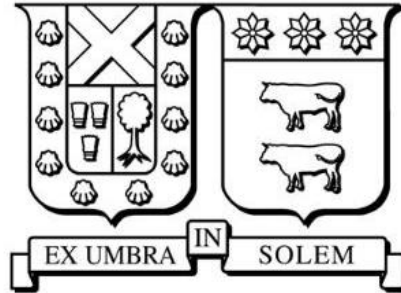


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
INGENIERÍA EN DISEÑO DE PRODUCTOS
VALPARAÍSO- CHILE



PERSONALIZACIÓN DE AYUDAS TÉCNICAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE
PERSONAS CON ARTRITIS UTILIZANDO LA IMPRESIÓN 3D

José Antonio Rozas Schäfer
MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO/A EN DISEÑO DE PRODUCTOS
PROFESOR GUÍA – EDUARDO PIÑONES
[Julio – 2026]



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: PERSONALIZACIÓN DE AYUDAS TÉCNICAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE PERSONAS CON ARTRITIS UTILIZANDO LA IMPRESIÓN 3D

Nombre del candidato(a): José Antonio Rozas Schäfer

Carrera / Grado: Ingeniería en diseño de productos

Campus: Casa Central Departamento: Ingeniería en Diseño

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Eduardo Piñones Zuleta, en mi calidad de profesor guía/director del trabajo académico mencionado anteriormente

DEJO CONSTANCIA que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

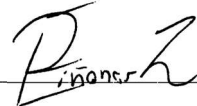
☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 26/07/2026

Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 24/07/2026

Firma: 

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, quienes me apoyaron incondicionalmente en todo el proceso con su consejo, ayuda y sacrificio. Especialmente quiero agradecer a mis padres quienes me aportaron mucho de su tiempo y paciencia.

Agradezco al profesor guía, Eduardo Piñones, quien me ayudo y apoyó en este proceso, brindando consejo y claridad.

Agradezco también al profesor, Juan Carlos Briede por su ayuda y calma en la ardua realización de esta memoria.

Agradezco a Katia Sandoval, quien con su experiencia, consejo y ánimos me apoyo durante este arduo proceso.

Agradezco a mi universidad por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios y por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo mi investigación.

Resumen

El presente trabajo de titulación aborda la problemática que enfrentan personas con artritis reumatoidea (AR) y osteoartritis (OA), particularmente en las extremidades superiores, las manos, donde las deformidades, el dolor y la pérdida de movilidad afectan la autonomía y calidad de vida. Ante la limitada adaptabilidad de las ayudas técnicas convencionales y la alta variabilidad en las necesidades funcionales de los pacientes, se propone un enfoque de diseño centrado en la personalización, mediante el uso de tecnología de impresión 3D.

La metodología aplicada corresponde al modelo de Design Thinking, que permite iterar de forma ágil entre la comprensión del usuario, la definición de requerimientos, la generación de ideas, el prototipado y la evaluación. A partir del análisis de entrevistas y benchmarking de productos existentes, se diseñó y validó un porta-tazón con manillas intercambiables, orientado a facilitar la manipulación de recipientes a personas con movilidad reducida en las manos por AR o OA.

El estudio concluye que la personalización de ayudas técnicas no solo mejora la funcionalidad, sino que también tiene el potencial de impactar positivamente en la autoestima, adherencia al tratamiento y bienestar emocional del usuario. La impresión 3D se presenta como una herramienta efectiva, accesible y flexible para responder a estas necesidades, permitiendo soluciones ergonómicas, económicas y adaptadas a cada persona.

Palabras clave: Articulación, artritis, ayuda técnica, discapacidad, osteoartritis, enfermedad, extensión, inclusión, limitación, necesidad, reumatología, rigidez, salud.

Abstract

This research focuses on the problems faced by people with rheumatoid arthritis (RA) and osteoarthritis (OA), particularly in the upper extremities, the hands, where deformities, pain and loss of mobility affect autonomy and quality of life. Given the limited adaptability of conventional technical aids and the high variability in the functional needs of patients, a design approach focused on customization is proposed, using 3D printing technology.

The methodology applied corresponds to the Design Thinking model, which allows agile iteration between user understanding, requirements definition, idea generation, prototyping and evaluation. Based on the analysis of interviews and benchmarking of existing products, a bowl holder with interchangeable handles was designed and validated, aimed at facilitating the handling of containers for people with reduced hand mobility due to RA or OA.

The study concludes that the personalization of technical aids not only improves functionality but also has the potential impact to positively impact on the user's self-esteem, adherence to treatment and emotional well-being. 3D printing is presented as an effective, accessible and flexible tool to respond to these needs, allowing ergonomic, economical and customized solutions.

Keywords: joint, arthritis, technical aid, disability, osteoarthritis, disease, extent, inclusion, limitation, need, rheumatology, stiffness, health.

Glosario

A continuación se presenta un glosario de términos utilizados en este trabajo de titulación, con el objetivo de proporcionar claridad y comprensión a los lectores:

1. **Artritis Reumatoidea:** entendida como una enfermedad de etiología autoinmune, que se caracteriza por la inflamación en las articulaciones causando dolor, hinchazón, rigidez y disminución en la movilidad en las áreas afectadas principalmente manos, muñecas y rodillas (Jahid et al., 2023; Shah et al., 2024).
2. **Osteoartritis o Artrosis:** se define como una enfermedad articular degenerativa del ser humano que provoca dolor, hinchazón y rigidez, que va en aumento con el tiempo y edad de las personas, se presenta con mayor frecuencia en las rodillas caderas columna vertebral y en las manos (Adam et al., 2024; Ashraf et al., 2024; OMS, 2023)
3. **Ayudas Técnicas:** se definen como aquellos elementos que permiten corregir o facilitar a una persona la ejecución de una acción, actividad o desplazamiento, procurando ahorro de energía y mayor seguridad. (Glasinovic et al., 2020.)
4. **Calidad de Vida:** Según la OMS “La calidad de vida es la percepción del

individuo de su posición en la vida en el contexto de la cultura y sistema de valores en los que vive, y en relación con sus objetivos, expectativas, normas e inquietudes”

(OMS, 1997.)_Esta definición incluye seis dominios:

- Salud física
- Salud psicológica
- Nivel de independencia
- Relaciones sociales
- Entorno

5. **Impresión 3D:** tecnología de fabricación aditiva que permite crear objetos tridimensionales a partir de un modelo digital. La fabricación aditiva se refiere a aquellas tecnologías que crean objetos físicos mediante adición sucesiva de material para obtener objetos físicos según lo especificado por los datos de un modelo 3D. (UNE, 2025)

