



**DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UNA ORTESIS PARA MANO DURANTE LA
CONDUCCION DE UN AUTOMOVIL**

SANTIAGO MAILLANE VANEGAS

DANIEL MEDINA BETANCUR

SANDRA MILENA HINCAPIE G

ASESORA TEMATICA

ASESORA METODOLOGICA

DIANA ISABEL MUÑOZ RODRIGUEZ

GRUPO DE INVESTIGACIÓN MOVIMIENTO Y SALUD

**LÍNEA DE INVESTIGACION: Intervención en el movimiento corporal
humano**

**UNIVERSIDAD CES Ë UAM
FACULTAD DE FISIOTERAPIA
MEDELLÍN, COLOMBIA
2013
TABLA DE CONTENIDO**

1. FORMULACION DEL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 JUSTIFICACION	7
2. MARCO TEORICO	9
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVOS GENERALES	20
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
4. METODOLOGIA	21
4.1 FASE ANALITICA	21
4.1.1 Definición del problema	21
4.1.2.1 Establecimiento de funciones.	22
4.1.2.2 Clarificación de los objetivos:	22
4.1.2.3 Fijación de requerimientos.	22
4.2 FASE CREATIVA	25
4.2.1 Síntesis.	25
4.2.1.1 Análisis	25
4.2.1.2 Síntesis.	25
4.2.2 Análisis y optimización.....	25
4.3 FASE EJECUTIVA	25
4.3.1 Evaluación.	25
4.3.1.1 Prueba Piloto	25
4.3.2 Presentación.	26
4.3.2.1 Presentación escrita	27
4.3.2.2 Presentación oral	27
4.3.2.3 Presentación grafica	27

4.3.2.4. Diseño final	27
5. ANEXOS	28
6. BIBLIOGRAFIA	36

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Posible Diseño de la Órtesis.....	19
Ilustración 2: Árbol de objetivos	21

1. Formulación Del Problema

1.1 Planteamiento del problema

Las condiciones de violencia y guerra que enmarcan el contexto de la población colombiana, favorece la incidencia de individuos con limitación en el movimiento corporal humano. La necesidad de integrar estos individuos a la cotidianidad, demanda procesos investigativos que sustenten la intervención como aporte fundamental en la generación de oportunidades de la población discapacitada (1) .

De acuerdo con los datos presentados por el Censo de discapacidad en Colombia durante el año 2005 se plantea que diversas situaciones pueden originar una deficiencia estructural, donde se establece que el 14,6% de la población discapacitada tiene limitaciones para usar los brazos y las manos. Específicamente en Antioquia, el 15,7 % posee dificultades para usar sus brazos y manos(2).

Algunas enfermedades altamente prevalentes de los miembros superiores y las manos limitan actividades relacionadas con los agarres esféricos; algunas de estas enfermedades son lesiones medulares con niveles por encima de T2, lesiones de nervio periférico pos ganglionar, lesión de los tendones flexores de la mano (esguinces, luxaciones, fracturas, artritis reumatoidea, osteoartrosis, tenosinovitis de Quervain, rizartrrosis, entre otras)(3) . Estas enfermedades generan deficiencias a nivel de mano y miembro superior que modifican el estilo de vida y causa limitación funcional en el desempeño del individuo en sus diferentes roles (4) .

Uno de los roles que se puede ver afectado para la población general es el proceso de la conducción de un automóvil. En Medellín cerca de 597.473 personas practican esta actividad reconocida desde los estamentos de funcionalidad como una actividad básica cotidiana que se enmarca dentro de

las funciones de andar o moverse(5) . Las actividades de movilidad incluyen (cambiar las posturas corporales básicas, mantener la posición del cuerpo, andar y desplazarse utilizando algún tipo de equipamiento tal como conducir un vehículo)+. Esta actividad de conducción por tanto, está estrechamente relacionada con el bienestar de quien lo ejecuta dentro de sus actividades básicas cotidianas(6) .

El proceso de conducción implica generar agarres funcionales+ de la mano derecha para Colombia, mano que también es la de mayor lateralidad en esta población y que la hace más expuesta a lesiones. El agarre implica una relación entre la mano y un objeto con aplicación de una determinada fuerza para manipularlo, por tanto, combina una fuerza con una posición que permite que el agarre se aplique a objetos que se manipulan durante el desempeño de una tarea(7) .

Para generar este tipo de movimientos, las estructuras y las funciones que de ella se derivan deben estar indemnes; sin embargo ante una lesión de cualquiera de ellas, el mecanismo biomecánico y funcional de la mano cambia(8). Los pacientes deben realizar algunos ajustes de su mecánica corporal para suplir la función. Tal es el caso de personas con imposibilidades de generar agarres para conducir y reemplazan el mecanismo flexor de los dedos por movimientos de la parte distal del antebrazo que llevan a un síndrome de sobreuso incluso del hombro, en una función repetitiva para la que el miembro superior del paciente no está preparado para realizar. Se genera a partir de esto un círculo vicioso incrementando cada vez más el mecanismo de lesión del paciente y la imposibilidad de generar una tarea como la conducción de una forma adecuada(9) .

Por lo anteriormente descrito se entiende que, una persona con lesión de alguna de las estructuras de la mano que facilite el agarre en condiciones normales, podría verse enfrentada a la suspensión de actividades básicas cotidianas tales como conducir y que esta limitación se podría traducir en

limitaciones y restricciones afectando el bienestar del individuo que usa este medio de locomoción dentro de los componentes de desplazamiento.

Autores como Guzmán y Torres (7) afirman que el sistema de seguridad social que rige nuestro país, no incluye la dotación de ayudas ortésicas ni protésicas como elemento esencial en la rehabilitación de estos individuos, y por otra parte, las posibilidades socioeconómicas de la población restringen el poder adquisitivo para la obtención de este tipo de ayudas.

A pesar de la existencia de algunos aditamentos para mejorar el desempeño de las actividades y que los mismos están suficientemente documentados y soportados por la experticia y la evidencia(10) , aun no existe un dispositivo que pudiera suplir esta función importante para la conducción y demás actividades que impliquen los agarres.

Durante el año 2010, se estima que en el área metropolitana del Valle de Aburrá, se encontraban en circulación alrededor de 936.365 vehículos, entre los cuales se encuentran los de tipo particulares, de servicio público y otros. Se estima que en el año 2004 se encontraban en circulación alrededor de 502.366 vehículos, indicando que en 6 años ha habido un aumento significativo en el número de automóviles, casi el doble de los que circulaban en el año 2004. Esto permite suponer que el número de personas que conducen automóviles seguirá aumentando(5); la discapacidad también supone ir en aumento derivado de las condiciones de violencia y otras causas por lo que la probabilidad de requerir este tipo de ayudas ortésicas ante probables deficiencias de la mano y limitaciones para el agarre se hace cada vez más evidente.

1.2 Justificación

Debido a las actuales estadísticas de discapacidad a nivel de miembros superiores en Antioquia y los índices de movilidad vehicular en Medellín, cada vez más en incremento (5) es común que se puedan presentar limitaciones para el desarrollo de las actividades de la vida diaria, básicas cotidianas e incluso aquellas articuladas con los roles laborales. La alta funcionalidad que se les atribuye a los miembros superiores, principalmente a las manos, genera mayor vulnerabilidad y estados de discapacidad cuando estos segmentos corporales se ven afectados (6) . La incapacidad o la limitación para el uso de los segmentos superiores, requiere de aditamentos como ortesis para suplir las funciones alteradas y así evitar que estas lleven a una pérdida de la productividad, ingreso salarial y actividad laboral.

