta monografía es poder lograr aprender y saber muy bien las diferentes problemáticas y beneficios que tiene una persona con discapacidad. También se quiere lograr entender por qué tantas personas en nuestro país no pueden acceder a una prótesis ya que en Colombia más de 850.000 personas son discapacitados y aproximadamente el 40 % de esta

población cuenta con una prótesis digna la cual le permite sobre llevar una vida casi normal , por lo que con esta monografía queremos exponer la problemática que tiene nuestra población al querer adquirir una prótesis por este motivo la solución para poder mejorar la calidad de vida de estas personas propongo el poder apoyar financieramente entidades como lo son fundaciones y cooperativas de salud que son las que por medio del ministerio de salud y entidades privadas que donan los diferentes materiales y prótesis u órtesis que garantizan la mejor calidad de vida de una persona la cual necesita un apoyo para poder ser mejor persona y sentirse más segura de sí misma.

Afortunadamente, en general, los más jóvenes se adaptan muy fácilmente, y por consiguiente, con o sin dispositivo protésico, suelen conseguir cosas que no esperaban o creían que fuesen posibles.

Como futuro tecnólogo en electromedicina aspiro poder ayudar a crear y reparar los diferentes componentes robóticos que existen en las prótesis los cuales pueden garantizar una calidad de vida excelente ya que con estas prótesis tiene una gran movilidad que le garantiza un mejor vivir.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Diccionario de la Real Academia Española [<http://dle.rae.es>]
2. Evolución [<https://definicion.de/evolucion>]
3. Fundación CIREC [<http://www.cirec.org>]
4. Historia de las prótesis [<https://www.amputee-coalition.org>]
5. Ingeniería Biomédica
[<https://es.slideshare.net/OthonielHernandezOvando>]
6. Legislación [<https://www.definicionabc.com>]
7. Mahavir Knima [<http://mahavir-knima.org>]
8. OMS Organización Mundial de la Salud
[<http://www.who.int/topics/disabilities>]
9. Órgano [<http://www.doctissimo.com>]
10. Órtesis y tipos [<https://ortopedia1.com>]
11. Prótesis robóticas [<http://www.monografias.com>]
12. Robótica [<https://robotica.wordpress.com>]
13. Tecnología [<http://www.alegsa.com.ar>]
14. TIPOS DE PRÓTESIS, INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES
[<https://es.slideshare.net/marckamstel/protesis-tipos-y-caracteristicas>]
15. UV Universitat de Valencia ES [<https://www.uv.es>]
16. Vía Definición ABC [<https://www.definicionabc.com/salud/protesis.php>]

ANEXOS

Anexo A. Encuesta realizada

Edad: _____

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN ELECTROMEDICINA

Encuesta #1

"La robotización aplicada en prótesis, su avance tecnológico y beneficios"

- | | |
|--|--|
| <p>1) ¿Sabe que es robotización?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> <p>2) ¿Sabe que es la robótica?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> <p>3) ¿Conoce la diferencia entre la robótica y la robotización?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> <p>4) ¿Sabe que es una prótesis?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> <p>5) ¿Conoce los tipos de prótesis?
<input type="radio"/> No
<input type="radio"/> Si
¿Cuáles?

_____</p> | <p>8) ¿Sabe que es una Órtesis?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> <p>9) ¿Conoce la diferencia entre una Prótesis y una Órtesis?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> <p>10) ¿Conoce los avances y beneficios que ha tenido el diseño de las prótesis?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> <p>11) ¿Conoce ejemplos de aplicación de la robotización en el diseño de prótesis?
<input type="radio"/> No
<input type="radio"/> Si
¿Cuáles?

_____</p> |
| <p>6) ¿Usted utiliza algún tipo de prótesis?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> <p>7) ¿Conoce a alguna persona que utilice o haya utilizado una prótesis?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> | <p>12) ¿Conoce una legislación Colombiana que aplique al diseño de prótesis y/o Órtesis?
<input type="radio"/> Si
<input type="radio"/> No</p> |
- 13) ¿Para usted como es el manejo de las prótesis aquí en Colombia?
- | | |
|---|------------------|
| <p><input type="radio"/> Excelente
<input type="radio"/> Bueno
<input type="radio"/> Razonable
<input type="radio"/> Malo</p> | <p>¿Por qué?</p> |
|---|------------------|

Nelson F. Eugenio P.

Universidad ECCI

Katherin P. Rativa Y.

Edad: _____

14) ¿Conoce los costos en los que oscila la creación o el diseño de una prótesis?