6. **Personalización:** proceso de adaptar tecnologías, dispositivos o intervenciones a las características, condiciones médicas, preferencias o necesidades individuales de los usuarios, especialmente en el contexto de la salud, a través de herramientas como perfiles de usuario, impresión 3D y diseño centrado en la persona. (LeRouge et al., 2019; Sandri et al., 2017; Vennam, Vijayasankar, & Pati, 2024)

Índice

Agradecimientos.....	1
Resumen.....	2
Abstract.....	3
Glosario.....	5
Índice.....	7
1 Introducción.....	9
1.1 Artritis Reumatoidea y Osteoartritis/Artrosis.....	11
1.1.1 Tratamientos.....	13
1.1.2 Ayudas técnicas.....	15
1.1.3 Calidad de vida y personalización.....	17
1.1.4 Problemática.....	19
1.1.5 Personalización de ayudas técnicas mediante impresión 3D.....	19
1.2 Objetivos.....	22
2 Metodología.....	23
2.1 Design Thinking.....	23
2.2 Planificación.....	25
3 Empatizar.....	28
3.1 Revisión bibliográfica sobre artritis en posibles usuarios.....	29
3.2 Identificación de tareas críticas por medio de entrevista.....	35

3.3 Benchmarking.....	37
4 Definir	43
4.1 Selección justificada de ayuda técnica.	43
4.2 Formulación de requerimientos de diseño general.....	44
4.3. Formulación de requerimientos específicos para la ayuda técnica seleccionada (dependientes del usuario) ...	46
5 Idear.....	49
5.1 Lluvia de ideas	49
5.2 Solución escogida	55
6 Prototipado.....	56
6.1 Desarrollo de alternativas en CAD, considerando diferentes formas y enfoques funcionales.....	57
6.2 Reiteración, tomando nuevas impresiones del usuario para mejorar el prototipo.....	62
7 Evaluar.....	66
7.1. Evaluación de prototipos con posible usuario o profesional:.....	67
7.2. Elección de la configuración óptima justificada en la evidencia del testeo.	77
8 Conclusiones	79
8.2 Mejoras Futuras	81
8.3 Aprendizajes	81
Referencias	83

1 Introducción

El acelerado envejecimiento demográfico está redefiniendo las prioridades sanitarias y de diseño a escala global. En 2020 había ya 1.000 millones de personas de 60 años o más, según los estudios para 2030 serán 1.400 millones y, en 2050 la cifra aumenta a 2.100 millones lo que corresponde a una de cada cuatro personas (OMS, 2024). A nivel nacional se reproduce esta tendencia, en el Censo 2024 se constató que la proporción de adultos de 65 años o más creció de 6,6 % en 1992 a 14 % en 2024, mientras la natalidad continúa descendiendo (INE, 2025)

Este cambio y prolongación de la vida se acompaña de un mayor incremento de enfermedades osteoarticulares degenerativas que afectan en particular las manos como son la Artritis Reumatoidea y la Artrosis u Osteoartritis, siendo esta última a juicio de la Global Burden of Disease (Steinmetz, J.D., 2021) la principal patología de tipo degenerativa que afectó en el 2020 a 595 millones de personas lo que corresponde al 7,6% de la población mundial, con un incremento del 132% desde 1990 y en el caso particular de las manos la artrosis se estima que para el 2050 habrá aumentado en un 50%.

En Chile, la prevalencia combinada de artrosis de cadera y rodilla alcanza al 19 % de los mayores de 65 años y predomina en mujeres (Blümel et al., 2022), a ello se suma la artritis

reumatoide (AR), entendida como una enfermedad inflamatoria autoinmune que compromete con especial frecuencia las articulaciones de la mano (GBD, 2021).

Las deformidades y el dolor derivados de estas condiciones limitan la capacidad de tomar elementos, hacer una prensión fina, llevar a cabo autoalimentación y otras actividades básicas, reduciendo la autonomía y la calidad de vida. No es casual que la artrosis figure hoy entre las primeras causas mundiales de años vividos con discapacidad en mayores de 70 años, y que la AR se reconozca como patología crónica altamente discapacitante según DALYs (disability-adjusted life years).

En respuesta y gracias al desarrollo tecnológico, se han creado múltiples ayudas técnicas, como órtesis prefabricadas, cubiertos engrosados, férulas de posicionamiento, etc. Sin embargo, la evidencia muestra que estos productos “universales” rara vez se adaptan a la gran heterogeneidad de deformidades y necesidades ergonómicas individuales que se desarrollan en el curso de estas enfermedades, lo que lleva a los propios usuarios a modificar objetos domésticos o crear soluciones improvisadas para poder seguir realizando sus tareas cotidianas.

Adicionalmente, es necesario considerar que una ayuda técnica mal adaptada afecta la

calidad de vida de los pacientes no solo en las complicaciones producidas por problemas físicos, sino que también pueden influir en la emocionalidad del paciente.

Se ha demostrado que una ayuda técnica adaptada correctamente al paciente demuestra no solamente un aumento en la usabilidad de éste, sino también un impacto psicosocial positivo mejorando la participación del usuario y la satisfacción con el producto (Sandri et al., 2017), esto puede ser explicado por la ganancia en autonomía y el factor psicológico en la capacidad de realizar estas actividades cotidianas que se veían obstruidas por la enfermedad.

Es por esto por lo que se hace necesario proponer procesos de personalización de las ayudas, de forma que den respuestas reales a sus necesidades y estén optimizadas para la satisfacción del usuario.

Las ayudas técnicas que se han venido desarrollando en las últimas 2 décadas por medio de la tecnología de impresión 3D, han permitido el diseño y creación de soluciones a bajo costo, al permitir el uso de modelos fácilmente obtenibles y no necesitar de maquinaria compleja, ni materiales costosos para su fabricación (Lim et al., 2016).

Es por el conjunto de estas razones de agilización en el proceso de manufactura de prototipos y la economización de materias

primas que se considera esta tecnología como ideal para un proceso de personalización y rediseño de ayudas técnicas, motivando el propósito de este estudio.

1.1 Artritis Reumatoidea y Osteoartritis/Artrosis

En general se llama Artritis al grupo de las enfermedades crónicas que afectan las articulaciones más comunes, perjudicando la calidad de vida de millones de personas.

La artritis tiene una distribución universal y su incidencia mundial varía entre el 0,68% y el 2,9%, con una prevalencia que oscila entre el 0,3% y el 3% de la población, según los distintos países (Lozano, 2001).

Por ejemplo, el 22.7% de la población adulta en USA tienen diagnosticada artritis (2015), de los cuales el 43,5% tenía problemas en sus actividades cotidianas por la enfermedad. El centro de control de enfermedades estima que, en 2040, el 25,9% de la población adulta de USA tenga artritis (Barbour K.E., 2017) (Hootman et al, 2016).

