



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL

# **Órtesis de mano**

para personas con Artritis Reumatoide

Tesis para obtener el título de Diseñador Industrial presenta:

**Jennifer Pineda Mendoza**

Tutor: D.I. Héctor López Aguado

México, D.F., Diciembre 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Órtesis de mano

para personas con Artritis Reumatoide

Una aproximación de autosuficiencia y calidad de vida.

Tesis y exámen profesional

Tesis para obtener el título de Diseñador Industrial presenta:

**Jennifer Pineda Mendoza**

Director de tesis: D.I. Héctor López Aguado  
Asesores: D.I. Sergio Torres Muñoz  
D.I. Jorge Vadillo López  
D.I. Begoña Oyamburu Hevia  
D.I. Fermín Saldivar Casanova



Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra institución educativa y autorizo a la UNAM para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes.





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

EP01 Certificado de aprobación de  
impresión de Tesis.

Coordinación de Exámenes Profesionales  
Facultad de Arquitectura, UNAM  
**PRESENTE**

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE **PINEDA MENDOZA JENNIFFER** No. DE CUENTA **305155654**

NOMBRE TESIS **ORTESIS DE MANO PARA PERSONAS CON ARTRITIS REUMATOIDE**

OPCIÓN DE TITULACIÓN **TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL**

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de el Documento de Tesis  
el Reporte de Investigación  
el Reporte de Servicio Social

Examen Profesional que se celebrará el día            de            de            a las            hrs.

Para obtener el título de **DISEÑADORA INDUSTRIAL**

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F. a 30 de septiembre de 2014

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR	
VOCAL D.I. JORGE VADILLO LOPEZ	
SECRETARIO D.I. SERGIO TORRES MUÑOZ	
PRIMER SUPLENTE D.I. FERMIN SALDIVAR CASANOVA	
SEGUNDO SUPLENTE M.D.G. BEGOÑA OYAMBURU HEVIA	

ARQ. MARCOS MAZARI HIRIART  
Vo. Bo. del Director de la Facultad

La férula de mano para personas con artritis reumatoide es un objeto médico preventivo, cuyo objetivo es la detención de la Artritis Reumatoide, combinando y atendiendo las oportunidades de innovación encontrados en las órtesis dinámicas y funcionales existentes en el mercado, siendo así:

- Ejercita y da soporte a todo el sistema muscular de la mano.
- Inmoviliza parcialmente la mano cuando así se necesite, evitando posturas anti naturales de la mano durante el descanso.
- Brinda calor seco a la mano, importante en momentos de brotes y uso nocturno.
- Tiene liberadas las palmas de las manos y huellas dactilares para conservar la sensibilidad y frescura de la palma de la mano.
- No obstaculiza las coyunturas de los dedos, permitiendo la correcta función de la mano.

## **Resumen.**

*Descripción del producto.*





Fotografía.

- Se puede usar por tiempos prolongados sin interferir con las actividades diarias del usuario.
- Visualmente puede ser un accesorio estético y a su vez un producto médico.
- Requiere limpiarse únicamente con una franela húmeda.
- Por las características y funciones de la órtesis, se puede usar también para otro tipo de rehabilitación y/o enfermedades de la mano.
- Su funcionamiento es de fácil entendimiento y uso.
- El material es hipoalergénico, hecho para uso en la piel.
- El material y estuche permite una larga vida útil.
- El estuche hace más ergonómica la manera de colocarse.

## Índice

<b>Introducción</b>	10
<b>Análisis de la problemática</b>	12
Sociedad, cifras de ayer y hoy, proyecciones del mañana	14
Mortalidad	16
Morbilidad	17
Discapacidad	18
Economía	19
Artritis Reumatoide, enfermedad crónico degenerativo	22
Causa	23
Síntomas	23
Tratamiento	24
Calidad de vida	26
Independencia- Autoestima	29
<b>Objetivo general</b>	32
Expectativas y parámetros	34
<b>Productos Existentes</b>	36
Órtesis para AR	38
Análisis productos existentes	39
Comparación materiales	41
<b>Descripción del usuario</b>	42
Anatomía de la mano	44
Anatomía de la mano con AR	47
Conclusión	49
<b>Proceso de Diseño</b>	50
Primeras propuestas	53
Simulador	57
Re configuración	59
Modelo funcional	61
Re diseño	62
<b>Propuesta final</b>	64
Descripción general	65
Función-ergonomía-estética	67
Electrónica	82
Producción	86
Estuche	88
Costos	92
Prototipo	94
Planos	96
<b>Conclusiones y experiencias</b>	106
<b>Fuentes consultadas</b>	109

## **Introducción**

*Análisis y modelo descriptivo.*

El envejecimiento poblacional es un fenómeno mundial debido a los cambios demográficos, sociales, económicos y de salud ocurridos desde el siglo pasado. Por sí mismo el envejecimiento no es un problema, se convierte en uno cuando la capacidad tanto física y mental se ven afectados principalmente por enfermedades crónicas degenerativas, en consecuencia se reduce la autonomía, las relaciones sociales, se pierde el vínculo laboral, la capacidad económica y por lo tanto la calidad de vida. Todo ello plantea nuevos retos en todo tipo de áreas como salud, educación, empleo, vivienda, seguridad social y en éste caso en el diseño, de tal manera que es preciso dar respuesta a las necesidades del grupo de personas de 60 años y más, que finalmente se vean reflejadas en una vida más digna.

Así el presente documento busca fundamentar la necesidad de un producto de carácter industrial que considere las necesidades de un adulto mayor con una enfermedad crónica degenerativa que haya perdido parcial o completamente la movilidad motriz fina y como consecuencia de éste objeto el usuario mejore su vida y el de la sociedad a su alrededor.

Como primer análisis se ha identificado las cifras de sociedades pasadas, la actual y las proyecciones de futuras generaciones con la finalidad de reconocer y entender ritmos de vida que repercuten directamente en todo tipo de estadísticas como natalidad, mortalidad y causas, porcentajes de edades, etc. a la par de establecer el concepto de envejecimiento y su complejidad.

Posteriormente se define qué es una enfermedad crónica degenerativa y se analiza la artritis reumatoide (AR), por tener ésta enfermedad el enfoque buscado; se define AR en términos médicos, sus síntomas y tratamiento pero sobretodo las dificultades físicas que presentan los pacientes, para conocer y abordar las oportunidades de innovación desde la perspectiva del diseño.

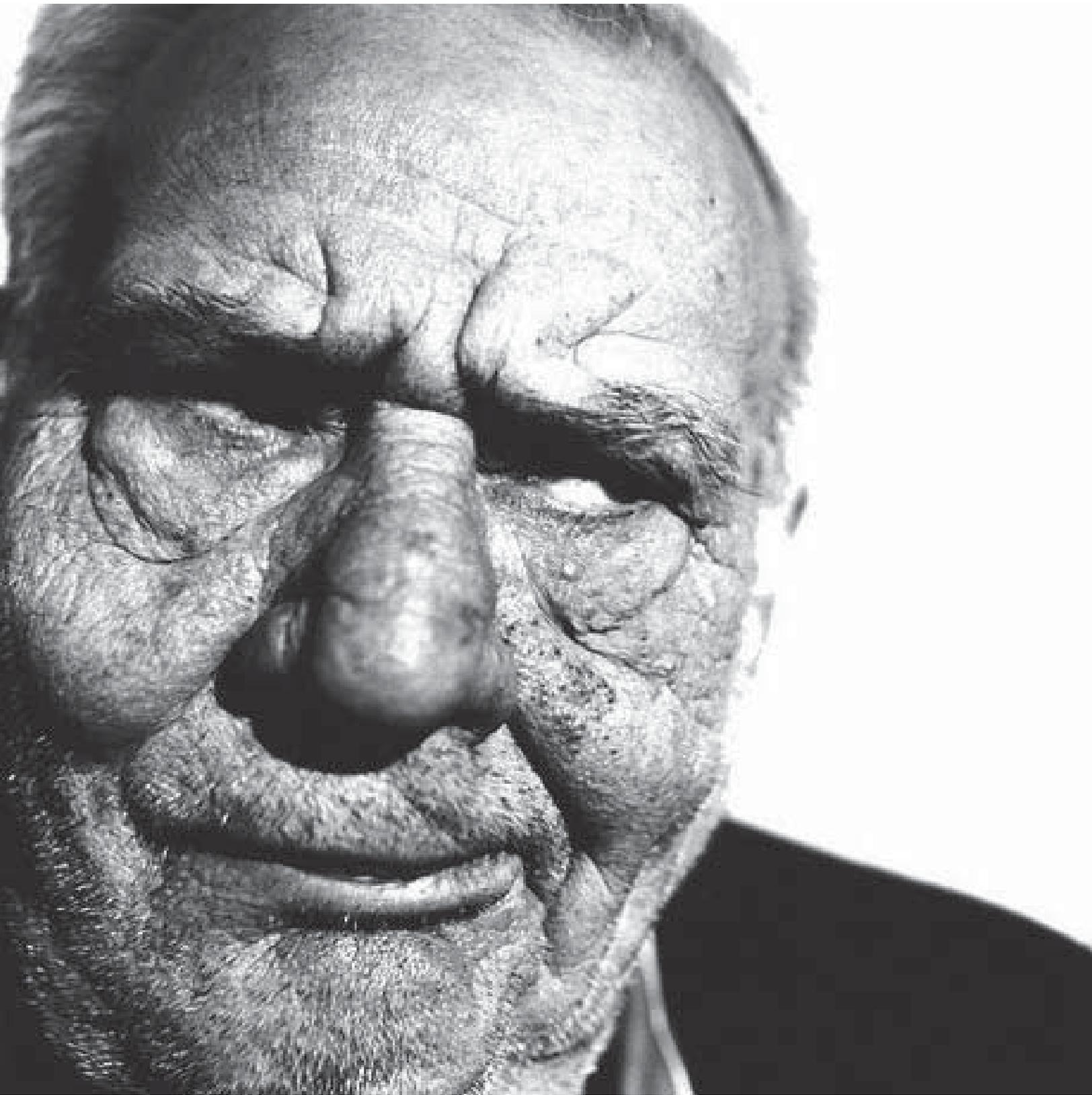
La iniciativa como ya se ha mencionado tiene que ver con la calidad de vida, ésta palabra suele tener diferentes conceptos dependiendo de la sociedad, cultura, etc., por esta razón se ha dedicado una sección a éste concepto, con el fin de detallar y puntualizar los aspectos de éste concepto.

Otro de los aspectos en el análisis de éste documento por demás importante, es la autosuficiencia y sus principios, en que punto una persona es autosuficiente o no, como una persona con perdida motriz es afectada en éste rubro y sobre todo sus consecuencias psicológicas y de autoestima.

Del conjunto del previo análisis, nace una propuesta de diseño, en la cual se hace referencia primeramente a que es una órtesis, su objetivo, alcances etc. para después entrar de lleno a la propuesta y conclusión de ésta tesis.

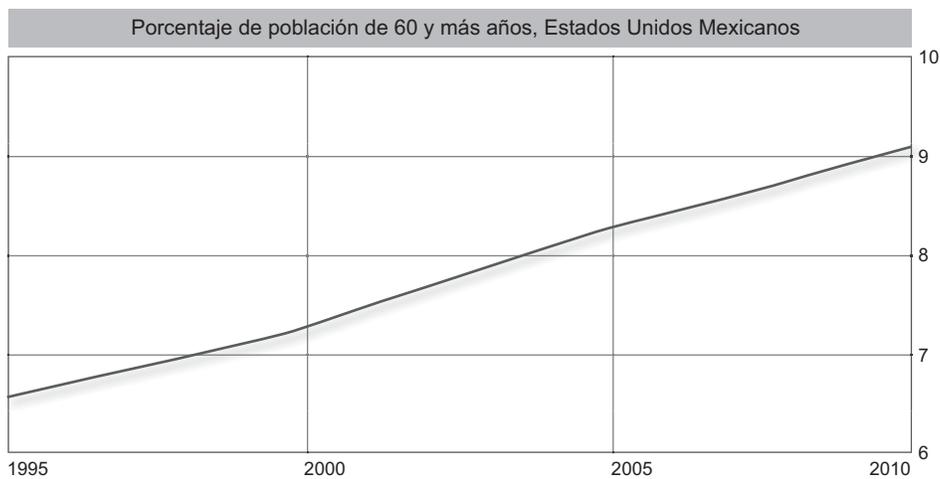
Esta gráfica representa de manera general un método de problematización para encontrar través de un concepto (calidad de vida) y sus ramificaciones una oportunidad de diseño. Como se puede ver se hace un ciclo que finalmente choca el concepto inicial y ahí es donde se encuentra la oportunidad.





# Análisis de **problemática**

## Sociedad, cifras de ayer y hoy, proyecciones del mañana. *Análisis de problemática*



FUENTE: Conapo-INEGI-Colmex, Conciliación demográfica, 2010

Como resultado de los grandes cambios demográficos, la estructura por edad y sexo de la población está experimentando cambios significativos, entre los que destaca el inicio del proceso de envejecimiento demográfico que se expresa como un incremento relativo y absoluto de edades avanzadas. Entre 1990 y 2010, la población de adultos mayores se ha incrementado, es decir la proporción pasa de 6.1 a 9.9 en ese lapso. Cabe destacar que en el último periodo su incremento fue del doble con respecto a años anteriores.(1)

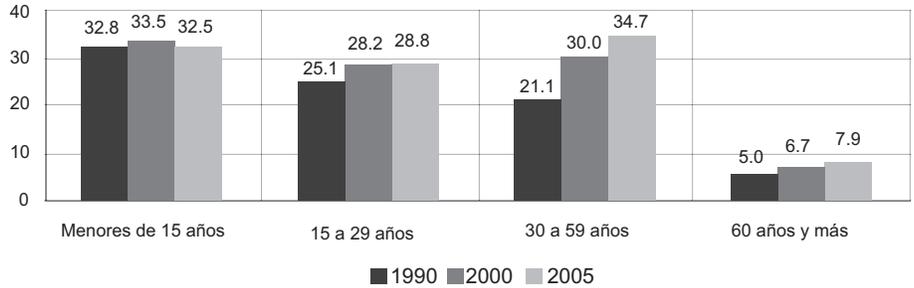
1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). [www.inegi.org.mx/](http://www.inegi.org.mx/)

La encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2010 identifica que más de la mitad (55.3%) de adultos mayores tienen entre 60 y 69 años de edad; menos de la tercera parte (30.9%) tienen entre 70 y 79 años y el resto lo conforman aquellos con 80 años y más (13%).

En los próximos años, la población de 60 años y más tendrá un crecimiento demográfico muy significativo, según datos de proyección de la Secretaría de Salud, en el 2050 se cuadruplicará la población de adultos mayores siendo 36.5 millones. Así mismo la esperanza de vida se espera aumente, actualmente (2012) la esperanza de vida tiene una media de 75.7 años, mientras que en 1930 la esperanza oscilaba en los 36.9 años como se muestra en la siguiente gráfica.(2)

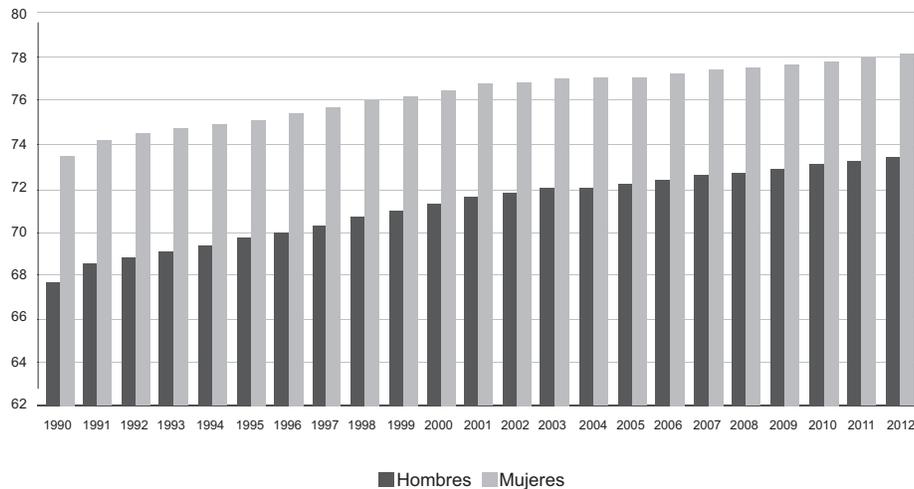
### Población por grupos de edad 1990-2005

(Millones)



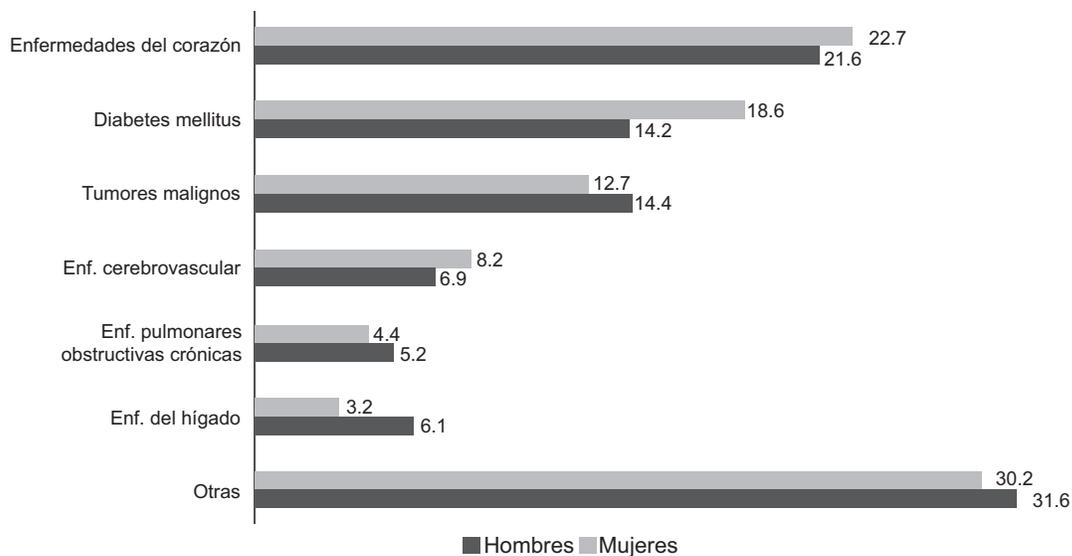
FUENTE: Conapo-INEGI-Colmex, Conciliación demográfica, 2005

### Esperanza de vida 1990-2012



FUENTE: Conapo-INEGI, Conciliación demográfica, 2012

**Distribución porcentual de defunciones de la población de 60 años y más por causa según sexo, 2005**



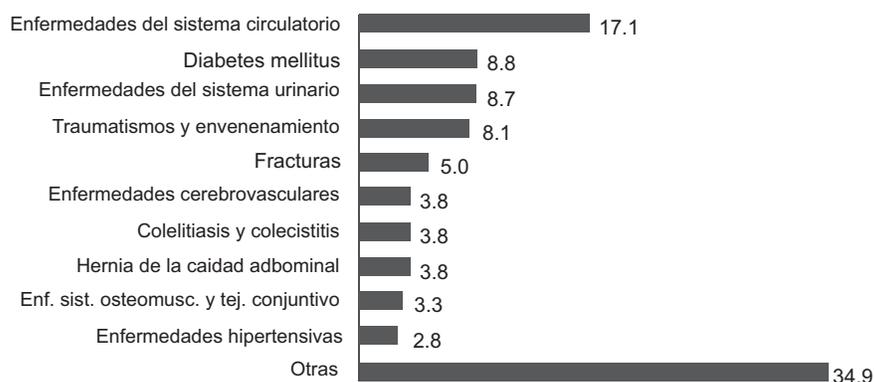
FUENTE: INEGI, Estadísticas demográficas, 2005, Base de datos.

