

**MONOGRAFIA PROTESIS PARA LA SIMULACION
DE MOTICIDAD FINA EN LA TERCERA EDAD.**

Trabajo realizado por:

Mathieu Halpert Correa
Sebastian Rodriguez Gómez

Monografía para optar al título de Diseño Industrial

Asesores:

Gustavo Sevilla
Johana hoyos
Diseñador industrial

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ARQUIDISEÑO
FACULTAD DE DISEÑO INDUSTRIAL
MEDELLÍN

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	4
1.1. Resumen.....	4
1.2. Abstract.....	5
Palabras Clave:.....	5
2. INTRODUCCIÓN.....	6
3. PLANTEAMIENTO.....	7
3.1. Problemáticas.....	7
3.1.1 Directa.....	7
3.1.2 indirecta.....	8
4. JUSTIFICACIÓN.....	9
5. OBJETIVOS.....	10
5.1. Objetivo general.....	10
5.2. Objetivos específicos.....	10
6. MARCO DE REFERENCIA.....	11
6.1. Investigación.....	11
Motricidad fina en adultos mayores:.....	16
La artritis reumatoide:.....	16
Artrosis:.....	17
Osteoporosis:.....	18
Tendinitis:.....	19
Ruptura de tendón:.....	19
Calcificación del tendón:.....	19
Atrofia muscular:.....	20
Parkinson:.....	21
Pérdida de sensibilidad:.....	21
Opresión nerviosa:.....	21
6.2. Proceso de diseño.....	21
Estado del arte.....	21
6.3. Modelos y prototipos.....	24
Modelo #1.....	24
Modelo #2.....	25
Prototipo #1.....	26
Prototipo #2 (Final).....	28
6.4. Bocetos y fotos de los modelos y prototipos.....	29
6.5. Pruebas y validaciones.....	32
Prototipo #1:.....	32

7. METODOLOGÍA.....	52
7.1. Método.....	52
7.2. Sujetos	53
7.3. Aparato (Instrumentos o herramientas de investigación).....	53
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
8.1. Resultados.....	56
Protocolo de pruebas para el prototipo final:	56
Desarrollo de la actividad 2: formas con plastilina y pitillos	60
-Desarrollo de la actividad 3: apertura de empaques.....	62
-Cuarta actividad: Tornillos y tuercas.....	64
9. CONCLUSIONES.....	66
10. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE DATOS	68

1. RESUMEN

1.1. Resumen

En el presente proyecto se busca investigar las enfermedades relacionadas al deterioro de la motricidad fina y gruesas en la mano presentes en la tercera y cuarta edad, encontrando así las causas en la disminución de las capacidades motrices relacionadas a la manipulación, detectando causas y efectos, para así lograr una adecuada simulación sobre el sujeto que usara la prótesis.

El proyecto busca obtener un producto objetual que logre simular las afecciones en este tipo de adultos y la sustentación teórica que lo respalde, para ello se comenzara con la recopilación de información sobre las enfermedades, casos reales de personas que las padezcan y posibles formas de simular estas alteraciones, e imitar las mecánicas de degradación del movimiento por medio del análisis. a partir de las conclusiones, comenzara a definir los requerimientos de diseño, para luego sumergirse en la búsqueda de modelos funcionales que se adapten a la mimesis buscada, encontrando diversos caminos y marcando las rutas que más convengan y en ocasiones fusionando sistemas para la generación del dispositivo más óptimo para la simulación mecánica y sensorial de la afección.

1.2. Abstract

The present project aims to investigate diseases related to fine and gross motor impairment present in the third and fourth age, thus finding the causes in the decrease of the motor abilities related to the manipulation, detecting causes and effects, to achieve an adequate simulation on the subject that used the prosthesis. The project seeks to obtain an object product that manages to simulate the affections in this type of adults and the theoretical support that supports it, for it will begin with the compilation of information about the diseases, real cases of people who suffer them and possible ways of simulating These alterations, and imitate the mechanics of degradation of movement through analysis. From the conclusions, will begin to define the design requirements, and then submerge in the search for functional models that adapt to the mimesis sought, finding different ways and marking the routes that are most convenient and sometimes fusing systems for the generation of More optimal device for the mechanical and sensorial simulation of the condition.

Palabras Clave: *motricidad fina, simulador, prótesis, tercera edad, vejes, diseño inclusivo, diseño industrial, guante.*

2. INTRODUCCIÓN

Los adultos mayores pertenecientes a la tercera y cuarta edad se enfrentan con diferentes dificultades al realizar las actividades diarias y al entrar en contacto con los objetos que se usan en estos quehaceres. Esto provoca que: tengan que utilizar métodos alternos que pueden llegar a ser peligrosos, además causa que excedan su capacidad física y que alcancen una mayor degradación con respecto a la que padecen actualmente, afectando directamente su calidad de vida. Y esto sin tener en cuenta que algunos adultos mayores sufren de enfermedades que afectan su movilidad motriz (fina y gruesa).

El proyecto se focalizará en la mano de los adultos mayores y a partir de las enfermedades que pueden llegar a sufrir en esta parte del cuerpo (como artritis, pérdida de tono muscular, degradación ósea y nerviosa, entre otras) crear un simulador que pueda ser usado por diseñadores. Se busca principalmente que al momento de usar el dispositivo se pueda experimentar con similitud dichas condiciones, para que así sea posible diseñar y crear una gran variedad de productos, servicios y/o estrategias que permitan mejorar la calidad de vida de estas personas, facilitando la manera en la que se relacionan con las actividades diarias que deben de realizar.

3. PLANTEAMIENTO

Prótesis de simulación de la artritis reumatoide en la cuarta edad, utilizada por personas sanas, la cual se ubica en las manos interfiriendo y alterando la movilidad libre de las articulaciones, simulando las restricciones en el movimiento ocasionadas por la enfermedad.

3.1. Problemáticas

3.1.1 Directa

Además, el papel del diseñador industrial en el país tiene poca participación en este problema, debido a que por lo general se piensa que el diseño es para los de salud óptima (sin limitaciones físicas severas). Es un diseño comercial más no social el que existe actualmente en el país y que tristemente deja a un lado a usuarios que urgentemente están necesitando de su intervención para mejorar su calidad de vida.

generar una aproximación, simulada, de lo que experimenta una persona de edad, ante movimientos precisos de sus manos, definidos como motricidad fina, utilizando un dispositivo externo que ayude a aproximar esta experiencia, en su totalidad o partes.

Los productos, espacios y servicios están diseñados para personas en condiciones físicas y cognitivas “normales” y esto se convierten en obstáculos para los adultos mayores con limitaciones funcionales asociadas al proceso de envejecimiento.

3.1.2 indirecta

Se evidencia poca oferta en el mercado colombiano de objetos dirigidos a las personas mayores entre los 65 y 90 años de edad, considerados como ancianos, los objetos no cumplen con los requerimientos básicos que necesitan las personas mayores para que sean eficientes para ellos, en el momento de usarlos se ven en grandes problemas ya que no pueden abrir el empaque o simplemente no comprenden el funcionamiento por falta de información o claridad. Con los productos que poseen más dificultades, se encuentran los de alimentos y bebidas; y productos del campo de la salud como son los mismos medicamentos para ellos.

Se detecta que los ancianos, debido a sus condiciones de salud, necesitan del cuidado y la ayuda de otras personas para desarrollar actividades de su rutina diaria por lo que cada día se ven más limitados. Entre las actividades más comunes se encuentran aquellas relacionadas con la capacidad de ver, escuchar y moverse.

4. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto busca generar un dispositivo que simule la condición física de la vejes en un usuario que necesite acercarse a dicha condición, generando una simulación mecánica del estado motriz fino de un adulto mayor en un sujeto más joven, sin afectación real y degradación del usuario del dispositivo. Para ello se simulará condiciones como la artritis y su restricción al movimiento, la degradación muscular y la pérdida de fuerza y precisión, la pérdida de sensibilidad y de memoria muscular.

El diseño inclusivo necesita de herramientas que acerquen a los estudiantes y diseñadores a las condiciones reales del sujeto o usuario que necesitan abordar, por lo cual una simple suposición de estas condiciones no es suficiente, es necesario brindar datos cercanos y una experiencia similar para generar dicha aproximación con la simulación a partir de una prótesis.

Este dispositivo se realizará para generar una experiencia que acerque a estudiantes y diseñadores a la condición real del sujeto o usuario que van a abordar, facilitar y potenciar el diseño inclusivo y ser una herramienta eficaz para diversas actividades que necesiten de dicha aproximación a las condiciones de un adulto mayor.

Se estudiará a profundidad las diversas variables que influyen en la condición del adulto mayor, se estimara cuáles de ellas se incluirán en la simulación y se desestimara las que no cumplan con los requisitos, para posteriormente encontrar la morfología de un dispositivo que adapte y proyecte estas variables en un sujeto o usuario, generar pruebas que verifiquen y certifiquen la proximidad de la experiencia del simulador con la condición real del adulto mayor.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

desarrollar un simulador que imite las distintas limitaciones motrices finas de la mano asociadas al proceso de envejecimiento y sus posibles aflicciones que permita al diseñador simular estados funcionales propios de un adulto mayor, con el propósito de mejorar los procesos de proyección en el diseño.

5.2. Objetivos específicos

-comprender cuales son las variables que intervienen en la condición física de un adulto mayor ante la motricidad fina.

-Comprender la corporalidad de los adultos mayores tienen a través de un simulador (postura-marcha)

-Comprender las limitaciones manuales que los adultos mayores tienen a través de un simulador de motricidad fina.

-generar un dispositivo

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. Investigación

La persona de la tercera edad, la cual fue analizada a través de los diferentes métodos establecidos anteriormente, presento unas diferentes tensiones que le causan molestias en las articulaciones y un descontrol en sus movimientos, las cuales entran en conflicto con algunas actividades diarias y el uso de los diferentes objetos. Estos conflictos se dan al momento de: Lavarse los dientes (Cepillo dental), Peinarse (peinilla), Comer (cubiertos), Transportarse (automóviles, buses, barandas de agarre, etc.), escribir (lápices, lapiceros, etc), digitar (Teclado físico y en pantalla de dispositivos), Leer (libros, revistas, periódicos), manipulación de los dispositivos (Celular, Tablet, Computador), ver televisión (televisor y control), entre otras.

Al entrar a analizar las tensiones de estas personas nos encontramos con que existen unas carencias, unas ausencias y unas falencias. En las carencias se encontró que en el entorno hay elementos con los cuales se deben relacionar, pero estos no están adaptados para el uso diario de estas personas, por otro lado, los objetos del uso diario carecen de formas, texturas, tamaños, etc. indicados para el uso de estas personas y además la morfología es adecuada, pero le faltan adiciones formales que faciliten la tarea para el usuario que en este momento no lo puede hacer bien. Con respecto a las ausencias se encontraron que no hay gran variedad de objetos o sistemas adaptados para el uso de estas personas, tampoco se encuentran sistemas de sujeciones más agresivos que faciliten asirlo con tranquilidad y confort, por último, los entornos no están adaptados para este tipo de personas en su totalidad. En cuanto a las falencias, el peso, los agarres y el modo de uso de los diferentes objetos no son los aptos para este tipo de personas, pueden dificultar su uso y empeorar el estado de estos.

A partir de lo anterior se presentan diferentes oportunidades de diseño, desde la búsqueda de una solución particular a cada uno de los problemas encontrados hasta dispositivos de simulación que permitan encontrar soluciones más generales a todos estos problemas.