La AR es una enfermedad de etiología autoinmune, se caracteriza por la inflamación en las articulaciones causando dolor, hinchazón, rigidez y disminución en la movilidad en las áreas afectadas (Jahid et al., 2023) lo que en varios estudios se señala

como la causa de que ciertas **actividades de la vida diaria** (AVD) de las personas que la presentan se vean particularmente afectadas.

Las AVDs, para el Glosario Gerontológico realizado por el Servicio Nacional del Adulto Mayor SENAMA (2014) son las acciones que realiza una persona en forma cotidiana para la subsistencia y autocuidado, y las clasifica en dos:

- a) Actividades Básicas de la Vida Diaria (ABVD), entendidas como las más elementales y consisten en poder realizar en forma independiente las actividades de alimentación, aseo, vestuario, movilidad, continencia y el uso del baño.
- b) Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD), llamadas así porque requieren algunos instrumentos y precisan mayor indemnidad de las personas para ser realizadas, posibilitándolas para tener una vida social mínima. Dentro de estas se cuentan el uso del teléfono, el cuidado de la casa, el salir de compras, la preparación de la comida, el uso de medios de transporte, el uso adecuado del dinero y responsabilidad sobre sus propios medicamentos.

En la siguiente tabla (Tabla 1), se muestra de manera resumida los diferentes tipos de artritis:

Comparación de Tipos de Artritis

Tipo de Artritis	Causas	Síntomas Principales	Tratamiento Común
Reumatoide	Enfermedad autoinmune	Dolor, rigidez matutina, fatiga	Antiinflamatorios, DMARDs
Osteoartritis	Desgaste del cartilago	Dolor en las articulaciones, hinchazón	Analgésicos, fisioterapia
Psoriásica	Relacionada con psoriasis	Inflamación articular, lesiones cutáneas	Antiinflamatorios, biológicos
Gota	Acumulación de ácido úrico	Ataques repentinos de dolor intenso	Antiinflamatorios, cambios dietéticos

Tabla 1 Comparación de tipos de artritis más comunes en Chile, Elaboración Propia

Este trabajo va a estar dirigido principalmente a personas con OA y AR, puesto que son las más comunes dentro de este tipo de enfermedades osteoarticulares (Deyanira Miguel-Lavariega et al., 2023).

Las principales características de estas enfermedades son:

La **AR** es una enfermedad autoinmune en la que el sistema inmunológico ataca por error el revestimiento de las articulaciones, lo que provoca inflamación crónica, dolor y, a largo plazo, daños en las articulaciones y tejidos circundantes. Este tipo de artritis afecta principalmente a las articulaciones de las manos, muñecas y rodillas, y puede causar deformidades si no se trata adecuadamente

(Shah et al., 2024). Esta puede afectar a personas de cualquier edad, aunque es más común en la mediana edad, entre los 40 y 50 años.

La AR según la OMS (2023) a parte de dañar gravemente las articulaciones también lo puede hacer con los tejidos circundantes los tejidos circundantes y causar problemas cardíacos, pulmonares y del sistema nervioso.

La **OA** por su parte es una enfermedad degenerativa, que se caracteriza principalmente por el desgaste del cartílago, el tejido que cubre las articulaciones (OMS,2023). A medida que este se deteriora, los huesos empiezan a rozarse entre sí, lo que provoca dolor y rigidez (Ashraf et al., 2024) (Adam et al., 2024), debido a esto suele afectar a personas mayores, aunque también puede surgir después de una lesión articular.

Para los pacientes con esta enfermedad, especialmente en sus formas más graves, puede dificultar o incluso impedir la realización de incluso las actividades más simples y cotidianas como vestirse, cocinar, abrir frascos o sostener objetos (Macdonald et al., 2018). Esto se debe a que las articulaciones afectadas pierden movilidad, fuerza y estabilidad. Es en este contexto, **los tratamientos y ayudas físicas ortopédicas dentro de las cuales se encuentran las llamadas ayudas técnicas juegan un papel**

crucial en mejorar la autonomía y la calidad de vida de las personas con artritis.

1.1.1 Tratamientos

A partir de las características anteriormente descritas de las AR y la OA, es necesario diferenciar el propósito que tiene el tratamiento en cada una de ellas. Por una parte, el foco terapéutico de la AR es frenar la progresión de la enfermedad y alcanzar la remisión, mientras que en la OA es preservar la función articular y aliviar el dolor que genera en los pacientes.

En este sentido, los estudios refieren que el tratamiento central es el uso de fármacos especializados de la línea de los corticoides orientados a disminuir la inflamación en el caso de AR, y cuando estos no logran su efecto se escala a terapias biológicas (Su et al., 2024).

Por el contrario, la OA no inicia el tratamiento con medicamentos, sino con intervenciones no farmacológicas como el ejercicio físico, la educación del paciente y la pérdida de peso son estrategias centrales (Guzmán y Céspedes 2018). También los antiinflamatorios no esteroideos tópicos (como el diclofenaco) son preferidos en adultos mayores con OA, mientras que el

paracetamol y los AINEs orales son de uso condicional por sus riesgos gastrointestinales y cardiovasculares (Regueras et al., 2024). En fases más avanzadas, de la enfermedad se incorporan infiltraciones intraarticulares (corticoides o ácido hialurónico) con grandes beneficios para los pacientes, y como último recurso, la cirugía de reemplazo articular.

Complementario a lo anterior, (Vista et al., 2025) plantean que hay otras consideraciones y apoyo no farmacológico que pueden ser muy relevantes en el tratamiento de estos pacientes como son:

- Ejercicio y fisioterapia, ya que esta mejora movilidad y reduce dolor, en especial si el ejercicio está supervisado puesto que esto tiene mejor adherencia y efectividad.
- Ayudas técnicas, el uso de bastones, férulas o plantillas ortopédicas puede aliviar la carga mecánica articular.
- Terapias complementarias, como la acupuntura, tai chi y suplementos como cúrcuma tienen apoyo limitado; deben evaluarse caso a caso.
- Psicología del dolor, en especial en pacientes con dolor crónico y con catastrofización deben ser abordados oportunamente

A continuación se presenta una tabla comparativa que sistematiza algunas de las ideas de tratamiento de estas enfermedades

desde diversos autores (Conley et al., 2023; Di Benedetto et al., 2025; Diaz et al., 2023; Guzman y Céspedes, 2028; Smedslund et al., 2022; Su et al., 2024)

Aspecto	Artritis Reumatoide (AR)	Osteoartritis (OA)
Tipo de enfermedad	Autoinmune, inflamatoria sistémica	Degenerativa, mecánica
Foco terapéutico	Frenar progresión, alcanzar remisión	Manejo sintomático, mantener función articular
Línea inicial	DMARDs convencionales (metotrexato)	Educación, ejercicio, AINEs tópicos
Escalamiento	Biológicos (anti-TNF, IL-6) o tsDMARDs si falla inicial	AINEs orales →

		infiltraciones → cirugía
Dieta y estilo de vida	Mediterránea, rica en omega-3, reducir ultraprocesados	Control de peso, ejercicio de bajo impacto
Dolor crónico	Asociado a inflamación activa	Catastrofización y kinesiofobia comunes
Cirugía	Rara, en casos extremos	Frecuente en fases avanzadas (reemplazo articular)

Tabla 2 elaboración propia.