**Mortalidad.**

Aunque en términos de estadística la esperanza de vida aumente, el número de defunciones de la población de 60 años y más ha aumentado en los últimos años (entre 1998 y 2008 pasó de 245 mil a 331 mil 500).(3)

En el 2005 se registraron 300,045 defunciones de personas de 60 años y más. Las principales causas de mortalidad de la población adulta mayor son en su mayoría enfermedades crónico degenerativas.

Distribución porcentual de las principales causas de morbilidad hospitalaria en la población de 60 años y más, 2005



FUENTE: SSA, DGIS, Egresos Hospitalarios, 2005, Base de datos, Proces[o INEGI.

**Morbilidad (4).**

Durante el periodo de 2003 a 2008, la principal causa de egreso hospitalario de la población de 65 años y más, fueron las enfermedades del sistema circulatorio, diabetes mellitus, enfermedades del sistema urinario, traumatismos, cerebro vasculares que representan poco más del 50% del total de egresos en este grupo.

El 34.9% de otras, son en su mayoría enfermedades crónico degenerativas como alzheimer, artritis, parkinson, artrosis, arterioesclerosis, obesidad, etc.

Existen también muchas enfermedades de carácter psicológico, se le denomina médicamente cormobilidad, que es la presencia de uno o más trastornos además de la enfermedad primaria, en otras palabras son enfermedades efecto del trastorno principal. Según la Secretaría de Salud la incidencia de la depresión por cormobilidad va del 7% al 40% en cada enfermedad.

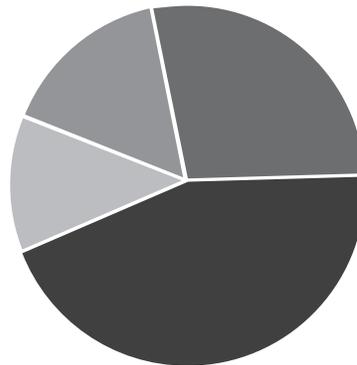
En el caso de las enfermedades cerebro vasculares tiene un 60% de comorbilidad depresiva, el Cáncer 40%, Alzheimer 40%, Parkinson 40%.

En otras palabras y según la “Encuesta sobre Salud Bienestar y Envejecimiento las personas adultas mayores” más del 46% dice padecer más de 5 enfermedades, muchas de las cuales son consecuencia de una enfermedad principal, lo cual son cifras con foco rojo.

4. La morbilidad se refiere a la porción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado. RAE

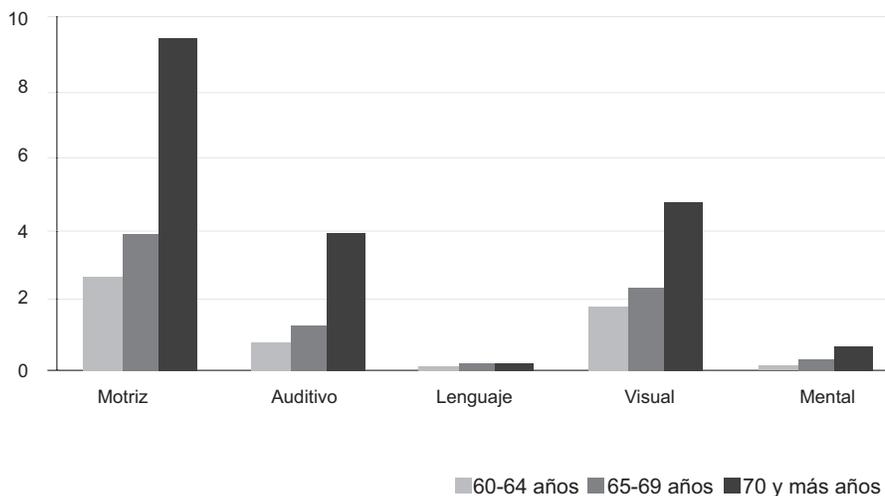
Distribución porcentual de la población con discapacidad por grupo de edad 2000

Niños 13.3%	Jóvenes 14.8%	Adultos 30.1%	Adultos mayores 41.9%
----------------	------------------	------------------	--------------------------



FUENTE: INEGI XI Censo General de Población y vivienda 2000.

Tasa de prevalencia del tipo de discapacidad por grupo etario, 2000.



FUENTE: INEGI XI Censo General de Población y vivienda 2000.

## Discapacidad.

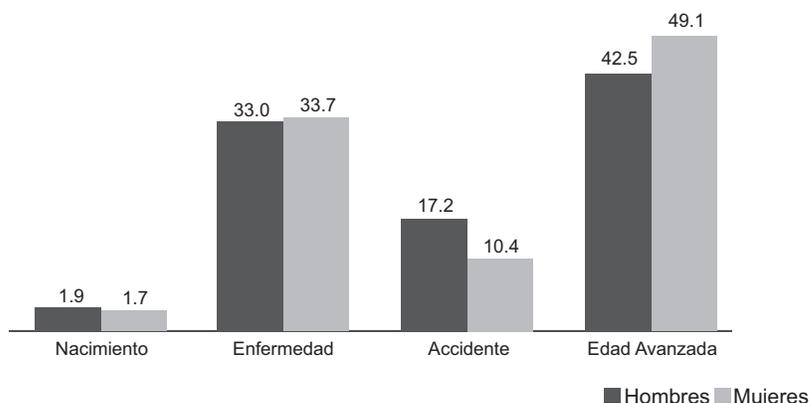
De acuerdo con el Censo General de Población y Vivienda 2000, en México 1 millón 795 mil personas presentaban alguna discapacidad (1.8% de la población). El grupo de adultos mayores concentró la mayoría de personas con discapacidad en el país, situación por consecuencia principalmente de enfermedades crónico degenerativas.

Por su parte también la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (ENSANUT 2006) reporta 2.6 millones de personas con discapacidad (2.6% de la población) y los adultos mayores son también el grupo con mayor volumen, un millón 302 mil y 48.5%.

En el 2000 la discapacidad motriz fue el principal tipo de discapacidad en los adultos mayores (55.1%), sigue la visual, auditiva, mental y finalmente el lenguaje.

De acuerdo con el Censo 2000, los procesos degenerativos ligados a la edad y la morbilidad son las dos principales causas de discapacidad entre la población adulta mayor, aproximadamente 8 de cada 10 declaran que la edad avanzada y la enfermedad son las causantes de su discapacidad.

Distribución porcentual de la población de 60 años y más con discapacidad por causa, 2000.



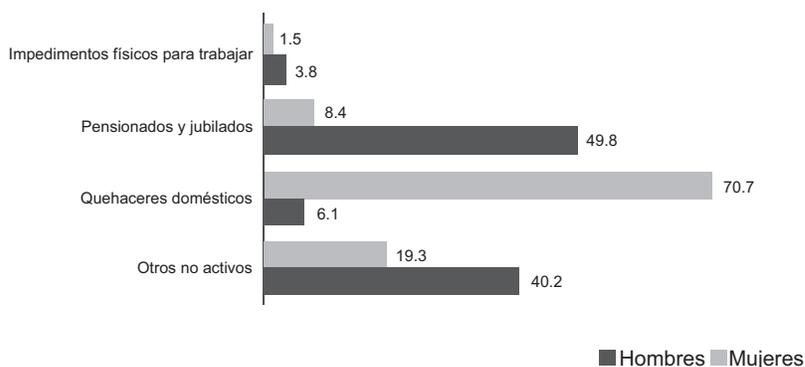
FUENTE: INEGI XI Censo General de Población y vivienda 2000.

### Economía.

La economía es un punto primordial, ya que según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo registró en el segundo trimestre del 2007 en el país, 3.4 millones de personas económicamente activas (PEA) de 60 años y más, que significa el 7.7% de toda la población activa. La población no activa económicamente (PNEA) de 60 años y más, representa 20.5% de la registrada a nivel nacional.

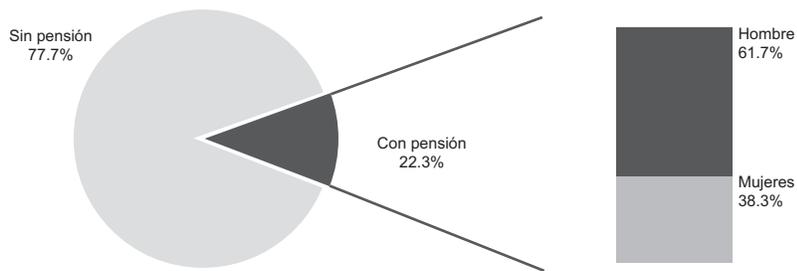
La Población no económicamente activa tiene diferentes actividades, para las mujeres los quehaceres domésticos representan un 71.7% y para los hombres la jubilación tienen un 49.8% siendo las dos actividades más altas.

Distribución porcentual de la PNEA de 60 años y más por sexo, según tipo de actividad no económica, 2007.



Nota: No se incluyó a las personas que estudian, por no ser estadísticamente significativo.  
FUENTE: INEGI, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Segundo trimestre 2007.

Distribuciones porcentuales de la población de 60 años y más por condición de pensión y de la población de 60 años y más con pensión para cada sexo, 2004.



Nota: Se incluye a las personas que tienen más de una pensión, clasificada de acuerdo a la declarada en primer término.  
 FUENTE: INEGI, IMSS Encuesta Nacional de Empleo y Seguridad Social, 2004.

Como observamos en la gráfica anterior, hay un mayor porcentaje de pensionados hombres, pero los pensionados en sí son un grupo minoritario, según en INEGI en el 2004, del total de personas de 60 años y más sólo uno de cada cinco gozaba de algún tipo de pensión.

Entonces las personas con 60 años o más con un ingreso económico por cuenta propia, ya sea por pensión o porque son laboralmente activos, representan menos de la mitad de este rango de edad.

Podemos decir finalmente y como deducción de ésta sección, que la población mexicana está teniendo mayor proporción en el grupo de adultos mayores, la esperanza de vida aumenta pero las enfermedades también y en consecuencia la calidad de vida es en aumento deplorable.

Las enfermedades representan un alto gasto que debilitan la economía de los pocos que tienen un ingreso propio y arrinconan al resto sin ingreso económico y a los proveedores económicos externos (familiares y/o amigos).

Los padecimientos de esas edades además son en su mayoría degenerativas y la gran mayoría trae consigo otros males que pueden llegar a ser aún peor que la enfermedad principal como lo es la depresión y o las discapacidades.

Lo que para las personas en ésta edad y con éstos problemas representan un problema, desde el punto de vista del diseño y otras disciplinas representan una oportunidad para innovar, crear y mejorar.

## **Artritis Reumatoide.**

### *Análisis de problemática*

El término artritis significa literalmente inflamación de las articulaciones (artr = articulación, itis = inflamación).(5)

La artritis reumatoide (AR) es una enfermedad autoinmune en la cual el sistema inmunológico del cuerpo se ataca por error a sí mismo. Por lo general, las articulaciones se afectan con un patrón simétrico que ataca las manos y otras articulaciones y empeora en la mañana. La artritis reumatoide también es una enfermedad sistémica que afecta otros órganos del cuerpo, mientras que la osteoartritis se limita a las articulaciones. Con el tiempo, ambos tipos de artritis pueden causar discapacidad.

Es una enfermedad crónica y degenerativa que se caracteriza por provocar inflamación en la membrana sinovial (membrana que alimenta, protege y cubre los cartílagos) de las articulaciones.

La inflamación de esta membrana es la responsable del dolor, de la hinchazón claramente visible y de la sensación de rigidez que los pacientes pueden sentir por las mañanas. La persistencia de la inflamación de la membrana sinovial provoca que el hueso se dañe y aparezcan pequeñas erosiones.

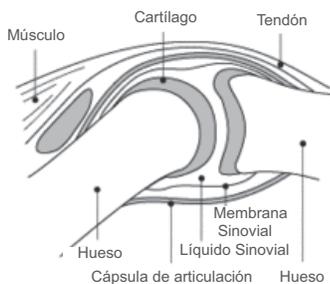
La enfermedad afecta con más virulencia a unas articulaciones que a otras, y hay algunas que nunca se alteran. Así, las más afectadas son las muñecas, los dedos de las manos y de los pies, los codos, los hombros, las caderas, las rodillas y los tobillos. Esta enfermedad afecta principalmente a las mujeres y suele aparecer en torno a los 40 y 45 años. Sin embargo, también desde la niñez puede padecerse.

Otras articulaciones que pueden verse afectadas por la AR incluyen:

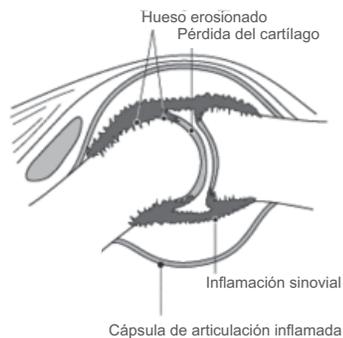
- Codos
- Hombros
- Cuello
- Mandíbula
- Caderas
- Rodillas
- Tobillos
- Pies

La espina dorsal no suele ser afectada directamente por la AR, a excepción del cuello. Otra característica esencial de la AR es que las articulaciones en ambos lados del cuerpo tienden a verse afectadas. Es decir, si los nudillos de la mano derecha están inflamados, es probable que algunos nudillos de la mano izquierda también lo estén.

#### Articulación Normal



#### Articulación afectada por AR



### Causa

Todavía no se sabe la causa de la AR; sin embargo, el sistema inmunológico del cuerpo desempeña un papel importante en la inflamación y en el daño que la AR ocasiona en las articulaciones. El sistema inmunológico es la defensa del cuerpo contra bacterias, virus y otras células extrañas. En la AR, éste sistema ataca a las propias articulaciones y a otros órganos del cuerpo. En la AR, las células inmunológicas invaden los tejidos de las articulaciones y provocan inflamación. Estas células en el tejido y en el líquido de la articulación producen muchas sustancias, entre las que se incluyen enzimas, anticuerpos y citosinas, que atacan la articulación y pueden dañarla.

### Síntomas

Los síntomas de la AR varían de una persona a otra y en casi todas las personas también varían de un día para el otro, aunque siempre existe un cierto grado de artritis. La enfermedad puede ser leve para algunos, con períodos de actividad (en los que la inflamación de las articulaciones empeora) conocidos como períodos de agudización. En otras, la enfermedad permanece activa continuamente y empeora, o progresa con el paso del tiempo.

Si se tiene AR, los síntomas probables en las articulaciones son los siguientes:

- Ardor
- Hinchazón
- Hipersensibilidad
- Enrojecimiento
- Dolor frecuente
- Dificultad en la movilidad

Si esta inflamación persiste o no responde bien al tratamiento, puede causar la destrucción de cartílago, hueso, tendones y ligamentos adyacentes, conduciendo así, a las deformidades de las coyunturas.

La artritis reumatoide puede hacer sentir al paciente completamente enfermo, particularmente durante los períodos de agudización y podrían durante éste proceso:

- Perder el apetito
- Perder peso
- Tener poca energía
- Presentar fiebre de temperatura baja (febril)
- Volverse anémico
- Desarrollar nódulos reumatoides (bultos de tejido bajo la piel).
- Sequedad de la piel y las mucosas. Esto ocasiona una inflamación y posterior atrofia de las glándulas que fabrican las lágrimas, la saliva, los jugos digestivos o el flujo vaginal (síndrome de Sjogren).

También pueden llegar a presentar inflamación de:

- Los revestimientos que rodean al corazón (pericarditis)
- El tejido pulmonar (pleuritis).
- Las glándulas lacrimógenas y salivares
- Los vasos sanguíneos (vasculitis)

### **Tratamiento**

En la actualidad, no existe cura para la AR y tal vez hasta que no se conozca una causa, probablemente no será posible erradicar la enfermedad por completo.

Sin embargo, el tratamiento inmediato es crucial y en la actualidad existen tratamientos con medicamentos eficaces.

El tratamiento de la artritis reumatoide engloba dos tipos de fármacos: los que se utilizan para aliviar el dolor día a día (antiinflamatorios y corticoides), y los que sirven para modificar la enfermedad a largo plazo. Estos últimos pueden ser efectivos semanas e incluso meses después del tratamiento. No son eficaces en el 100 por cien de los pacientes, según la Sociedad Española de Reumatología, por lo que habitualmente el médico prescribe varios de forma secuencial hasta encontrar aquel que sea más eficaz y mejor tolerado.

Los ejercicios de rango o amplitud de movimiento y los programas indicados por un fisioterapeuta pueden retardar la pérdida de la función articular y ayudar a mantener los músculos fuertes.

Algunas veces, los terapeutas usan máquinas especiales para aplicar calor profundo o estimulación eléctrica para reducir el dolor y mejorar la movilidad articular.

Las técnicas de protección articular, los tratamientos con calor y frío y el uso de férulas o dispositivos ortopédicos para apoyar y alinear las articulaciones pueden ser muy útiles.

La vida de una persona con artritis reumatoide tiene que adaptarse a su enfermedad. Así, hay que evitar una vida agitada, movimientos bruscos, conviene dormir una media de 10 horas y evitar aquellos trabajos que requieran un ejercicio físico intenso. Durante la jornada laboral, hay que mantener una posición recta en el asiento y evitar permanecer con el cuello o la espalda doblados durante mucho tiempo. Asimismo, durante el reposo es conveniente mantener una postura adecuada, evitar las doblar las articulaciones y mantener los brazos y las piernas estirados.

La artritis reumatoide es una enfermedad frecuente puesto que una de cada diez personas la padece, según la Secretaría de Salud Pública. Esta enfermedad se da con más frecuencia entre mujeres y no necesariamente de edad avanzada, se presenta mayoritariamente entre los 40 y 50 años de edad, pero con la vejez aumenta su fuerza y si no se trata adecuadamente es el tipo de artritis que produce mayor incapacidad física, lo que lleva asociado una significativa pérdida de productividad y serias consecuencias psicológicas y económicas. Se calcula que el 35% de los pacientes presenta un grado de minusvalía superior al 65%, impidiéndoles trabajar.

## Calidad de vida

### *Análisis de problemática*

El concepto de calidad de vida es complicado ya que no hay un consenso en la definición de este término, existen algunos intentos como el que presenta la Organización Mundial de la Salud (OMS):

“La calidad de vida es la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno.”

Otras proponen una definición integral del concepto de calidad de vida de la siguiente manera:

“La calidad de vida es el grado en el cual las necesidades objetivas de los seres humanos son alcanzadas en relación con las percepciones personales o grupales del bienestar subjetivo.”

En un Artículo del INEGI escrito por José de Jesús García Vega(6), explica que es evidente que lo importante para una sociedad es que todos sus miembros disfruten de una mejora en sus condiciones de vida. Para medirlo una controversia natural surge con la precisión de cuáles son las condiciones de vida que se requieren en una sociedad. Algunos estudiosos optan por seleccionar lo material como lo más trascendental para el avance de la sociedad y escogen medidas como el PIB per cápita o los índices de pobreza. Por otro lado, están quienes se

---

6. Maestro en Administración por la Universidad Autónoma de Tamaulipas y doctor en Filosofía por la Universidad de Texas A&M (área de Economía Agrícola). Es director del Centro de Estudios sobre el Bienestar-Universidad de Monterrey (UDEM); miembro del Consejo de Directores del Community Indicators Consortium y de la International Society of Quality of Life Studies. Profesor titular del Departamento de Economía de la UDEM (a nivel maestría y licenciatura) y evaluador del Consejo de Acreditación para la Ciencia Económica (jogarcia@udem.edu.mx).

orientan hacia las medidas subjetivas, por ejemplo, la incidencia de enfermedades psicológicas o simplemente la felicidad, con el fin de establecer un progreso si estos indicadores siguen un desarrollo favorable.