Entrando más en detalle, también se analizó la anatomía de la mano desde un punto general en el hombre. La mano está formada por 3 partes principalmente, el Carpo, Metacarpo y los Falanges. El Carpo está conformado por 8 huesos colocados en 2 hileras superpuestas; la hilera superior está formada por los siguientes huesos: escafoides, semilunar, piramidal, pisiforme, trapecio, trapezoide, hueso grande y hueso ganchudo; el Metacarpo está formado por 5 metacarpianos que se designan como primario, secundario, terciario, cuarto y quinto; los falanges forman el esqueleto de los dedos, el pulgar cuenta con 2 y los demás dedos cuentan con 3, se denominan falange distal, medial, y proximal. (Cailliet)

Ilustración 1



En cuanto a la biomecánica de la mano, se encontró que existen diferentes movimientos que se pueden efectuar, y los cuales se miden a través de grados de movimiento, la extensión consiste en los movimientos de alejamiento de lado radial del índice en la palma de la mano. La abducción es el movimiento de alejamiento de la palma en un plano perpendicular al plano de dicha palma. La flexión es el movimiento de alejamiento de la palma hacia el lado cubital. Dichos movimientos nos permiten realizar posiciones de la muñeca (pinza y puño) con las cuales podemos agarrar y sujetar diferentes elementos. (Cailliet)

Ilustración 2

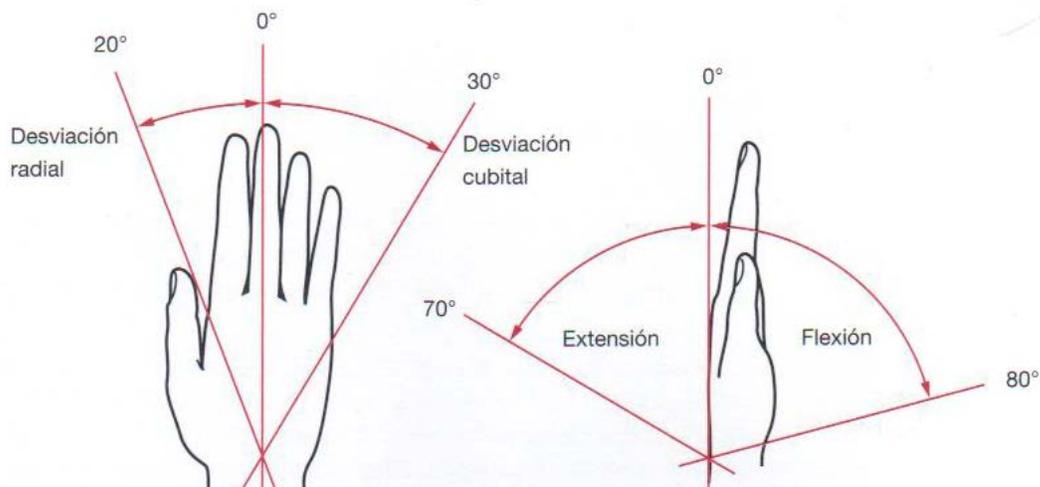


Ilustración 3

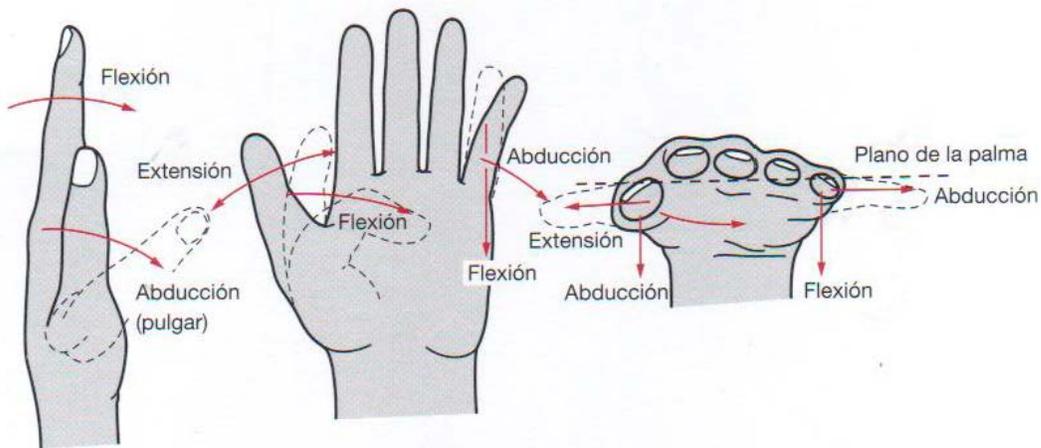
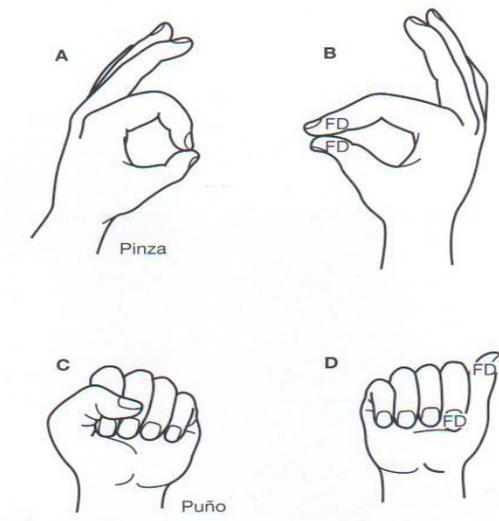


Ilustración 4



La muñeca cuenta con 2 articulaciones principales. La articulación radio carpiana. Es una articulación tipo condílea cuyas superficies articulares las constituyen la cara inferior de la epífisis distal del radio (faceta carpiana) junto con la cara distal del ligamento triangular estructurando en conjunto la cavidad glenoidea para el cóndilo carpiano formado por las caras proximales de los tres huesos de la primera fila del carpo (piramidal, escafoides y semilunar) incluyendo los ligamentos interóseos que los unen. Las articulaciones Carpianas. Se producen entre los huesos de una misma fila siendo todas de tipo plano y también existe una articulación entre la primera y la segunda fila del carpo que es de tipo condílea, y se conoce como articulación medio carpiana. El grado de movimiento entre los huesos carpianos es muy pequeño, pero se amplifica enormemente cuando se suman los unos a los otros. Poseen un gran número de ligamentos cortos dorsales, palmares e interóseos. (Cailliet)

Articulaciones Mano Vista Posterior

- 1.- Membrana Interósea
- 2.- Ligamento Posterior Radiocarpiano
- 3.- Ligamentos Colaterales Radiocarpianos
- 4.- Ligamentos carpianos
- 5.- Art. Carpometacarpianas
- 6.- Art. Intermetacarpianas
- 7.- Art. Metacarpofalángicas
- 8.- Art. Interfalángicas



Los dedos también cuentan con articulaciones tales como: las carpometacarpianas, metacarpofalángicas, intermetacarpianas y las interfalángicas. Dentro de las articulaciones carpometacarpianas, destaca la que ocurre entre el trapecio y el primer metacarpiano, del tipo silla de montar o encaje recíproco permitiendo el movimiento de oposición del pulgar. En definitiva, se llevan a cabo movimientos de flexo extensión y separación-aproximación con un componente de rotación. El resto de las articulaciones son de tipo plano entre las superficies articulares de: metacarpiano y trapecio, trapezoide y hueso grande, metacarpiano y hueso grande, metacarpiano y hueso grande y ganchoso, metacarpiano y ganchoso. Estas cuatro articulaciones poseen ligamentos cortos dorsales y palmares, y en algunos casos interóseos, estabilizadores y de refuerzo de la cápsula. Permiten movimientos de flexión-extensión y de inclinación lateral (de pequeña magnitud). (Cailliet)

Motricidad fina en adultos mayores: La coordinación motora fina es toda aquella acción que compromete el uso de las partes finas del cuerpo: manos, pies y dedos. Se refiere más a las destrezas que se tienen con dichas partes en forma individual o entre ellas. Es la capacidad que tenemos para utilizar con precisión y de manera más eficiente los pequeños músculos que se encuentran en nuestro cuerpo, por lo que produce movimientos más delicados y mucho más específicos que otros tipos de coordinación motora. El control de la motricidad fina es la coordinación de músculos, huesos y nervios para producir movimientos pequeños y precisos.

Los problemas del cerebro, la médula espinal, los nervios periféricos, los músculos o las articulaciones pueden todos deteriorar el control de la motricidad fina. La dificultad para hablar, comer y escribir en personas con mal de Parkinson se debe a la pérdida del control de la motricidad fina

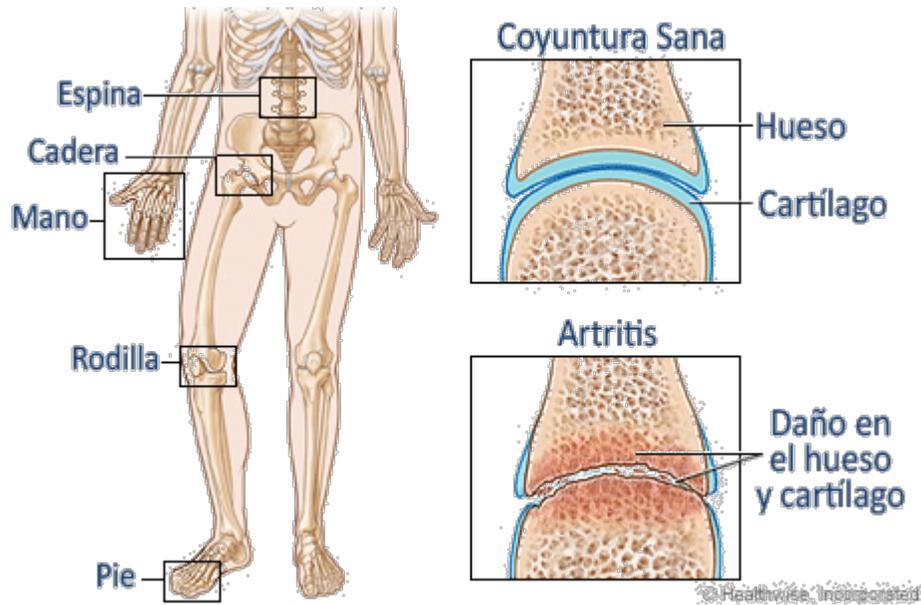
En los adultos, las principales causas son un accidente vascular cerebral, lesión cerebral o una enfermedad como la esclerosis múltiple y el Parkinson.

Al conocer en detalle cómo funciona la muñeca, se hace más fácil comprender las diferentes enfermedades que la pueden afectar, de nuestro interés serán las comunes entre las personas de la tercera y cuarta edad.

La artritis reumatoide: La causa de la artritis reumatoide se desconoce. Es una enfermedad autoinmunitaria, lo cual significa que el sistema inmunitario del cuerpo ataca por error al tejido sano. La infección, los genes y las hormonas pueden estar vinculados a la enfermedad. Esta enfermedad causa Daño al tejido pulmonar (pulmón reumatoide), aumento del riesgo de arteriosclerosis, lesión en la columna cuando los huesos del cuello resultan dañados, inflamación de los vasos sanguíneos (vasculitis reumatoidea), la cual puede llevar a que se presenten problemas en la piel, los nervios, el corazón y el cerebro, hinchazón e inflamación del

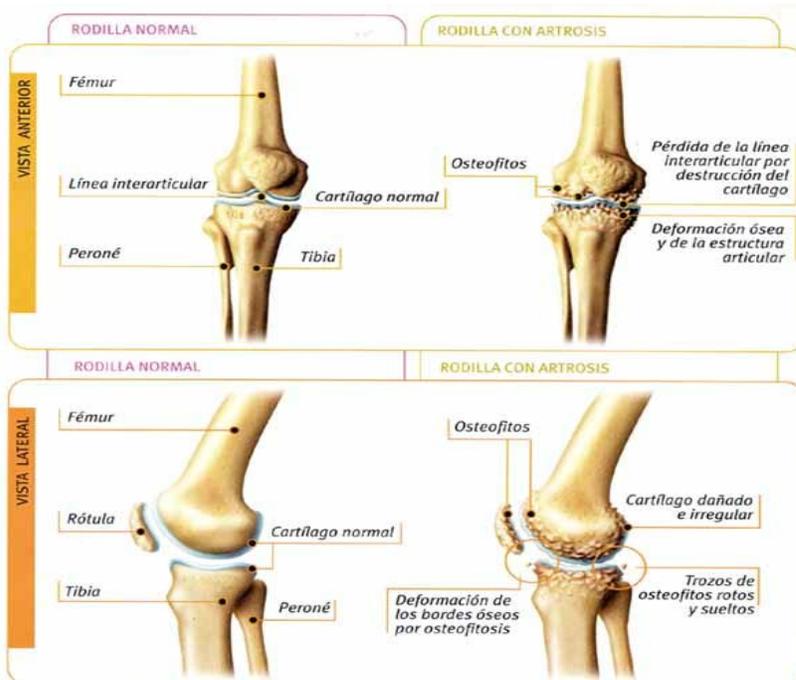
revestimiento externo del corazón (pericarditis) y del músculo cardíaco (miocarditis), lo cual puede llevar al desarrollo de insuficiencia cardíaca congestiva. La artritis es la inflamación de las articulaciones causada por una alteración de la membrana sinovial, que es la capa que recubre toda la articulación y que permite que se produzca movimiento gracias al líquido sinovial.

Ilustración 6



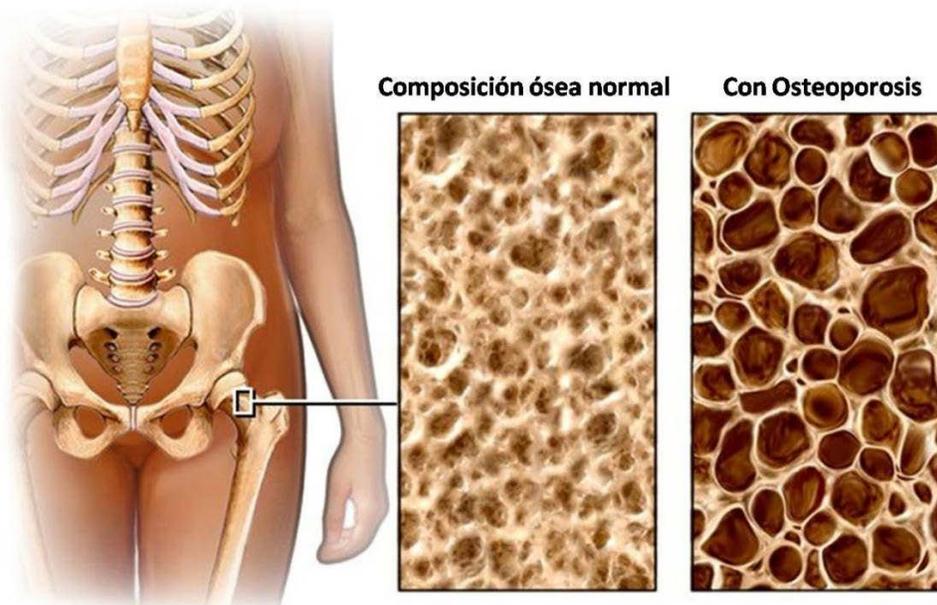
Artrosis: La artrosis es una enfermedad crónica y degenerativa provocada por la destrucción del cartílago articular, que es el tejido elástico y firme que recubre los extremos de los huesos y que, unidos, forman la articulación.