Generar proyectos de desarrollo en innovación se hace necesario desde el argumento de poder asistir el desempeño en la movilidad de la mano, que al estar alterada, impide la realización de las actividades de la vida diaria, como es la conducción de un automóvil, en ocasiones como actividad laboral y muchas veces como mecanismo de desplazamiento y movilidad para muchas personas. Por esta razón, a través del desarrollo de una ortesis se podría asistir en el proceso de la conducción, creando una alternativa para la reintegración de las personas con discapacidad a sus actividades que requieran el rol de la conducción de automóvil(6) .

Con base a lo anterior, se busca desarrollar una ayuda externa tipo ortesis denominada %MAILODINA+, la cual busca suplir o complementar el desempeño biomecánico alterado, a nivel de la mano, permitiendo así la realización de los movimientos necesarios para conducir un automóvil.

Se busca que %MAILODINA+ sea una ayuda ortésica, la cual será desarrollada por los estudiantes de fisioterapia de la universidad CES, con ayuda en su diseño por agentes externos, para facilitar el desempeño del miembro superior y de la mano en la conducción de automóviles, lo cual además busca reducir

los índices de discapacidad, incapacidades médicas y laborales por estas deficiencias.

Se pretende desarrollar una ortesis de bajo costo, con materiales que se puedan adquirir fácilmente, de acceso a cualquier población, que sea estéticamente agradable, de fácil limpieza, duradero y de utilización directa del paciente sin que requiera la ayuda de otros para poderla usar. A partir de esto se busca mayor independencia de las personas en la ejecución de los diversos roles, principalmente en aquellos quienes tiene como una de sus actividades principales o es de gran importancia, la conducción.

Se prevé que los individuos que presentan limitación para la realización del proceso de conducción, con el uso de ~~MAILODINA~~ podrían recuperar el desempeño en las actividades que involucran las manos como la capacidad de la conducción, sin necesidad de esforzarse y permitiendo un movimiento armónico y balanceado del miembro superior.

El desarrollo de ~~MAILODINA~~ es viable pues cuenta para su planeación y ejecución con profesionales y estudiantes que articulan el diseño de ayudas externas enfocadas a la salud con expertos en la identificación de necesidades del movimiento corporal humano así como investigadores. Los aportes derivados de la posibilidad de formar un grupo de trabajo interdisciplinario optimo junto con el área de Ingeniería Biomédica de la Universidad CES, hacen que los beneficios de la creación de este tipo de ayudas tenga mayor cobertura e intereses en diversas poblaciones tanto para quienes prescriben como para quienes utiliza. El proyecto es factible pues se cuenta con los recursos para la compra de materiales que se requieran y para la ejecución del proyecto en sus dos fases (Desarrollo y comprobación de la eficacia del mismo).

Proyectos de este tipo abren las puertas a la innovación, a la creación, al aporte al conocimiento en pro de la solución de problemas articulados con la discapacidad y al trabajo conjunto de áreas disciplinarias diferentes que potencializan el trabajo en redes reconocido hoy como el nuevo camino hacia el desarrollo y la fortaleza de las áreas del conocimiento.

2. Marco Teórico

“La muñeca, o el carpo, son el conjunto de huesos y estructuras de tejido blando que conectan la mano con el antebrazo. Este complejo articular es capaz de un sustancial arco de movimiento que aumenta la función de la mano y los dedos, aunque posee un grado considerable de estabilidad. La muñeca funciona permitiendo cambios en la localización y orientación de la mano respecto al antebrazo y cinemáticamente transmitiendo cargas de la mano al antebrazo y viceversa; la estabilidad de la muñeca es esencial para el adecuado funcionamiento de los músculos flexores y extensores de los dedos, y la posición de la muñeca afecta a la habilidad de los dedos para flexionarse y extenderse máximamente y para agarrar de forma eficaz durante la prensión.

La mano es un órgano móvil de elevada complejidad y con múltiples facetas. Se valora y juzga en función de su rendimiento y disponibilidad tanto en las tareas prensiles delicadas como en los patrones de toma de fuerza. Es muy móvil y adaptable ya que se adapta a la forma de los objetos que se agarran o estudian, enfatiza o gesticula ante una idea que se quiere expresar, o muestra una acción de amor o afecto.

La estabilidad y la movilidad única de los 19 huesos y 14 articulaciones de la mano proporcionan la base estructural para la adaptabilidad funcional extraordinaria de la mano (10). Esto nos delimita la mano como una de las estructuras más altamente funcionales del cuerpo, evidenciado por la gama de movimientos que posee y por la importancia en actividades de la vida diaria como lo son bañarse, cepillarse, comer y hasta conducir un automóvil.

La mano es un complejo articular, el cual necesita del buen funcionamiento de una cadena de eslabones, en la cual si uno llega a fallar, la estructura funcional de la mano se ve afectada por la debilidad de los mismos, cualquier lesión del brazo, antebrazo o mano pueden alterar significativamente la vida de un paciente y modificarla para siempre (10). Existen diversas enfermedades que causan alteraciones en la extremidad superior a nivel de la mano, como lo son, esguinces, luxaciones, fracturas, artritis reumatoidea, osteoartrosis, tenosinovitis de quervain, rizartrosis, síndrome del túnel carpiano entre otras,

estas enfermedades por su complejidad son condiciones que requieren generalmente inmovilización de la mano y muñeca para evitar dolor al movimiento, facilitar la corrección de la estructura o mejorar la función.

Según el artículo de revista, EVALUATION OF PERFORMANCE AND PERSONAL SATISFACTION OF THE PATIENT WITH SPASTIC HAND AFTER USING A VOLAR DORSAL ORTHOSIS(11) , publicado en el año 2010, a través de la revista Arq Neuropsiquiatr en Brasil, se evaluó la satisfacción y el desempeño de los pacientes comparándolos cuantitativamente. Tomaron una muestra de 30 pacientes los cuales usaron la ortesis durante 8 horas. Se seleccionaron 5 actividades (entre las actividades de la vida diaria, actividades productivas y actividades de ocio) elegidas por los pacientes las cuales eran de difícil realización.

Según los resultados hubo una mejora relatada luego del uso de la ortesis, con una media de $1,4 \pm 0,5$ a $6,3 \pm 0,8$ ($p < 0,01$). La satisfacción promedio de cada paciente después de usar la ortesis fue de $1,7 \pm 0,4$ a $6,3 \pm 0,6$ ($p < 0,01$), evidenciando que el uso de ortesis para la muñeca y los dedos con espasticidad ha demostrado una mejora en el rendimiento funcional y la satisfacción del paciente(11).