El PIB es la cantidad de bienes y servicios que un país produce por el espacio de un año. En su concepción inicial, el PIB no fue creado para medir el bienestar de la población, aunque con frecuencia es usado para este fin. Esto se debe a que el PIB es uno de los pocos indicadores que tiene aceptación a nivel universal y es fácilmente comparable entre los países. Sin embargo, una de las principales críticas de éste es que no mide la destrucción de los recursos naturales ni tampoco toma en cuenta la desigualdad en la distribución de la riqueza.

Como se mencionó con anterioridad, una de las medidas propuestas para complementar al PIB en su tarea de medición del progreso es el IDH estimado por la Organización de las Naciones Unidas.

El índice considera tres aspectos de las sociedades: económico, salud y educación.

Por otro lado, se encuentran los indicadores subjetivos de bienestar. Gracias a las encuestas acerca de felicidad y satisfacción con la vida que se han hecho en varias naciones, la medición del bienestar subjetivo ha ganado credibilidad a nivel mundial.

Los elementos que integran el índice nacional de calidad de vida (INCAVI) para México propuesto por la UDEM consideran, en su mayoría, los dominios mencionados en la Comisión Stiglitz (7), que son:

- Salud.
- Economía
- Educación.
- Seguridad.
- Buen gobierno.
- Vida comunitaria.
- Bienestar personal.

<b>Salud</b>
Estado de salud
Veces que ha ido al doctor
Servicio médico adecuado
<b>Economía</b>
Si cubre necesidades básicas de alimentación
Facilidad para conseguir habitación adecuada
Facilidad para conseguir trabajo adecuado
<b>Educación</b>
Nivel académico de las escuelas
Acceso a buena educación
Acceso a eventos culturales y deportivos.
<b>Seguridad</b>
Seguridad en la comunidad
Víctima de la inseguridad
Capacidad de las autoridades.
<b>Buen gobierno</b>
Honestidad del gobierno
Eficiencia del gobierno
Calidad de los servicios públicos
<b>Vida comunitaria</b>
Clima
Calidad del medio ambiente
Calidad de servicios no gubernamentales
Facilidad para moverse alrededor de la ciudad
<b>Bienestar personal</b>
Disponibilidad de tiempo libre
Percepción de su calidad de vida
Deseo de pasar la vida en la comunidad

7. Comisión Stiglitz (Comisión sobre la Medición del Desempeño Económico y Progreso Social), convocada en el 2008 por Nicolás Sarkozy, presidente de Francia.

El cuestionario con los dominios anteriores expuestos, fue realizado en México en Octubre del 2008, las estadísticas presentan el valor que los mexicanos le dan a la percepción de su estado, y están además sujetos a ciertos otros factores como tamaño de la comunidad, clase social, género, edad, estado civil, nivel de educación, número de personas en el hogar e ingreso de población; sin embargo no es objeto particular mostrar los resultados en éste documento (8), no obstante el análisis de los resultados de estos cuestionarios, destaca importantes datos para fin de ésta tesis. El grupo de mayor edad (en éste caso más de 50 años) es el que presenta un menor índice general (7.12) y una desventaja en la mayoría de los índices. Las mayores diferencias se dan en los subíndices de salud y educación. En el primero de ellos, la diferencia es en favor de los más jóvenes (de 18 a 29 años) con cifras de 8.03 contra 7.91.

Entonces los indicadores de progreso corroboran junto con todas las cifras previas de éste documento, el crecimiento de un sector poblacional y la reducción de calidad de vida de éste mismo. En cuanto a los indicadores de calidad de vida se refiere, la enfermedad en la vejez empieza como un punto, salud (en éste caso artritis reumatoride), del cual se van desencadenando otras como economía (discapacidad física que conlleva dificultad para conseguir o seguir un trabajo, por lo tanto falta de dinero para cubrir necesidades básicas), bienestar personal (auto percepción de una calidad mala de vida, depresión, dificultad para convivir con la sociedad).

El medir y monitorear este índice en el tiempo puede brindar información valiosa para la toma de decisiones de política pública hacia un mejor progreso. Las recomendaciones emanadas de este estudio indican que es necesario medir el bienestar social para complementar las medidas objetivas de progreso en todos los sectores de nuestra sociedad.

---

8. Para mayor información acerca de los resultados de calidad de vida (INCAVI) en México 2008, consulta [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

## **Independencia - Autoestima.**

### *Análisis de problemática*

Las cifras del INEGI (cap 1) dicen que la causa más relacionada con las dificultades a la hora de realizar actividades de la vida diaria es la limitación de la movilidad.

Las enfermedades del anciano tienden a la cronicidad y al desarrollo de incapacidad funcional, que conlleva a la necesidad de cuidados y a enormes gastos sanitarios y sociales.

Las actividades básicas de la vida diaria se miden con el índice de Barthel (9), que incluye comer, bañarse, vestirse, arreglarse, traslados de la cama al sillón, caminar, subir y bajar escaleras y el manejo de la continencia fecal y urinaria. Se estima que al menos el 23% de los ancianos presenta incapacidad para la realización de alguna de estas actividades, con mayor frecuencia en caminar, bañarse, subir y bajar escaleras y vestirse.

Las actividades instrumentales de la vida diaria se recogen en el índice de Lawton(10) y comprenden usar el teléfono, realizar compras, preparar la comida, cuidado de la casa, lavado de la ropa, utilizar transportes, manejo de la medicación y de los asuntos económicos. El 73% de la población, se calcula que presenta incapacidad funcional en estas actividades, especialmente para cuidar la casa, lavar la ropa y comprar. En este caso los hombres tienen más dificultades, que se atribuyen a factores culturales y sociales, ya que es más común que sea la mujer quien se encargue de las tareas domésticas.

En cualquier caso, podemos observar que las actividades en las que se plantean más problemas son aquellas que requieren mayor movimiento, por lo que queda claro que la movilidad es el mejor marcador de capacidad funcional general en el anciano. Es lógico por tanto pensar que la prevención y rehabilitación de problemas relacionados con la movilidad en pacientes geriátricos es fundamental para mejorar de forma considerable su calidad de vida.

---

9. Es un instrumento para detectar 10 actividades básicas de la vida diaria (ABVD), dando mayor importancia a la puntuación de los temas relacionados con el control de esfínteres y la movilidad. Según la Dirección General de Planeación y Desarrollo en la Salud (DGPLADES) [www.dgplades.salud.god.mx](http://www.dgplades.salud.god.mx)

10. Dirección General de Planeación y Desarrollo en la Salud (DGPLADES) [www.dgplades.salud.god.mx](http://www.dgplades.salud.god.mx)

Por otro lado, la psicología cognitiva considera que el procesamiento de la información (es decir, la forma en que se percibe, procesa, almacena y recuerda la realidad) es el principal determinante de las emociones y conductas.

Así, ante una misma situación, cada persona puede reaccionar de diferente forma, ya que la misma realidad puede ser interpretada de manera muy diferente, según lo que piense acerca de ese hecho, se sentirá y se comportará en forma muy diferente.

La forma en que se percibe la realidad, está también determinada por la forma personal anterior de ver las cosas, es decir, por las creencias, esquemas o actitudes, las cuales con creencias cargadas de emociones que predisponen a actuar en forma congruente con ellas; determinan en buena parte la forma de percibir el mundo, así como las emociones y conductas.

Estas creencias no son permanentes, algunas de ellas se activan o desactivan según las circunstancias.

Algunas creencias son sanas y deseables ya que ayudan a vivir en la forma que más conviene, pero otras pueden ser contraproducentes, ya que conllevan emociones y conductas que hacen daño. Las más importantes son las referidas hacia uno mismo (relacionadas con la autoestima) y a continuación las que se refieren a otras personas y a las relaciones interpersonales (relacionadas con las habilidades sociales).

Entre las creencias-actitudes que hacen daño, las más habituales con las exigencias, y su extremo opuesto. La negación o minimización de nuestros legítimos deseos y preferencias. Se llama exigencia a una serie de actitudes hacia uno mismo, hacia los demás o hacia la vida, que hacen cuando no se cumple lo que se quiere, reaccionen pensando y sintiendo que es terrible, que no se puede soportar y que se es indeseable, por lo que va acompañado de odio hacia uno mismo o hacia otras personas.

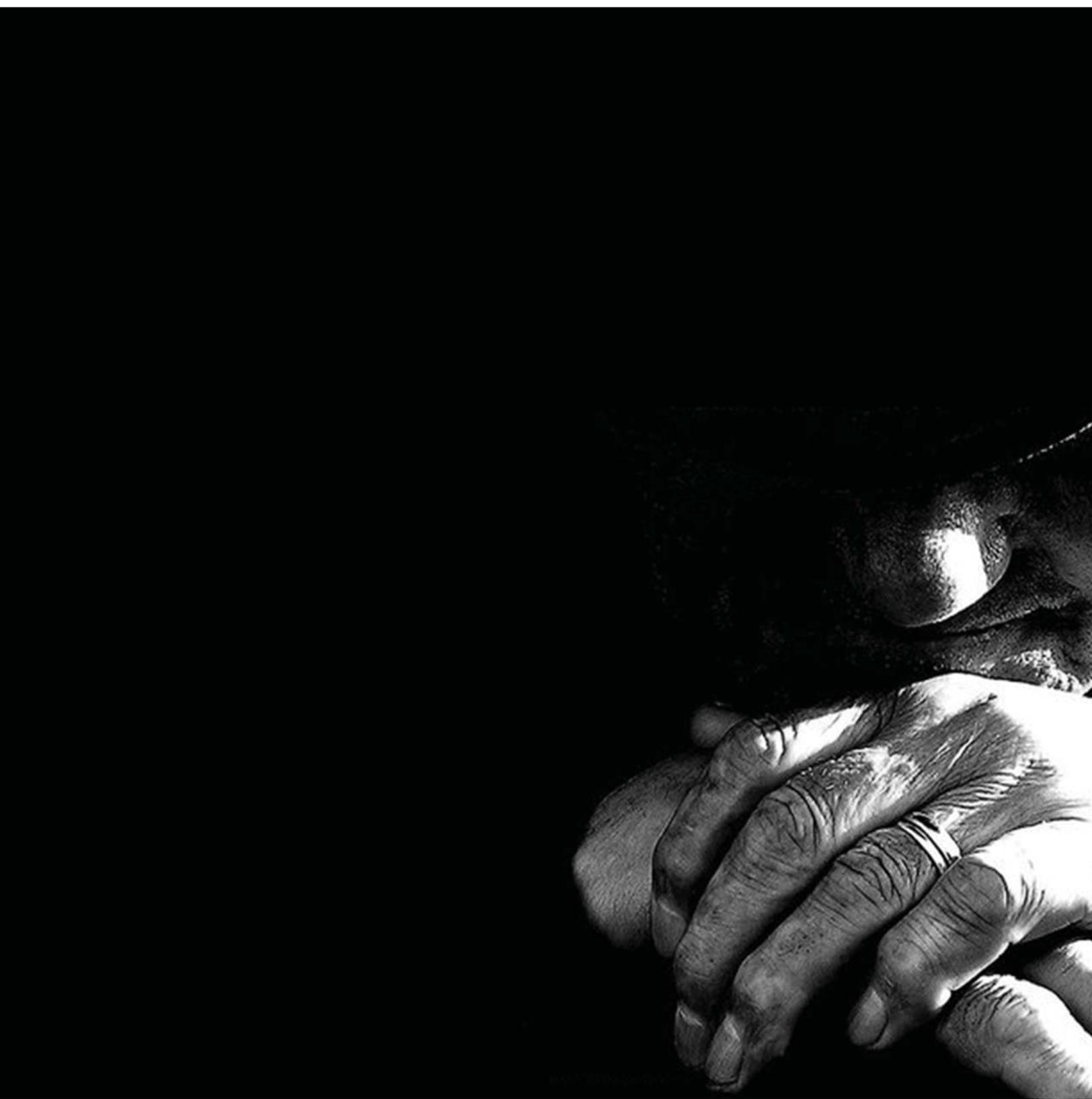
La actitud deseable, es la preferencia, que se define como una actitud por la cual se aceptan las limitaciones propias o la de los demás, se resigna ante lo que no tiene solución y se centra todo el esfuerzo en luchar por lo posible. Entonces concentrando esto en nuestro tema esencial, la vejez y

la enfermedad (artritis reumatoide), son enemigos acérrimos de la autoestima, aunque como ya bien se explicó, no todos tienen la misma forma de ver y afrontar las situaciones, se encuentra (como se expuso en la primera parte de éste documento) que mínimo el 40% de éstos enfermos sufren de depresión debido a ésta situaciones. Haciendo referencia a éste porcentaje de personas que deciden afrontar la situación de manera exigente, cuando la persona experimenta un discapacidad motriz que limita sus actividades vitales y a su vez en consecuencia limita también sus posibles actividades socioeconómicas, éstas personas tienden a percibirse a sí mismo poco eficiente e innecesario. Éste menoscabo en la autoestima implica que la persona adulta mayor se retraiga y se aleje de las funciones y roles que puede desempeñar en la sociedad, además pueda dejarse llevar por el sedentarismo y la inactividad, lo que provoca daños severos en su autoestima y en su condición física, sobre todo porque ya no siente que se le dé importancia a su función dentro de la sociedad y le provoque un nivel de ansiedad peligroso para su salud física y emocional.

Que lleguen a tener éste tipo de emociones como ya se explicó anteriormente tiene que ver generalmente con sus vivencias y convicciones, hablando psicológicamente, en la mayoría de los casos las familias sienten satisfacción en brindar cuidados a sus seres queridos, para otros representan un carga, una complicación o un conflicto, ya sea por motivos laborales, socio-económicos o quizá trastornos o impotencia de cómo poder enfrentar condiciones paliativas y de precaución, en muchos casos también, aunque los familiares se presenten entusiastas y serviciales los enfermos pueden seguir teniendo sentimientos de tristeza y éstos se pueden deber a haber tenido siempre una vida muy activa que de pronto se vio detenida.

Un aporte para la solución de los problemas relacionados con el envejecimiento de la población constituye ciertamente en la inserción efectiva del adulto mayor en la sociedad, utilizando la aportación de la experiencia, conocimiento y sabiduría que él puede ofrecer, de ésta manera sigue siendo indispensable que el adulto mayor se sienta en óptimas condiciones físicas y mentales para poder seguir siendo parte activa de la sociedad y de él mismo.

# Objetivo **general**



El objetivo es generar una propuesta de órtesis para personas con la enfermedad crónico degenerativa, artritis reumatoide.

La órtesis, según definición de la ISO, es un apoyo u otro dispositivo externo aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético.(11)

El término se usa para denominar aparatos o dispositivos, férulas, ayudas técnicas y soportes usados en ortopedia y fisioterapia que corrigen o facilitan la ejecución de una acción, actividad o desplazamiento, procurando ahorro de energía y mayor seguridad. Sirven para sostener, alinear o corregir deformidades y para mejorar la función del aparato locomotor.

Se diferencian de las prótesis al no sustituir un órgano o miembro con incapacidad física, invalidez o disimetría, o parte del mismo, sino reemplazar o reforzar parcial o totalmente sus funciones por extensión del objeto (órtesis).

Entonces se tiene la expectativa de lograr significativamente soporte a las articulaciones y ligamentos así como ejercitar continuamente las mismas, limitando considerablemente el avance de la enfermedad y posibilitando una vida normal con la movilidad normal para nunca privar al usuario de independencia y así mismo mejorar su autoestima, su inserción en la sociedad y su calidad de vida y el de la sociedad a su alrededor.

### **Ponderación.**

Los parámetros que maneja la metodología empleada en el “Centro de Investigación de Diseño Industrial” son los siguientes, los cuales se acomodan prioritariamente para el objeto a diseñar:

- Función
- Ergonomía
- Estética
- Producción

## **Expectativas y parámetros.**

*Objetivo general.*

---

11. Levy, Ana Esther y Cortés Barragán, José Manuel . Ortopodología y aparato locomotor: ortopedia de pie y tobillo. Elsevier España, 2003.

Debe de poder gozar de las posiciones básicas de la mano funcional:

- Pinza de precisión. Se realizan en general movimientos motriz finos con la sujeción de objetos más delgados, indispensable para las actividades de la vida diaria tal como la toma de cubiertos para alimentarse, escribir, abrir una puerta con una llave, abrocharse un botón, subir una cremallera, etc.
- Empuñadura fuerte. Para coger y/o apretar objetos más gruesos y realizar actividades como tomar un vaso, cepillarse cabello y dientes, barrer, tomar un bastón o cualquier aparato de apoyo para caminar.
- Agarre de gancho. Para jalar cosas, abrir gavetas, cargar, es muy parecido a la empuñadura fuerte, pero el dedo pulgar no toma partida.
- Agarre palmar. Postura para poder levantarse de la silla.

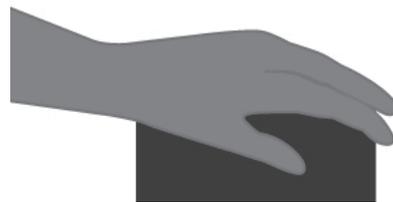
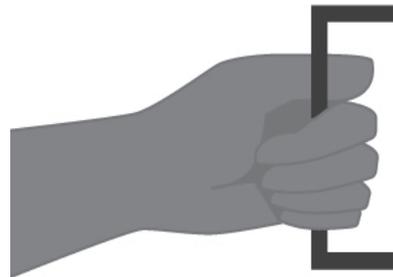
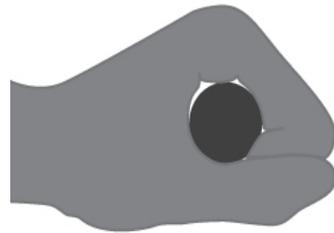
Es decir que debe de brindar soporte, guía y ejercicio leve continuo, a fin de no dejar avanzar a la enfermedad y poder tener una vida sana funcional.

Además hay que considerar:

- Livianidad. A fin de que no fatigue al usuario.
- Simplicidad. El mayor entendimiento posible del objeto sin tanto entrenamiento.
- Confort. Ergonómico, que sea sienta como algo natural.
- Durabilidad. Con el mayor tiempo de vida efectiva, para reducir gastos.
- Limpia, que se pueda lavar y secar al instante.

Desde el punto de vista médico, la ferulización efectiva debe de:

- Dar reposo y estabilización articular.
- Protección articular.
- Control de posturas viciosas





Productos

**existentes**

El estudio de la efectividad de las férulas para muñeca y mano en individuos con artritis reumatoide es una proposición compleja. En general, se da a los pacientes instrucciones de usar las férulas durante las actividades que ellos consideren pesadas. Sin embargo, se reconoce que estas férulas pueden limitar la destreza que requieren ciertas actividades, o que las férulas pueden ensuciarse demasiado como para ser prácticas. Por consiguiente, el tiempo de uso y la cantidad y el tipo de estrés sobre las articulaciones pueden variar ampliamente entre los participantes en estudio (12), según los tipos de actividades que realizan generalmente. Se han realizado esfuerzos para estandarizar el tiempo de uso en algunos estudios (ej. mediante solicitud de uso de las férulas durante al menos cuatro horas por día), pero ha sido más difícil estandarizar la cantidad de estrés en las articulaciones. Puede no ser realista suponer que el estrés en la articulación se promediará en los grupos tratados y de control si, p.ej. el grupo con férula tiende a sentirse más seguro con actividades pesadas y está por consiguiente expuesto a mayor estrés en la articulación. En los estudios de férulas de reposo, después de un mes de uso los participantes prefirieron usar una férula (acolchada) a ninguna férula.

La dificultad del estudio de efectividad de las férulas para muñeca y mano en la artritis reumatoide se ilustra aún más con férulas de reposo para muñeca y mano. Estas férulas están diseñadas para proporcionar alivio del dolor mediante la inmovilización de las articulaciones inflamadas activamente. Dado el curso fluctuante de la enfermedad, es difícil saber cuál debe ser la duración del seguimiento cuando el alivio del dolor es probablemente evidente durante los momentos de inflamación articular activa.