Ilustración 7



Osteoporosis: la osteoporosis es causada por la falta de calcio en el organismo generando una porosidad en la estructura ósea que la debilita y vuelve frágil.

Ilustración 8

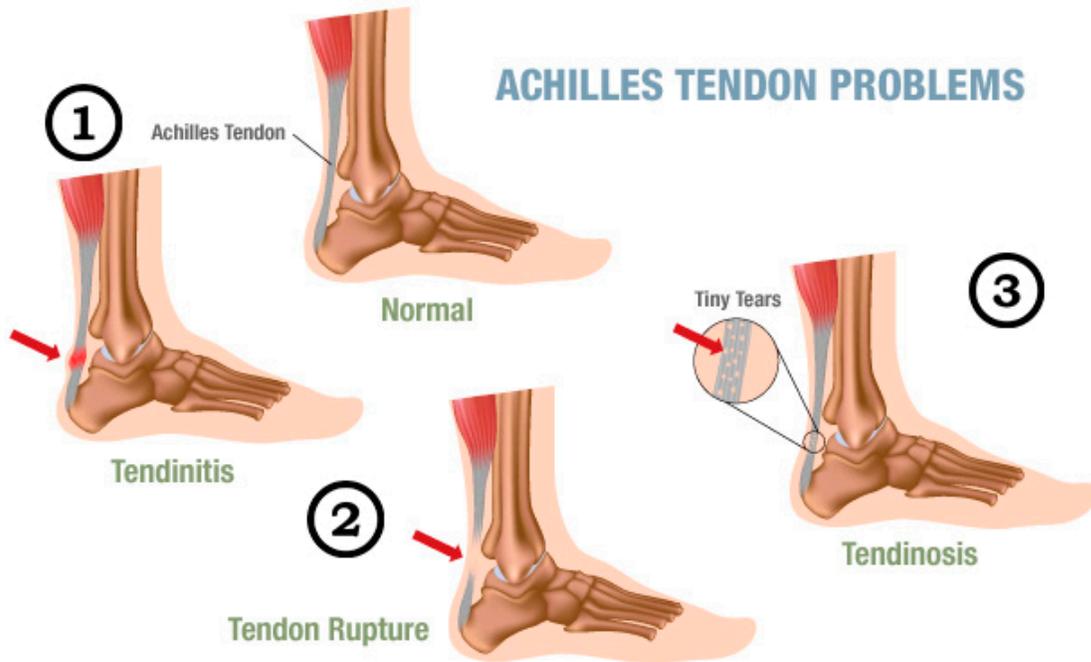


Tendinitis: La tendinitis es la enfermedad más frecuente de los tendones. Se trata de una inflamación provocada generalmente por un traumatismo importante (choque directo, distensión intensa) o por pequeños traumatismos repetidos, asociados a ciertas actividades de la vida cotidiana o a prácticas profesionales o deportivas.

Ruptura de tendón: Un tendón se puede romper debido a una contracción demasiado brusca o demasiado violenta. Se puede seccionar accidentalmente con la hoja de un instrumento cortante (cuchillo, patín de hielo) o con un trozo de vidrio. En personas de edad avanzada o si los tendones se han vuelto frágiles por una enfermedad (tendinitis recidivante), el rozamiento repetido provoca en ocasiones la ruptura del tendón. El dolor que provoca es violento y se traduce por la imposibilidad de mover la articulación o la extremidad implicada.

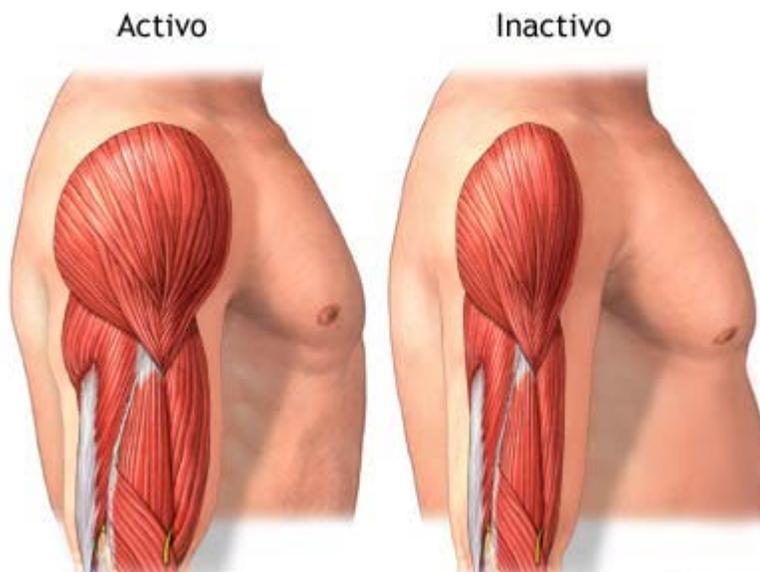
Calcificación del tendón: Las calcificaciones tendinosas se caracterizan por la formación de depósitos de cristales de una sal de calcio en los tendones. Esta enfermedad, frecuente y benigna, puede afectar a todas las articulaciones, pero su localización más frecuente es el tendón de los músculos que rodean el hombro. El tratamiento consiste esencialmente en infiltraciones locales de corticosteroides.

Ilustración 9



Atrofia muscular: la atrofia muscular se presenta de dos maneras neurológicas que consiste en la imposibilidad de accionar un músculo y perder masa de una manera muy crítica y rápida, esta es la forma más peligrosa y problemática de resolver, la segunda es por la inactividad física que se puede resolver por medio de reactivación.

Ilustración 10



Parkinson: la EP es un trastorno neurodegenerativo porque afecta al sistema nervioso, produciendo unos mecanismos de daño y posterior degeneración de las neuronas ubicadas en la sustancia negra. Estas neuronas se encargan de producir la dopamina, una sustancia química (neurotransmisor) fundamental para que el movimiento del cuerpo se realice correctamente. Cuando el cerebro no dispone de la dopamina suficiente para mantener un buen control del movimiento, los mensajes de cómo y cuándo moverse se transmiten de forma errónea, apareciendo de forma gradual los síntomas motores típicos de la enfermedad.

Pérdida de sensibilidad: las pérdidas de sensibilidad ocurren por un deterioro de la red nerviosa causada por diversas causas tales como deterioro, accidentes y efectos de otras enfermedades.

Opresión nerviosa: la opresión nerviosa ocurre a partir de actividades repetitivas y al conjunto de que los músculos tendones o huesos rocen u opriman al nervio, generando molestias, dolor o pérdida de sensibilidad al ocurrir un corte nervioso.

6.2. Proceso de diseño

Luego de realizar la investigación pertinente, se procedió a dar inicio el proceso de diseño,

Estado del arte

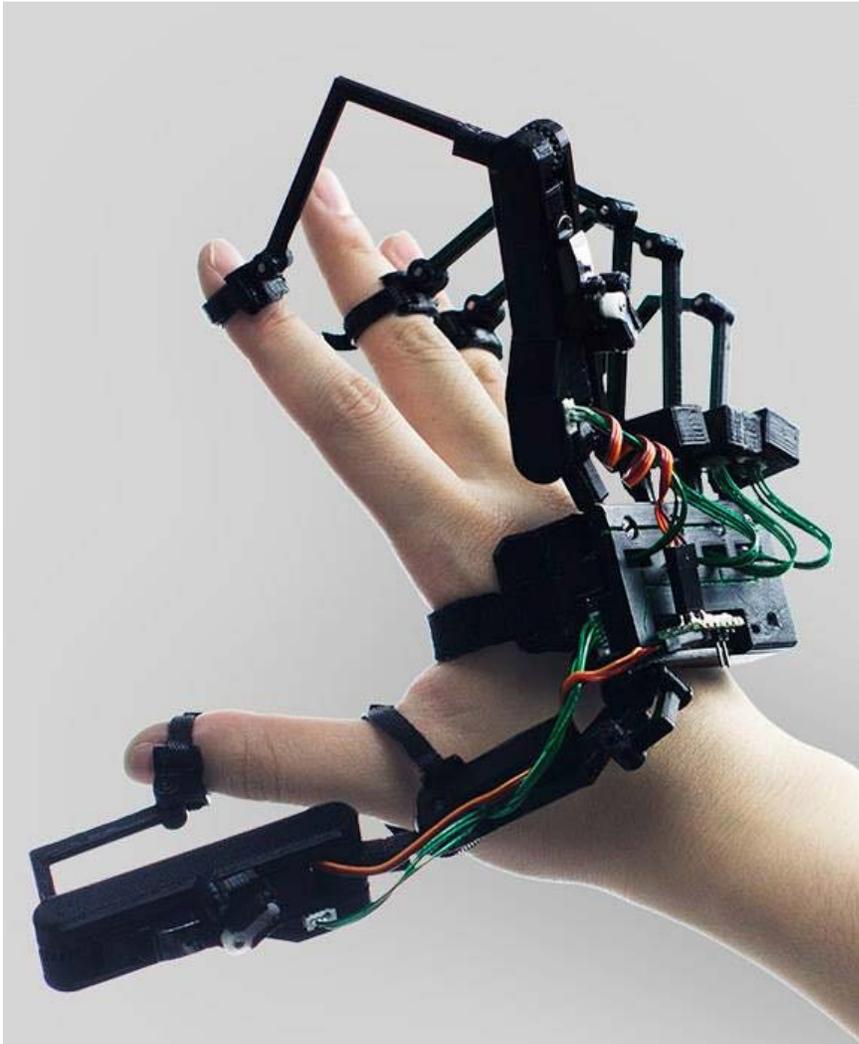
Ilustración 11



Ilustración 12



Ilustración 13



Sistema de motricidad desarrollado por estudiantes chinos

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=Wu6QeW6WvsE>

Sistema de simulación de la vejez desarrollado por Ford

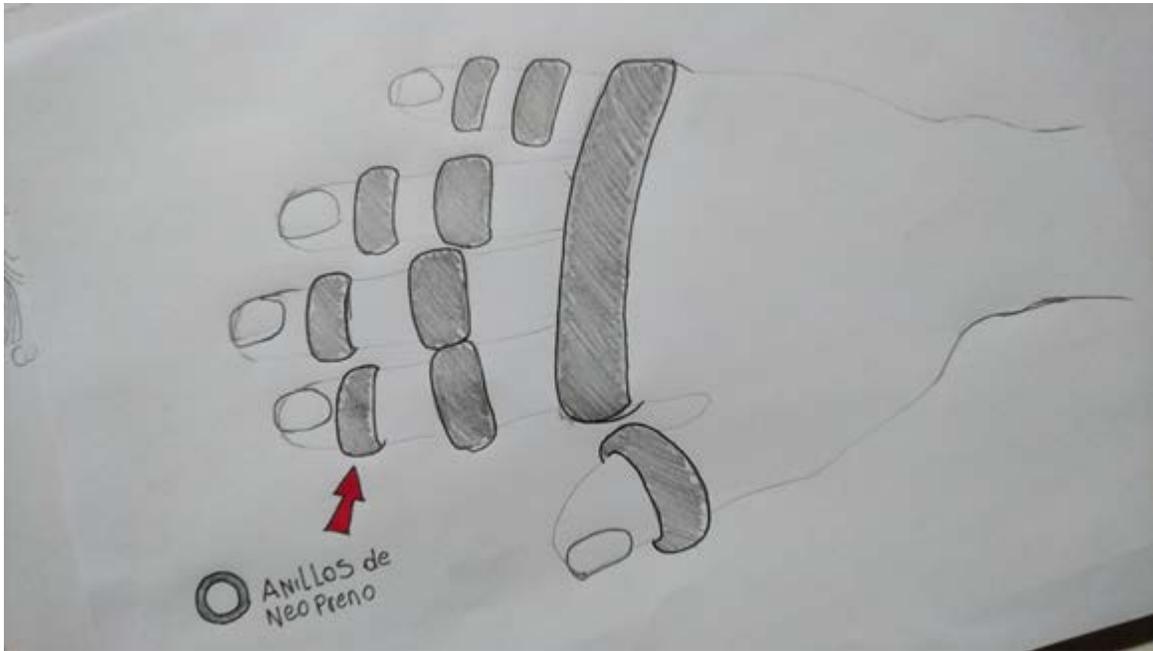
Página web: <http://www.fastcodesign.com/3057494/fords-quest-to-remake-itself-into-a-master-of-ux/4>

En los estados del arte se buscaron mecanismos, materiales y distintas formas de resolver el problema. Algunos eran muy complejos y en realidad se buscaban sistemas o mecanismos simples que llegaran al mismo resultado, por lo que se decidió trabajar con un guante textil.