El artículo es de gran impacto para este estudio debido que menciona la importancia que presentan las ayudas ortésicas después de instaurada una lesión a nivel del miembro superior, y corrobora el mejoramiento en el desempeño con respecto a las actividades de la vida diaria que realiza la persona; Con base en lo anterior, se pretende diseñar una ayuda externa tipo ortesis denominada %MAILODINA+, la cual busca suplir o complementar la función biomecánica alterada o perdida, a nivel de la mano. Permitiendo así la realización de los movimientos necesarios para conducir un automóvil; %MAILODINA+ es una ayuda ortésica que será diseñada exclusivamente para facilitar la conducción de automóviles, también lo estará de tal forma que su estructura se adapte perfectamente al antebrazo y a la mano, respetando el movimiento de los dedos. Compuesta por material flexible, que además posee correas de ajuste, lo que permite su adaptación al antebrazo y mano

independiente de la forma o tamaño de la ortesis o el miembro del sujeto.

Cabe resaltar, que la ayuda ortésica %MAILODINA+ está diseñada para la conducción y asistir al momento de realizar los cambios de velocidad en automóviles que presenten caja de cambios, con su respectiva palanca de cambios al lado derecho del conductor, ya sea de tipo automática o manual, por lo cual, su estructura está elaborada para que encaje perfectamente en la palanca de cambios y de esta manera, los portadores de esta puedan realizar los cambios de velocidades de forma segura y confiable.

Movilidad Y Desempeño

La movilidad es la habilidad que posee una articulación para moverse libremente en cada dirección o más específicamente, a través de un rango de movimiento dentro de cada articulación y para cada actividad hay un rango de movimiento óptimo esencial para alcanzar el máximo desempeño. Varios factores pueden limitar la movilidad, como la herencia genética, la estructura de la articulación, la elasticidad de los tejidos, los tendones o la piel que rodea una articulación y la coordinación neuromuscular. El desempeño físico está relacionado con la capacidad de acoplar los diferentes componentes que hacen parte de la extremidad para realizar ciertas actividades o tareas. Para la realización de actividades de la extremidad superior, se necesita de ciertos grados de destrezas de coordinación motora gruesa y fina de la extremidad superior, así como de coordinación óculo manual (7) .

Con la ayuda ortésica se busca restaurar o mejorar el desempeño que se ve alterado e impide la realización de las actividades de la vida diaria, como es la conducción de un automóvil, lo cual abre un gran campo de acción para el área de fisioterapia, ya que con ésta se busca el reintegro de las personas a sus actividades de la vida diaria, principalmente en el ámbito laboral; %MAILODINA+, busca suplir o complementar el desempeño biomecánico alterado o perdido a nivel de la extremidad superior permitiendo así la realización de los movimientos necesarios para conducir un automóvil.

En los últimos años diversos autores han investigado cual es la movilidad funcional de la muñeca para permitir un adecuado desempeño. Según Brumfieldy Champoux(12) , la movilidad óptima para realizar la mayoría de las actividades de la vida diaria (exceptuando actividades laborales o deportivas) se encuentra entre los 10 grados de flexión y los 35 de extensión. Según Ryu(13) en cambio, la movilidad ideal está comprendida entre los 54 grados de flexión, los 60 de extensión, los 40 de inclinación cubital y los 17 grados de inclinación radial. Para entender el porqué de estas diferencias en los resultados, es preciso valorar qué significa para cada uno de estos autores el término movilidad funcional. Dichos autores realizaron estudios sobre la movilidad, el primer estudio se concentró en saber cuál era la movilidad mínima requerida para realizar dichas tareas, mientras que el segundo se interesó por la movilidad real que la población utiliza para tales actividades. En otras palabras, en nuestra vida diaria utilizamos grados de movilidad de la muñeca muy superiores a los que serían estrictamente necesarios, los cuales corresponden a la movilidad funcional. En realidad, según el último trabajo de Nelson(14) con solo 5 grados de flexión, 6 de extensión, 7 de inclinación radial y 6 de inclinación cubital, un grupo de voluntarios fue capaz de realizar más de 125 actividades de la vida diaria sin dificultades aparentes y sin recurrir a un aumento de la movilidad de las articulaciones vecinas. Esto deja en evidencia que para la conducción de un automóvil, no es necesario poseer los arcos máximos de movilidad articular, solo con recuperar los arcos mínimos de movimiento, o mejorar el desempeño de la mano con una ortesis, en personas que no logran los grados de movimientos necesarios, se podría suplir de manera óptima el desempeño perdido, y por lo tanto restaurar o mejorar el desempeño de la mano.

La mano como unidad

El correcto desempeño de la mano para la realización de diversas tareas se basa en su capacidad de presión matizada por su cualidad de transmitir y recibir información. La mano con estabilidad y movimiento no es suficientemente útil sin la información táctil o sin su trofismo, proporcionado por

la integridad vascular y nerviosa. Por lo tanto, esta integridad, imprescindible en cualquier segmento corporal, se hace tan manifiesta en la mano que su pérdida, aunque parcial, acarrea un déficit mucho más marcado que en cualquier otro sitio. Recordemos que toda la extremidad superior está en función de la mano. Sin segmento prensil completo la extremidad pierde prácticamente todo su valor (15) .

Prensión

El pulgar es necesario para una gran variedad de actividades que requieren pinzas o garras o manipulaciones similares en la vida diaria. La pérdida del pulgar o de su función compromete la habilidad para realizar operaciones con pequeños objetos o utilizar herramientas. La forma de coger, sujetar o agarrar se divide en dos grandes tipos: una sujeción de fuerza o garra que se realiza con toda la mano y una sujeción de precisión o pinza que se realiza con algunos dedos. Ambas se efectúan de forma continua y sucesiva en una misma mano o simultánea entre las dos manos (7) .

Sin embargo, dejando a un lado el enfoque anatómico y estructural del movimiento, para la ejecución de éste en las manos, se debe tener en cuenta la habilidad para ejecutar múltiples tareas con toda la extremidad superior, la cual en conjunto hace posible el movimiento fluido de la mano; El Departamento estadounidense del trabajo (USDL) define las exigencias físicas como las actividades o tareas que se exigen a una persona en un puesto de trabajo. Las relativas a la extremidad superior son las siguientes:

1. Digitación: pinchar o de lo contrario trabajar principalmente con los dedos (en vez de la mano o con todo el brazo)
2. Manipulación: apoderarse, tenencia, agarrar, girar, o de lo contrario el trabajo con la mano o las manos(los dedos no participan)
3. Alcanzar: la extensión de las manos y los brazos en cualquier dirección
4. Empujar: ejercer una fuerza sobre un objeto de modo que el objeto se aleje la fuerza

5. Tirar: ejerciendo una fuerza sobre un objeto de modo que el objeto se mueve hacia la fuerza (incluye sacudidas)
6. Elevación: subir o bajar un objeto de un nivel a otro (incluso tirando hacia arriba)
7. Llevar: el transporte de un objeto, por lo general manteniéndolo en las manos, los brazos o en el hombro
8. Torsión/torque (antebrazo / muñeca): ejerciendo una fuerza sobre un objeto de forma circulara través de la rotación en el antebrazo y la muñeca
9. Sensación: los atributos de la percepción de objetos y materiales, tales como tamaño, forma, temperatura, textura o al tocar con la piel, especialmente la de la punta de los dedos.
10. Arrastrase: moverse sobre las manos y las rodillas o las manos y los pies.
11. Escalar: ascender o descender escaleras, andamios, rampas, postes, cables, usando los pies y las piernas y/o manos y brazos.

Evaluación del desempeño

Para realizar una evaluación del desempeño de la extremidad superior, se tomó como referencia el test estandarizado box and blocks test, avalado por la Queen Margaret University college de Edimburgo, el cual fue tomado de la bibliografía de Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, Weber K del libro Adult Norms for the Box and Block Test of Manual Dexterity (15).