---

12. Egan M, Brosseau L, Farmer M, Ouimet MA, Rees S, Wells G, Tugwell P Férulas y ortosis para el tratamiento de la artritis reumatoide (Revisión Cochrane traducida). En: La Biblioteca Cochrane Plus, 2008 Número 4. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de The Cochrane Library, 2008 Issue 3. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).

## **Análisis.**

*Productos existentes.*



Las órtesis estáticas previenen el movimiento y, por tanto, permiten el reposo de la parte inmovilizada. Debe moldearse anatómicamente según los contornos de la parte incluida y no debe ejercer presiones indebidas sobre prominencias óseas o en áreas por donde discurren paquetes vasculonerviosos. Éstas son usadas en la AR durante los brotes o como descanso nocturno, inmovilizando la mano en postura funcional para evitar posturas viciosas.

En general este tipo de órtesis no ha sufrido a lo largo del tiempo grandes cambios formales ni estéticos, ya que se basan únicamente en su función y aún así quedan puntos muy visibles de oportunidad de mejora tanto funcionales como estéticos, ya que anulan por completo la sensibilidad de la mano y algunas son muy estorbosas, sobre todo si se utiliza para dormir.

## **Análisis.**

*Productos existentes.*



Las órtesis o férulas dinámicas permiten, guían, limitan o resisten movimientos específicos y previenen movimientos determinados. Pueden utilizar fuentes internas de fuerza (acción muscular) o fuentes externas (bandas de caucho, resortes, barras de tensión o fuentes eléctricas o electrónicas). Para la AR son utilizadas para rehabilitación después de una operación o para fortalecer las articulaciones y ligamentos.

Estos ejemplos, como habíamos mencionado anteriormente tienen diferentes funciones y se utilizan por determinado tiempo, aunque sería ideal que brindaran todo el día soporte, guía y ejercicio continuo, no es recomendable un largo periodo de uso, ya que sus formas y materiales limitan la destreza, limitan la sensibilidad, tienen a dar soporte a la vez que estresan a las articulaciones por su presión sobre ellas, se ensucian fácilmente sin posibilidad de lavar y secar al instante y son estéticamente pobres.

## Comparación Materiales.

*Productos existentes.*

Tabla comparativa (13).

Características más destacadas del material	Venda enyesada	PVC	Bambú	Cuero	Metal	Polipropileno	Polietileno	Acrílico	Neopreno
Costo	+	0	+	+	+	-	-	-	0
Tiempo de elaboración	+	0	0	-	-	-	-	-	-
Resistencia	+	+	0	-	-	-	+	+	+
Dureza	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Facilidad para limpiar	-	+	0	-	+	+	+	+	+
Facilidad para modificar	0	-	+	+	0	-	+	-	0
Habilidades y herramientas localmente disponibles	0	-	+	+	+	-	-	-	0
Peso	0	+	+	+	-	+	0	+	0
Buena adaptación a la mano del paciente	+	-	-	+	0	+	+	+	+
<b>Referencias (+) ventaja con respecto a otros materiales</b> <b>(0) neutral</b> <b>(-) desventaja con respecto a otros materiales</b>									

13. Egan M, Brosseau L, Farmer M, Ouimet MA, Rees S, Wells G, Tugwell P Férulas y ortosis para el tratamiento de la artritis reumatoide (Revisión Cochrane traducida). En: La Biblioteca Cochrane Plus, 2008 Número 4. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de The Cochrane Library, 2008 Issue 3. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).

# Descripción

# **usuario**





Imagen Mano. (Tomada de Riva A (ed.). *Flesh and Wax. The Clemente Sisuni's anatomical models in the University of Cagliari*, Editorial Ilisso, Florencia, Italia (2007) 150.)

La mano es una herramienta mecánica y sensitiva; el cerebro dirige la mano, pero también la mano ha modificado el cerebro del hombre. Por lo tanto, constituye una pareja funcional in disociable, es gracias a la proximidad de esta ínter relación que el hombre puede modificar la naturaleza según sus designios e imponerse a todas las especies terrestres vivientes, lo que compromete excesivamente su responsabilidad.

La mano anatómicamente es la región de la extremidad superior distal a la articulación de la muñeca. Se subdivide en tres partes:

1. Dedos: \_\_\_\_\_

14 huesos denominados falanges, se dividen en

- distal \_\_\_\_\_
- medial \_\_\_\_\_
- proximal \_\_\_\_\_

2. Metacarpo: \_\_\_\_\_

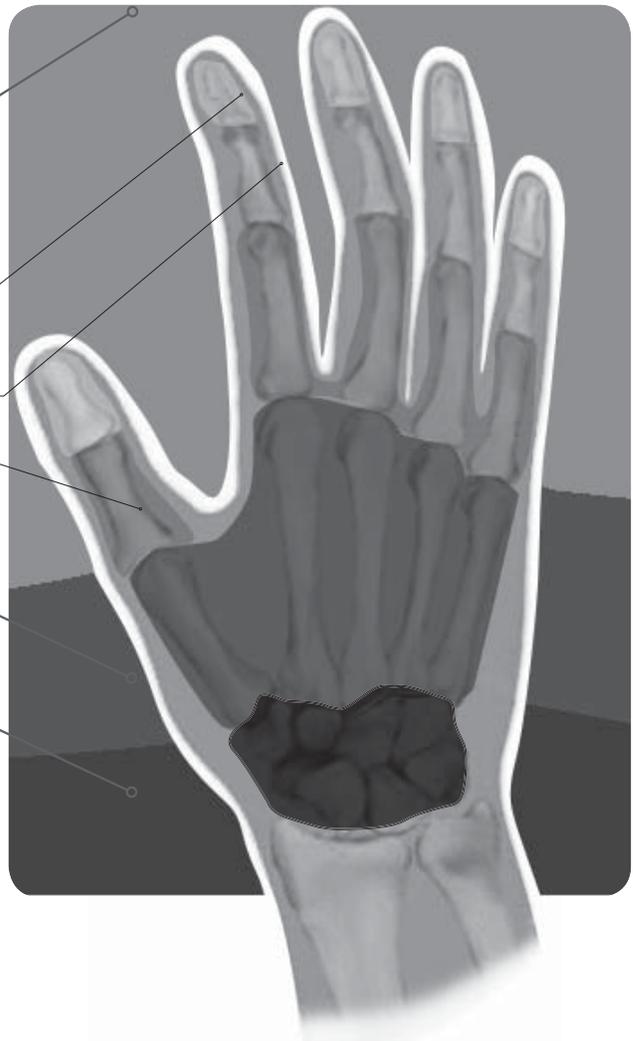
- 5 huesos metacarpianos.

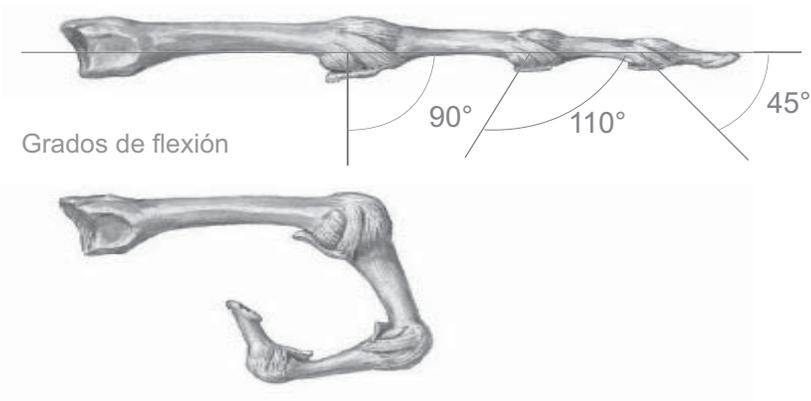
3. Muñeca: \_\_\_\_\_

- 8 huesos carpianos.

## Anatomía de la mano.

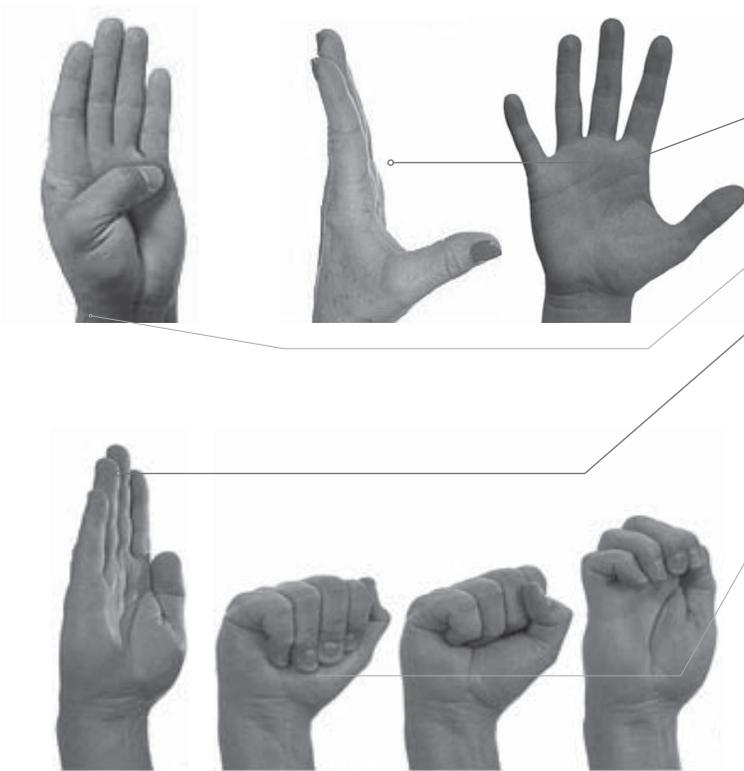
*Descripción del usuario.*





En cada dedo la falange proximal se articula con la media y ésta con la distal, a excepción del dedo pulgar que tiene sólo la proximal y la distal. Las articulaciones interfalángicas permaneces unidas por una cápsula articular fibrosa, reforzada en su cara palmar y por dos ligamentos laterales. Cada una de las articulaciones interfalángicas presenta su correspondiente líquido sinovial.

Básicamente los movimientos de los dedos de la mano son:



- Abducción.
- Aducción.
- Extensión.
- Flexión.

Los dedos de la mano humana presentan características de movimientos que limitan los grados de flexión existentes entre cada una de las uniones falángicas. Estas características condicionan el comportamiento dinámico de los dedos.

Los grados permitidos de flexión de una falange sana son:

- Articulación metacarpofalángica 90°.
- Articulación interfalángica proximal (IFP) 110°
- Articulación interfalángica distal (IFD) 45°

## Anatomía de la mano con AR

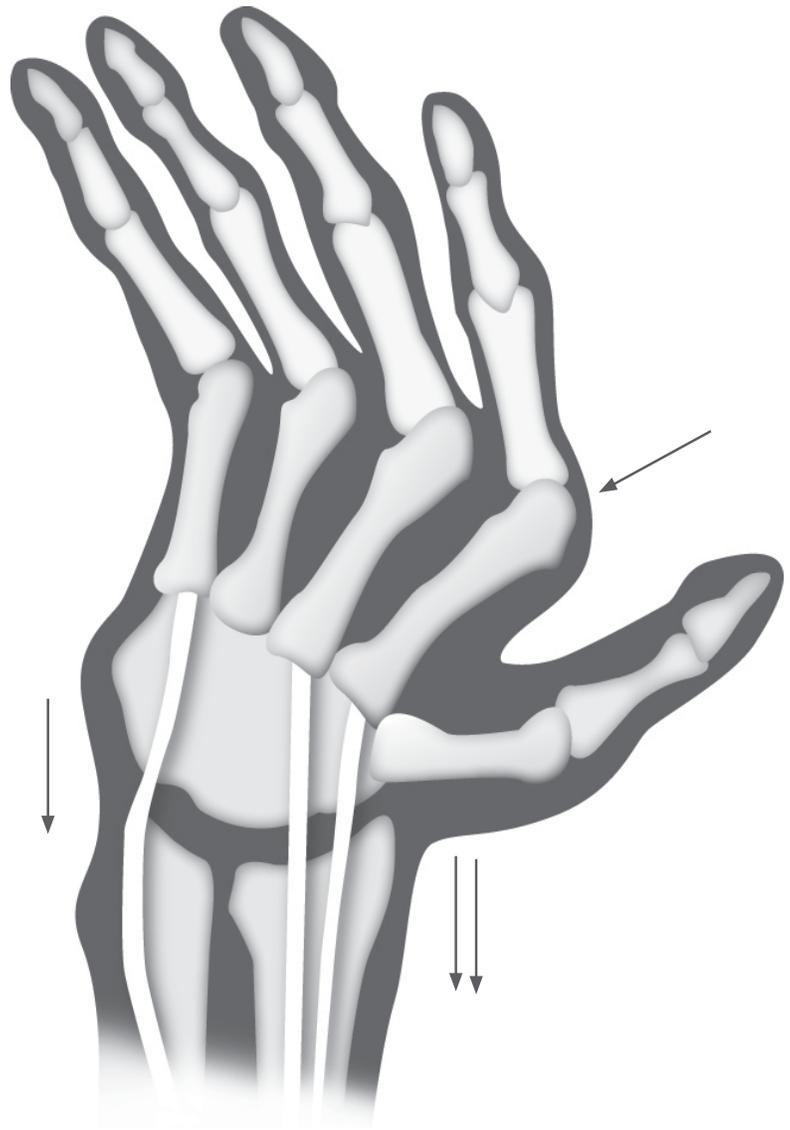
La mano junto con el resto del cuerpo humano es un diseño perfecto cuando éste goza de su funcionamiento correcto, en el caso de los enfermos de AR ésta perfección, como ya se ha explicado brevemente en la problemática, se va deformando dependiendo del paciente y su grado de enfermedad.

La enfermedad comienza afectando a la sinovial. En una fase más evolucionada los escasos medios de sujeción entre las diferentes estructuras se verán invadidos y debilitados, con lo que las deformidades harán su aparición hasta llegar a una fase final de destrucción.

En los estados más iniciales de la enfermedad únicamente se observará sinovitis (inflamación aguda o crónica de la membrana sinovial en las articulaciones). Las articulaciones aparecerán tumefactas, dolorosas y como consecuencia de la afectación sinovial a nivel de las inserciones ligamentosas, acabará produciéndose una distensión de los mismos.

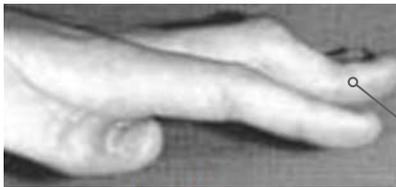
La sinovitis tendinosa afecta a extensores y a flexores e incluso existe el riesgo de compresión de nervio, lo que supone importantes secuelas.

La deformidad de cuello de cisne puede ser sólo en los dedos sin la muñeca, pero si la muñeca se ve afectada es prácticamente un hecho que va acompañada de dedos de cuello de cisne, ya que el desplazamiento óseo en la muñeca favorece la desviación cubital de las metacarpofalángicas.





La deformidad de cuello de cisne se caracteriza por la hiperextensión de la IFP y la flexión de la IFD, la flexión de la articulación metacarpofalángica (MCF) puede ser parte de la deformidad. Están descritos varios tipos en base al grado de reductibilidad, en general, se pueden dividir en flexibles, corregibles pasivamente; rígidos, superficies articulares más o menos destruidas. Ésta deformación es limitante y progresiva pues dificulta la flexión de los dedos y la toma digitopalmar.



Deformidad en Boutonnière se refiere a la flexión de la IFP con hiperextensión de la IFD. Esta deformidad es menos incapacitante en el plano funcional que la de cuello de cisne porque permite el movimiento de agarre durante mucho tiempo.



Dedo en Martillo es la deformidad por flexión de la IFD provocada por la rotura subcutánea del tendón extensor en su inserción en la falange distal. Evoluciona a irreductible por retracción de la placa palmar. Puede ocasionar secundariamente un cuello de cisne por hiperextensión de la IFP. Es poco molesta desde el punto de vista funcional.



La deformidades del pulgar, muy frecuentemente lesionado en la AR, puede presentar dos grandes deformidades que comprometen la toma polidigital:

- Pulgar en Z. Es el más frecuente, se caracteriza por la flexión de la MF o subluxación palmar de la FP y la hiperextensión IF.
- Pulgar adductus. La segunda en frecuencia. Subluxación o luxación dorsal y radial de la articulación carpometacarpiana (TMC), contractura en aducción del primer MTC, hiperextensión de la articulación metacarpofalángica y flexión de la interfalángica.



## **Conclusión.**

*Descripción del usuario.*

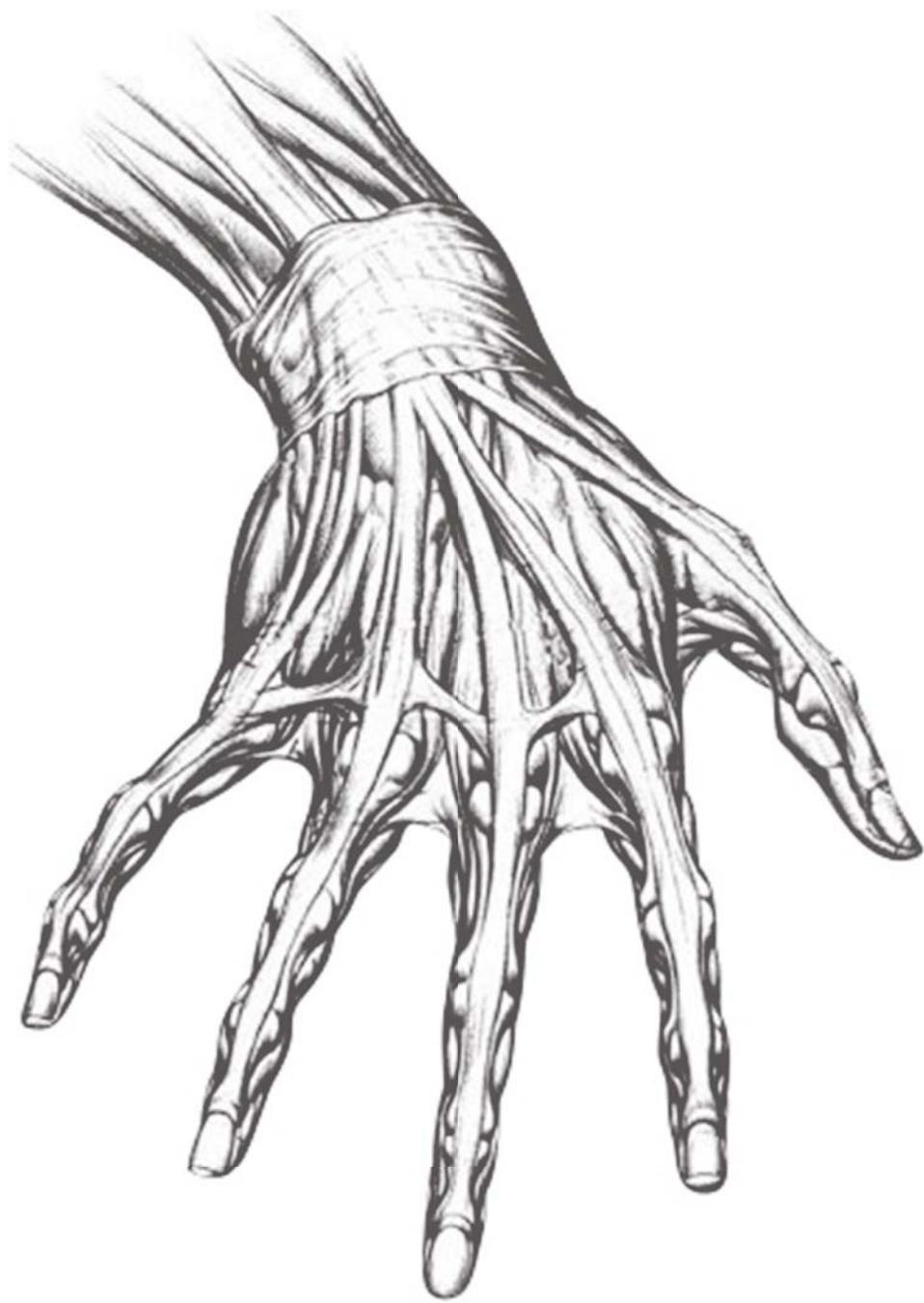
La afectación de las manos en la artritis reumatoide supone una importante repercusión funcional para el paciente en sus actividades de la vida diaria, sin embargo, es posible nunca llegar a este punto crítico por medio atención médica, que implica el uso continuo de medicamentos, el fortalecimiento de las articulaciones y ligamentos por medio de ejercicios y el uso de férulas que brinden soporte y guía según las necesidades del día a día.