Así mismo existen otros tipos de herramientas más tradicionales como son las prótesis y las ortesis, las cuales sustituyen la extremidad o inhiben el movimiento de ésta para reducir dolor. Las ortesis son dispositivos externos artificiales que tienen como propósito soportar el área afectada o corregir la postura al prevenir movimientos innecesarios. Estas

herramientas son habitualmente fabricadas con tecnología de impresión 3D y logran adecuarse a cuellos, espinas, brazos, muñecas, caderas, etc. lo que permite la rehabilitación y promueve la comodidad en los pacientes (Hasibuzzaman, M., 2021).

Adicionalmente, existen herramientas diseñadas con el objetivo de facilitar la realización de una actividad específica, las cuales serán referidas como Ayudas técnicas.



Figura 1 y 2: Ortesis para el uso de personas con artritis

1.1.2 Ayudas técnicas

Las ayudas técnicas se definen como “elementos que corrigen o facilitan la ejecución de una acción, actividad o desplazamiento, procurando ahorro de energía y mayor seguridad”. (Glasinovic et al., 2020, p19.). Su relevancia y necesidad en el tratamiento e inclusión de personas que presenta alguna discapacidad ha hecho que sean definidas como tal en la Ley N°20.422 en su artículo 6 letra B la cual “Establece Normas sobre igualdad de oportunidades e

inclusión social para personas con discapacidad, en dicha normativa las define como “elementos o implementos requeridos por una persona en situación de discapacidad para prevenir la progresión de la misma, mejorar o recuperar su funcionalidad, o desarrollar una vida independiente. (Ley 20.422, 2010, pág. 2-3).

La fabricación de las ayudas técnicas ha evolucionado en el tiempo conforme se han ido conociendo, requiriendo y evaluando. De igual forma los materiales utilizados han ido cambiando hasta llegar hoy a las impresiones 3d que a juicio de Andrés-Cano et al. (2021) permite mayor versatilidad y posibilidades que no podrían ser obtenidas con otras tecnología, agregando que es esta característica la que unida al concepto de medicina personalizada, ha supuesto el éxito de la I3D en medicina.

En la figura 3 se pueden apreciar ejemplos de ayudas técnicas comunes que pacientes de

esta enfermedad pueden encontrar a nivel internacional:



Figura 3 Imagen con ejemplos de ayudas técnicas comunes.

Así mismo, actualmente existen modelos en Internet que están disponibles para todo público los cuales cumplen el rol de proporcionar ayuda para gente con este tipo de enfermedades (Gallup et al., 2018), lo que ha significado un avance importante en la calidad de vidas de las personas con AR u OA.



Figura 4: Ejemplos de ayudas imprimibles existentes.

Sin embargo, si bien estas ayudas cumplen su función, dadas sus características ,más universales o generales, usualmente no especifican para qué tipo de paciente son aplicables (por ejemplo, según la severidad o el tipo de artritis) lo que limita la especificidad de los modelos y por lo tanto la pertinencia en su uso.

Sumado a ello, existe evidencia que el color es una variable relevante a considerar en el desarrollo de ayudas o asistencias para ciertos pacientes, los hallazgos describen que la estética o el color del producto desarrollado aumenta la identidad de la ayuda, la motivación por el uso y la pertinencia del usuario (Vennam et al., 2024).

Hoy en día en el diseño de estas ayudas puede personalizarse el color debido a la forma de fabricación (Impresión 3D), lo cual se cuenta como una ventaja para los pacientes sin ningún costo adicional. Esto resulta una ventaja en estos productos y el método de fabricación al permitir al usuario un nivel de personalización que, si bien no es influyente en la forma de manipulación de la herramienta, es un punto a favor para la comercialización de estas.



Figura 5: Ejemplos de herramientas para actividades cotidianas.

Estudios de campo muestran que la gran mayoría de pacientes con AR utilizan al menos algún tipo de ayuda técnica, por ejemplo, un estudio holandés (de Boer et al., 2009) encontró que el 89% de los pacientes con AR poseía uno o más dispositivos de asistencia, con una media de 3 dispositivos por persona.

Debido a todo lo mencionado anteriormente se toma en cuenta que dentro de las ayudas existentes se pueden incorporar mejoras, dentro de lo estético, funcional y ergonómico.

1.1.3 Calidad de vida y personalización

La calidad de vida de las personas con AR se ve profundamente influenciada por la disponibilidad y adecuación de ayudas técnicas que respondan efectivamente a sus necesidades físicas y emocionales. Muchos de los dispositivos actualmente disponibles en el mercado corresponden a diseños estándar

que no consideran la diversidad de condiciones individuales, como los diferentes niveles de movilidad, fuerza en las manos y grados de dolor articular. Esta falta de personalización limita la funcionalidad de las ayudas técnicas, disminuye su usabilidad y, en muchos casos, conduce al abandono del producto por parte del usuario.

Se ha demostrado que una ayuda técnica correctamente adaptada a las características del paciente no solo mejora la funcionalidad del dispositivo, sino que también genera un impacto psicosocial positivo, aumentando la satisfacción, la motivación y la participación activa del usuario en su entorno cotidiano (Sandri et al., 2017). En este sentido, la ergonomía adquiere un rol fundamental: herramientas mal diseñadas, sin considerar aspectos básicos como tamaño, forma o peso, pueden resultar ineficaces e incluso perjudiciales, agravando los síntomas en lugar de aliviarlos. Muchas soluciones disponibles en línea o en plataformas de código abierto carecen del respaldo de expertos en ergonomía o fisioterapia, lo que conlleva productos que no se ajustan a las limitaciones reales de los pacientes con AR (Badley et al., 1984).