El test evalúa la coordinación motora gruesa y fina de la extremidad superior, así como la coordinación óculo manual y el grado de destreza para la ejecución de actividades, las cuales son necesarias para la conducción de un automóvil; El test de box and blocks se compone de una caja de madera dividida en dos compartimientos por una pared y por 150 bloques de madera. El test consiste en pedir al paciente que mueva, uno a uno, el número máximo de bloques del compartimiento de una caja llena de bloques a otra de igual tamaño que se encuentra vacía, dentro de 60 segundos. La caja debe estar orientada a lo

largo y colocada en la línea media del paciente. Para el registro de las puntuaciones de referencia, la prueba debe comenzar con la extremidad superior indemne, además se debe realizar un período de prueba de una duración de 15 segundos antes de la evaluación y después de haber dado las instrucciones estándar.

Los pacientes se califican en función del número de bloques transferidos de un compartimiento a otro compartimiento en 60 segundos; las puntuaciones más altas indican una mayor destreza manual. Durante el desarrollo de la prueba, el evaluador debe prestar mucha atención, si dos bloques se transfieren a la vez, solo se contara como 1 solo bloque, de igual forma, si los bloques caen fuera de la caja, después de haber pasado la división de madera, aunque no llegaran al otro compartimiento, se deben contar.

Mathiowetzetal (1985) informo que los adultos sanos de sexo masculino, de entre 20 y 80 años, realizan la transferencia de un promedio de 77 bloques con la mano derecha y 75 bloques con la mano izquierda dentro del límite de 60 segundos. Las calificaciones en hombres sanos, de 60 años o más varían desde 61 hasta 70 bloques. Las mujeres adultas saludables, con edades entre los 20 y 80 años, transfieren un promedio de 78 bloques. Las puntuaciones de las mujeres sanas normales, de 60 años o más, van desde 63 hasta 76 bloques.

Para la puntuación, se debe tomar la cantidad de bloques trasladados durante el minuto, comparándolas con la mano sana, y la cantidad de bloques transportados con la mano afectada, corresponde al porcentaje de desempeño funcional de la mano afectada.

El test mencionado anteriormente, es altamente útil para medir si la persona evaluada cuenta con el desempeño necesario en la extremidad superior para llevar a cabo el proceso de la conducción de un automóvil, ya que los movimientos y presiones que se ejecutan durante el test, son similares a los movimientos y presiones que son necesarios para la conducción de un automóvil, permitiendo así utilizar el test para nuestro proyecto.

ORTESIS

Según las actuales definiciones de ortesis y las bases conceptuales de la mano tanto anatómica como en su función(10) , es importante resaltar las diferentes ortesis que se utilizan generalmente en tratamientos ante enfermedades que puedan afectar la función biomecánica de la mano y su beneficio para la realización de actividades básicas cotidianas, y de esta manera abarcar en este proyecto la posibilidad de conducir un automóvil tras una lesión en la mano.

Las ortesis o ayudas técnicas se pueden definir como elementos que corrigen o facilitan la ejecución de una acción, actividad o desplazamiento, procurando ahorro de energía y mayor seguridad (16) ; las ortesis son usadas normalmente para mantener una posición funcional o para suplir ciertos movimientos y también se utilizan las que propician la acción de la mano. No obstante las ortesis tienen algunas otras características enfocadas hacia la inmovilidad de la mano que más adelante serán precisadas con exactitud, tienen además como objetivos relevantes para el interés de este proyecto la recuperación de la función, la prevención de las deformidades, la rehabilitación muscular, la estabilización de las articulaciones, la transmisión de fuerzas y el control del movimiento.

Clasificación(16)

Se diferencian entonces como clasificación de las ortesis:

- **Ortesis Estáticas:** Aquellas utilizadas en los segmentos distales de las extremidades generalmente asociadas a lesión de nervio periférico o ruptura tendinosa.
Son utilizadas como soporte rígido de fracturas, tendinitis, inflamación de partes blandas, articulaciones dolorosas y anomalías congénitas.
- **Ortesis Dinámicas o Funcionales:** Son aquellas que permiten o facilitan el movimiento, actuando como asistente a un músculo debilitado.
Estas además guían, resisten o limitan movimientos específicos y previenen movimientos determinados. Utilizan fuerzas internas como la acción muscular o externas como bandas resortes o elásticos.

- Ortesis Semidinámicas: Son aquellas que no permiten movimiento pero posiciona las estructuras de manera óptima para que funcionen lo más adecuado posible. Estas no utilizan fuerzas externas como bandas o resortes dentro de su estructuración.

Cabe además mencionar que estas ortesis pueden encontrarse construidas por diferentes tipos de materiales dentro de los cuales encontramos los termoplásticos (PVC, acrílicos, orfix, entre otros), yeso, metal, velcro y Elásticos.(16)

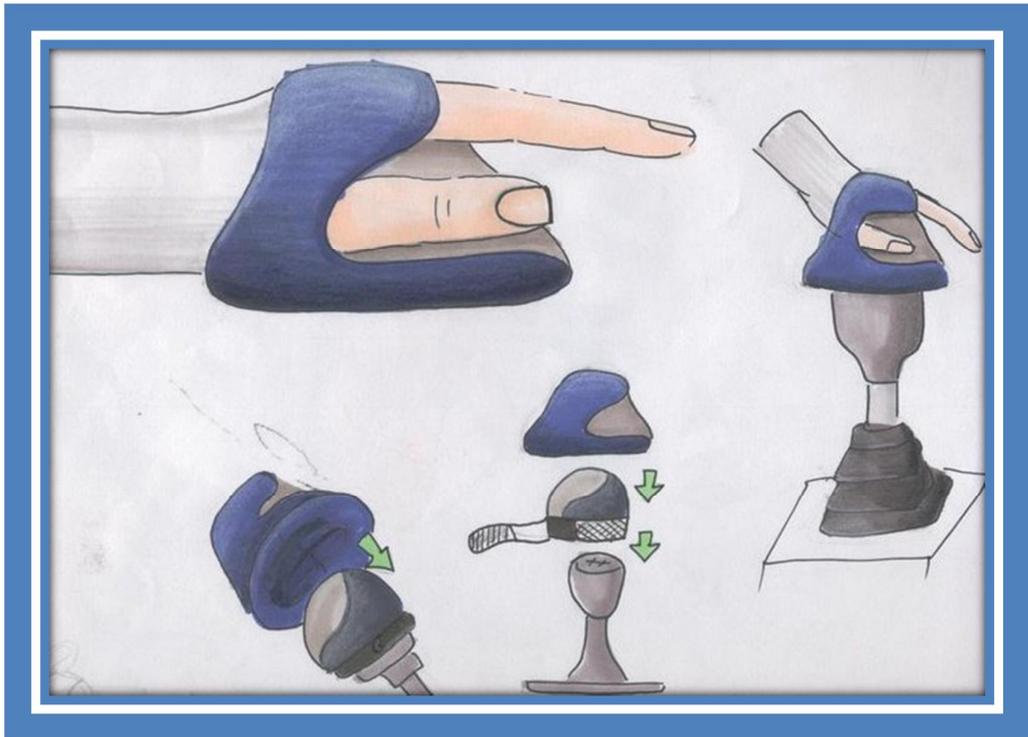
Generalmente el dolor se encuentra como una de las causas más relevantes para el uso de una ortesis, asimismo la inestabilidad de una estructura anatómica da pie a la utilización de esta, se puede encontrar de igual forma, la limitación de la amplitud articular y las lesiones a nivel de la piel y otros tejidos. Lo mencionado anteriormente, va enfocado a la necesidad intervenir en aquellas circunstancias que pueden propiciar el uso de las ortesis, se habla de mitigar la inestabilidad articular o un agente o elemento anatómico doloroso, igualmente a través de una ortesis también se puede corregir un déficit de amplitud articular o la deformación de una estructura anatómica, favorecer procesos propios del cuerpo como absorción de líquidos y control sobre las cicatrices evitando posibles anomalías en estas.