Después de la previa investigación y análisis, la oportunidad de innovación es clara en el área de la férula y el ejercicio, en consecuencia de los problemas en las férulas, aún muchas personas que llegan a una situación crítica; su uso, funcionalidad y ergonomía merman significativamente el avance contra dicha enfermedad.





# Proceso **Diseño**



Las primeras ideas surgieron de las conclusiones del análisis previo, en primera instancia se busca la integración de una órtesis dinámica con una estática, es decir que pueda ejercitar las articulaciones y ligamentos de manera constante y sin tanta presión y que brinde en los momentos necesarios reposo absoluto.

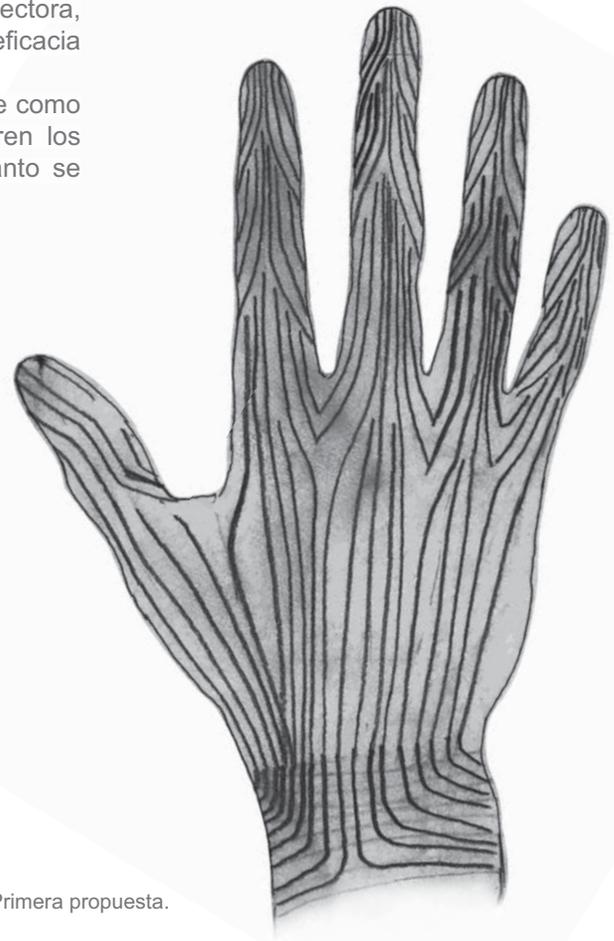
Por lo que a través de un guante sumamente delgado, tipo guantes látex con nervaduras del mismo material se simularan los ligamentos naturales de la mano para darles soporte, ejercitar al mismo tiempo y de manera constante.

Muy similar al concepto exoesqueleto, el esqueleto externo que recubre la superficie, donde cumple una función protectora, y mecánica, proporcionando el sostén necesario para la eficacia del aparato muscular.

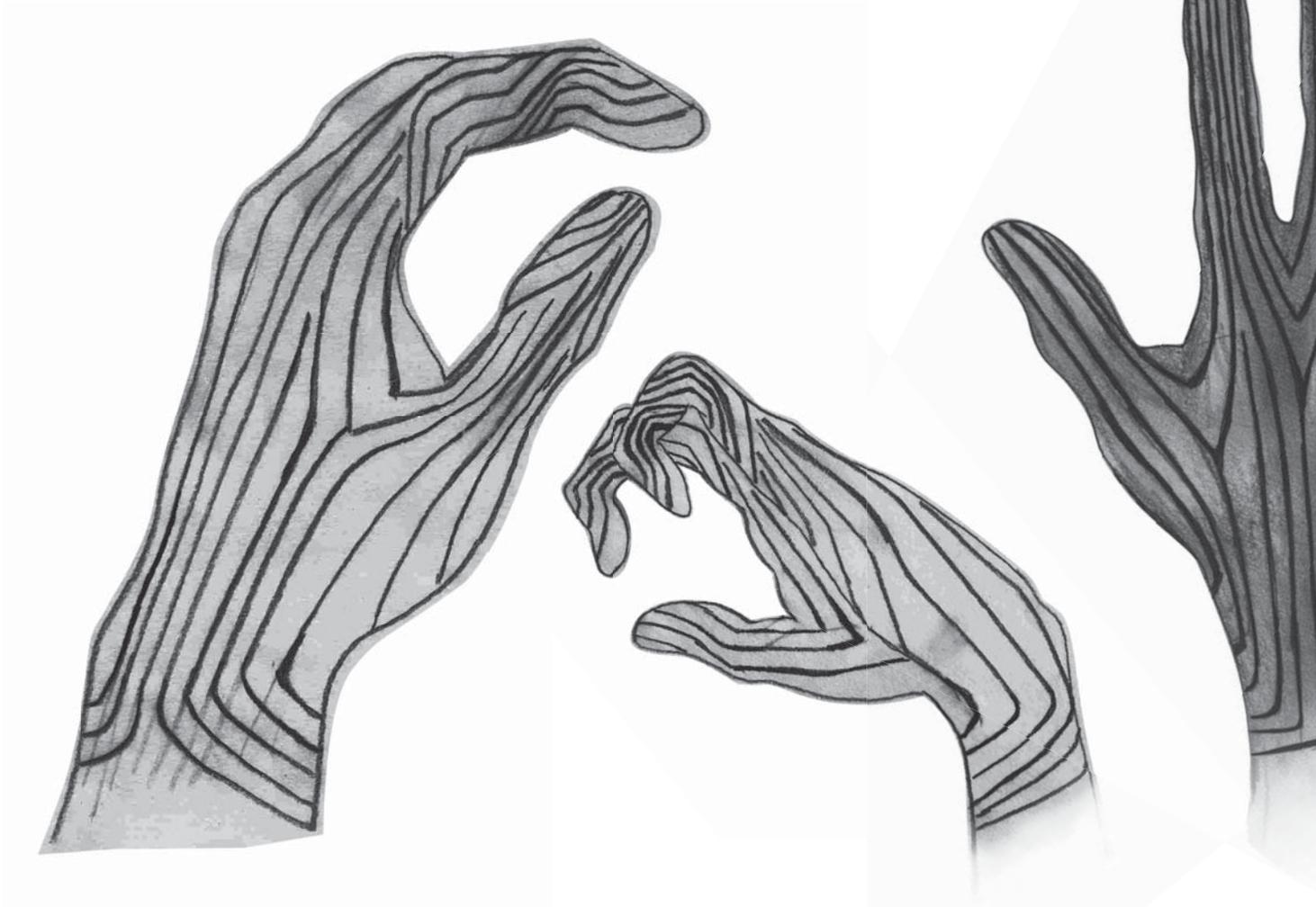
Así se intenta imitar los ligamentos de la mano, ya que como se definió anteriormente, las deformaciones no las sufren los huesos, sino los ligamentos que se distienden y por tanto se pierde la forma natural de la mano.

## Primeras propuestas

*Proceso de diseño.*



Boceto. Primera propuesta.



El problema en ésta primera idea es, que al igual que las órtesis comunes, limitan la sensibilidad del usuario en la palma de la mano, por lo que las vuelve incómodas y no viable de usar por periodos muy largos.

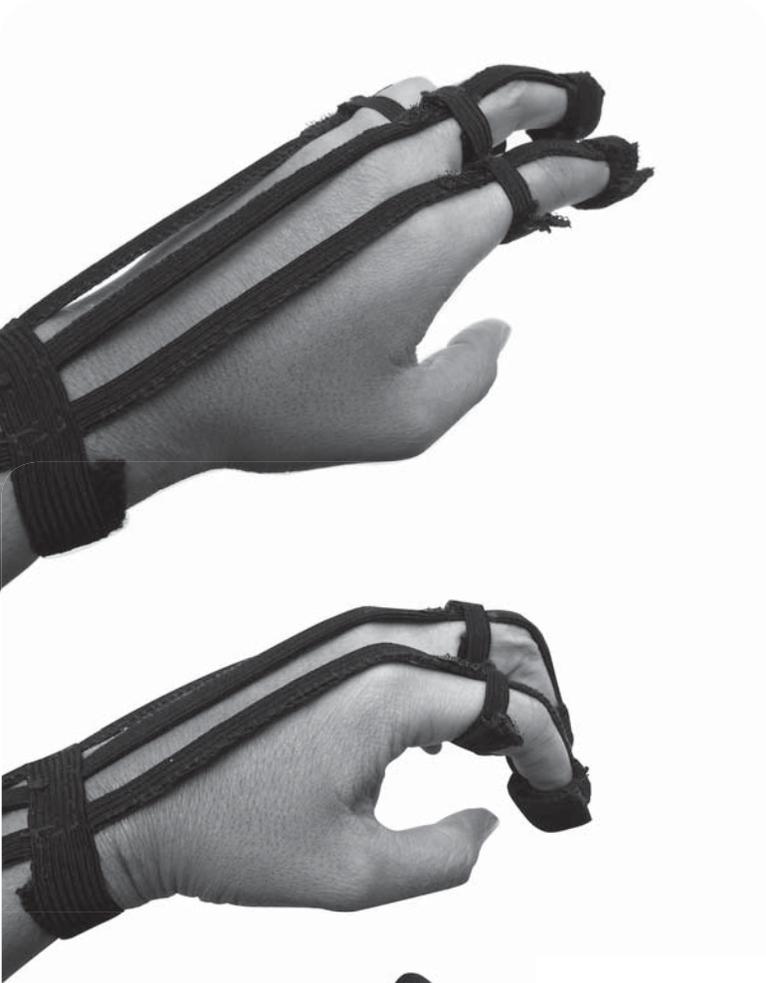
Las coyunturas también sufren al tener material en esas partes, entonces al doblar los dedos se vuelven dolorosas. Finalmente el material donde no tiene venas aunque puede ser un material muy fuerte tiende a ser un objeto con corte vida útil.

## Primeras propuestas

*Proceso de diseño.*



Después de hacer algunas pruebas con un guante de lates, fue claro que la parte de la palma de la mano es prescindible, ya que no hace ningún esfuerzo en referencia a los ligamentos, y a demás como se expuso limita la sensibilidad y destreza, por lo que su única función era mantener junta la estructura de nervaduras (ligamentos) así que evoluciono a ligamentos aislados uno del otro y sujetados de puntos estratégicos que no tocaran las coyunturas para un mejor ergonomía.



Del simulador como lo podemos ver en las imágenes, se encontró lo siguiente:

La sujeción de los “ligamentos” artificiales a los dedos, aunque no estorban el doblar de la articulación, limitan y estorban el movimiento natural de la mano.

Los ligamentos tienen a desplazarse a los lados en los nudillos haciendo muy volátil.

Como resultado a favor, el soporte y ejercicio que se pretendía lograr fue positivo, ya que para un uso continuo de largo periodo de uso, incluso todo el día, ejerce una tensión ligera que no cansa al usuario; además de tener la sensibilidad de tacto de una mano normal activa.

Fotografías. Diferentes vistas simulador.



Como segunda prueba se quito el cinturón de la falange proximal, lo cual resulto mucho más cómodo para el usuario y el objeto continua cumpliendo con su función.

En la ésta secuencia de fotos, se logra apreciar con más claridad la función que tiene cada una de los llamados ligamentos artificiales, cuando la mano está en posición natural la órtesis brinda apoyo, conforme las articulaciones se doblan, la órtesis al igual que los ligamentos naturales, ejercen un esfuerzo de tensión a fin de que los dedos regresen a su posición natural, a la vez que ejercitan todo el aparato osteomuscular (huesos, cartílagos, ligamentos, tendones) de la mano por la acción de tensión extra y por tanto fuerza extra de la mano para hacer los movimientos naturales de la vida cotidiana.



Fotografías. Secuencia de articulación.

## Simulador.

*Proceso de diseño.*





Bocetos. Nuevas propuestas.

## Reconfiguración.

*Proceso de diseño.*

En la nueva propuesta, fue necesario hacer ranuras en los nudillos, a fin de que cuando se doblen las articulaciones la órtesis se mantenga en su lugar a demás que cada “ligamento” artificial estuviera atada a los dedos fue desechado, sustituyéndolo por un material que en la superficie de contacto de la piel tuviera más viscosidad y o pegamento para que se adhiriera a la piel sin necesidad de estar sujeto a ella, como ejemplo de material los implantes superficiales de seno.

A demás el dedal de cada ligamento esta a configurada media yema para no perder el tacto de las huellas digitales.

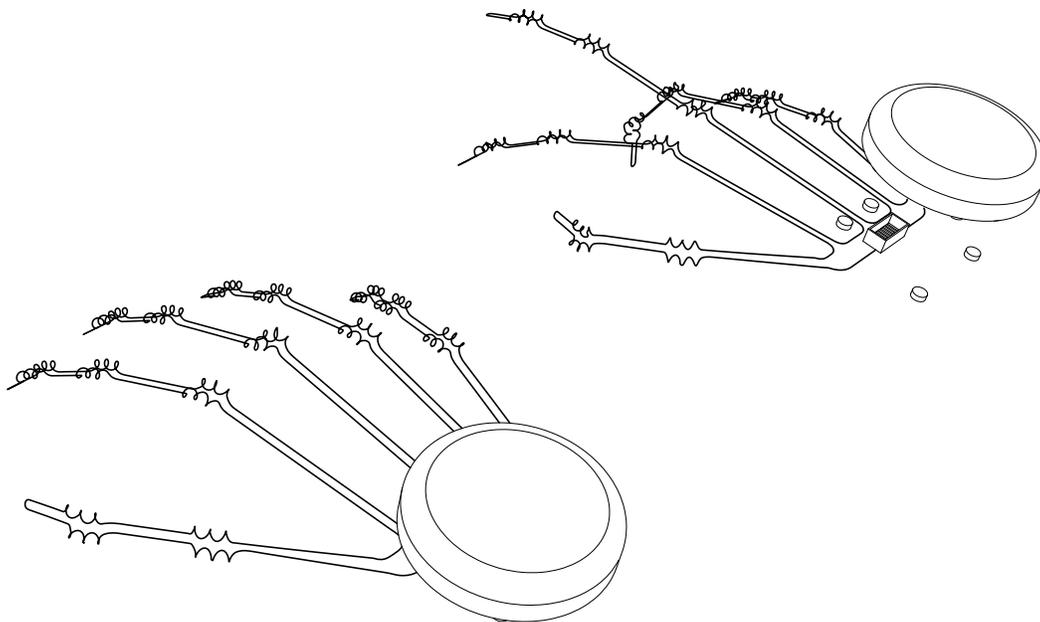


Para lograr la suma de la órtesis estática, se pensó en una estructura flexible que no limitara el movimiento pero que cuando se le aplicara energía se rigidizará (material con memoria de forma, alambre de Nitinol (15)) en una forma determinada para limitar el movimiento por completo y así esta órtesis sea también funcional en lapsos de brotes o bien como uso nocturno donde se necesita estática total en los dedos.

Funcionará a través de un calentamiento por energía proporcionada por una pila.

## Reconfiguración.

*Proceso de diseño.*



---

15. Nitinol. Aleación de níquel y titanio en proporciones casi equimolares y que tiene propiedades de memoria de forma espectaculares. La memoria de forma se manifiesta cuando, después de una deformación plástica, el material recupera su forma tras un calentamiento suave, debe sus propiedades a una transición de fase entre una estructura de tipo austenita y una de tipo martensita. La martensita (de baja temperatura) es una fase menos simétrica que la austenita (cúbica de cara centrada). Una vez que se ha generado por enfriamiento la fase martensita, se puede deformar fácilmente y de una forma plástica, pero la transformación por calentamiento recupera la UNICA estructura de tipo austenita posible. <http://www.ing.unlp.edu.ar/quimica/memoria.htm>

Se realizó un modelo funcional, para sentir el material y probar los detalles en el diseño como las ranuras en los nudillos, la sensibilidad de las yemas de los dedos y sobre todo la funcionalidad de la órtesis.

Los hallazgos fueron los siguientes:

- El material utilizado (silicón dureza 70) sirve pero genera aún mucha rigidez es necesario bajar la dureza.
- El grosor del material en algunas partes hace falta adelgazarlo por ergonomía.
- La ranura en los nudillos no hace falta, ya que las características del material permiten el acoplamiento adecuado a la mano, como una segunda piel.
- La elasticidad del material permite adaptarse fácilmente a tamaños diferentes de dedos, por lo que en lugar de tener una órtesis hecha a la medida se puede estandarizar el producto en pequeña, mediana y grande de hombres y mujeres sin perder la funcionalidad y ergonomía del mismo.
- Hace falta diseñar la parte que toca las yemas de los dedos para sustituir la uña y que facilite el agarre de cosas.
- Es necesario que la muñequera tenga un medio de ajuste.



Fotografías. Primer modelo funcional y detalle.

## Modelo funcional.

*Proceso de diseño.*



Estos bocetos representan la solución de los puntos a mejorar encontrados en el modelo funcional.

Se pensó que la parte que representa las falanges de la mano estén por aparte, de manera que la estandarización tuviera menos moldes y después se unieran a un brazalete que se puede ajustar con un sistema parecido a la correa de un reloj, pero productivamente es difícil tener tantas piezas que después se unan, implica más post procesos y sobre todo la unión del material puede no quedar del todo bien.

## **Rediseño.**

*Proceso de diseño.*



Boceto. Aquí las falanges llegan por los lados y se unen en un brazalete en la parte posterior de la muñeca.



Textura antiderrapante.



En este caso las falanges llegan por en frente al brazalete.





# Propuesta **Final**

## **Descripción general.**

### *Propuesta final.*

La propuesta final es la suma de todos los factores a considerar encontrados en la investigación teórica y práctica, simuladores, modelos, etc., en donde la estética y producción del producto y de acuerdo a la ponderación, están directamente ligadas a la función y ergonomía.

El aparato médico combina la órtesis dinámica y funcional existentes, atacando los problemas encontrados en el estudio previo, siendo así:

- Ejercita y da soporte a todo el sistema muscular de la mano.
- Inmoviliza parcialmente la mano cuando así se necesite, evitando malas posturas durante el descanso.
- Brinda calor a la mano, importante en momentos de brotes y uso nocturno.
- Tiene liberada las palmas de las manos y huellas dactilares para conservar la sensibilidad y libertad de la mano.
- No obstaculiza con las coyunturas de los dedos, permitiendo la correcta función de la mano.
- Se puede usar por tiempos prolongados sin interferir con las actividades diarias del usuario, incluyendo limpiarse las manos, etc.
- Visualmente puede ser un accesorio estético y a su vez un producto médico.
- Requiere una limpieza únicamente con una franela húmeda.
- Por las características y funciones de la órtesis, se puede usar también para otro tipo de enfermedades y o rehabilitación de la mano.
- El material es hipoalergénico, hecho para uso de piel.