- No
- Si

En que rango consideraría que oscilan:

- Entre \$10'000.000 a \$15'000.000
- Entre \$5'000.000 a \$10'000.000
- Entre \$20'000.000 a \$30'000.000
- Entre \$15'000.000 a 20'000.000
- Definitivamente no sabe cuál es el costo

15) ¿Cree que para una persona de bajos recursos es fácil acceder a una prótesis?

- Si
- No

Sugerencia u opinión:

16) ¿Conoce el control o cuidados periódicos que se le deben hacer a una prótesis?

- Si
- No

17) ¿Si usted tuviera la oportunidad, aportaría para la creación de prótesis aquí en Colombia?

- Si
- No

Sugerencia personal: ¿Qué aporte daría para mejorar la calidad de vida de las personas con una discapacidad física que requieren de una Prótesis u Órtesis?

Anexo B. Encuesta de persona de 18 años de edad

Edad: 18

5/13

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN ELECTROMEDICINA

Encuesta #1

"La robotización aplicada en prótesis, su avance tecnológico y beneficios"

- 1) ¿Sabe que es robotización? ✓
 Si
 No
- 2) ¿Sabe que es la robótica? ✓
 Si
 No
- 3) ¿Conoce la diferencia entre la robótica y la robotización? ?
 Si
 No
- 4) ¿Sabe que es una prótesis? ✓
 Si
 No
- 5) ¿Conoce los tipos de prótesis? X
 No
 Si
¿Cuáles?

- 6) ¿Usted utiliza algún tipo de prótesis?
 Si
 No
- 7) ¿Conoce a alguna persona que utilice o haya utilizado una prótesis?
 Si
 No
- 8) ¿Sabe que es una Órtesis? X
 Si
 No
- 9) ¿Conoce la diferencia entre una Prótesis y una Órtesis? X
 Si
 No
- 10) ¿Conoce los avances y beneficios que ha tenido el diseño de las prótesis?
 Si
 No
- 11) ¿Conoce ejemplos de aplicación de la robotización en el diseño de prótesis?
 No
 Si
¿Cuáles? X

- 12) ¿Conoce una legislación Colombiana que aplique al diseño de prótesis y/o Órtesis?
X Si
 No
- 13) ¿Para usted como es el manejo de las prótesis aquí en Colombia?
 Excelente
 Bueno
 Razonable
 Malo

¿Por qué? Ayudado a una gran parte de la población aunque se ha evidenciado que algunas prótesis son muy caras y poca población puede acceder a esta.

Nelson F. Eugenio P.

Universidad ECCI

Katherin P. Rativa Y.

Edad: 18

14) ¿Conoce los costos en los que oscila la creación o el diseño de una prótesis?

- No
- Si

En que rango consideraría que oscilan:

- Entre \$10'000.000 a \$15'000.000
- Entre \$5'000.000 a \$10'000.000
- Entre \$20'000.000 a \$30'000.000
- Entre \$15'000.000 a 20'000.000
- Definitivamente no sabe cuál es el costo

15) ¿Cree que para una persona de bajos recursos es fácil acceder a una prótesis?

- Si
- No

Sugerencia u opinión:

Realizar una sensibilización a empresas que puedan realizar un aporte a este beneficio y así mismo poder ayudar a la población vulnerable

16) ¿Conoce el control o cuidados periódicos que se le deben hacer a una prótesis?

- Si
- No

17) ¿Si usted tuviera la oportunidad, aportaría para la creación de prótesis aquí en Colombia?

- Si
- No

Sugerencia personal: ¿Qué aporte daría para mejorar la calidad de vida de las personas con una discapacidad física que requieren de una Prótesis u Órtesis?

La realización de prótesis para la mejora de vida de algunas personas así mismo crearía una empresa para que pudieran ejercer su vida laboral y ayudarles con su sustento diario.