De igual forma, se hace necesario abordar términos que podrían no ser interpretados de la manera correcta y es por esto que aquí se da una pequeña explicación; cuando se habla de estabilización se refiere a fijar una estructura en una posición de equilibrio para evitar que varíe. Cuando se habla de postura en cuanto a las ortesis, este término se refiere a una posición, una actitud más o menos alejada de su mantenimiento normal, supone mantener, o incluso forzar, una articulación o un segmento anatómico en una determinada posición, que no adoptaría espontáneamente y a su vez esta se puede encontrar también dividida en postura estática que se da tras el uso de una ortesis fija la cual no permite movimiento. Por otro lado la postura dinámica es aquella en la cual la postura que se mantiene con una ortesis se adapta a las variaciones anatómicas que presente la mano según la necesidad de

tratamiento. La limitación de amplitud articular hace referencia al tope anatómico que tiene una articulación en referencia con valores establecidos como normales. Una compresión como su mismo nombre lo dice habla de comprimir los tejidos para que no sean expandidos; esta compresión puede ser rígida o elástica diferenciándose una de la otra en la deformación que pueda tener el tejido ante la presencia de esa compresión que lo pueda estar alterando. Por último y no menos importante se habla o menciona también un término como lo es la postura en capacidad cutánea máxima que a su vez significa que la piel pueda estar en estiramiento máximo a través de una ortesis estática.(17)

A modo de conclusión, ~~MAI~~MAILODINA+ es un dispositivo ortésico el cual se enfoca en mitigar todos los factores adversos mencionados anteriormente de manera funcional para el paciente y así de esta manera se consiga la realización de actividades de la vida diaria como lo es conducir un automóvil, fuente y pilar importante de esta investigación, por las implicaciones que puede tener en la vida de una persona tanto laboral como socialmente el no poder realizar esta actividad a causa de una lesión.

Ilustración 1: Posible Diseño de la Ortesis



3. Objetivos

3.1 Objetivos Generales

- FASE 1: Diseñar y desarrollar una ortesis para la conducción de automóvil.
- FASE 2: Determinar la eficacia de la ortesis en personas que presentan limitación en la movilidad de la mano.

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las destrezas necesarias para realizar el proceso de conducción de automóvil.
- Caracterizar los requerimientos y necesidades frente a la ortesis de los posibles usuarios y expertos.
- Diseñar y construir el prototipo de ortesis con las especificaciones establecidas para el diseño.
- Comprobar la efectividad de la ortesis diseñada para personas que presentan limitaciones en la movilidad de la muñeca.

4. Metodología

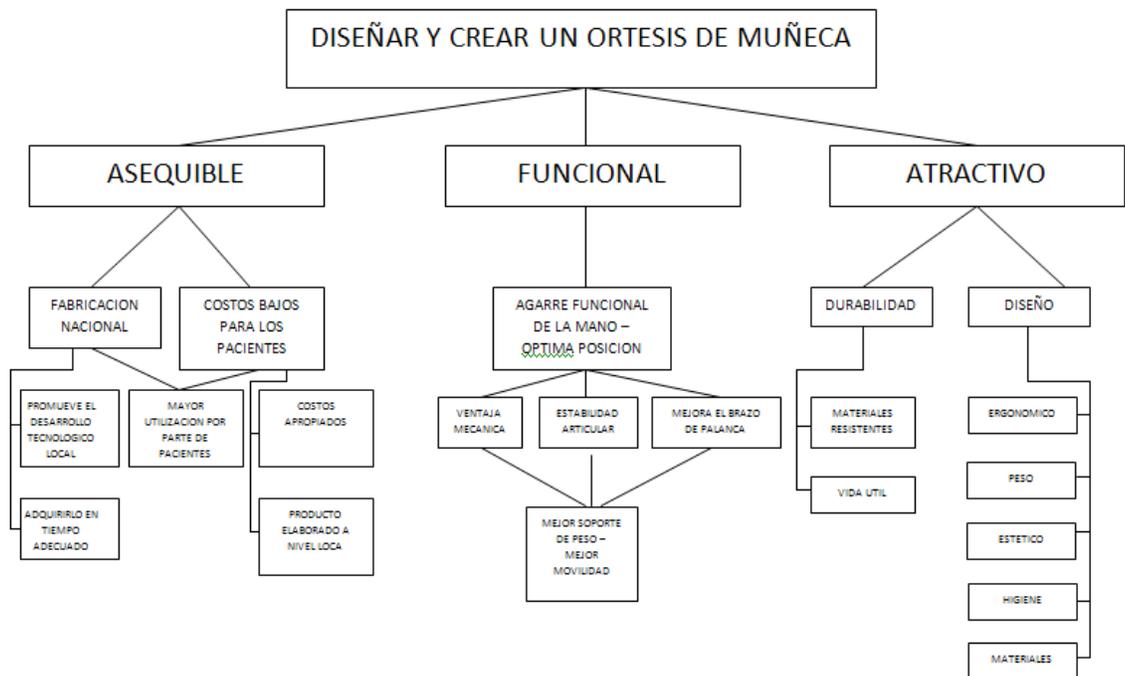
4.1 Fase Analítica

Identificación de la necesidad. Para realizar la identificación se tendrá en cuenta la evidencia en los conceptos relacionados con el diseño, además se realizará una encuesta a las personas que por su condición puedan tener lesiones de mano y muñeca, y se aplicara otra encuesta a expertos. Se terminara con la interpretación de los resultados obtenidos por el instrumento.

4.1.2 Definición Del Problema

En este punto se realiza un árbol de objetivos.

Ilustración 2: Árbol de objetivos



4.1.2.2 Establecimiento De Funciones.

4.1.2.1 Clarificación De Los Objetivos:

Se establecen las funciones primarias del dispositivo siendo la estabilidad la característica de mayor relevancia, además se tienen algunas funciones adicionales que complementan el funcionamiento y facilitan el uso, las cuales son: Funcionamiento depende de los movimientos necesarios para la conducción, adaptabilidad según el paciente, correas de sujeción, liviana, estética, fácil limpieza y segura.

Es necesario tener en cuenta las funciones secundarias, con las cuales se logrará el objetivo de la ortesis, como son la utilización de valvas superior e inferior, incluyendo el sistema de sujeción

4.1.2.3 Fijación De Requerimientos.

Costo. En estos momentos en Colombia no se encuentra alguna casa de fabricación ortopédica que se encargue en realizar este tipo de ortesis y esto presenta una desventaja frente a su consecución, ya que no existen distribuidores, esto hace que sea difícil el acceso a la misma, además de que no se encontró evidencia científica sobre la existencia de una ortesis que cumpla con las funciones que visualiza.