6.3. Modelos y prototipos

Modelo #1

Ilustración 14



Materiales: Anillos de neopreno

Estructura funcional: los anillos se ubican en las articulaciones permitiéndoles restringir el movimiento libre de las mismas, el material blando y con cierta memoria permite su accionar sin afectar al usuario, su funcionalidad es óptima pero los efectos secundarios no lo son tales como el tamaño del mismo que no ayuda al movimiento libre y no imita de manera tan íntima la mecánica de la artritis, además puede generar entumecimiento y estancamiento de la sangre, algo que no se podía permitir, pues al usuario había que cuidarlo.

Modelo #2

Ilustración 15



Materiales: Tela de faja, Guantelete interno en un textil suave.

Estructura funcional: La estructura formal es la de un guante, que direcciona las fuerzas de forma opuesta y se aprovecha de la elasticidad para restringir el movimiento a partir de una fuerza opuesta generada desde el mismo movimiento, posee dos capas, una de tela de faja que es la que genera todo el efecto mecánico y funcional y una segunda con una tela suave que permite el confort del usuario y facilita la entrada de la mano, el problema proviene de dos aspectos, aunque su funcionamiento es muy eficaz, no logra realizar todas las restricciones en un porcentaje ideal para hacer las pruebas para el que fue diseñado, los guantes a su vez requieren de gran precisión y conocimiento, por lo que es molesto llevarlo ya que interiormente hay que dejar un área por la cual cocer, este mismo material sobrante molesta, ralla y lastima al usuario, además de entorpecer la sensibilidad del usuario y la función misma del guante, y el dedo pulgar no posee ninguna restricción en su movimiento lo que merma un poco el porcentaje de eficiencia del mismo.

Prototipo #1
Ilustración 16

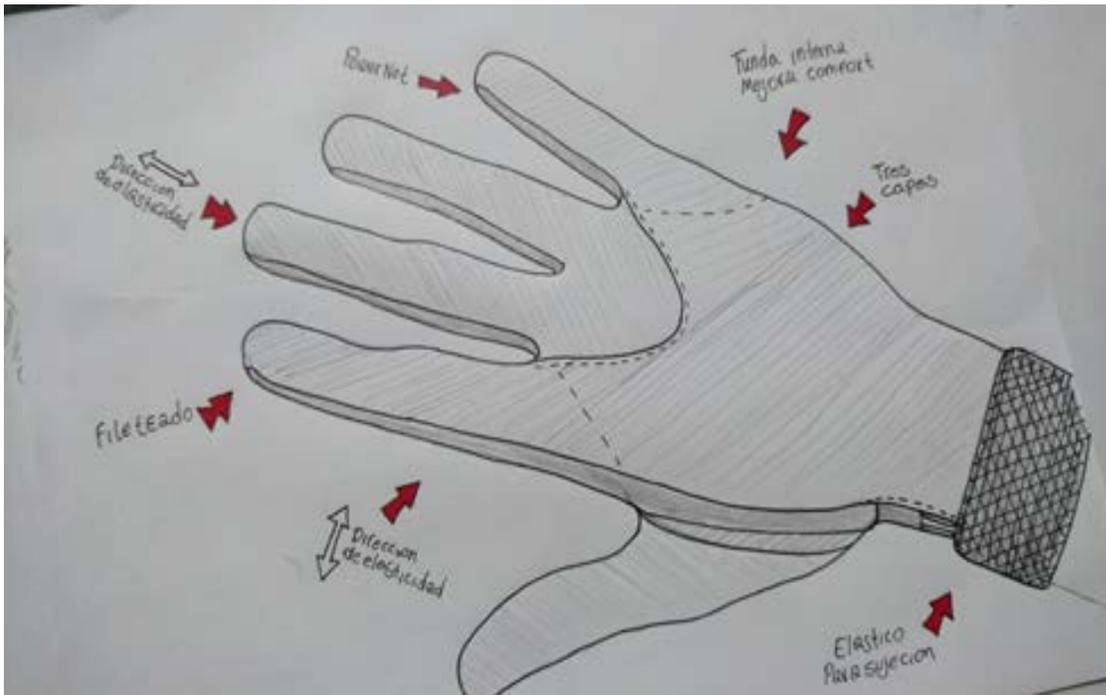


Ilustración 17



Materiales: Tela de faja, Powernet, un textil elástico unidireccional que permite direccionar las fuerzas. Guantelete interno en un textil suave similar a la de los vestidos de baño.

Estructura funcional: Posee una estructura de guante, muy similar al anterior, el guante posee 3 capas dos de powernet direccionadas de tal manera que permita el direccionamiento de las fuerzas en donde se necesiten para generar una simulación mayor, siendo dos capas direccionadas a lo largo del guante, y una capa entre los dedos direccionada a lo ancho de la misma, con esto se busca una mejor adaptabilidad del guante a la mano y las fuerzas que se generan con su movimiento.

La tercera capa y la más interior es la de confort que facilita la entrada de las manos y la comodidad al usar el guante, esto se complementa con el fileteado de las junturas, que reducen el área de unión, lo fortalece y permite un ajuste mayor del guante en la mano e irrita menos la mano.

La ubicación del pulgar se cambió y la estructura también para permitir una acción mecánica similar a la de los demás dedos para restringir el movimiento y cambiar la posición básica de la mano enriqueciendo la simulación, ya teniendo un efecto y control en todos los componentes de la mano, la motricidad fina se ve intervenida de mejor manera en las mecánicas que se busca.

Se amplió el elástico de sujeción de muñeca, y fortaleció usando dos elásticos diferentes que mejoran el agarre del mismo.

Prototipo #2 (Final)
Ilustración 18



Materiales: Tela recubierta con espuma que hace que no sea flexible (no estira) y restringe las fuerzas aplicadas al no deformarse.

Estructura funcional: Posee una estructura de guante, muy similar al anterior, pero con la diferencia de que en este la tela no es elástica (no estira) y tiene un hilo resorte, el guante posee 1

capas de tela recubierta con espuma direccionada de tal manera que permita que las fuerzas vayan hacia donde se necesiten para generar una simulación mayor, con esto se busca una mejor adaptabilidad del guante ante la mano y las fuerzas que se generan con su movimiento.

La mordedía fue cambiada para obtener una forma más fiel a la de la mano y para evitar el reborde que queda en la punta de los dedos, además la estructura también cambio para permitir una acción mecánica similar y más acertada a la de los demás dedos para restringir el movimiento y cambiar la posición básica de la mano enriqueciendo la simulación, ya teniendo un efecto y control en todos los componentes de la mano, la motricidad fina se ve intervenida de mejor manera en las mecánicas que se busca.

Se amplió la sujeción de muñeca, y se utilizaron más velcros y una doble unión para mejorar el ajuste a la mano haciéndolo más cómodo y con una mejor sujeción

6.4. Bocetos y fotos de los modelos y prototipos

Ilustración 19



Ilustración 20



Ilustración 21

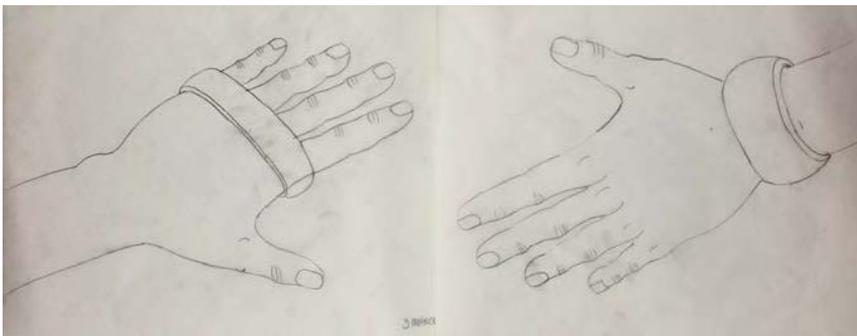


Ilustración 22

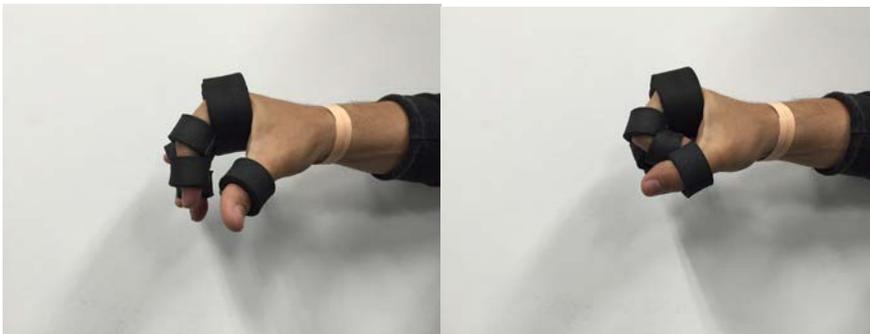


Ilustración 23



Ilustración 24



Ilustración 25



Ilustración 26

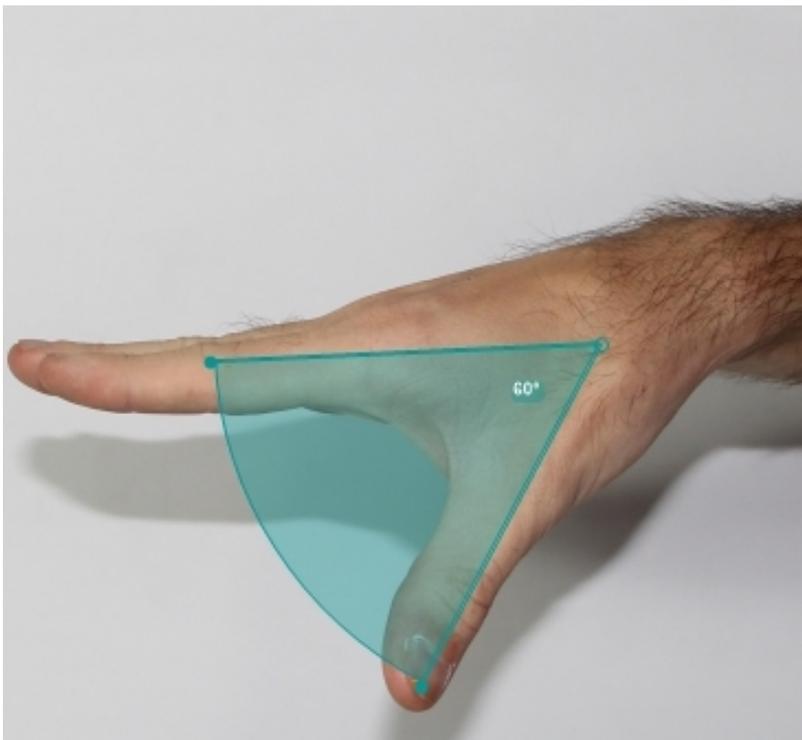


6.5. Pruebas y validaciones

De los tres intentos formales (un modelo funcional, un prototipo y el guante final) solo se realizaron validaciones y pruebas de usabilidad de dos de estos, las cuales serán presentadas a continuación:

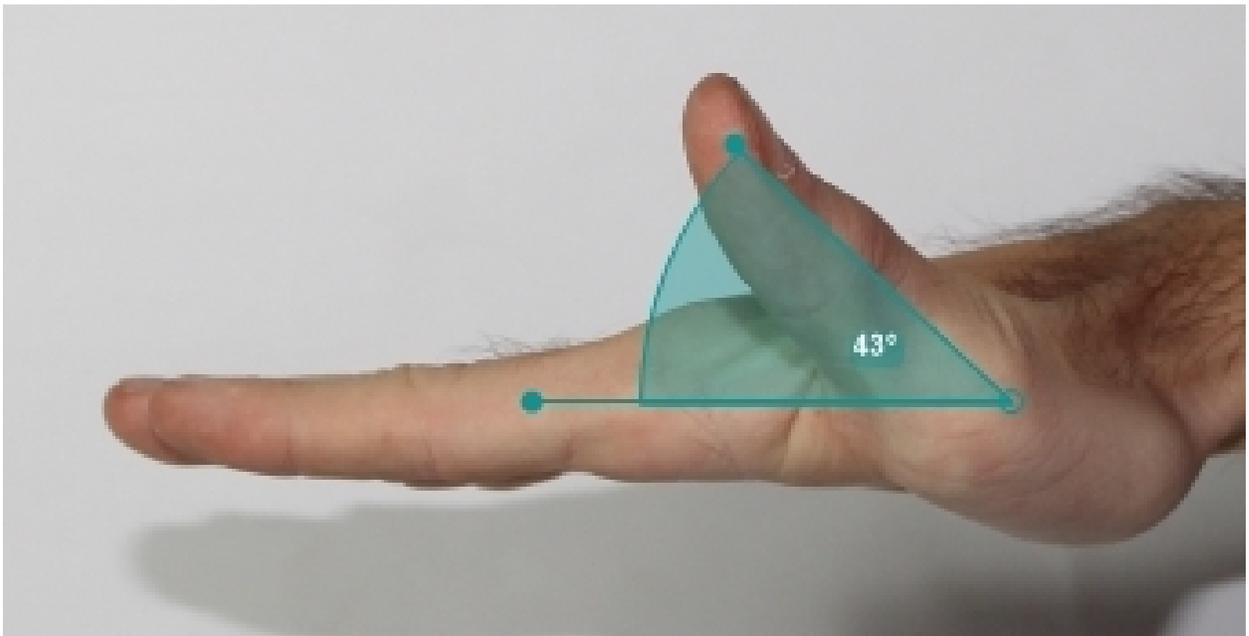
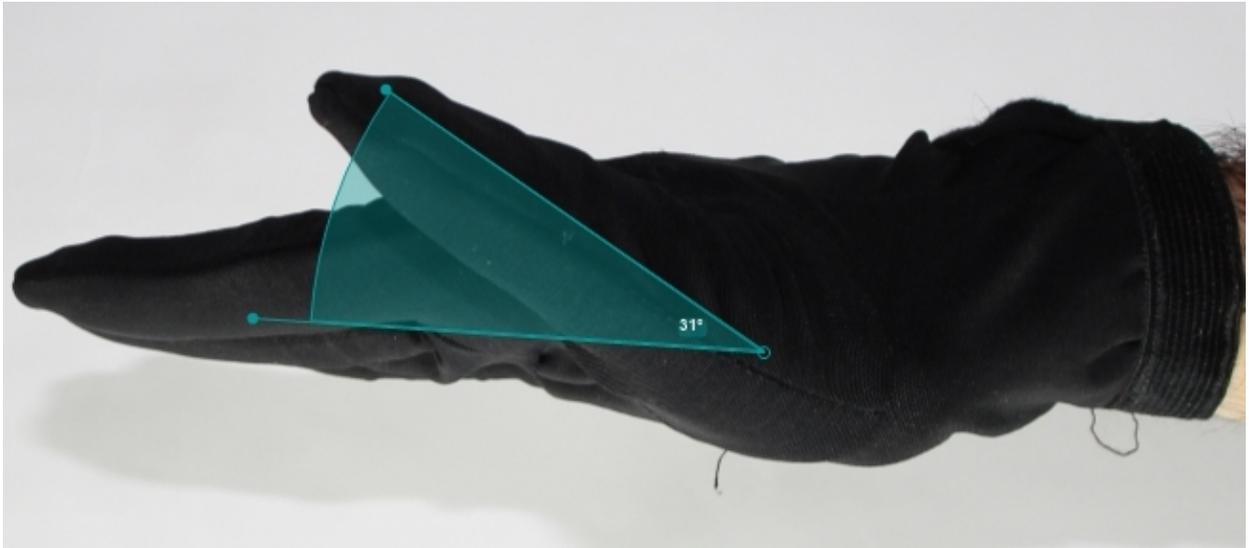
Prototipo #1:

Ilustración 27



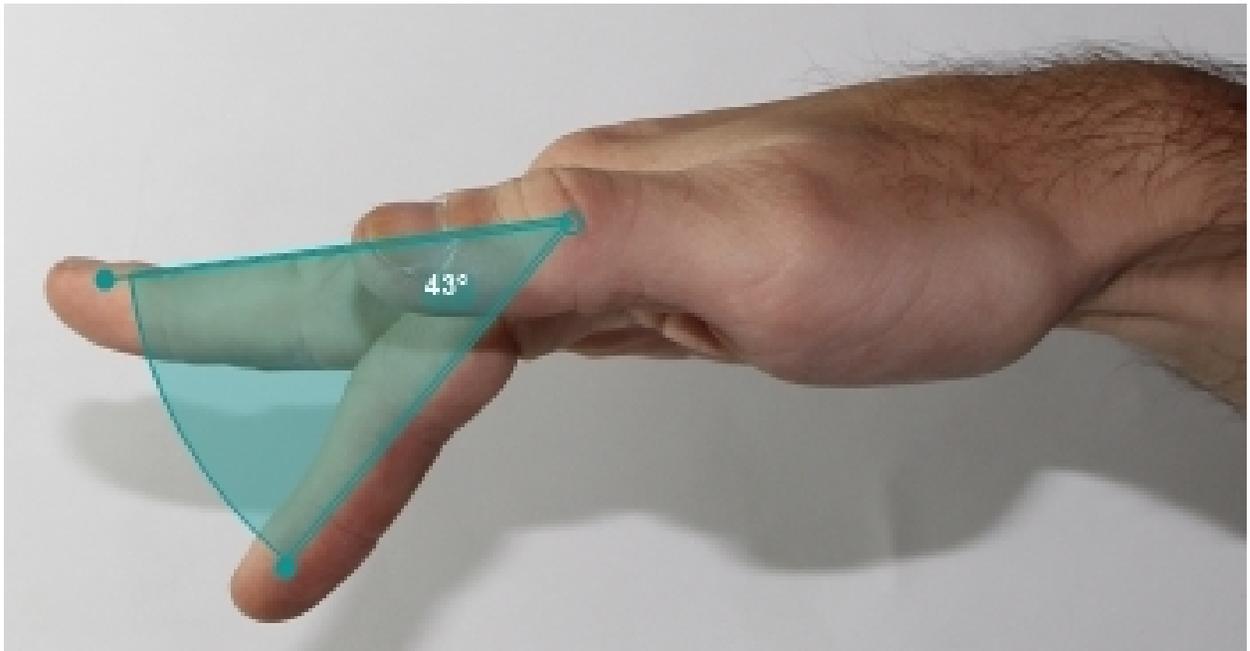
El guante, en el movimiento de abducción del dedo pulgar disminuyo la movilidad de este en 10° , lo que equivale a una reducción del 20% en la movilidad de este

Ilustración 28



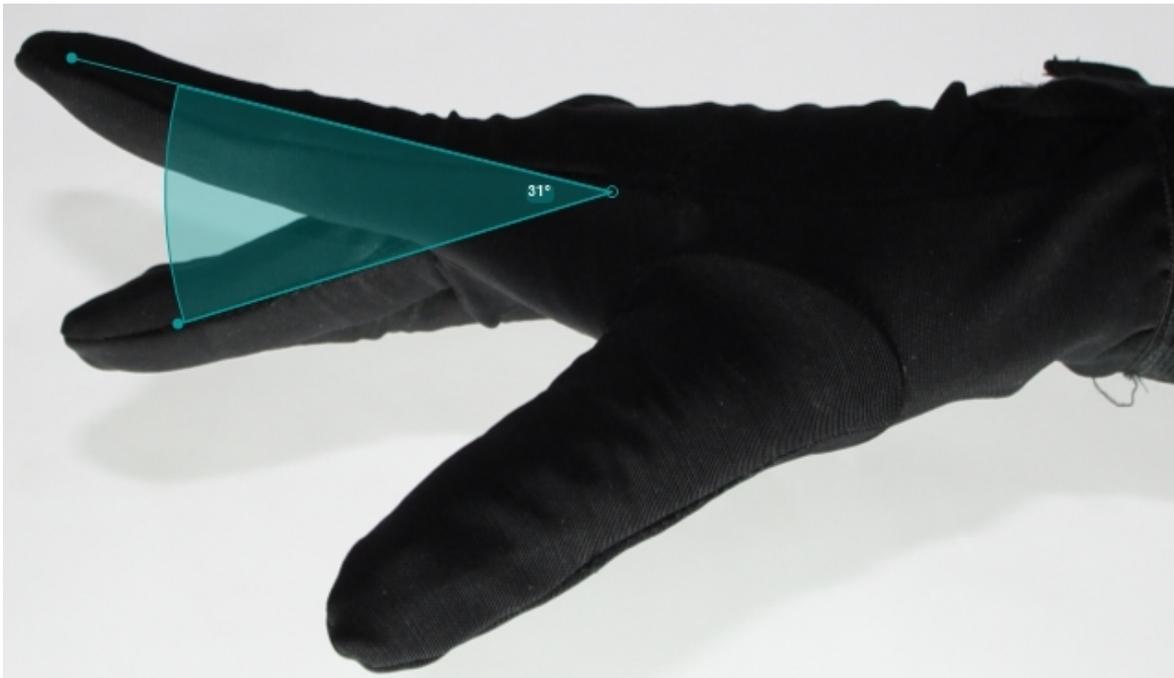
En cuanto a la extensión del dedo pulgar, el guante redujo la movilidad de este 12° , lo que equivale a una reducción del 28%

Ilustración 29



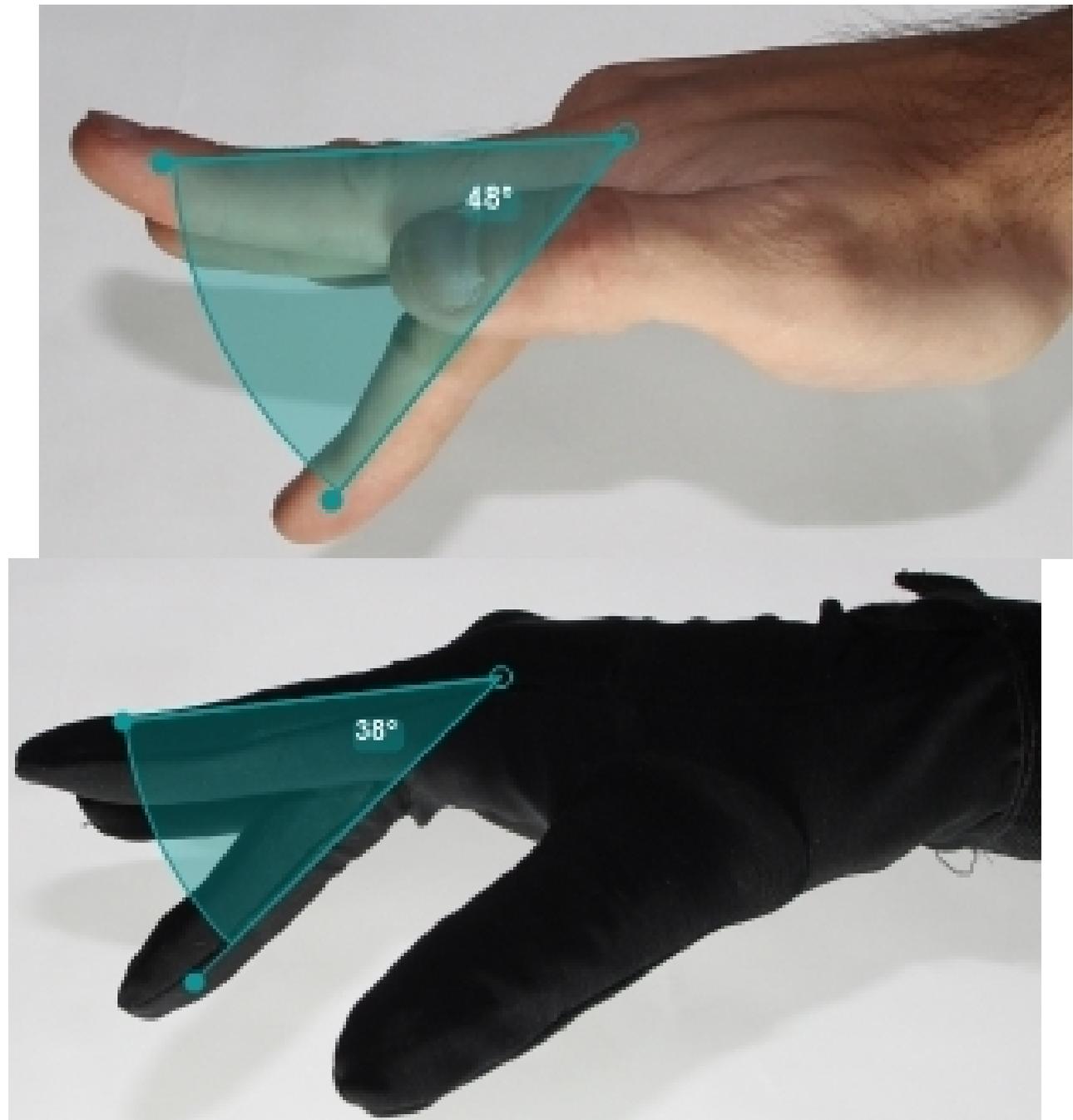
En la Flexión del dedo índice también hubo una disminución de la movilidad notable de 11° , esto equivale al 26%