Anexo C. Encuesta de persona de 19 años

Edad: 19

2/13

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN ELECTROMEDICINA

Encuesta #1

"La robotización aplicada en prótesis, su avance tecnológico y beneficios"

- 1) ¿Sabe que es robotización? ✓
 Si
 No
- 2) ¿Sabe que es la robótica? ?
 Si
 No
- 3) ¿Conoce la diferencia entre la robótica y la robotización? X
 Si
 No
- 4) ¿Sabe que es una prótesis? ✓
 Si
 No
- 5) ¿Conoce los tipos de prótesis?
 No
 Si
¿Cuáles? X

- 6) ¿Usted utiliza algún tipo de prótesis?
 Si
 No
- 7) ¿Conoce a alguna persona que utilice o haya utilizado una prótesis?
 Si
 No
- 8) ¿Sabe que es una Órtesis? X
 Si
 No
- 9) ¿Conoce la diferencia entre una Prótesis y una Órtesis? X
 Si
 No
- 10) ¿Conoce los avances y beneficios que ha tenido el diseño de las prótesis? X
 Si
 No
- 11) ¿Conoce ejemplos de aplicación de la robotización en el diseño de prótesis?
 No
 Si
¿Cuáles? ✓

- 12) ¿Conoce una legislación Colombiana que aplique al diseño de prótesis y/o Órtesis? X
 Si
 No
- 13) ¿Para usted como es el manejo de las prótesis aquí en Colombia?
 Excelente
 Bueno
 Razonable
 Malo
- ¿Por qué? Existe gente que desconoce el manejo de estas cosas y no es equitativo porque las personas adineradas tienen mayor posibilidad de acceder a estas.

Nelson F. Eugenio P.

Universidad ECCI

Katherin P. Rativa Y.

Edad: _____

14) ¿Conoce los costos en los que oscila la creación u el diseño de una prótesis?

- No
- Si

En que rango consideraría que oscilan:

- X ○ Entre \$10'000.000 a \$15'000.000
- Entre \$5'000.000 a \$10'000.000
- Entre \$20'000.000 a \$30'000.000
- Entre \$15'000.000 a 20'000.000
- Definitivamente no sabe cuál es el costo

15) ¿Cree que para una persona de bajos recursos es fácil acceder a una prótesis?

- Si
- No

X

Sugerencia u opinión:

16) ¿Conoce el control o cuidados periódicos que se le deben hacer a una prótesis?

- Si
- No

X

17) ¿Si usted tuviera la oportunidad, aportaría para la creación de prótesis aquí en Colombia?

- Si
- No

Sugerencia personal: ¿Qué aporte daría para mejorar la calidad de vida de las personas con una discapacidad física que requieren de una Prótesis u Órtesis?

- Generar mayor información ya que muchas personas desconocen el tema y brindar mas apoyo a las personas que poseen una discapacidad. Otra posible solución y/o aporte sería facilitar las prótesis para que sus costos no sean elevados.

Anexo D. Encuesta de persona de 17 de edad

Edad: 17

5/13

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN ELECTROMEDICINA

Encuesta #1

"La robotización aplicada en prótesis, su avance tecnológico y beneficios"

- 1) ¿Sabe que es robotización?
 Si
 No
- 2) ¿Sabe que es la robótica?
 Si
 No
- 3) ¿Conoce la diferencia entre la robótica y la robotización?
 Si
 No
- 4) ¿Sabe que es una prótesis?
 Si
 No
- 5) ¿Conoce los tipos de prótesis?
 No
 Si
¿Cuáles?

- 6) ¿Usted utiliza algún tipo de prótesis?
 Si
 No
- 7) ¿Conoce a alguna persona que utilice o haya utilizado una prótesis?
 Si
 No
- 8) ¿Sabe que es una Órtesis?
 Si
 No
- 9) ¿Conoce la diferencia entre una Prótesis y una Órtesis?
 Si
 No
- 10) ¿Conoce los avances y beneficios que ha tenido el diseño de las prótesis?
 Si
 No
- 11) ¿Conoce ejemplos de aplicación de la robotización en el diseño de prótesis?
 No
 Si
¿Cuáles?

- 12) ¿Conoce una legislación Colombiana que aplique al diseño de prótesis y/o Órtesis?
 Si
 No
- 13) ¿Para usted como es el manejo de las prótesis aquí en Colombia?
 Excelente
 Bueno
 Razonable
 Malo
- ¿Por qué? El desarrollo que ha tenido no ha sido suficientemente apoyado, por lo que los costos de las mismas son altos

Nelson F. Eugenio P.

Universidad ECCI

Katherin P. Rativa Y.

Edad: _____

14) ¿Conoce los costos en los que oscila la creación o el diseño de una prótesis?

- No
- Si

En que rango consideraría que oscilan:

- Entre \$10'000.000 a \$15'000.000
- Entre \$5'000.000 a \$10'000.000
- Entre \$20'000.000 a \$30'000.000
- Entre \$15'000.000 a 20'000.000
- Definitivamente no sabe cuál es el costo

15) ¿Cree que para una persona de bajos recursos es fácil acceder a una prótesis?