Además de las limitaciones físicas, el diagnóstico de AR suele acompañarse de altos niveles de ansiedad y depresión (Yescas et al., 2008), factores que deben ser

considerados dentro de un enfoque multidisciplinario del tratamiento. En este contexto, la personalización de las ayudas técnicas no solo responde a criterios funcionales, sino que también constituye una herramienta clave para favorecer el bienestar emocional del paciente. Diseñar productos que el usuario pueda definir en cuanto a estilo, materialidad y forma le otorga una mayor sensación de autonomía, refuerza su autopercepción y favorece su realización personal (Chávez, 2011).

Por lo tanto, este trabajo propone una aproximación centrada en la personalización como estrategia integral para mejorar la calidad de vida de los pacientes, considerando tanto sus capacidades físicas como su estado emocional. Si bien estos enfoques no necesariamente inciden de forma directa en la reducción del dolor físico, sí contribuyen significativamente a la motivación, la adherencia al uso de la ayuda técnica y la percepción positiva del propio proceso terapéutico.

1.1.4 Problemática

Debido a las evidencias existentes y los antecedentes revisados sobre la relevancia del uso de ayudas técnicas personalizadas con personas con AR y OA es que la principal problemática a la cual quiere dar respuesta dice relación con que:

Los implementos de ayuda existentes no se ajustan a las especificaciones personales de cada paciente con AR o OA.

Debido a la impredecibilidad de las complicaciones asociadas a la enfermedad es necesario idear una forma en la cual se pueda incorporar estas consideraciones al producto final.

Al mismo tiempo que se mantienen las principales ventajas que proporciona el método de manufactura y se profundiza en las necesidades que surgen al utilizar estas herramientas.

Tomando esto en cuenta se identifican 3 características principales que debe poseer las ayudas técnicas de mano que se desean rediseñar: 1) resolver una necesidad ampliamente documentada en adultos mayores con artritis, 2) tener evidencia de que su uso mejora la funcionalidad o reduce el dolor, y 3) todavía poseer margen de mejora

en su diseño actual (sea en eficacia, comodidad o costo).

1.1.5 Personalización de ayudas técnicas mediante impresión 3D

La impresión 3D es una tecnología de fabricación aditiva que permite crear objetos tridimensionales a partir de un modelo digital. La fabricación aditiva se refiere a aquellas tecnologías que crean objetos físicos mediante adición sucesiva de material para crear objetos físicos según lo especificado por los datos de un modelo 3D. (UNE, 2025)

Dicho proceso se basa en la superposición de capas sucesivas de material, que se depositan una encima de la otra hasta que el objeto final toma forma. Esta tecnología ha revolucionado diversos campos, desde la industria manufacturera hasta la medicina, debido a su capacidad para producir piezas personalizadas, complejas y a bajo costo (Sun et al., 2023).

El proceso de impresión 3D se inicia con la creación de un modelo digital en un programa de diseño asistido por computadora (CAD). El modelo se exporta a un formato que la impresora pueda interpretar, como el archivo STL. Estos archivos pueden distribuirse en línea de forma rápida y económica, lo que

facilita el acceso a los modelos (Lippincott, 2013). Finalmente, la impresora 3D deposita el material capa sobre capa hasta dar forma al objeto completo.

El material utilizado para imprimir puede variar dependiendo de la aplicación. Los más comunes son plásticos como el **PLA** (ácido poliláctico) o el **ABS** (acrilonitrilo butadieno estireno), aunque también se utilizan otros materiales como resinas, metales y biopolímeros. En este caso se utilizará el plástico PLA debido a que para herramientas de ayuda médica, el PLA posee menor deformación al estrés y posee el mayor factor de seguridad comparado a otros materiales.

Existen estudios comparativos de las características de los diferentes materiales para impresión 3D, como se exponen en los siguientes gráficos:

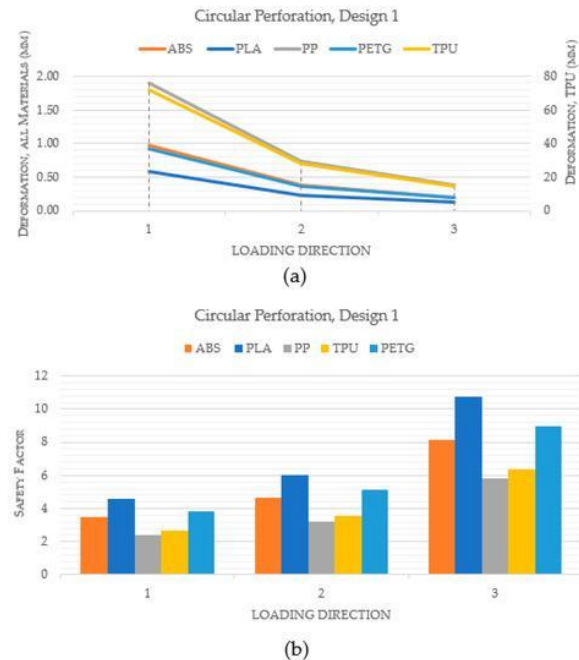


Gráfico 1 y 2 en que se evidencian la comparación de diferentes materiales sometidos a cargas para el uso de prótesis impresos en 3D. (Mian SH, Umer U, Moiduddin K, Alkhalefah)

En el gráfico anterior (1 y 2) se evalúan las diferencias entre deformación y factor de riesgo basados en 3 ángulos de impresión de una férula de mano (0°, 45° y 90°), en (a) se muestra que el PLA presentó la menor deformación en comparación con el ABS, el PP, el TPU y el PETG. Además, se observa que el TPU fue el que presentó la mayor deformación entre los materiales. Asimismo,

el PLA presentó el mayor factor de seguridad en todas las direcciones de carga, como se muestra en (b). Esto sugiere que, en términos de rigidez y resistencia, el PLA es el mejor material para férulas de mano (Mian et al, 2023)

Existen diferentes tipos de tecnologías de impresión 3D, tales como:

Comparación de Tecnologías de Impresión 3D

Característica	FDM	SLA	SLS
Descripción	El filamento termoplástico se funde y se deposita capa por capa.	Un láser cura la resina líquida capa por capa.	Un láser fusiona el material en polvo capa por capa.
Año de Creación, Creador	1988, Scott Crump	1983, Chuck Hull	1989, Carl Deckard
Material	Plásticos como PLA, ABS, PETG.	Resinas fotosensibles.	Polvos de nylon, metal, cerámica.
Uso en el Proyecto	Se utilizará para el prototipado, ya que es la más familiar y económica para este punto del proyecto.		

Tabla 3, Comparación de los diferentes tipos de impresión 3D, Elaboración Propia

La impresión 3D se ha popularizado en muchas industrias debido a sus ventajas clave, como la **personalización**, la **rapidez** en la creación de prototipos y la capacidad para fabricar objetos complejos que serían difíciles de producir con métodos tradicionales, llegando a impactar industrias como la de la medicina, las industrias de

fabricación de piezas, la educación y el diseño de productos.