Temperatura. El dispositivo no necesita de una temperatura específica para su funcionamiento, pero se recomendaría conservarse en espacios frescos a una temperatura ambiente, no guardar en lugares cerrados, húmedos o con temperaturas que puedan causar el desgaste del material del cual está fabricado (Extremas).

Instalación: La instalación de este producto debe ser fácil para el usuario, que no le genere estrés mental ni confusión. Para ello la ortesis se debe valer de los sistemas de ajuste convencionales existentes que sean familiares para el usuario. De modo que la instalación pueda realizarse sin necesidad de un manual de instrucciones. La ortesis debe situarse en la mano teniendo en

cuenta el cubrimiento de la muñeca, la ortesis se sujeta a través de correas. Se utiliza un sistema de succión para adherirlo a la palanca de cambios

Materiales: en la búsqueda de materiales, se quiere plantear una gama de polímeros y telas que permitan la adaptación del usuario al vehículo, estos con el fin de permitir un ajuste solidario entre el producto y la palanca de cambios para el buen desarrollo de la conducción.

También se piensa en materiales de costo bajo, pues se requiere que la ortesis sea asequible para todo tipo de públicos

Estética: Inicialmente se quiere desarrollar un producto sobrio que permita armonizar con la estética de los automóviles convencionales, pero también se plantea la posibilidad de personalizar la estética del producto de acuerdo con los gustos de cada comprador. Pues es necesario que el usuario se apropie de esta ayuda y pueda realizar una conexión con el producto ya que si esto no es alcanzado, tampoco se tendrá éxito a la hora de conducir.

Tamaño. El tamaño estará sujeto a las consideraciones del diseño que permitan a la ortesis ser funcional, permitir la movilidad y soporte de peso de la mano durante la conducción del automóvil.

Durabilidad. La ortesis está hecha de un material en polímeros y tela, los cuales al paso del tiempo se pueden cristalizar. Debido a esto, se recomienda el uso por solo un periodo de 2 años, esto también depende de la utilización que haga la persona, de los cuidados y la limpieza adecuada de la ortesis.

Peso. El peso está asociado a los materiales con los cuales se desarrollara la ortesis, basado en el diseño actual, lo que se quiere lograr es un dispositivo funcional, cómodo y ergonómico, con un peso aproximado a los 200 . 250 gr de peso.

Utilidad. Es un dispositivo, de fácil manejo, de fácil transporte que permite básicamente:

- Mejorar el agarre de la mano.
- Mejora el brazo de palanca
- Proporciona ventaja mecánica
- Genera estabilidad articular

Forma. La ortesis en sí se moldearía a la mano, esto le daría una forma de canoa

Limpieza. El producto debe tener aristas redondeadas y superficies lisas que faciliten tanto su limpieza, como también permitan la no concentración de polvo.

La ortesis se podrá limpiar de varias formas ya que el material en el que será construido no presentará reacción frente algún tipo de limpiador, ya sea jabón casual o algún detergente.

Limpieza después de su uso. Simplemente dejarlo al aire para poder permitir el secado.

Rigidez. El dispositivo debe ser de un material lo suficientemente maleable para que permita el movimiento de su estructura, lo suficientemente rígido como para generar resistencia y evitar el colapso del material.

Determinación de características. Este ítem es desarrollado por el personal de ingeniería biomédica y se basa en traducir los requerimientos establecidos por fisioterapia en características de ingeniería.

4.2 Fase Creativa

Esta fase es realizada en su totalidad por parte de ingeniería biomédica

4.2.1 Síntesis.

Se establecen bosquejos de la propuesta de diseño que cumpla con las especificaciones abordadas por fisioterapia. En caso de que no se cumpla a cabalidad este proceso se reiniciará hasta lograr un modelo óptimo. Se divide en dos fases:

4.2.1.1 Análisis.

Son todos los requisitos que son convertidos a un conjunto de especificaciones relacionadas entre sí.

4.2.1.2 Síntesis.

Se logra encontrar las soluciones e implementaciones a realizar de cada especificación para generar compatibilidad

4.2.2 Análisis Y Optimización.

Se realizaran modelos que permitan un adecuado análisis matemático. El objetivo es que el prototipo o modelo se reproduzca lo mejor posible en el sistema físico y real.

4.3 FASE EJECUTIVA

4.3.1 Evaluación.

Se basa en la demostración del diseño asentado mediante pruebas de laboratorio. Se evalúa cual diseño satisface los requisitos de rendimiento y se selecciona el diseño final.

4.3.1.1 Prueba Piloto

Se hizo el cálculo de la muestra en el programa Excel; tomando como referencia una proyección de la población total de Medellín de 2417325 en el 2013 reportada por el DANE. A partir de esta población, se calcula el 15% de probabilidad de limitación en la utilización de antebrazo y mano para Antioquia, dato reportado por el CENSO de discapacidad en Colombia para el 2005.

Bajo estas condiciones y con una desviación estándar de 1.41, un error permisible de 0,3, con un nivel de confianza del 95% ($z=1,96$) y un error estándar de la media muestral de 0,15, el tamaño estimado de muestra es de 86 personas.

La prueba piloto se hará con el 10% del tamaño de muestra calculado para este estudio.

A los participantes se les pedirá la autorización por escrito para probar el funcionamiento de la ortesis a través de la firma del consentimiento informado. Lo cual permitirá evidenciar las características de la ortesis solicitadas en el diseño y posterior fabricación por parte de los ingenieros.

Se considera necesario 4 semanas para la implementación de la prueba piloto, durante este tiempo los investigadores contactarán a los posibles participantes para presentarles la ortesis e indicarles la forma de utilización y de cuidado. Los participantes tendrán acceso al consentimiento informado para que tengan los datos de los investigadores y sea más fácil su contacto en caso de que ocurra alguna eventualidad. Es necesario tener en cuenta que los investigadores también deben hacer un seguimiento a través de llamadas telefónicas, a los participantes, para tener conocimiento de la forma de utilización de la ortesis.

La prueba piloto pretende determinar si la ortesis brinda estabilidad a la muñeca, es cómoda, permite los movimientos de la mano durante la conducción. Se verificará si su colocación es fácil y su mantenimiento también lo es, esto permitirá hacer los ajustes necesarios antes de iniciar la segunda etapa del proyecto: La comprobación de su eficacia.

4.3.2 Presentación.

Fase final de la metodología, en la cual se presenta ante las Facultades de Fisioterapia y de Ingeniería Biomédica el diseño final de la ortesis. Esta parte se compone de:

4.3.2.1 Presentación Escrita

4.3.2.2 Presentación Oral

4.3.2.3 Presentación Grafica

4.3.2.4. Diseño Final

5. Anexos

Anexo 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

El presente proyecto lleva como título "Diseño y elaboración de una ortesis para mano durante la conducción de un automóvil. Su objetivo es diseñar y construir un ortesis de mano para personas que tiene limitación en los movimientos de este segmento corporal y deben conducir un automóvil.

Es un procedimiento que requiere la colaboración por parte de las personas, las cuales deben seguir las recomendaciones dadas por el profesional, utilizando la ortesis por cuatro semanas. El equipo investigador hará durante todo el tiempo de seguimiento del proceso, resolviendo dudas que puedan surgir durante la utilización de la ortesis.