Fotografía. Vista posterior.



Extensión

Flexión

Fotografía. Secuencia de férula en uso.

## **Función-ergonomía-estética.**

### *Propuesta final.*

La función está directamente ligada al material del que está hecha la férula, que es un silicón de platino flexible 00-50 hipoalergénico creado especialmente para el contacto con la piel; la principal característica por la que fue empleado es su elasticidad. Ésta propiedad hace posible el ejercicio del sistema muscular de la mano cuando está hace los movimientos de flexión y extensión (órtesis dinámica), principalmente ejercita los ligamentos que son los que sufren la distensión con la enfermedad (AR) provocando las deformaciones de los dedos.

El material tiene también en la parte que va a la piel un adhesivo de silicón también hipoalergénico, éste es necesario para fijar en el lugar correcto cada parte de la férula y sobretodo es lo que hace que de soporte y sostén a todo el aparato muscular de la mano; éste pegamento dura por tiempo prolongado, ya que aunque tiene el nombre de adhesivo es también un silicón con una carga química que lo vuelve viscoso por lo que no es un pegamento común que se seque o se desgaste con el tiempo, sólo se necesita tener cuidado para que no se llene de polvo o pelusas, así mismo se pega y despega fácilmente sin dejar residuos en la piel.



Para ser más clara la explicación voy a dividir la férula en dos partes:

A) “Dedos-metacarpio”, compuesto por 5 elementos (uno para cada dedo)

B) “Muñeca”, compuesto por el brazalete.

Los componentes de la parte A, se encuentran desde la punta del dedo hasta la muñeca, tienen una línea estética que va siguiendo la anatomía propia de la mano, ensanchando la figura en el área de los nudillos para abrazarlos con el material y sigue en línea hasta llegar al brazalete.

En la parte distal de los dedos entran éstos componentes en forma de dedal a media yema para conservar la sensibilidad de ésta área. Tiene líneas a forma de textura antiderrapante que facilita el agarre de objetos especialmente pequeños y o delgados como hojas de papel.



Fotografía. Detalle de textura y media yema de dedal .

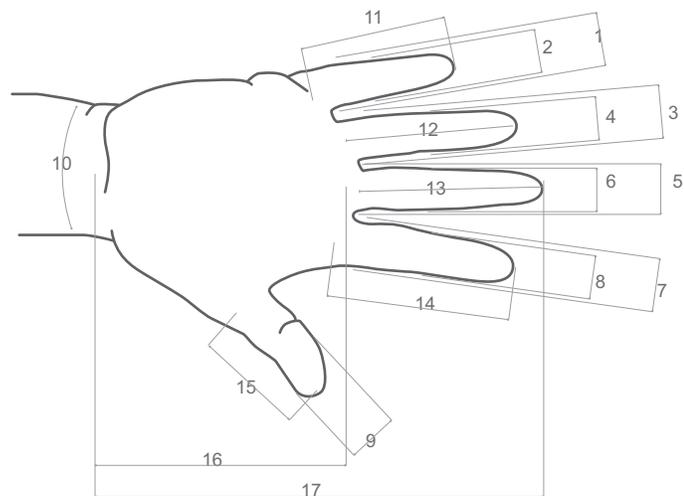


Los 5 elementos de la parte A tienen una “vena” de alambre diámetro .7mm de NITINOL (15) ida y vuelta que le da alma al objeto y brinda resistencia y o rigidez (según sea el caso) en la posición natural de la mano-órtesis estática, como se explica posteriormente en el funcionamiento de la parte eléctrica del objeto.

Su configuración permite a su vez ser utilizado en el caso de rehabilitación de otras lesiones, operaciones etc; en éstas a veces sólo necesitan usar uno ó dos dedos pero usarla completa no perjudica, sino por el contrario fortalece todos los dedos de la mano, o bien y a excepción del dedo índice, es posible recortar los dedos que no se necesitan desde la compra y cerrar el circuito eléctrico para que siga funcionando de manera correcta.

Fotografía. Posicion natural de la mano .

Para poder estandarizar el objeto es necesario tener chico, mediano y grande de mujer y hombre y así atender las necesidades anatómicas de cada usuario. A continuación se presentan las medidas correspondientes a cada componente de acuerdo al estudio antropométrico tomado la Norma DIN 33 402. 2°, para el tamaño chico se tomará el percentil 5, mediano percentil 50 y grande percentil 95.



Medidas en cm		HOMBRES			MUJERES		
		5%	50%	95%	5%	50%	95%
1	Ancho del meñique en la palma de la mano	1.8	2.0	2.2	1.2	1.5	1.7
2	Ancho del meñique próximo de la yema	1.4	1.5	1.7	1.1	1.3	1.5
3	Ancho del anular en la palma de la mano	1.8	2.0	2.1	1.5	1.6	1.8
4	Ancho del anular próximo de la yema	1.5	1.7	1.9	1.3	1.4	1.6
5	Ancho del mayor en la palma de la mano	1.9	2.1	2.3	1.6	1.8	2.0
6	Ancho del mayor próximo de la yema	1.7	1.8	2.0	1.4	1.5	1.7
7	Ancho del índice en la palma de la mano	1.9	2.1	2.3	1.6	1.8	2.0
8	Ancho del índice próximo de la yema	1.7	1.8	2.0	1.3	1.5	1.7
9	Ancho del dedo pulgar	2.0	2.3	2.5	1.6	1.9	2.1
10	Perímetro de la articulación de la muñeca	16.1	17.6	18.9	14.6	16.0	17.7
11	Largo del dedo meñique	5.6	6.2	7.0	5.2	5.8	6.6
12	Largo del dedo anular	7.0	7.7	8.6	6.5	7.3	8.0
13	Largo del dedo mayor	7.5	8.3	9.2	6.9	7.7	8.5
14	Largo del dedo índice	6.8	7.5	8.3	6.2	6.9	7.6
15	Largo del dedo pulgar	6.0	6.7	7.6	5.2	6.0	6.9
16	Largo de la palma de la mano	10.1	10.9	11.7	9.1	10.0	10.8
17	Largo total del amano	17.0	18.6	20.1	15.9	17.4	19.0



La parte B es un brazalete que complementa a la parte A para darle más firmeza y tensión a toda la férula, siendo ésta la pieza que ajusta a la muñeca y hace que ocurra órtesis estática ya que contiene la parte eléctrica.

El modo de ajuste es a través de una pieza metálica que se encuentra en un extremo de la correa y el otro extremo viene liso y de un largo que ajustaría hasta la muñeca de percentil 95, al momento de adquirirla el vendedor con un suaje corta el excedente y perfora con el mismo el material de acuerdo a la medida de cada muñeca, éste posproceso se pensó así ya que el material es muy flexible y es necesario que ajuste perfectamente a la muñeca, por lo que es necesario no dar opciones de múltiples perforaciones de fábrica que den pie a apretar erróneamente lastimando la parte cubital del carpo, también la estética de la férula se mantiene limpia e impacta lo menos posible psicológicamente.

Fotografía. Vista posterior de la mano.



Aunque toda la parte electrónica se encuentra dentro de la férula, la batería se tiene por aparte, por razones de voltaje y amperaje que se explican en el apartado de electrónica. Usando las propiedades del material, que es muy flexible al igual que el de la férula, se abre la ranura y se inserta la pila comercial de 12 v Duracell.

En un extremo se conecta a la férula por la parte posterior y se coloca la pieza en el antebrazo; éste se ajusta a diferencia de la férula a través de unas láminas de metal que traen las correas en el interior, lo que las hacen flexibles pero con el suficiente cuerpo para detener y abrazar al antebrazo. Éste sistema de sujeción permite usarlo para diferentes medidas de brazo. A diferencia de la férula, éste no sufre ningún esfuerzo por que esa parte del brazo no se flexiona, extiende, etc. por lo tanto el ajuste no requiere ser exacto, ni fuerte, además de ser utilizado sólo en un periodo corto de aproximadamente una hora al día, o de acuerdo a las indicaciones del médico y durante la noche.



Fotografía con render. Detalle del componente batería.

La parte eléctrica del aparato médico ocurre como había mencionado en la muñeca:

- Primero se conecta la batería en la ranura posterior de la muñeca.
- Con un botón universal indicado con una textura en bajo relieve se enciende prendiendo una tablilla de leds que abarca sólo una parte de la textura del botón.
- Éste mismo botón al presionarlo regula el potenciómetro para subir o bajar la resistencia eléctrica y a su vez aumentar la fuerza que el usuario aplica al mover su mano para realizar ejercicio o mantenerla estática, según las recomendaciones médicas.

El potenciómetro está configurado en 6 pasos, de acuerdo al mínimo y máximo en el que el nitinol empieza a trabajar y se dividió en 6 partes para tener un rango de diferentes resistencias y el médico pueda recomendar el mejor para el usuario. El nivel 6 es el que se usará para mantener a la mano parcialmente rígida en posición natural. Se dice parcial porque la mano si se puede aún mover pero con gran esfuerzo.





Fotografías. Vista superior, detalle de textura.





Los colores propuestos y de acuerdo a la investigación son el azul, verde y hueso. El azul y verde son oscuros ya que como el material es traslúcido si se hacen colores claros se ven fosforescentes o muy brillantes y llama demasiado la atención influyendo negativamente en el impacto psicológico que las personas pueden tener por traer un artefacto médico externo a sí. Éstos tres colores fueron propuestos por ser un referente social y psicológico de salud y limpieza, el blanco también es un color con ésta referencia, pero por la naturaleza del material no fue propuesta ya que tiende a pegársele pelusas y puede verse sucio fácilmente.

El hueso en particular puede tender a mimetizarse un poco más en la piel de las personas, sin que se intente esconder y parezca por el contrario deformaciones de la piel.

Éste color hueso puede ser el más correcto y seleccionado por el usuario, personas de más de 40 años por como se dijo ser un color más neutro y discreto.

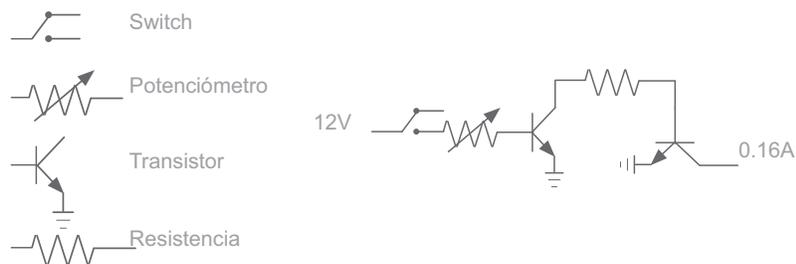
Fotografía. Selección de color.



## Electrónica.

*Propuesta final.*

El sistema eléctrico empieza a funcionar al conectar la pila y oprimir el botón universal, entonces la corriente empieza a transmitirse de la batería al potenciómetro, después al transistor, resistencia, y finalmente al nitinol el cual está puesto en cada dedo y conectado entre sí para formar un circuito.



Los 0.16 son los calculados con la siguiente fórmula y de acuerdo a especificaciones del material y la longitud utilizada de éste:

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} \quad I = \sqrt{\frac{2 \text{ w}}{75 \Omega}} = 0.16 \text{ A}$$

I - Corriente a salida del transistor.

P- Potencia para que trabaje el Nitinol: 2 w

R- Resistencia del Nitinol:  $0.5 \Omega$  por  $1\text{cm} \times 150\text{cm} = 75 \Omega$

La pila que se necesita es de 12V, usando una pila Duracell que mide  $8 \times 8 \times 28 \text{ mm}$ , el voltaje se obtiene de la fórmula:

$$V = \frac{P}{I} = \frac{2 \text{ w}}{0.16 \text{ A}} = 12 \text{ v}$$

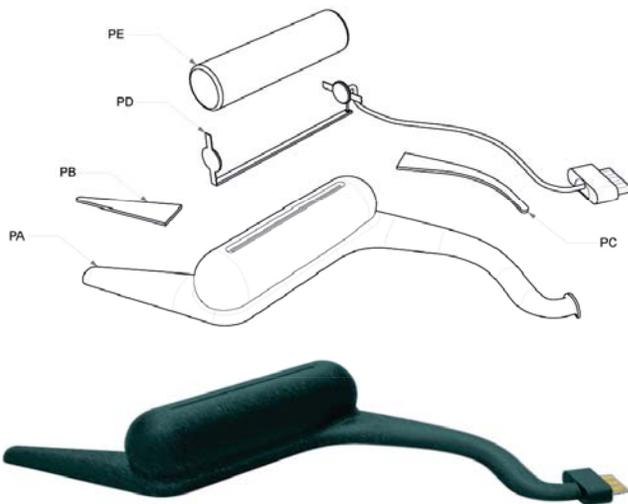
Ésta batería se coloca en el componente pila-conector, el cual tiene en su interior un sistema eléctrico sencillo de láminas para transmitir la energía y en su extremo tiene un conector de filamentos planos.

PA. Cuerpo de poliol

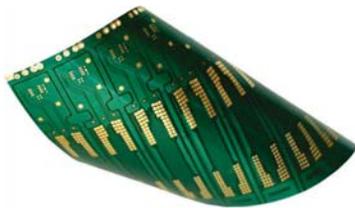
PB y PC. Láminas para rigidizar y abrazar el antebrazo.

PD. Sistema eléctrico de láminas.

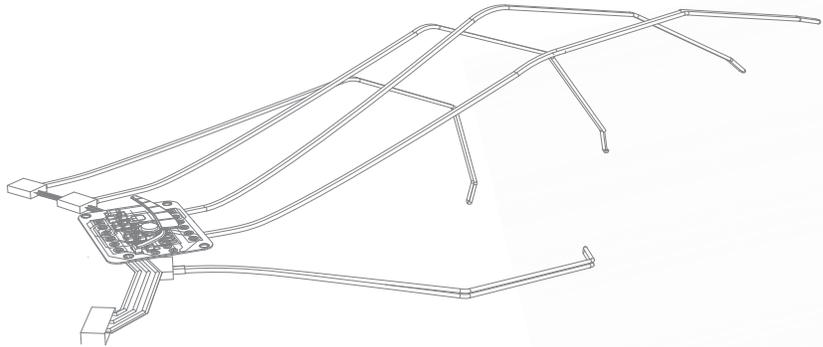
PE. Batería 12v



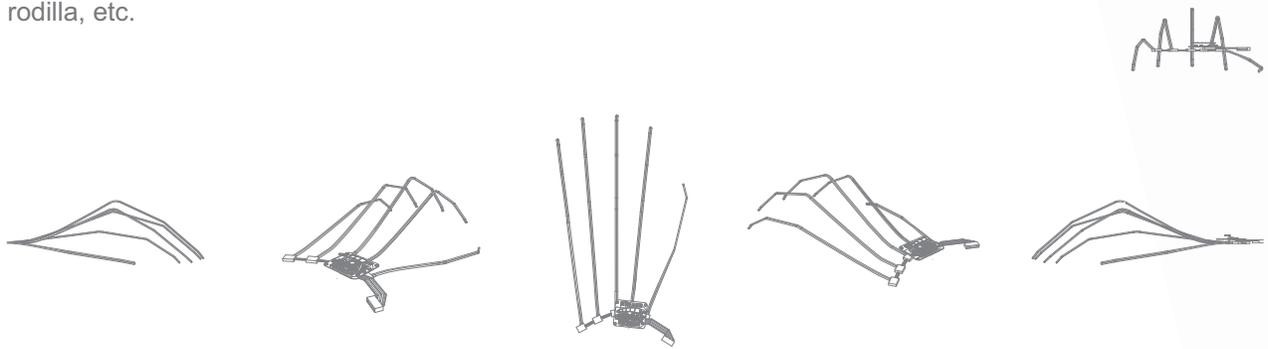
Todo el sistema electrónico que se describió anteriormente a excepción de la pila está incluido adentro del brazalete en un componente electrónico llamado PCB, éste es una base en donde se colocan las resistencias, transistores, etc, y a su vez se conectan entre sí, por la naturaleza del producto debe de ser flexible como lo muestra en la imagen.



La forma que el alambre de nitinol tendrá cuando le transfieran calor será el de la posición natural de la mano, esta forma se impone al material antes de haber sido introducido en el silicón; se expone a fuego directo con la forma deseada. Después de éste proceso y a temperatura ambiente el alambre es muy flexible y maleable, pero cuando se le pasa corriente eléctrica el material automáticamente empieza a trabajar para regresar a la forma dispuesta. El nitinol es un material muy fuerte incluso cuando sólo tiene 0.7 mm de diámetro y se duplica su fuerza al estar diseñado ida y vuelta en cada dedo. Por su efectividad es actualmente ya usado en varias productos, la mayoría médicos, como frenos dentales, sustitución interna de ligamentos como los de la rodilla, etc.



Esquema. Electrónica, nitinol flexible en movimiento.



Esquemas. Electrónica, nitinol con forma natural de la mano, forma adquirida con electricidad.

Foto. Electrónica, férula en uso.



Para fabricar la órtesis se necesita un molde de 2 piezas, corazón y posicionadores:

Molde pieza 1

Molde pieza 2

Corazón

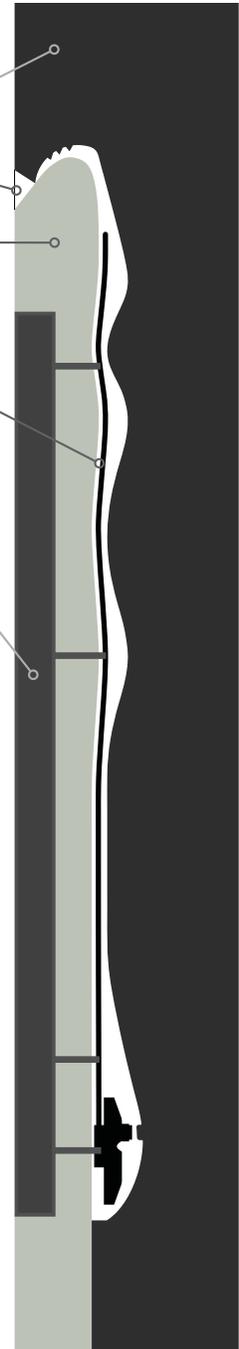
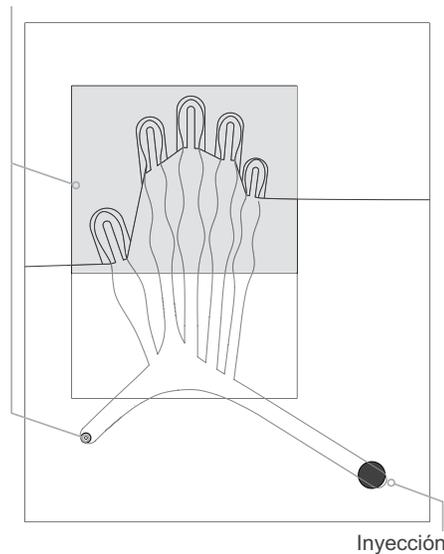
Posicionadores

Área de succión

Área de succión

Las dos partes del molde pueden ser de acero o igualmente de silicón con una base rígida y el corazón y posicionadores tendrán que ser necesariamente de acero por ser piezas que tienen partes delgadas.

El material como tiene dos componentes se unifica con un mezclador estático y se va inyectando en el molde mientras unos succionadores ayudan al material a llenar el molde, éstos se colocaron en donde puede ser más difícil hacer llegar el material y como están colocados a los extremos ayudan a llenar todo el molde de material. Se utilizan más menos 40 gramos de material para la férula chica y 50 para la grande.