Ilustración 30



La extensión del dedo índice se redujo 10° , esto equivale a un 25%

Ilustración 31



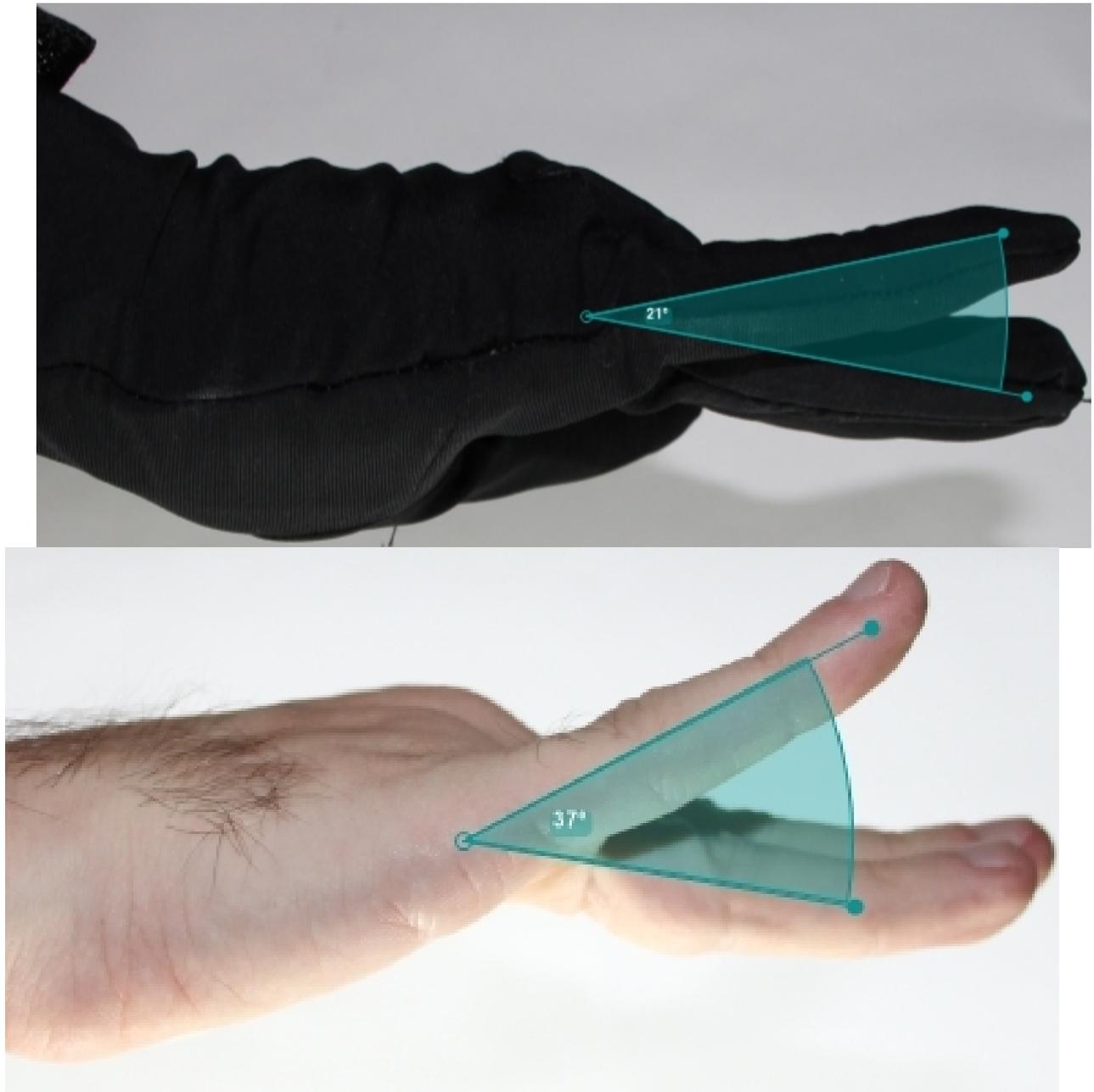
Al Flexionar el dedo corazón, se disminuyó la movilidad de este en 10° , esto equivale a un 21%

Ilustración 32



En cuanto a la Flexión del dedo meñique hubo una reducción considerable de 24° , lo que equivale a un 55%, una disminución en la movilidad de este dedo muy considerable, pues la redujo a más de la mitad

Ilustración 33



Al extender el dedo meñique se disminuyó la movilidad de este en 16° , un 43%

Ilustración 34



En la abducción del dedo anular hubo una reducción de 8° , lo que equivale a un 18%

Ilustración 35



En la extensión del dedo anular hubo una reducción del 7°, equivalente a 35%

En cuanto al movimiento de abducción y extensión de los dedos en promedio hubo una reducción del 30%, teniendo en cuenta que el 100% es que no hubiera movimiento, esta reducción es muy notable, ya que Calliet habla en sus libros sobre una reducción de entre el 35% y el 40% debido a la artritis reumatoide en sus peores estados, el guante tiene una reducción muy cercana con un desfase del 15%, por lo cual podemos concluir que el guante, según los resultados encontrados se encuentra en un 85% de su función ideal.

Guante Final

Ilustración 36



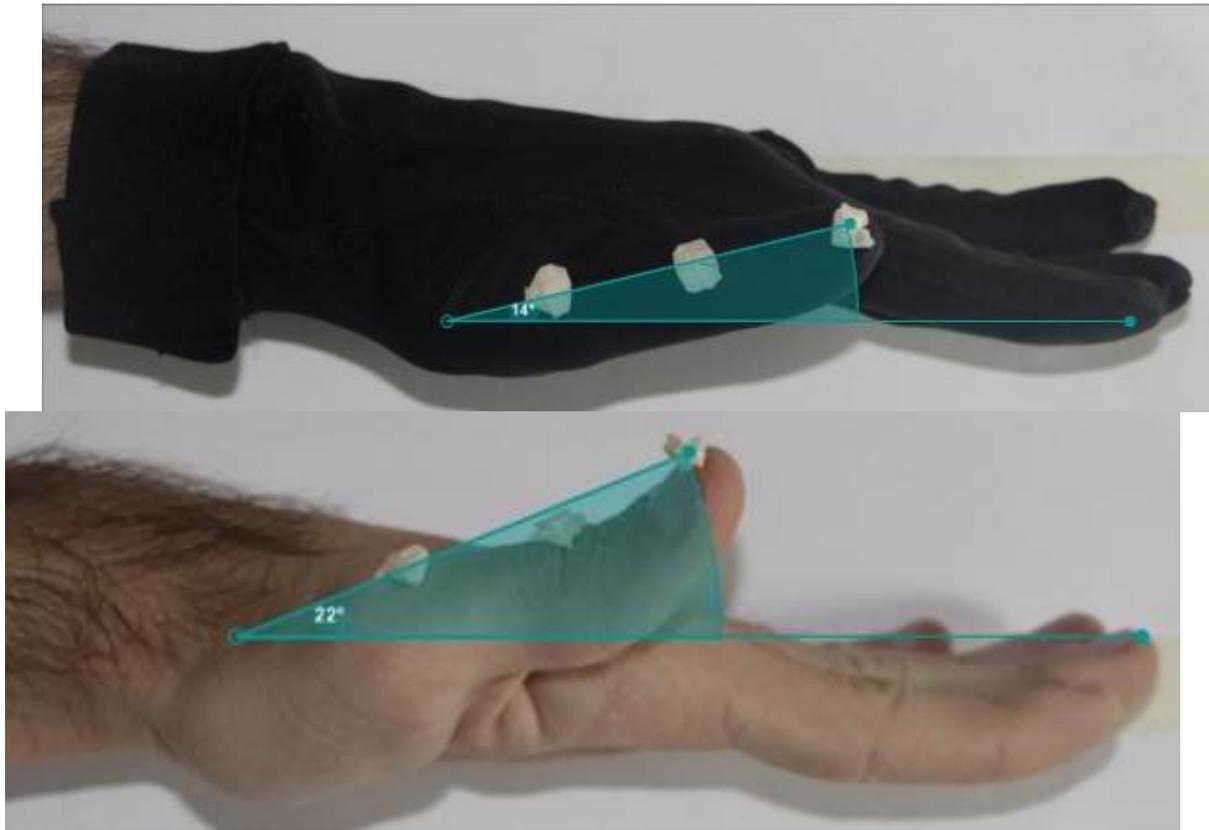
Para lograr unas pruebas más exactas se utilizaron guías a partir de la cámara y el fondo sinfín empleados. La cinta transversal se utilizó como guía de línea recta mientras el punto es el lugar donde debían ir los nudillos, esto sirvió para tener un resultado más confiable.

Ilustración 37



El guante, en el movimiento de abducción del dedo pulgar disminuyo la movilidad de este en 31° , lo que equivale a una reducción del 50% en la movilidad de este.

Ilustración 38



En cuanto a la extensión del dedo pulgar, el guante redujo la movilidad de este 8° , lo que equivale a una reducción del 36%

Ilustración 39



En la Flexión del dedo índice también hubo una disminución de la movilidad notable de 21°, esto equivale al 33%

Ilustración 40



La extensión del dedo índice se redujo 22° , esto equivale a un 60%

Ilustración 41



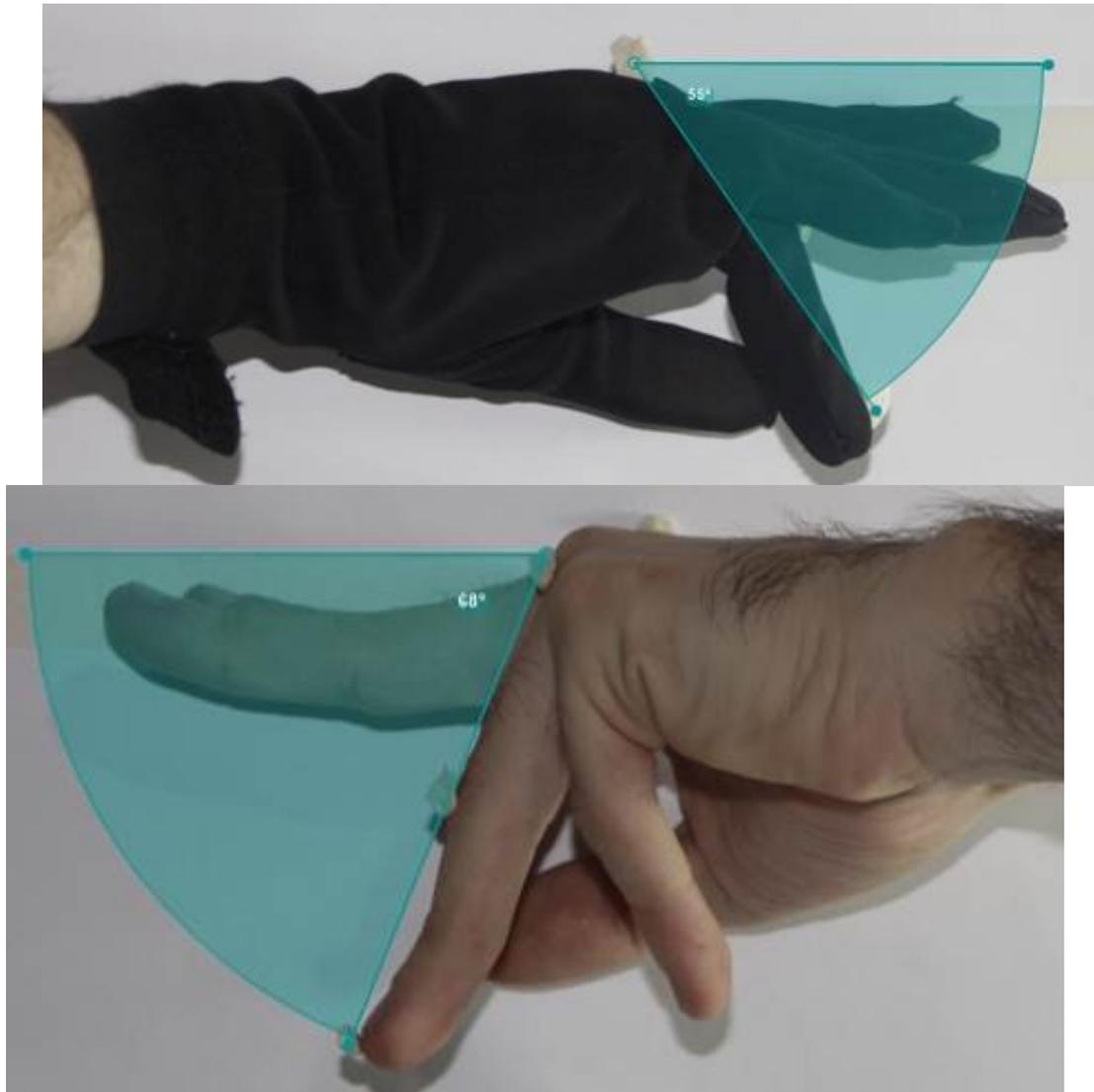
Al Flexionar el dedo corazón, se disminuyó la movilidad de este en 3°, esto equivale a un 6%