Los participantes de la prueba deben informar acerca de cambios y sugerencias sobre el uso de la ortesis para esto se realizarán llamadas telefónicas y visitas con el fin de comprobar la buena utilización de la ortesis.

Durante o posterior a la utilización de la ortesis se puede presentar dolor e inflamación de la zona.

Por otra parte es claro que usted como participante no recibirá ninguna recompensa económica pero el proyecto asumirá los gastos de transporte en que usted incurra por causa del mismo.

En todo momento se conservará la confidencialidad del paciente, solo el personal encargado del estudio tiene la autorización de revisar y analizar los datos que de una u otra manera relacionen al sujeto. La información obtenida se utilizará con fines académicos y al ser divulgada no serán revelados en ningún momento datos de identificación que puedan asociarse con los pacientes.

Se autoriza de igual forma la utilización de los resultados del presente estudio, en otras investigaciones previa autorización de los comités de ética de las universidades participantes

Siempre que sea necesario los investigadores estarán dispuestos a resolver las inquietudes. Usted podrá contactarse con la Fisioterapeuta Sandra M Hincapie G, en el teléfono móvil 300 783 81 25 o con Santiago Maillane en el teléfono móvil 300 424 33 59.

Usted es libre de escoger el retiro voluntario de la prueba piloto, pero antes de hacerlo le solicitamos suministrar la información acerca del uso y la prueba del dispositivo ante los profesionales de la salud.

Yo, _____,
identificado con documento # _____ de

Declaro que he entendido la información contenida en el presente documento, y relacionada con el proyecto en curso, decido participar voluntariamente y sin ningún tipo de coacción. Igualmente declaro que he tenido la oportunidad de discutir dudas e inquietudes generadas por el conocimiento de dicha información.

TESTIGOS

TESTIGO 1.

Nombres y Apellidos _____

CC. _____

Firma _____

TESTIGO 2.

Nombres y Apellidos _____

CC. _____

Firma _____

En consecuencia y libremente autorizo al grupo de investigadores de la Universidad CES, de la Facultad de Fisioterapia, en cabeza de la fisioterapeuta Sandra M Hincapie G; para que se dispongan a probar la ortesis para mano con el fin de mejorar su diseño y funcionamiento

Nombres y Apellidos

N° Documento de Identidad

Firma Huella

Anexo 2. CONSIDERACIONES ETICAS

El presente proyecto se realiza bajo las consideraciones éticas según las pautas internacionales establecidas para la investigación en seres humanos, redactadas en la declaración de Helsinki y la resolución N° 008430 del Ministerio de Protección Social de Colombia.

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño y elaboración de una ortesis para mano durante la conducción de un automóvil, el cual será sometido a prueba piloto en personas que tengan limitaciones para los movimientos de la mano y conduzcan automóvil.

Es necesario tener en cuenta que se mantendrá la confidencialidad de la información que se obtenga, manteniendo el respeto por las personas. El proyecto se clasifica como investigación con riesgo menor que el mínimo, ya que se basa en el diseño y elaboración de una ortesis. Dentro de la metodología en la fase final se busca la comprobación del funcionamiento de dicha ortesis. La utilización de la ortesis no afecta el proceso de salud o recuperación de los participantes, es mínimamente invasivo. Las personas que participen del estudio serán previamente capacitados, lo que puede asegurar una utilización segura.

Para que las personas utilicen la ortesis deben firmar el consentimiento informado, de esta forma aceptan o no su participación en el proceso investigativo.

Es necesario contar con la aprobación previa del comité operativo de investigación de la facultad de fisioterapia y del comité de ética de la universidad ces.

ANEXO 3. INSTRUMENTO DIRIGIDO A PERSONAS CON LIMITACIONES EN LOS MOVIMIENTOS DE LA MANO.

Encuesta

Objetivo: Identificar la necesidad de construcción de una ortesis para la mano, durante la conducción de un automóvil, teniendo en cuenta el conocimiento de las personas que tienen limitaciones en el movimiento de la mano.

Para contestar las siguientes preguntas tenga en cuenta el orden en que son presentadas y marque con una X

Preguntas

¿Ha tenido usted alguna lesión o enfermedad que afecte su miembro superior derecho?

SI NO si su respuesta es SI pase a la pregunta 2

¿Qué tipo de lesión?

¿Dicha lesión o enfermedad le dejó secuelas que le impiden la correcta utilización de su extremidad?

SI NO

¿Qué tipo de secuela tiene?

¿Utiliza usted automóvil para movilizarse como parte de sus actividades diarias?

SI NO

¿Su lesión le impide la conducción del automóvil?

SI NO

¿Utiliza algún tipo de dispositivo que le ayude a realizar la conducción de un automóvil?

SI NO

¿Le gustaría utilizar un dispositivo que le ayude a mejorar la conducción de su automóvil?

SI NO

ANEXO 4. INSTRUMENTO PARA EXPERTOS EN EL ÁREA DE LA SALUD

Encuesta

Objetivo: Identificar la importancia de creación de una ortesis de mano que facilite la conducción de un automóvil, teniendo en cuenta el conocimiento de expertos en el área.

Para contestar las siguientes preguntas tenga en cuenta el orden en que son presentadas y marque con una X

Preguntas

¿Conoce de ortesis para mano en caso de limitación de la movilidad en dicho segmento corporal?

SI NO si su respuesta es SI pase a la pregunta 2

¿Considera estas ortesis importantes en la recuperación funcional de los usuarios?

SI NO

¿Conoce usted ortesis de mano para ser utilizadas durante la conducción de un automóvil?

SI NO

¿Considera usted importante contar con este tipo de ortesis?

SI NO

¿Qué características considera usted debe tener una ortesis para el desarrollo de la actividad de conducción? En cuanto a:

Peso: _____

Manejo: _____

Mantenimiento: _____

Anexo 5. CRONOGRAMA

		CRONOGRAMA DEL PROYECTO																					
NOMBRE DEL PROYECTO		Diseño y elaboración de una ortesis para mano durante la conducción de un automóvil																					
DURACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO EN MESES																							
N°	ACTIVIDAD	MES																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Selección y aproximación al tema	■																					
2	Construcción del marco de referencia	■	■																				
3	Análisis del problema		■																				
4	Identificación y planteamiento del problema			■																			
5	Formulación del proyecto				■	■	■																
5	Presentación inicial del Proyecto						■																
6	Inclusión del componente Ingeniería						■	■															
7	Envío proyecto COI								■														
8	Ajustes al proyecto									■	■												
9	Diseño de la ortesis										■	■											
9	Prueba piloto											■											
10	Ajustes ortesis												■	■									
11	Procesamiento de datos														■								
11	Escritura del informe final															■	■						
12	Inicio de la Fase II																			■	■	■	■