Cabe destacar que al utilizar estas tecnologías la orientación del componente afectará un número de variables, incluyendo la cantidad de material usado y el tiempo de construcción. Estas variables también tienen un impacto en el precio de la fabricación de la pieza. El total de material utilizado, así como el tiempo de fabricación son influenciados por la geometría de la parte y el volumen de los soportes necesarios, las partes deben estar posicionadas correctamente en la plataforma de la impresora para hacer uso eficiente del espacio disponible y el tiempo de impresión. Estas consideraciones serán clave proporcionar una solución eficiente y económica al permitir que se hagan prototipos rápidamente y de bajo costo, facilitando la iteración de estos prototipos.

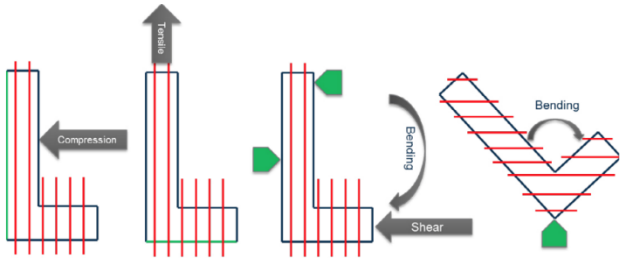


Figura 6, Diferentes factores que afectan la orientación de la pieza al imprimir, <https://www.3dprintacademy.co.uk/designing-for-fdm-production-parts/>

1.2 Objetivos

preferencias del usuario, mediante entrevista directa.

Objetivo general: Facilitar la realización de las AVDs de pacientes de AR o artrosis por medio de la personalización de las ayudas técnicas existentes, utilizando tecnologías rápidas y de bajo costo.

Objetivo específico 1: Caracterizar las necesidades funcionales y preferencias de uso de ayudas técnicas existentes en los pacientes.

Objetivo específico 2: Encontrar y caracterizar las ayudas técnicas existentes tomando en cuenta las fortalezas y debilidades de cada una.

Objetivo específico 3: Escoger una ayuda técnica de mano relevante respaldando esta decisión con el análisis de las limitaciones del usuario y lo necesario para ejecutar de la mejor forma posible la actividad.

Objetivo específico 4: Desarrollar una ayuda técnica que permita la realización efectiva de la AVD en la cual el usuario está teniendo problemas.

Objetivo específico 5: Validar la ayuda técnica escogida y las modificaciones desarrolladas con el paciente que se trabaja, para que éstas reflejen las necesidades y

2 Metodología

En esta sección se hablará de la metodología basada en el usuario con la cual se trabajará este proceso. Es necesario que se utilice una metodología basada en el usuario debido a que la ayuda técnica que se diseñará necesita adecuarse a los requerimientos y especificaciones del usuario específico, siendo de suma importancia el recordar al usuario en cada parte de este proceso.

Existen diversas metodologías con enfoque basado en el usuario, las cuales principalmente permiten desarrollar un proyecto de forma secuencial para facilitar el mejor desarrollo posible.

En base a los requerimientos de este proyecto como lo son tanto la reiteración entre diseño y usuario y el progreso metodológico de idea a prototipo, se escogió para trabajar la metodología de Design Thinking.

2.1 Design Thinking

Se seguirá un proceso de diseño basado en Design Thinking, ajustado a una escala individual de proyecto y complementado con pruebas funcionales para explorar los diferentes parámetros de personalización de forma rápida, haciendo uso de la impresión 3D para optimizar la usabilidad del producto.

El proceso de diseño Design Thinking es una metodología centrada en el usuario que busca

resolver problemas complejos de manera creativa e innovadora, este se basa en entender profundamente las necesidades de las personas para generar soluciones viables, deseables y factibles.

Este es un proceso iterativo, lo que significa que en cada etapa se puede volver atrás para incorporar nueva información que se descubra durante el proceso. Las etapas del Design Thinking son: Empatizar, Definir, Idear, Prototipar y Evaluar.



Figura 7 – Esquema de Design Thinking

<https://personifycorp.com/blog/design-thinking/>

En la figura 6 se muestra el esquema de Design Thinking, en el cual se pueden

evidenciar las cinco etapas en las que consistirá el proceso de este rediseño (Eamcharoen, 2024).

Empatizar: La fase de Empatizar es la base del proceso de Design Thinking. Implica comprender a fondo las necesidades, los retos y las emociones de los usuarios. Esta fase requiere que los diseñadores interactúen directamente con los usuarios mediante entrevistas, observaciones y otros métodos de investigación cualitativa para obtener información.

Definir: En la fase de Definir, se sintetizan los conocimientos obtenidos durante la fase de Empatizar para definir un planteamiento claro del problema. Esta fase implica identificar el reto principal que debe abordarse.

Idear: La fase de Idear es donde la creatividad cobra protagonismo. Implica generar una amplia gama de ideas para abordar el problema definido. Esta fase fomenta el pensamiento creativo y ambicioso, sin prejuicios.

Prototipar: La fase de Prototipar implica convertir las ideas seleccionadas en prototipos tangibles y comprobables. Esta fase consiste en crear una representación física o digital de la solución para recopilar la opinión de los usuarios.

Evaluar: La fase de Evaluar es la etapa final del proceso de Design Thinking. Implica evaluar el prototipo con usuarios reales para recopilar información e identificar áreas de mejora.

A continuación, se enumerarán estas fases en conjunto con las principales tareas a realizar para el desarrollo de este proyecto, tomando en cuenta los objetivos finales y los objetivos que requieren cada etapa del Design Thinking.

2.2 Planificación

Para el desarrollo de este trabajo se seguirá una planificación donde a lo largo del transcurso de este proyecto se esperará lograr diferentes resultados en cada etapa:

3. Empatía (documental)

- 3.1. Revisión bibliográfica sobre artritis en posibles usuarios.
- 3.2. Identificación de tareas críticas que generan dificultades (por ejemplo, abrir frascos, manipular utensilios, higiene) por medio de entrevista/conversación con usuario.

- 3.3. Benchmarking de los productos existentes en el mercado

4. Definición

- 4.1. Selección justificada de la ayuda técnica a personalizar.
- 4.2. Formulación de requerimientos de diseño (ergonomía, forma, esfuerzo, compatibilidad con impresión 3D).
- 4.3. Formulación de requerimientos específicos para la ayuda técnica seleccionada (dependientes del usuario)

5. Ideación

- 5.1. Generación de ideas mediante brainstorming.
- 5.2. Selección de ideas de mayor potencial

6. Prototipado

Impresión de versiones del diseño utilizando distintas combinaciones de:

6.1. Desarrollo de alternativas en CAD, considerando diferentes formas y enfoques funcionales.

- Estructura interna (relleno, densidad)
- Orientación de impresión
- Acabado superficial (bruto, lijado, etc.)
- Registro técnico de las condiciones de cada impresión.