## Producción. *Propuesta final.*

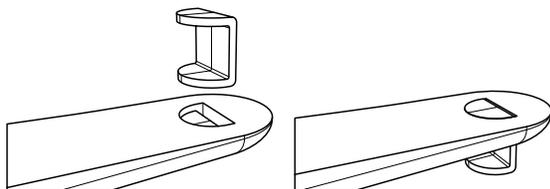
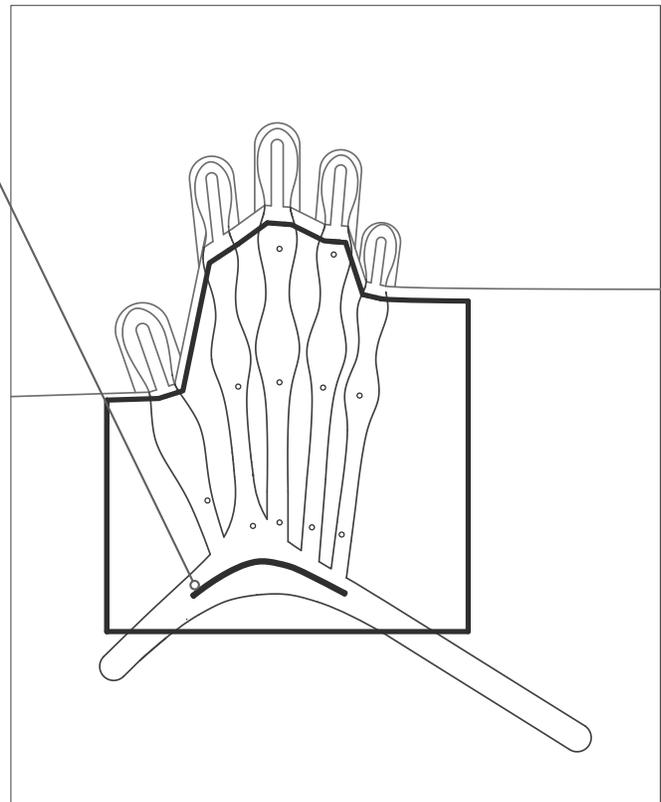
Después de ser inyectado el material, se le coloca calor para acelerar el proceso de vulcanizado además de hacerlo más resistente. La parte superior del molde y el componente con los posicionadores se retira y antes de sacar la pieza se aplica adhesivo de silicón por aspersión el cual se adhiere a la pieza por tener la misma base de platino, se vuelve a aplicar calor y una vez lista se retira la pieza del molde.

La flexibilidad del material hace posible abrir la pieza por el canal que tiene en la parte del brazaletes para extraer el corazón, dejando una cavidad en donde se introduce el alambre de nitinol y la electrónica por la misma ranura.

La electrónica debe, por seguridad, venir con una capa de aislante plástico para no poder acceder a ella a menos que así se necesite.

No se puede inyectar directamente con el alambre de nitinol ya que el silicón sufre durante su producción un calentamiento y el nitinol con esa temperatura tomaría la forma casi recta del molde con que se inyecta la férula y no conservaría las líneas de la mano natural y a su vez los moldes de la férula no pueden tener la forma natural de la mano ya que en ésta posición la órtesis en uso ya debe de tener tensión y de ser fabricada así no habría tal.

Ya lista la pieza con la electrónica se coloca el broche de metal ya doblado en su lugar y se empaca.



Finalmente, como se había explicado, cuando la férula es comprada se ajusta mediante un suaje que corta y perfora el exceso de correa de acuerdo a la medida de la muñeca del usuario, éste corte se hace con un suaje muy sencillo y económico que se le provee al distribuidor.

El porta pila se inyecta en un molde con las mismas características que el de la férula, dos piezas, corazón y posicionadores, pero en éste se inyecta uretano curado con polioli BULLTON 100, que tiene características similares al silicón de platino flexible 00-50 de la férula, sólo que este es más duro para que mantenga el cuerpo que necesita, también después de desmoldar la pieza se le agregan todos los elementos electrónicos que lleva, junto con unas láminas metálicas que permiten a las correas tener más cuerpo siendo aún maleable para abrazar al antebrazo y posicionar todo el elemento cuando se utilice.

Más que un empaque, es un estuche que cuida la férula para extender su vida útil. Se propone de polipropileno termoformado por ser un proceso accesible y económico que no traerá costos significativos al precio final.

Los colores pueden ser referentes a los colores de la órtesis o no, son colores en sí que tienen connotación psicológica de limpieza y salud.

Tiene espacio sólo para colocar la férula y el componente de la batería, así como un orificio para poder colgarlo en un aparador y una asa para poder cargarlo.

## Estuche.

*Propuesta final.*



Render. Propuesta empaque y colores.

Está diseñado para ser termoformado en una sola pieza, sin negativos.

También es un elemento ergonómico importante ya que está diseñada para hacer más fácil la colocación de la órtesis en la mano, dejando al abrirla y doblarla un ángulo de 45° evitando que la muñeca se gire por completo.

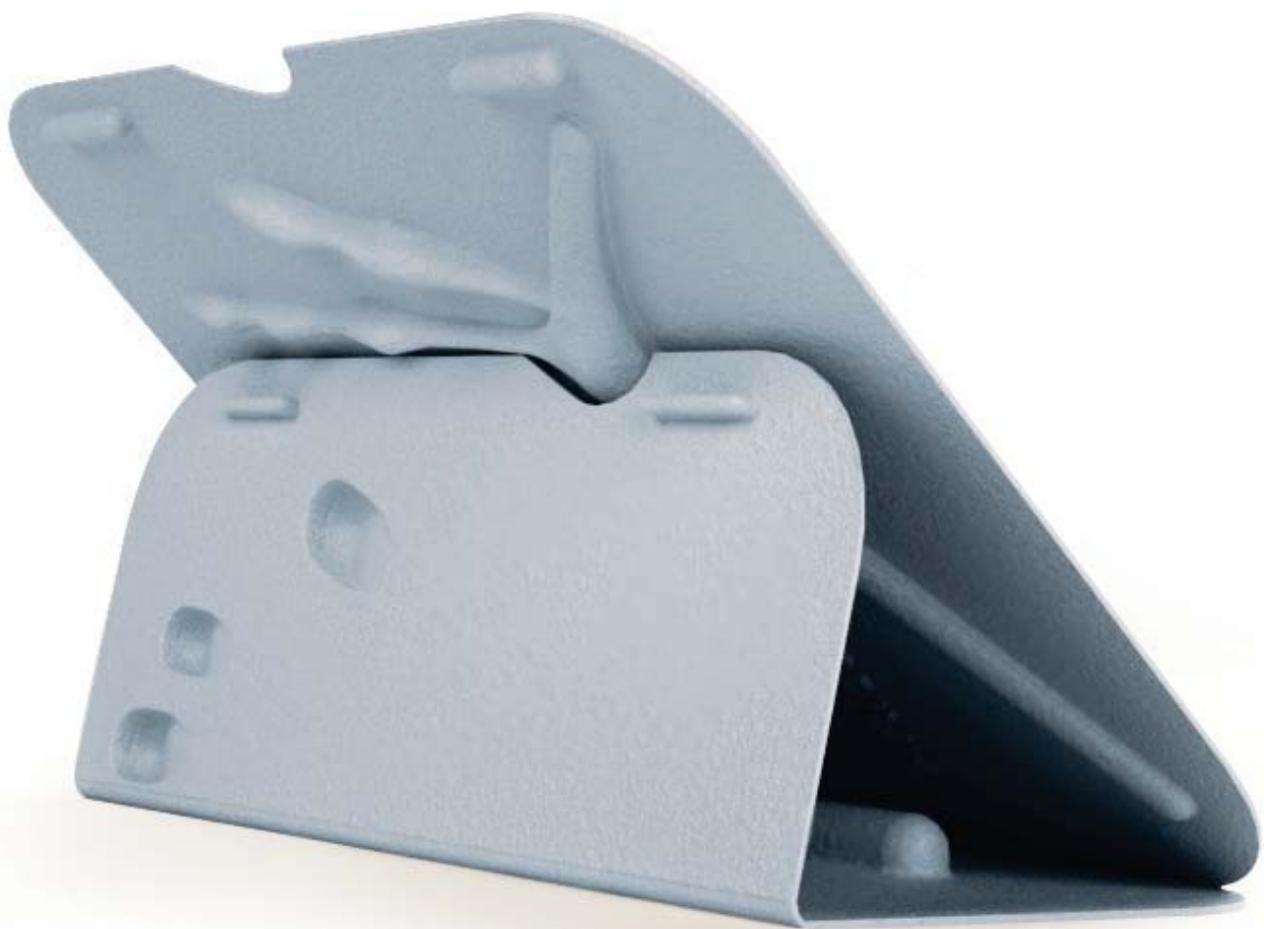
Los cortes que ayudan a abrir el empaque también evitan chocar con la textura positiva del brazaletes cuando éste se dobla y así detenerse sólo de la parte de los dedos.



Render. Desarrollo



Render. Empaque doblado a 45°



Detalle corte y tope.

## Costos

*Proyecto.*

Con las bitácoras y calendarios que se hicieron a lo largo del proyecto, se sacó un estimado de cuanto costaría el proyecto en relación al tiempo trabajado, el material utilizado para pruebas e indirectos 20% de acuerdo al Código Civil para el Distrito Federal vigente y que corresponden a los intangibles como luz, computadora, etc, así como la utilidad e impuestos que habría pagar, ya que el precio se refiere a un diseñador que trabaja por cuenta propia.

El estimado se sacó en base a semanas pagando 3,750 pesos por semana, es decir 15,000 pesos al mes, lo que corresponde a un salario promedio de un diseñador junior.

Material	Precio
Ligas	30
Fibra de vidrio 1 kl	54
Resina cristal 1 kl	61
Estopa 1 kl	43
Tines 2 lt	66
Gelcot 1kl	112.5
Pasta rellenedora 2kl	150
Silicón 1kl	286
Corian	250
12 Hras router	3600
Silicón molde 1kl	580
Silicón pieza 1kl	640
Pigmentos	430
Desmoldante	350
Pinceles 2	50
<b>Total</b>	<b>\$6,702.50</b>

Concepto	Tiempo
Investigación teórica/documentación	5 semanas
Investigación de campo/documentación	4 semanas
Bocetos	2 semanas
Análisis y conclusiones	2 días
Bocetos	1 semana
Análisis y conclusiones	1 día
Simulador	3 días
Análisis y conclusiones	1 día
Rediseño	1 semana
Prototipo 1	1 semana
Análisis y conclusiones	2 días
Prototipo 2	1 semana
Análisis y conclusiones	1 día
Rediseño	1 semana
Prototipo3	2 semanas
Análisis y conclusiones	2 días
Rediseño	3 semanas
Modelado 3D	1 semana
Prueba prototipo ruteado 3D	3 días
Análisis y conclusiones	1 día
Re- Modelado 3D	2 días
Ruteado 3D prototipo	2 días
Acabados/molde/vaciados	2 semanas
Fotos	2 días
Edición fotos	2 semanas
Planos	1 semana
Termino documento	4 semanas
<b>Total semanas</b>	<b>35.4 semanas</b>

\$3750 x semana	\$132,750.00
20% indirectos	\$26,550.00
10% utilidad	\$13,275.00
16% IVA	\$21,240.00
<b>Total</b>	<b>\$193,815.00</b>

<b>Total materiales y proyecto.</b>	<b>\$200,517.50</b>
-------------------------------------	---------------------

**Prototipo**  
*Propuesta final.*

Foto. Routeado 3D

De acuerdo al modelado digital, se routeo en 3D el modelo en positivo en corian, posteriormente se le hizo un acabado fino con chorro de arena.

A partir de esta pieza se generó un molde de silicón smooth-on mold flex para obtener el negativo. No fue posible hacer el molde en negativo desde el inicio ya que se necesita otro tipo de router numérico.

Finalmente y a partir del molde de silicón se generaron las piezas finales.



Foto. Vaciado de silicón para molde y molde listo.

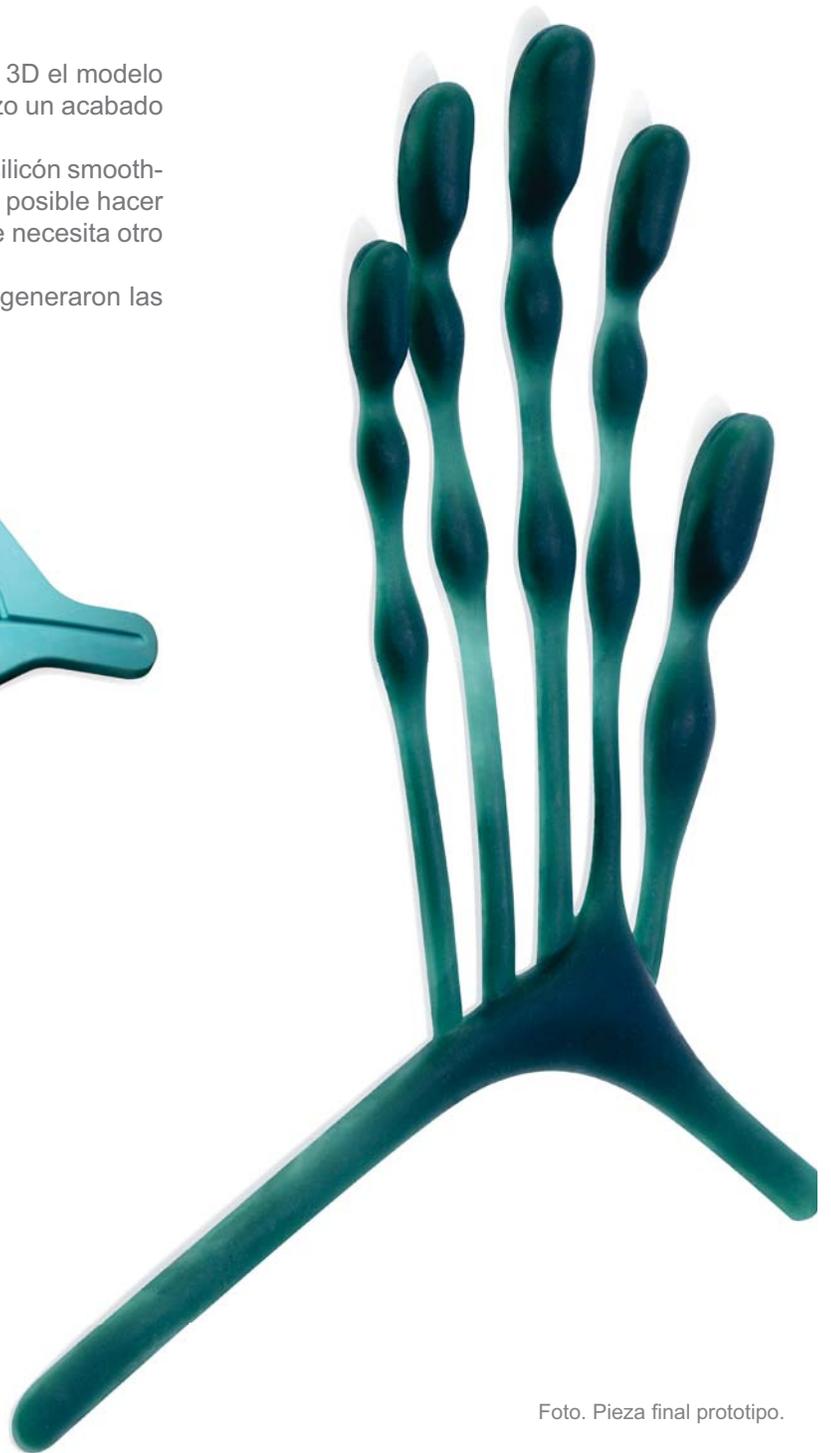
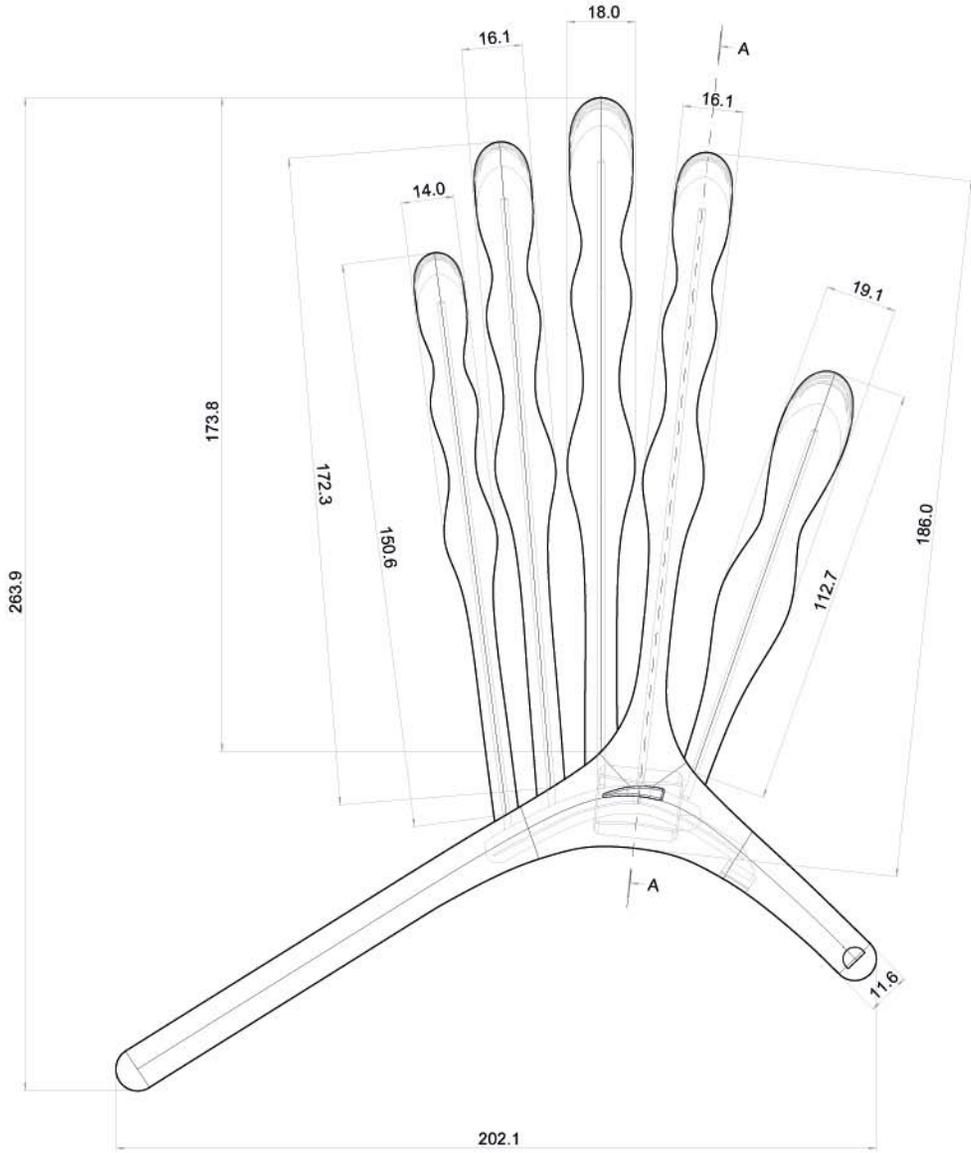


Foto. Pieza final prototipo.