6. Bibliografía

- (1) Nordin M. Biomecánica básica del sistema musculoesquelético. 3o ed. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana; 2004.
- (2) Arce G. C. Ortesis de miembros superiores. Clasificación, funciones, prototipos, características, Indicaciones [Internet]. Lima, Perú: Medicina de rehabilitación 2005. Disponible a partir de: http://www.arcesw.com/o_m_s.pdf.
- (3) Voerman G, Santegoets KMLW, Geurts A, Meijer J-W. Short term effects and long-term use of a hybrid orthosis for neuromuscular stimulation of the upper extremity in patients after chronic stroke. *Journal of rehabilitation medicine*. 2008 sep 24;41:157. 61.
- (4) Céspedes GM. La nueva cultura de la discapacidad y los modelos de rehabilitación. *Rev Aquichan*. 2005;5(1):108-13.
- (5) Verdugo M. Investigación en discapacidad: Una invitación para el futuro [Internet]. Universidad de salamanca; 2003. Disponible a partir de : <http://campus.usal.es/~inico/investigacion/jornadas/jornada1/confer/con7.html>.
- (6) Rueda S. Habilidad y calidad de vida. Cuadernos de investigación urbanística N42. Madrid, España; Salamandra; 1996.
- (7) Ayala R J, Jaramillo LJ. Gestión de proyectos de investigación y desarrollo. Santa Fé de Bogotá Colombia: Editorial Guadalupe; 1998.
- (8) Ferreira M. Una aproximación sociológica a la discapacidad desde el modelo social: apuntes caracterológicos. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*. 2008 (124):141. 76.

- (9) DANE. Series de Población [Internet]. Series de Población 1985 . 2020 [actualizado martes, 26 de marzo del 2013]. Disponible a partir de: http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=238&Itemid=121
- (10) Mallaron V. Tratado de ortopedia y fracturas. Santa Fé de Bogotá. Celsius; 1994.
- (11) Mackin E. Rehabilitation of the hand and upper extremity. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2002.
- (12) Secretaría de tránsito y transporte de Medellín. Accidentalidad [Internet]. Accidentalidad [actualizado lunes, 2 de agosto del 2011]. Disponible a partir de : <http://www.medellin.gov.co/transito/accidentalidad.html>
- (13) Querejeta G. Discapacidad/dependencia: unificación de criterios de valoración y clasificación [Internet]. Madrid: Inmerso; 2004 [citado 3 julio 2012]. Disponible a partir de: <http://www.nap.edu/books/0309074029/html/>.
- (14) Guzmán Velasco A, Torres Andrade MV. Pinzas y agarres privilegiados según perfil ocupacional en el diseño de una mano robótica. Cali. Universidad del Cauca; 2008.
- (15) Pérez-Caballer A. Patología del aparato locomotor en ciencias de la salud. Buenos Aires: Medica Panamericana; 2004.
- (16) Gómez A. Factores posturales laborales de riesgo para la salud [Internet]. Murcia: Departamento de fisioterapia 2002 [citado 3 julio 2012]. Disponible a partir

de: <http://www.elsevier.es/sites/default/files/elsevier/pdf/146/146v24nMong.1a13031833pdf001.pdf>.

- (17)Garros SC, Gagliardi RJ, Guzzo RA. Evaluation of performance and personal satisfaction of the patient with spastic hand after using avolar dorsal orthosis. *Arq Neuropsiquiatr*. 2010 Jun;68(3):385. 9.
- (18)Brumfield RH, Champoux JA. A biomechanical study of normal functional wrist motion. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1984 Ago;(187):23. 5.
- (19)Ryu JY, Cooney WP 3rd, Askew LJ, An KN, Chao EY. Functional ranges of motion of the wrist joint. *J Hand Surg Am*. 1991 May;16(3):409. 19.
- (20)Nelson DL. Functional wrist motion. *Hand Clin*. 1997 Feb;13(1):83. 92.
- (21)Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, Weber K. Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. *Am J Occup Ther*. 1985 Jun;39(6):386. 91.
- (22)Argenta L, Baradi R, Coiffman F. Cirugía plástica reconstructiva y estética, cirugía de la mano y miembro superior. 3o ed. Bogotá.Amolca; 2009.
- (23)Ehmer, Bernhar. Fisioterapia en ortopedia y traumatología. 2o ed. Madrid: McGraw-Hill; 2005.
- (24)Pérez Caballer A. Patología del aparato locomotor en ciencias de la salud. Buenos Aires. Médica Panamericana; 2004.
- (25)Skinner H. Diagnostico y tratamiento en ortopedia. 4o ed. México: Manual Moderno; 2007.

- (26) Miralles Marrero R. Biomecánica clínica de los tejidos y las articulaciones del aparato locomotor. 2o ed. Barcelona: Masson; 2005.
- (27) Tyson SF, Kent RM. The effect of upper limb orthotics after stroke: a systematic review. Salford UK Neurorehabilitation. 2011;28:29. 36.
- (28) Verdugo MÁ, Jordán de Urríes Vega F de B. Hacia una nueva concepción de la discapacidad: actas de las III Jornadas Científicas de Investigación sobre Personas con Discapacidad. Salamanca: Amarú; 1999.
- (29) Miranda Miranda JJ. Gestión de proyectos: identificación, formulación, evaluación financiera, económica, social, ambiental. Bogotá: MM editores; 2005.
- (30) Pérez S. Generalidades Ortesis [Internet]. Ortesis 2011. Disponible a partir de: <http://es.scribd.com/doc/47638180/clase-1-Ortesis>
- (31) Gómez-Conesa A. Factores posturales laborales de riesgo para la salud [Internet]. Departamento fisioterapia, Murcia 200. Disponible a partir de: [14624nMong.a13031833pdf001.pdf](http://www.elsevier.es/sites/default/files/elsevier/pdf/146/146v24nMong.1a13031833pdf001.pdf)"[Http://www.elsevier.es/sites/default/files/elsevier/pdf/146/146v24nMong.1a13031833pdf001.pdf](http://www.elsevier.es/sites/default/files/elsevier/pdf/146/146v24nMong.1a13031833pdf001.pdf).
- (32) DANE. Estado actual de la discapacidad en Colombia [Internet]. Discapacidad Colombia. 2006. Disponible a partir de: <http://www.discapacidadcolombia.com/Estadisticas.htm>
- (33) Stein J, Narendran K, Krebs k, Mc Bean J, Hughes R. Electromyography-controlled exoskeletal upper-limb-powered orthosis for exercise training after stroke. Boston, USA. Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2007;(86):255. 61.

- (34) Orejarena W, Sánchez G, Márquez M. Diseño y construcción de una férula para la rehabilitación de extremidades superiores. Táchira Venezuela: Universidad Nacional Experimental del Táchira; 2010 oct.
- (35) Villa Bedoya J. Development of an electro-mechanically controlled hand orthosis for assisting finger extension in stroke survivors. Medellin. Revista de ingeniería biomédica. 2007 nov;(2):48. 54.
- (36) Miguez M. Construcción social de la Discapacidad a través del par dialéctico integración-exclusión. [Tesis]: Universidad de la república de Montevideo; 2005.
- (37) Egea García C, Sarabia Sánchez A. Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad. Bogotá Colombia. Boletín del Real Patronato sobre Discapacidad. 2001;(50):13. 30.
- (38) Sánchez P MF. Adaptaciones y ortesis para actividades de la vida diaria en pacientes con enfermedad reumatoide. Revista colombianade reumatología. 2003 jun;10(N.2):101. 7.
- (39) Rahman T, Sample W, Seliktar R, Alexander M, Scavina M. A body powered functional upper limb orthosis. Journal of rehabilitation research and development. 2000 dic;37(6):675. 80.