Ilustración 42



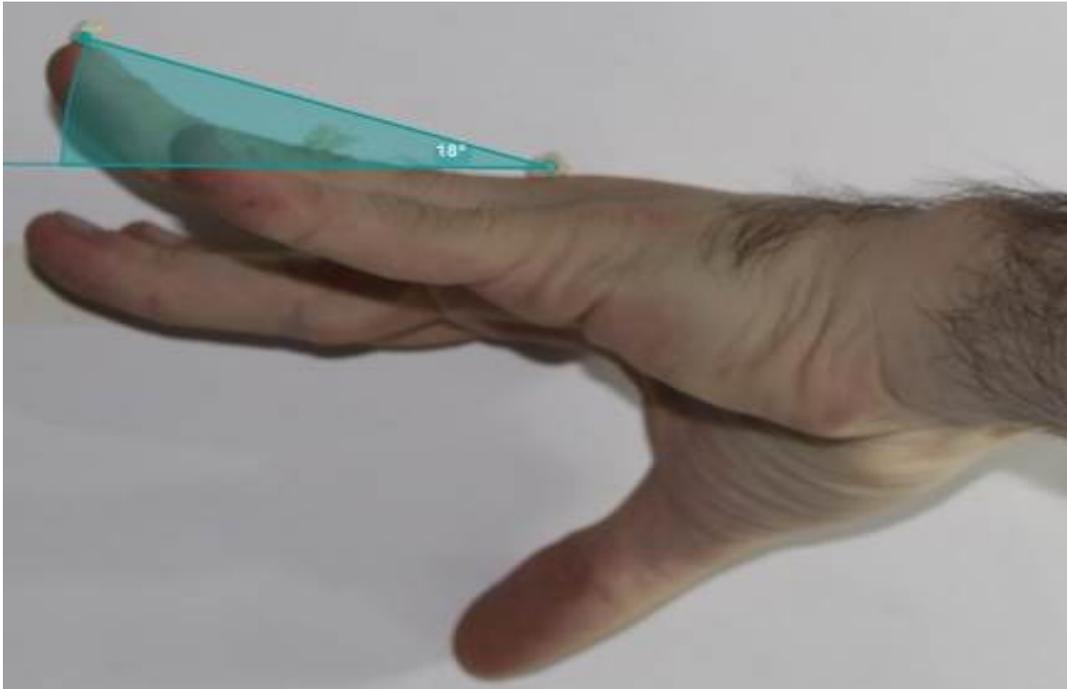
En cuanto a la Flexión del dedo corazón hubo una reducción considerable de 17° , lo que equivale a un 81%, una disminución en la movilidad de este dedo muy considerable, pues la redujo a más de la mitad

Ilustración 43



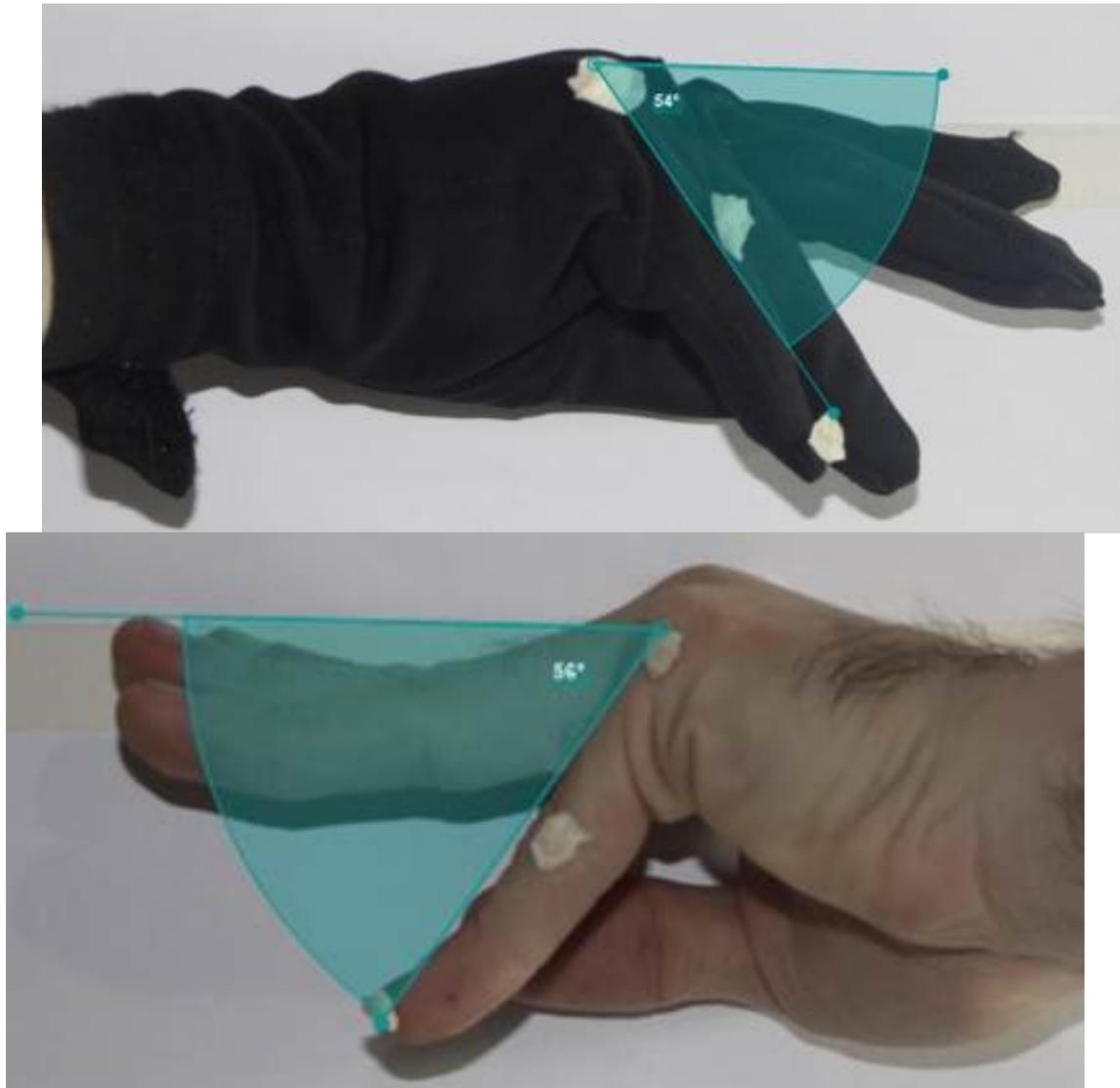
En la flexión del dedo anular hubo una reducción de 13° , lo que equivale a un 20%

Ilustración 44



En la extensión del dedo anular hubo una reducción del 1°, equivalente a 6%

Ilustración 45



En cuanto a la Flexión del dedo meñique hubo una reducción considerable de 2° , lo que equivale a un 4%

Ilustración 46



En la extensión del dedo anular hubo una reducción del 39° , equivalente a 78%

7. METODOLOGÍA

7.1. Método

Para empezar, se debe buscar la información teórica pertinente sobre las posibles enfermedades que pueden sufrir los adultos de la tercera y cuarta edad en las manos. Se buscará en fuentes bibliográficas, bases de datos, en páginas web (páginas médicas y de laboratorios) y a través de entrevistas con expertos en el tema. Luego se analizarán los resultados y a partir de los puntos más críticos y la situación más extrema de las enfermedades, se obtendrán una base teórica de las enfermedades y dolencias que afligen a los adultos mayores, a partir de estos datos del desarrollo de la degradación en el movimiento, extraer los puntos de inflexión del proceso, para tratar de replicarlos en un modelo artificial.

Posteriormente se iniciará un proceso de recopilación de datos del estado del arte, que se basará en soluciones similares, técnicas y tecnologías de las que podamos hacer uso, para el desarrollo del objeto. Al abstraer las posibles soluciones o puntos a los cuales aferrarnos para el desarrollo objetual del proyecto podremos tener una base de partida más sólida.

Se establecerá un modelo de movimientos que el objeto debe restringir y permitir, dentro de los límites expuestos en el marco teórico, con este modelo podemos generar diversas propuestas mecánicas y será la manera de evaluar cual se desempeña de mejor manera, Con ello se analizarán diversas propuestas, extrayendo lo más funcional y descartando los déficits, enriqueciendo el modelo con cada prueba, hasta obtener una propuesta que cumpla a cabalidad la intención del proyecto y simule con exactitud la falencia.

Finalmente se empezará el desarrollo del objeto, jugando con materiales y técnicas de manufactura, para sacarle el máximo provecho al simulador, haciendo que se adapte al usuario y al uso que se le va a dar de la mejor manera posible, al ya haber cumplido con todos los ítems

anteriores se iniciara un proceso de pulimiento para entregar algo con un lenguaje más uniforme y acorde, interfiriendo la parte estética del objeto.

7.2. Sujetos

El proyecto posee dos sujetos de estudio y de uso, el primero son los sujetos de la tercer y cuarta edad, con complicaciones motrices en sus manos, estos son el sujeto primario de la investigación y el usuario terciario de la implementación del proyecto, ya que se va a ver muy beneficiado por el uso de este dispositivo en el diseño, debido a que se verán más insertas sus necesidades dentro de los desarrollos de productos, llevando al diseñador a una realidad más cercana a la que vive día a día este sujeto.

El segundo sujeto el cual no se ve tan involucrado en la investigación, pues aparece como un usuario en esta, es el diseñador, pero en la parte de implementación es el sujeto focal, pues es el que va a utilizar el interfaz del objeto, para darse a la idea de la realidad que vive el sujeto número uno, y poder diseñarle con un mayor impacto a este.

7.3. Aparato (Instrumentos o herramientas de investigación)

Para poder completar la investigación y llegar a un resultado objetual, es necesario el uso de métodos de recolección de información como lo es la entrevista entre otros, y realizar un estado del arte, para no proponer algo ya existente y tener de referencia las demás formas de resolver el simulador de motricidad de la mano; también se realizará un estudio fotográfico basado en métodos de observación directa e indirecta, en los cuales se busca percibir y detallar los puntos

críticos de las actividades realizadas por los adultos de la tercera y cuarta edad. Para esto será necesario utilizar dispositivos que puedan acceder a internet, para buscar en las diferentes páginas web y bases de datos que permitan recolectar la información necesaria, y será de vital importancia el uso de cámaras fotográficas y programas como Kinovea que permiten hacer un rastreo de problemas fisiológicos, biomecánicos, etc. Con base a las personas comunes.

Será necesario entrevistar a personas expertas en los temas a analizar, como lo son los ortopedistas, fisioterapeutas, neurólogos, profesores y expertos en ergonomía. Para esto se hará uso de diferentes herramientas como computadores, grabadoras y en caso de ser posible elementos para la grabación de video, también se utilizarán formatos de entrevista previamente realizados para cada persona a entrevistar.

En el estado del arte se buscarán tres diferentes aspectos, el primer aspecto será las soluciones similares, como otras personas lograron solucionar total o parcialmente la simulación de la mano de personas de la tercera y cuarta edad. El segundo aspecto serán las técnicas utilizadas para llegar a estos resultados, cuáles fueron los procedimientos que se siguieron y que permitieron lograrlo, y finalmente se buscaran las tecnologías que nos permitan simular de la manera más eficiente y cómoda para el usuario.

Con respecto a los métodos etnográficos, se buscarán personas entre los rangos de edades a estudiar y que padezcan las diferentes enfermedades que se quieren simular. Se realizarán dos tipos de los métodos, el primero será la observación directa, en la cual el sujeto tiene en su conocimiento que está siendo observado y que sus acciones serán analizadas posteriormente. El segundo método será la observación indirecta, en el cual se observarán los sujetos sin que estos se den cuenta. En los dos métodos se hará un registro fotográfico y de video en lo posible, luego se analizará detalladamente cada imagen y video utilizando diferentes programas como

Kinovea, los cuales nos permitirán en primer lugar realizar una comparación en los movimientos como los de personas comunes, mirar las diferencias entre los ángulos que se forman en los falanges de cada dedo, los ángulos de separación entre los dedos y las pendientes que se forman en estos. Todos estos datos al ser medibles y cuantitativos permiten hacer un análisis más acertado con respecto a las personas comunes y que no padecen de estas enfermedades.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Resultados

Protocolo de pruebas para el prototipo final:

Justificación

Las pruebas se realizarán con el fin de comparar la precisión del guante en cuanto a la reducción motriz que este proporciona con respecto a una persona de la tercera edad con las características motrices que se quieren simular, esto con el fin de evaluar la fidelidad del guante, su diseño y funcionamiento.

Se realizarán distintas pruebas, en las cuales participaran dos personas, la primera es la persona de la tercera edad y la segunda es el joven diseñador, el cual hará las pruebas si el guante y con el guante, para poder realizar comparaciones reales de los tres casos.

Objetivo general

Realizar diferentes pruebas a una persona de la tercera edad y a un usuario potencial del simulador, que permitan evaluar la motricidad de la mano en distintas áreas, esto con el fin de verificar que el simulador cumpla con los rasgos establecidos en los requerimientos.

Objetivos específicos

- Encontrar los ángulos que se generan al realizar los movimientos básicos con la mano
- Realizar comparaciones entre los ángulos encontrados en la persona de la tercera edad y el usuario del guante

- Observar el desempeño de las pruebas de ambos participantes
- Recolectar la información necesaria para realizar las comparaciones
- Determinar a través de las actividades la precisión del guante en cuanto a la persona de la tercera edad

Perfil del usuario

Persona de la tercera edad: Persona entre los 70 y 90 años que sufra de artritis reumatoidea sin deformación de sus articulaciones, de cualquier estrato socio-económico y que habite en la ciudad de Medellín

Usuario potencial joven: Persona entre los 18 y 40 años con intereses en simular los estados motrices de personas de la tercera edad, de cualquier estrato socio-económico y que habite en la ciudad de Medellín

Resultados esperados de las pruebas

Funcionalidad

- El simulador cumple con los rangos establecidos en los requerimientos
- El simulador proporciona una reducción en la movilidad y por lo tanto en la motricidad fina muy a fin con el usuario de la tercera edad
- El guante no incomoda o afecta (por fuera de los que se quiere simular) las actividades realizadas por el usuario, garantizando la seguridad y comodidad de este

Materiales

- Los materiales usados en el guante son apropiados y funcionan
- Los materiales no causan ningún tipo de alteración al usuario
- Los materiales resisten las pruebas y no se deterioran con estas

Resultado de pruebas del prototipo final:

Las pruebas fueron realizadas a 2 personas de la tercera edad con artritis, a 2 jóvenes comunes y corriente, y a los 2 mismos jóvenes utilizando el prototipo final y se realizaron 2 iteraciones de prueba por cada usuario, con un total de 12 iteraciones, los resultados fueron promediados.