6.2. Reiteración, tomando nuevas impresiones del usuario para mejorar el prototipo.

7. Validación técnica y de usabilidad

7.1. Evaluación de prototipos con posible usuario o profesional a partir de:

- Esfuerzo de agarre requerido

-Comodidad en la mano (comparando dolor al utilizarlo con dolor normal de la actividad)

-Usabilidad del producto (comprobada por el usuario)

Documentando el proceso y los resultados obtenidos.

7.2. Elección de la configuración óptima justificada en la evidencia del testeo.

Esta Metodología será sumamente importante para este proyecto especialmente por la iteración, la cual jugará un papel fundamental en el proceso de personalización, proporcionando

En la siguiente tabla se explican las diversas etapas del proyecto, los objetivos específicos que se esperan lograr en cada etapa, las actividades que se deben realizar, los participantes que necesita esta actividad y finalmente el resultado esperado.

Etapa	Objetivo específico	Actividad/herramienta	Fuente/participante	Resultado esperado
A	Obtener información/ejemplos sobre los implementos existentes	Investigación y búsqueda de referentes en Internet y Patentes existentes	Profesores, familiares/amigos con conocidos con la enfermedad Internet	Conocimiento sobre lo que se quiere mejorar
B	Definición de Problema	Análisis de información y recopilación	Propia	Problema específico y definición de objetivo a rediseñar
C	Bocetos y Conceptos	CAD, Inventor y dibujos	Propia, inspirada en modelos existentes	Alrededor de 3 Bocetos para luego prototipar
D	Análisis de Problema y prototipado de primeras soluciones	Modelado en Inventor	Propia	Alrededor de 3 posibles prototipos
E	Probar prototipos	Presentar prototipos a gente con la enfermedad	Persona con artritis	Feedback
F	Testeo técnico	Tests de Ergonomía y usabilidad	Inventor y propia	Mediciones exactas de optimización del prototipo
G	Refinar prototipo en solución concreta	Modelar en inventor utilizando el feedback recibido	Propia y la información recibida anteriormente	Solución refinada

Tabla 4, Actividades necesarias para el proyecto, elaboración propia

Teniendo estas actividades definidas se da paso al desarrollo y aplicación de la metodología:

3 Empatizar

En esta sección se comenzará el proceso de diseño introduciendo al usuario con el que se trabajará, en específico sus necesidades, limitaciones, preferencias y especificaciones, las cuales se utilizarán para luego definir el proyecto.

Para la correcta realización del proyecto es necesaria información pertinente no solo a la enfermedad, sino también de los usuarios específicos a los cuales se les está facilitando estos implementos. Estas ayudas técnicas deberán entonces contar con especificaciones apropiadas a la actividad que suele realizar el usuario y que se le dificulta de alguna manera, además de necesitar adaptarse a los rangos de movimiento que posee, por lo que se hace necesario conocer que clase de especificaciones, complicaciones y rangos de movimientos se encontrarán en el transcurso de este proyecto. Esto se logrará conocer gracias a tres herramientas a continuación, cada una en su subsección:

3.1 Revisión bibliográfica sobre artritis en posibles usuarios.

En esta subsección se darán a conocer datos preliminares apropiados a los usuarios con los que se espera trabajar y datos asociados a los requerimientos ergonómicos y factores psicosociales y emocionales en los usuarios.

Para reconocer esta información de manera preliminar se investigan diferentes fuentes bibliográficas de investigaciones relacionadas al problema planteado escogidas por su relación al tema, incluyendo las palabras clave de Artritis, Ayudas técnicas, movimiento de articulaciones, actividades de la vida cotidiana y/o tratamientos.

En primer lugar, se encuentra una investigación en el cual se trabaja con un grupo de pacientes con artritis atendiendo un hospital perteneciente a una universidad de Manchester, con una población de estudio consistente de 95 personas en tratamiento o salientes, las cuales fueron examinadas por los investigadores. De los cuales 40 eran pacientes de AR, 39 tenían osteoartritis localizada (LOA) y 16 osteoartritis general (GOA). Cabe destacar que 63 eran mujeres.

En la siguiente tabla se encuentran específicamente datos recopilados respecto al rango de movimiento de estos pacientes:

Table 3. *Thresholds of range of motion for major joints in relation to individual activities*

Functional group	Constituent activities	Range of joint movement [*]																			
		Knee flexion (1)		Hip flexion (1)		Shoulder abduction (1)		Elbow supination (2)		Wrist extension (2)		Thumb circumduction (2)		Thumb extension (2)		MCP flexion (3)		PIP flexion (3)		DIP flexion (3)	
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
Mobility	Walk to toilet,	—	70																		
	on/off toilet,	—	75																		
	in/out bed,	—	85																		
	side to side in bed,	0	75																		
	up/down stairs,	110	110																		
	in/out bath	110	90																		
Bending down	Shoes,			120	30																
	socks/stockings,			120	30																
	wash below waist,			120	50																
	cut toe/finger nails			120	120																
Dexterity	Unscrew 1 inch (2.5 cm) lid,									80	10	90	40	85	30	90	45	70	45	40	25
	prepare vegetables,									80	10	70	40	60	35	75	0	70	0	40	0
	carve meat,									80	0	80	30	90	30	75	0	80	0	40	0
	cut toe/finger nails									80	30	90	50	90	50	90	0	100	0	90	0
Bending arm	Drink from full cup,			—	40	—	20	—	0	—	0	30	—	35	—	0	—	0	—	0	
	shave/apply cosmetics,	65	40	80	10	40	0	45	30	30	30	20	0	70	0	30	0				
	wash face,	80	90	80	35	80	0	90	35	90	30	90	50	100	5	90	0				
	wash trunk	170	75	80	40	80	0	90	40	90	30	90	0	100	0	90	0				
Reaching up	Clothes over head,			90	90			40	0	50	40	40	35	85	0	70	0	40	0		
	brush/comb hair,			75	40			40	0	50	40	50	30	85	0	70	0	40	0		
	wash hair,			170	120			55	0	75	40	70	30	85	45	90	5	60	0		
	plugs, shoulder height,			170	120			80	0	90	40	90	30	90	0	100	0	90	0		
	peg out washing,			170	120			80	0	90	40	90	35	90	0	100	0	90	0		
	high shelves,			170	120			80	0	90	40	90	30	90	0	100	0	90	0		
	open/clean high window			170	170			80	0	90	45	90	35	90	70	100	35	90	35		

Key to symbols: — not found to be impossible by any respondent; 0 no joint movement.