# Planos

No.	Coord.	No.	Modificacion	Fecha
-----	--------	-----	--------------	-------



PINEDA M. JENNIFFER	CIDI-UNAM	Fecha 20.08.14	Esc. 1:2
ÓRTESIS DE MANO		A4	
V. GENERALES- SUPERIOR		Cotas mm	1/8

A

B

C

D

1

2

3

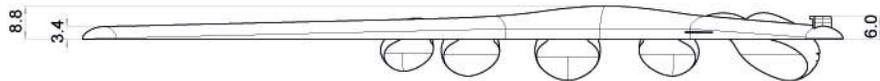
4

5

6



No.	Coord.	No.	Modificacion	Fecha
-----	--------	-----	--------------	-------



A

B

C

D

PINEDA M. JENNIFFER	CIDI-UNAM	Fecha 20.08.14	Esc. 1:2
ÓRTESIS DE MANO		A4	
V. GENERALES- FRONTAL- LATERAL		Cotas mm	2/8

1

2

3

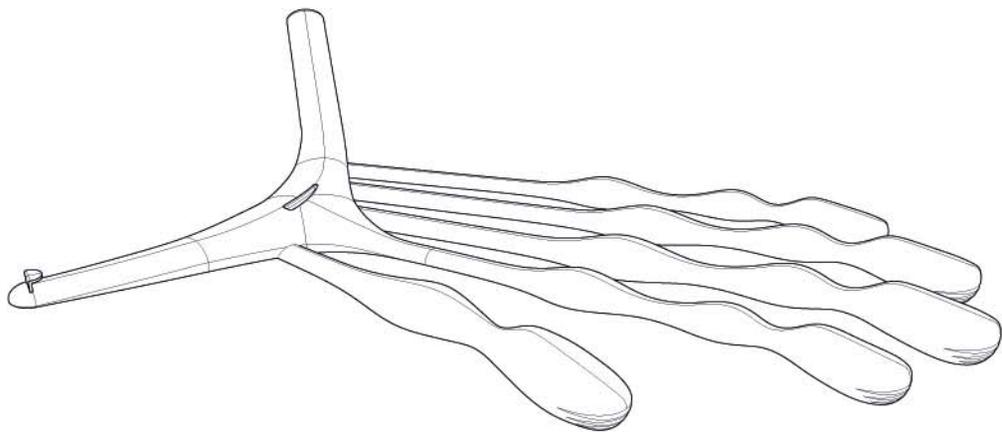
4

5

6



No.	Coord.	No.	Modificacion	Fecha
-----	--------	-----	--------------	-------



A

B

C

D

PINEDA M. JENNIFFER	CIDI-UNAM	Fecha 20.08.14	Esc. 1:2
ÓRTESIS DE MANO		A4	
V. GENERALES- PERSPECTIVA		Cotas mm	3/8

1

2

3



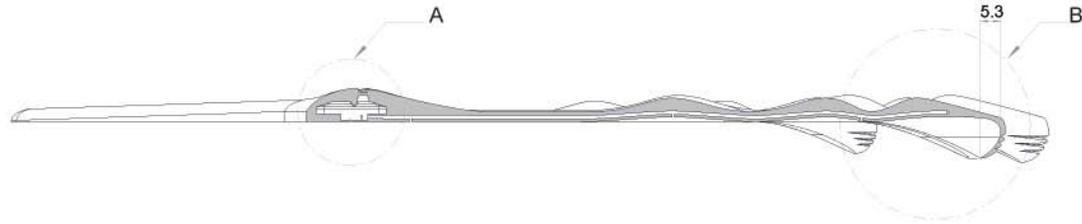
4

5

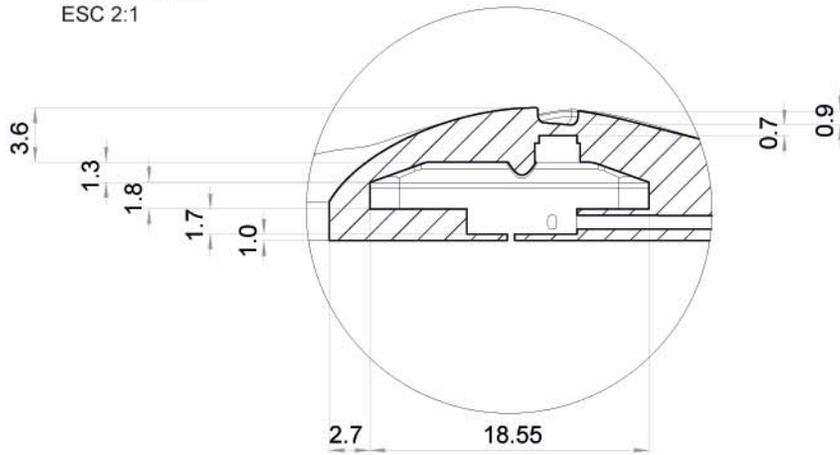
6

No.	Coord.	No.	Modificacion	Fecha

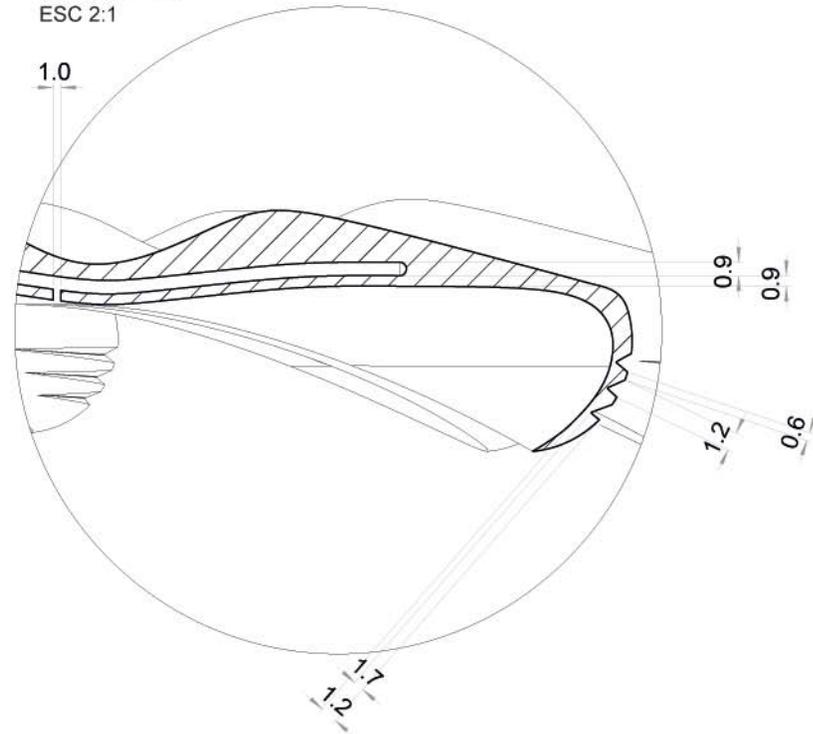
CORTE A-A'



DETALLE A  
ESC 2:1



DETALLE B  
ESC 2:1



PINEDA M. JENNIFFER	CIDI-UNAM	Fecha 20.08.14	Esc. 1:2
ÓRTESIS DE MANO		A4	
CORTE A-A', DETALLES A y B		Cotas mm	4/8

1

2

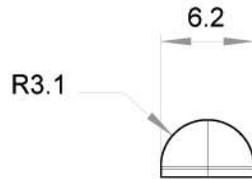
3

4

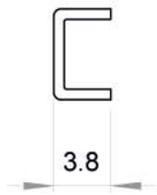
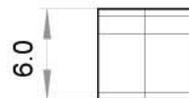
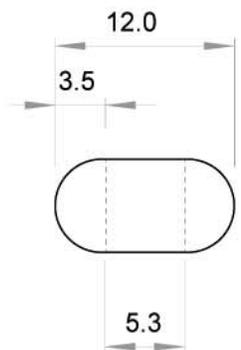
5

6

No.	Coord.	No.	Modificacion	Fecha
-----	--------	-----	--------------	-------

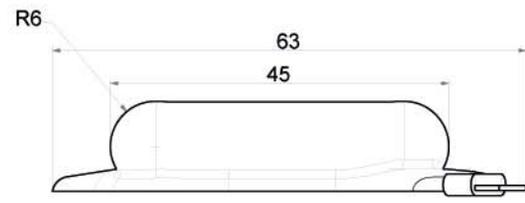
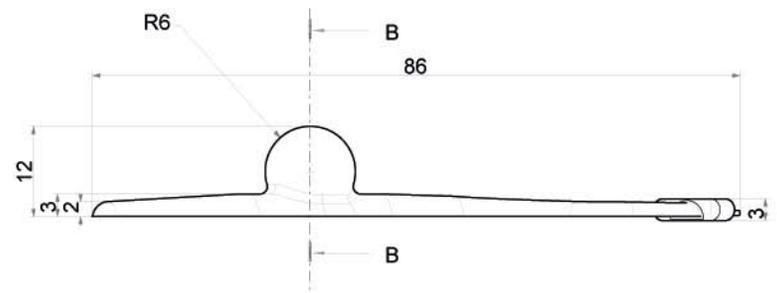
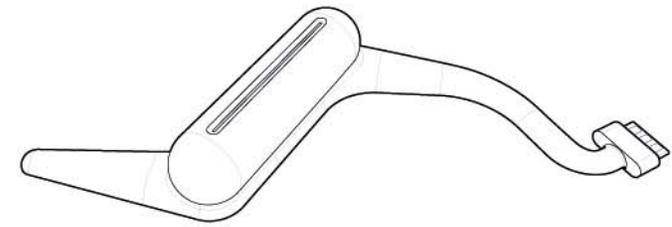
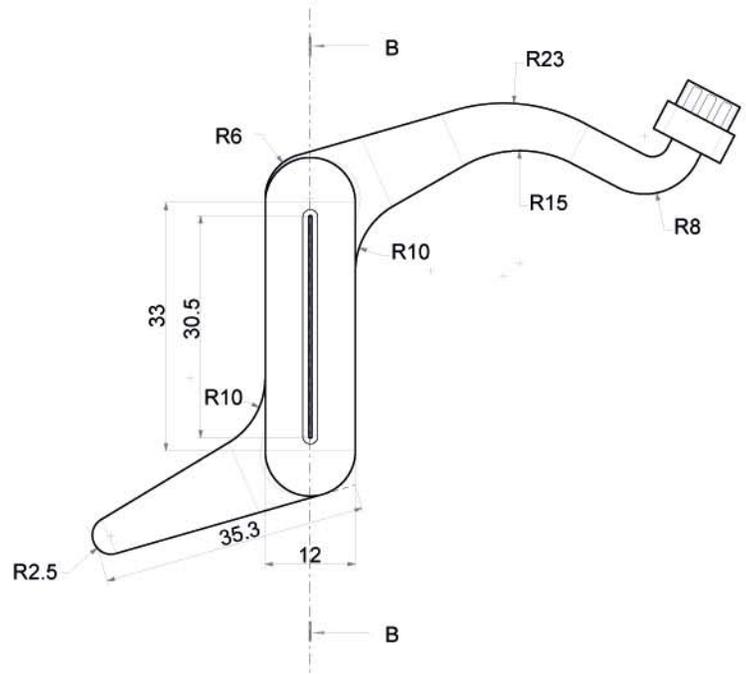


DESARROLLO



PINEDA M. JENNIFFER	CIDI-UNAM	Fecha 20.08.14	Esc. 2:1
ÓRTESIS DE MANO		A4	
V.GENERALES- BROCHE		Cotas mm	5/8

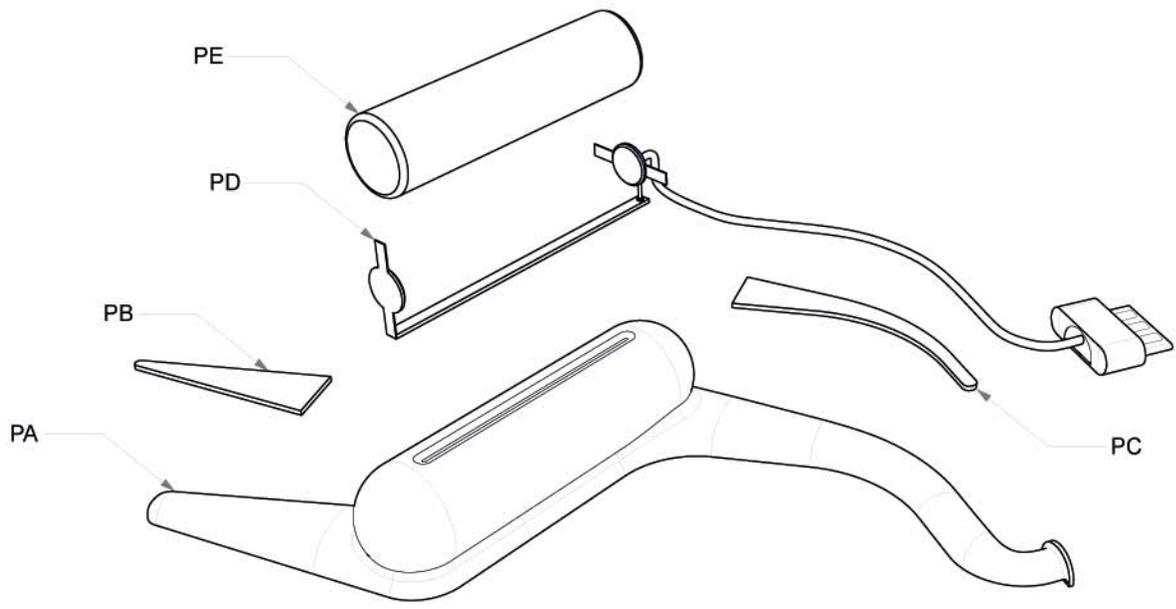
No.	Coord.	No.	Modificacion	Fecha



PINEDA M. JENNIFFER	CIDI-UNAM	Fecha 20.08.14	Esc. 1:1
ÓRTESIS DE MANO		A4	
V. GENERALES- PILA		Cotas mm	6/8



No.	Coord.	No.	Modificacion	Fecha
-----	--------	-----	--------------	-------



PE	BATERÍA	PIEZAS COMERCIAL, 12V DURACELL
PD	ELECTRÓNICA	PIEZAS COMERCIALES
PC	LÁMINA 2	LÁMINA NEGRA CAL. 20
PB	LÁMINA 1	LÁMINA NEGRA CAL. 20
PA	CUERPO	URETANO CURADO CON POLIOL BULLTON PU 100
Clave	Nombre de pza.	Material

PINEDA M. JENNIFFER	CIDI-UNAM	Fecha 20.08.14	Esc. 2:1
ÓRTESIS DE MANO		A4	
DESPIESE PILA		Cotas mm	7/8

A

B

C

D

1

2

3

4

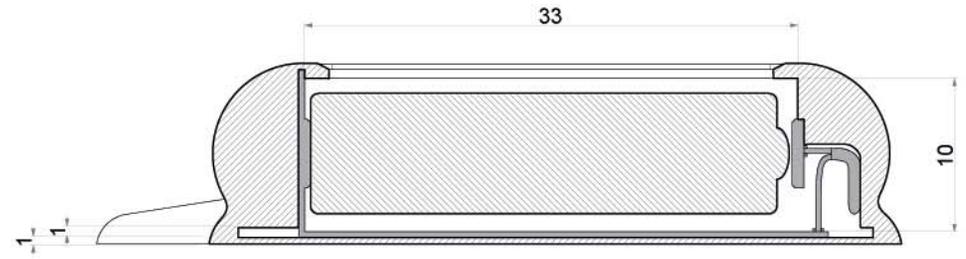
5

6



No.	Coord.	No.	Modificacion	Fecha
-----	--------	-----	--------------	-------

CORTE B-B'  
ESC 2:1



A

B

C

D

PINEDA M. JENNIFFER	CIDI-UNAM	Fecha 20.08.14	Esc. 2:1
ÓRTESIS DE MANO		A4	
CORTE B PZA. CUERPO PILA		Cotas mm	8/8

## **Conclusiones y experiencias.**

*Proyecto.*

La salud desde siempre ha sido un tema de suma importancia, buscando no sólo la longevidad de nuestra especie, sino sobre todo la calidad de vida. Con éste tema como punto focal de éste trabajo, fueron abordados de manera satisfactoria los objetivos propuestos encontrados en la investigación.

Se ha logrado tener una órtesis en toda la extensión de la palabra, es decir que de acuerdo a su definición, sostiene, ejercita, refuerza y mejora la función del aparato locomotor de manera continua.

Tiene también la capacidad de poder moverse junto con la mano como una segunda piel, pudiendo ejecutar de manera eficiente todas las posturas de la mano funcional, empuñadura fuerte, pinza de presión, etc., pudiendo llevar una vida con actividades normales con la órtesis en uso.

Es además una férula que como suponía idealmente es ligera y simple de usar, el material la hace durable y fácil de limpiar.

El diseño logrado ataca todos los puntos de mejora encontrados en el análisis de productos existentes, así como los puntos que aún no se atacaban por éstos y que fueron propuestos de acuerdo a las necesidades propias de la enfermedad, teniendo así palmas, coyunturas y huellas dactilares libres para conservar la sensibilidad, frescura y visión espacial que sólo éste órgano puede proporcionar al cerebro humano.

Es un objeto que se ha alejado estéticamente de todos sus homónimos, que rompe paradigmas funcionales, ergonómicos y de procesos y los conjuga con la gran expectativa de hacer más llevadera la enfermedad hasta que algún día finalmente se pueda avanzar al punto de encontrar la cura definitiva a la enfermedad, entonces vendrán nuevos paradigmas que romper.

Desde que empecé el camino por el diseño industrial, y los diferentes trabajos que he tenido muchos temas han llamado mi atención, diferentes ramas del diseño refuerzan mi alegría por haber escogido ésta disciplina, sin embargo, haber encaminado mi tesis hacia éste tema ha sido el mejor de mis aciertos, descubrí de la manera más grata el diseño médico que ha sido desde entonces mi verdadera pasión, ha sido lo que más he disfrutado diseñar, y aunque el camino fue sinuoso, el tema y el objetivo me dio siempre para querer seguir adelante.

Cada línea, cada material, cada grosor, todo fue una consecuencia de lo que la enfermedad y el usuario requería, de lo que la mano necesitaba, ser lo que tenía que ser porque así debía de ser me dio las ganas para hacer cuantas pruebas pude para poder acercarme cada vez más a lo que en realidad pudiera ser un producto, un producto que tiene el intrépido objetivo, pero de la manera más humilde y noble de querer ayudar a las personas con éste padecimiento.

## **Fuentes consultadas.**

### **Bibliografía**

Levy, Ana Esther y Cortés Barragán, José Manuel . Ortopodología y aparato locomotor: ortopedia de pie y tobillo. Elsevier España, 2003.

### **Web**

[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)  
[www.salud.god.mx](http://www.salud.god.mx)  
[www.arthritis.org](http://www.arthritis.org)  
[www.dgplades.salud.god.mx](http://www.dgplades.salud.god.mx)  
[www.rae.es](http://www.rae.es)  
[www.inapam.gob.mx](http://www.inapam.gob.mx)  
[www.medicina.edu](http://www.medicina.edu)

### **Institutos**

Instituto Nacional de Rehabilitación. INR, Calz. Mexico-Xochimilco 289, Tlalpan, Arenal de Guadalupe, 14389 Ciudad de Mexico, D.F.

## Artículos en Línea

Mynor Rodríguez Hernández. La percepción de la persona adulta mayor en la sociedad actual, 2008.

Dres. Marie Maldonado Auccahuallpa, César Cefferino Hidalgo, Arquímedes Hidalgo García. Frecuencia del síndrome metabólico en pacientes con artritis reumatoide que acuden al servicio de reumatología de un hospital nacional. 2008.

Medina Macías, S.M.;Muratores Moreno,C.G.; Rodríguez Álvarez,J.P. Cirugía de la mano reumática. 2004.

Egan M, Brosseau L, Farmer M, Ouimet MA, Rees S. Férulas y Órtesis para el tratamiento de la Artritis Reumatoide. 2002.

José de Jesús García Vega. Hacia un nuevo sistema de indicadores de bienestar. 2011.

J.L. Guijarro. Las enfermedades en la ancianidad. 2007.

Dr. Carlos Arce G. Órtesis de miembros superiores. 2005.

Ana Luz Loaiza Valencia. Factores socio-demográficos, económicos y de salud asociados con síntomas depresivos en la población adulta mayor de México, 2001 y 2003. 2006