Primera actividad: movimientos básicos de la mano:

Antecedentes

Los movimientos básicos de la mano se ven reducidos a medida que envejecemos y además entran a afectarlos aún más algunas enfermedades.

Objetivo

Determinar las diferencias en los movimientos de los dos participantes y comparar la reducción generada por el guante con el de la persona de la tercera edad, verificando la funcionalidad del simulador.

Desarrollo de la actividad

1. La persona deberá comenzar a realizar movimientos básicos con las manos
2. Empezara a mover uno por uno cada dedo de arriba hacia abajo
3. Realizara posturas básicas de la mano como tenaza, puño cerrado, mano extendida, etc.
4. La persona ahora deberá ponerse los guantes

5. Comenzará a hacer movimientos básicos de la mano para adaptarse a ellos
6. Empezara por mover uno por uno cada dedo de arriba hacia abajo
7. Realizara posturas básicas de la mano como tenaza, puño cerrado, mano extendida, etc.

Personas involucradas

Para el desarrollo de esta prueba participaran dos integrantes encargados del simulador que recolectaran los datos necesarios, el técnico especializado en medir los movimientos y acciones de los participantes en la prueba, el usuario del simulador y una persona de la tercera edad

Implementos

- Simulador (guante)
- Cámara
- Paso a paso de la prueba
- Cronometro
- Elementos para tomar nota
- Computador
- Software para medir los movimientos
- Esferas de reconocimiento

Duración aproximada de la prueba

La prueba durara 5 minutos por participante, para un total de 10 minutos

Parte	Movimiento	Usuario joven sin guantes	Usuario joven con guantes	Usuario adulto mayor con artritis
Pulgar	Flexión	60°	32°	30°
	Extensión	22°	14°	15°
Índice	Flexión	63°	42°	40°
	Extensión	38°	19°	18°
Corazón	Flexión	56°	48°	42°
	Extensión	21°	12°	8°
Anular	Flexión	68°	50°	50°
	Extensión	19°	19°	18°
Meñique	Flexión	58°	54°	50°
	Extensión	30°	21°	15°
Mano	Flexión	55°	53°	52°
	Extensión	22°	18°	15°

El guante genera una restricción en los movimientos básicos de la mano muy acorde a las de las personas de la tercera edad con artritis, la reducción en los ángulos del movimiento es muy considerable, pues las brechas son muy altas en algunos casos.

Desarrollo de la actividad 2: formas con plastilina y pitillos

1. La persona se pone los guantes
2. Toma el primer palo
3. Lo une con la plastilina
4. Toma otro palo y lo uno con el anterior
5. Realizara los pasos anteriores hasta formas la figura propuesta
6. Procederá a realizar otra figura

Personas involucradas

Para el desarrollo de esta prueba participaran dos integrantes encargados del simulador que recolectaran los datos necesarios, el técnico especializado en medir los movimientos y acciones de los participantes en la prueba, el usuario del simulador y una persona de la tercera edad

Implementos

- Simulador (guante)
- Cámara
- Paso a paso de la prueba
- guía
- Plastilina
- Mondadientes
- superficie
- Cronometro
- Elementos para tomar nota
- Computador
- Software para medir los movimientos
- Esferas de reconocimiento

Duración aproximada de la prueba

La prueba durara 5 minutos por participante, para un total de 10 minutos

Actividad	Usuario joven sin guantes	Usuario joven con guantes	Usuario adulto mayor con artritis
Triangulo	18 segundos	26 segundos	40 segundos
Cuadrado	26 segundos	35 segundos	45 segundos
Cubo	53 segundos	1 minuto 9 segundos	2 minutos 2 segundos
Pirámide	38 segundos	55 segundos	1 minuto 37 segundos

Para esta segunda prueba se puede evidenciar que el guante si disminuyó las capacidades motrices del joven que lo utilizo, pero no al nivel de la persona de la tercera edad, pero también fue posible ver durante la prueba que las capacidades cognitivas de las personas (en este caso las capacidades espaciales y conocimientos previos de geometría) afectan el resultado, pues a las personas de la tercera edad hubo que explicarles como armar cada figura en repetidas ocasiones y además antes de comenzar se tomaban unos instantes para pensar previamente como realizar la figura. Debido a este resultado, la prueba pierde fidelidad.

-Desarrollo de la actividad 3: apertura de empaques

1. La persona se pone el guante
2. Coge el primer empaque
3. Intenta abrir el empaque
4. En caso de fallar o tener éxito repite el paso 2 y 3 con otro empaque hasta terminar con todos

Personas involucradas

Para el desarrollo de esta prueba participaran dos integrantes encargados del simulador que recolectaran los datos necesarios, el técnico especializado en medir los movimientos y acciones de los participantes en la prueba, el usuario del simulador y una persona de la tercera edad

Implementos

- Simulador (guante)
- Cámara
- 5 ejemplos idénticos de empaques
- Paso a paso de la prueba
- Cronometro
- Elementos para tomar nota
- Computador
- Software para medir los movimientos
- Esferas de reconocimiento

Duración aproximada de la prueba

La prueba durara 5 minutos por participante, para un total de 10 minutos

Empaque	Usuario joven sin guantes	Usuario joven con guantes	Usuario adulto mayor con artritis
Queso	53 segundos	No fue posible abrirlo	No fue posible abrirlo
Nusita	4 segundos	7 segundos	6 segundos
Lecherita	3 segundos	8 segundos	4 segundos
Salchichas enlatadas	5 segundos	18 segundos	11 segundos

En esta prueba se puede evidenciar que la persona que hacía uso del guante tuvo mayor dificultad incluso que el adulto mayor para abrir los empaques

-Cuarta actividad: Tornillos y tuercas

Antecedentes

Los movimientos básicos de la mano se ven reducidos a medida que envejecemos y además entran a afectarlos aún más algunas enfermedades, lo que impide que se realicen ciertas acciones de forma óptima.

Objetivo

Medir el tiempo que se demoran un adulto mayor en comparación con un joven utilizando el simulador en armar enroscar algunas tuercas y comparar que también quedan enroscadas

Desarrollo de la actividad

8. La persona deberá tomar un eje
9. Deberá introducirlo en el agujero indicado
10. Deberá coger una tuerca
11. Deberá enroscar la tuerca lo mejor posible
12. Deberá apretar la tuerca lo más fuerte posible

Personas involucradas

Para el desarrollo de esta prueba participaran dos integrantes encargados del simulador que recolectaran los datos necesarios, el técnico especializado en medir los movimientos y acciones de los participantes en la prueba, el usuario del simulador y una persona de la tercera edad

Implementos

- Simulador (guante)
- Cámara

- Paso a paso de la prueba
- Cronometro
- Elementos para tomar nota
- Computador
- Madera con agujeros
- Ejes con roscas
- Tuercas

Duración aproximada de la prueba

La prueba durara 10 minutos por participante, para un total de 20 minutos

Lo apretado de las tuercas se medirá con 3 niveles: algo apretado, apretado y muy apretado

Actividad	Usuario joven sin guantes	Usuario joven con guantes	Usuario adulto mayor con artritis
Introducir arandela	3 segundos	4 segundos	4 segundos
Poner tuerca 1	16 segundos	24 segundos	22 segundos
Que tan apretada esta la tuerca 1	Muy apretada	Algo apretada	Algo apretada

Con esta prueba evidenciamos que el guante disminuye la motricidad de la persona común y corriente casi al nivel de una persona de la tercera edad, y en algunos casos hasta este nivel.

9. CONCLUSIONES

-la degradación en la motricidad fina en la vejes se debe a múltiples variables, las cuales se disponen de diferentes maneras alterando las mecánicas naturales de la mano.

-la simulación es el camino idóneo para brindar una experiencia acorde al tema que se desea brindar, evita en gran medida las presunciones y brindan datos más certeros al usuario de lo que sucede en la realidad.

-la mecánica de la mano es compleja, abordarla, restringirla e imitarla también lo es, se deben tener en cuenta las diversas fuerzas y palancas que influyen en sus movimientos y aislar e intervenir a cada una de ellas por separado para generar el resultado adecuado.

-evitar a toda costa el deterioro mecánico del usuario por parte del uso es uno de los requerimientos más importantes y se consolido como núcleo central del proceso de diseño, solo se hizo mimesis de las fuerzas y mecánicas no perjudiciales para el usuario y se desecharon diversos mecanismos que, aunque eficaces producían molestias o incomodidades al mismo.

-los textiles se convirtieron rápidamente en el mejor aliado de los requerimientos que buscábamos abordar, su flexibilidad en el uso, lo adaptable de los mismos a las geometrías de la mano y la mecánica variable que podríamos obtener de ellos, a partir de su disposición y forma, nos llevaron a explorar mucho con ellos y finalmente encontrar el equilibrio perfecto que llenaba estos requerimientos.

-la producción de elementos experimentales es muy complejo en nuestro entorno, se facilitó a medida que profundizábamos y aprendíamos más de los procesos que íbamos a necesitar para la producción del modelo, conocer personas y arriesgarnos a probar y obtener experiencia.

-los guantes son productos textiles complejos de manufacturar por sus mismas geometrías y aún más la adecuación de la moldería con la que se enfrenta a diversas variables de ajuste y función.

-los prototipos de aproximación al final realizado con textiles, funcionaban muy bien pero traían consigo diversos problemas de durabilidad ya que todas las presiones se concentraban en las costuras por lo que debimos corregir esto en dos asuntos tales como una costura elástica y un refuerzo de ribeteadora, para reforzar la costura y prolongar la vida.

-aunque los textiles elásticos nos brindaban características y ventajas, tales como el tallaje flexible y unas contra fuerzas provenientes del efecto de hook en los resortes, el material rígido de deformación mecánica como la malla nos brindaba una restricción mayor a partir de cierto punto, y la adaptabilidad y tallas se obtuvieron por medio de una nueva molderia.

-la adaptación a las geometrías y fuerzas de las manos era una de las partes más importantes, al saber cómo abordar este tema el diseño se facilitó en gran medida y se perfecciono a medida que pasábamos de un prototipo a otro.

-un guante que sea liviano, gentil con el usuario, aireado y fresco, es una herramienta que es fácil y cómoda de usar, que incentivara a abordar nuevos métodos de diseño como el propuesto por el simulador, que interiorice mejor la perspectiva del usuario.

10. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE DATOS

1. Cailliet, R. (s.f.). *Anatomía Funcional y Biomecánica*.
2. Cabrales, O. (2013). Productos y servicios para los adultos mayores. Un potencial nicho de mercado en Colombia. *Revista Dimensión empresarial*, Vol. 11. 1 pp. 103-115.
3. CEDAT. IBV.(2003). Datus ¿Cómo obtener productos con alta usabilidad? Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Recuperado marzo 21, 2014 de 4. <http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO7077/datus.pdf>
4. <http://www.minproteccionsocial.gov.co/VBeContent/library/documents/DocNewsNo16412DocumentNo4751.PDF>
5. Definición de dimensiones antropométricas en la construcción de guantes a partir de requerimientos de diseño, Ovidio Rincón Becerra, Gabriel García, *iconofacto* Vol. 11, Núm. 16, (2015)Acosta<https://revistas.upb.edu.co/index.php/iconofacto/article/view/6076/5571>
6. Bristol Myers Squibb company 2014, <http://www.orencia.bmscustomerconnect.com/understanding-rheumatoid-arthritis/what-causes-ra>
7. Krupp, Marcus A. (1979). «Enfermedad de Paget (Osteítis deformante)». *Diagnóstico Clínico y Tratamiento*. Ciudad de México: El Manual Modeno S.A
8. ¿Que es la osteoporosis?. Sociedad Española de Reumatología. Consultado el 20 de septiembre de 2015. <http://web.archive.org/web/20150421124119/http://www.ser.es/ArchivosDESCARGABLES/Folletos/21.pdf>

9. Artrosis <http://es.wikipedia.org/wiki/Artrosis>
10. Parkinson http://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad_de_Parkinson
11. Fracturas <http://es.wikipedia.org/wiki/Fractura>
12. Osteoporosis <http://es.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis>
13. Osteítis deformante http://es.wikipedia.org/wiki/Oste%C3%ADtis_deformante
14. <http://www.fastcodesign.com/3057494/fords-quest-to-remake-itself-into-a-master-of-ux/4>
15. <https://www.youtube.com/watch?v=Wu6QeW6WvsE>