- Si
- No

Sugerencia u opinión:

16) ¿Conoce el control o cuidados periódicos que se le deben hacer a una prótesis?

- Si
- No

17) ¿Si usted tuviera la oportunidad, aportaría para la creación de prótesis aquí en Colombia?

- Si
- No

Sugerencia personal: ¿Qué aporte daría para mejorar la calidad de vida de las personas con una discapacidad física que requieren de una Prótesis u Órtesis?

Aportar por estudios de diferentes materiales que ayuden a disminuir los costos de los miembros, para que sean más accesibles.

Anexo E. Noticia del diseño de prótesis de bajo costo en Colombia

← → ↻ ⓘ www.portafolio.co/tendencias/disenan-protesis-costo-colombia-62240

Aplicaciones Para acceder rápidamente, coloca tus favoritos aquí en la barra de favoritos. [Importar favoritos ahora..](#)

SECCIONES **Portafolio** | Diseñan prótesis de bajo costo en Colombia


POR: OCTUBRE 31 DE 2014 - 10:43 P.M.

Un proyecto en Colombia busca ofrecer prótesis impresas en 3D a muy bajo costo, destinadas a personas de bajos recursos que perdieron una de sus piernas en accidentes o en el conflicto armado que azota al país, contaron a la AFP sus promotores.

Estas prótesis pueden ser impresas en un par de horas y cuestan unos 60 dólares, lo cual las hace significativamente más baratas que las tradicionales, que valen desde 2.500 hasta 20.000 dólares.

La idea “es diseñar una prótesis aquí en Colombia (...) que permita que esas personas que no tienen los suficientes recursos para acceder a una prótesis mayor puedan cumplir sus sueños de autorrealización de caminar”, dijo a la AFP Juan Pablo Muñoz, estudiante de diseño industrial y desarrollador de la iniciativa.

Con el apoyo de la Universidad Icesi, en la ciudad de Cali, unos 500 kilómetros al suroeste de Bogotá, el joven, que ya imprimió un prototipo de su prótesis, destacó que las piezas están hechas de un plástico biodegradable derivado del almidón de maíz.



Por sus características, la prótesis puede servir especialmente a niños que han sufrido amputaciones, y es además muy fácil de ensamblar y ajustar, lo que incluso se puede hacer con una moneda.

Fuente: <http://www.portafolio.co> [02/12/2017]

Anexo F. Ingeniero fabrica prótesis en Ibagué

elolfato.com
Periodismo + Profundo

Buscar...

POLÍTICA INVESTIGACIÓN LA CIUDAD OPINIÓN ESPECIALES MEDIO AMBIENTE

Compartir 1318 Tweet WhatsApp Compartir Impresión Compartir

La mano izquierda de Paula es azul cielo. Ella la eligió así porque es el mismo color del vestido de la princesa de Frozen. Hace un año, Paula fue una de las dos niñas que recibieron una mano mecánica como parte del proyecto del ingeniero Iván López del grupo de investigación y desarrollo Sennova del Sena.

López, con ayuda del Sena, busca brindar de forma gratuita prótesis mecánicas y robóticas de la extremidad superior a personas de escasos recursos. "Esta mano **que en el mercado cuesta alrededor de \$9 millones, le permitirá sujetar y soltar objetos**", cuenta el ingeniero, quien empezó solo esta iniciativa hace año y medio.



En el departamento del Tolima 8.700 personas cuentan con discapacidad en una de sus extremidades superiores y actualmente es Iván el único que lidera un proyecto dirigido a esta población. "Inicié tocando puertas a la Alcaldía y a la Gobernación y no recibí respuesta. Solo me acogió el Sena y con su ayuda he realizado la entrega de dos manos mecánicas", dice Iván.

Ahora López, quien se desempeña como instructor de robótica en el Sena, se encuentra desarrollando el prototipo de una prótesis totalmente robótica que además de coger y soltar objetos, **le permitirá a la persona realizar movimientos mecánicos como colorear**. "Esta prótesis tiene un valor en el mercado de \$25 a \$30 millones y cuenta con unos elementos que son capaces de captar las pulsaciones de los músculos, convertirlos en señales eléctricas y realizar movimientos mecánicos", detalla.

El beneficiario de esta prótesis robótica será Anderson Guerrero, un aprendiz del Sena de 23 años que perdió su mano a los 14 años trabajando en un trapiche con su padre. "La recompensa mía es ver la sonrisa y cómo mejora su calidad de vida a raíz de esto", cuenta Iván.

Fuente: <http://www.elolfato.com> [03/12/2017]