^{*}Thresholds refer to: (1) the most limited side, (2) joints in the dominant limb, (3) the most limited joint on the dominant hand, on the assumption that these would represent the limiting difficulties in the performance of most activities.

Max=threshold based on greatest range of movement at which the activity was found to be impossible by a respondent, Min=threshold based on smallest range of movement at which a respondent had no difficulty in performing task; respondents with less than this range of movement experienced at least some difficulty.

Tabla 5, tabla sobre investigación de los rangos de movimiento en las articulaciones más importantes en relación con actividades significativas en pacientes con artritis. (Badley et al., 1984)

En la tabla 5 se pueden apreciar diferentes AVD asociadas con el respectivo **rango de movimiento de las articulaciones**, pudiendo dar una idea de los esfuerzos necesarios para la realización de estas actividades.

Se destaca que se según el rango mínimo de algunas actividades se encontraron algunos

movimientos **“imposibles”** para los participantes del estudio, haciendo referencia generalmente a movimientos de **muñeca y brazo** al realizar actividades como beber de un vaso lleno o alcanzar una estantería alta.

Gracias a esta información se pueden discernir rangos de movimiento a evitar en el

diseño de soluciones en las siguientes etapas como lo serían las flexiones de muñeca **mayores a 80 grados con rangos promedios cercanos a los 50 grados de extensión máxima**, u otros movimientos como la extensión de pulgares la cual tiene un **rango mínimo de 30 grados**, por lo que se entiende que cerrar la mano para agarrar objetos o “hacer un puño” se ve dificultado por la enfermedad.

Otras conclusiones que se pueden sacar del texto son que, dependiendo de las articulaciones, las dificultades de estas enfermedades se ven presentadas de forma distinta. Según la enfermedad, se ven afectados grupos de articulaciones específicos, lo que significa que, para el correcto desarrollo de este proyecto hay que concentrarse en estas articulaciones clave, como son la **muñeca, codo y hombro**.

Se contrasta esta información con la de otros textos, identificando los elementos necesarios a considerar al tratar este tema con este tipo de usuarios: **La movilidad de las manos, limitaciones en la vida diaria, de qué manera se pierde la fuerza de agarre y que dolores se asocian**. Además, se encuentra importancia en los **requerimientos ergonómicos para productos orientados a sobrellevar esta enfermedad y el impacto emocional por esta enfermedad**.

Se identifica que, como visto anteriormente en la tabla 5, la enfermedad se caracteriza por la pérdida de movilidad, llevando a la destrucción articular. La enfermedad afecta específicamente las **pequeñas articulaciones** (Jahid et al., 2023).

La limitación en el **rango de movimiento articular** (deterioro o *impairment*) está directamente relacionada con la discapacidad o dificultad para realizar actividades diarias (Badley et al., 1984) como encontrado en la primera revisión de la tabla 5. En el contexto específico de las manos y los brazos:

- Se encontraron correlaciones razonablemente altas entre las agrupaciones funcionales de **destreza manual**, flexión del brazo y alcanzar por encima de la cabeza, con la flexión de las **articulaciones de la mano**.
- Los estudios de progresión de la enfermedad utilizan radiografías de las manos y los pies, donde la erosión ósea y la reducción del espacio articular representan la pérdida de cartílago.

Debido a esto se puede decir que la AR causa una pérdida de funciones físicas y discapacidad junto con **dolor crónico**. De manera más concreta se manifiesta:

Pérdida de Fuerza y Destreza:

Aunque la pérdida específica de "fuerza de agarre" (grip strength) no está detallada mecánicamente, la enfermedad limita la fuerza articular y la destreza manual, lo que dificulta actividades cotidianas:

- La limitación en la **fuerza articular** hace que sea difícil realizar acciones como girar un pomo o mantener una puerta abierta.
- Las actividades agrupadas bajo **destreza manual** incluyen desenroscar tapas de frascos, preparar verduras, cortar carne/rebanar pan y cortar uñas. (Badley et al., 1984)

Dolores Asociados:

El dolor y la inflamación son manifestaciones clínicas clave de la AR.

- Los pacientes reportan **dolor crónico**.
- La manifestación clínica incluye **rigidez matutina** y dolor en el hombro, cuello y cintura pélvica.
- El antecedente más citado para la interrupción de las actividades diarias es el **dolor persistente y, a veces, implacable, y la fatiga**.
- Casi un tercio de los adultos con artritis reportan **dolor articular severo**.

Entender estos dolores es clave para poder delimitar el área en la que se espera que las ayudas técnicas que se diseñen puedan ayudar al usuario.

Las ayudas técnicas, como las férulas ortopédicas para miembros superiores, como dicho anteriormente, deben cumplir con requisitos de diseño específicos, especialmente cuando se fabrican mediante tecnologías avanzadas como la impresión 3D, para mejorar la comodidad y la adherencia del paciente (Mian et al., 2023)

Esto se evalúa en la bibliografía encontrada, encontrando requisitos críticos para que el usuario acepte una ayuda, específicamente para ayudas tipo férula, las cuales si bien no son el enfoque del trabajo pueden proporcionar ideas valiosas para el trabajo actual. Estos requisitos son (Mian et al., 2023):

1. **Comodidad y Ajuste (Fit):** Un requisito fundamental es que la férula o ayuda se fabrique de manera que se ajuste con precisión **a las características anatómicas del paciente**. Las férulas mal hechas o administradas tienen el potencial de causar más daño que beneficio. El **dolor y la incomodidad** son las principales razones por las que los pacientes abandonan el uso de ortesis.

2. **Peso Reducido:** El **peso de la ortesis** es una causa principal de la angustia e infelicidad del paciente. La fabricación aditiva (impresión 3D) permite la producción de dispositivos con **volumen y peso reducidos**. Por ejemplo, una férula optimizada topológicamente pesaba aproximadamente un **26% menos** que una férula sólida.

3. **Ventilación y Estética (Apariencia):** Los métodos tradicionales de enyesado o entablillado a menudo conllevan problemas de sudoración y estética inadecuada. El diseño debe proporcionar una **gran ventilación** (a menudo mediante perforaciones o estructuras de celosía) y tener una **apariencia atractiva**. La falta de modificación estética es un factor que disuade el uso de ortesis.

4. **Resistencia y Durabilidad:** La ayuda técnica debe ser **ligera y adecuadamente ventilada** al mismo tiempo que **mantiene la resistencia requerida**. El material más adecuado para férulas de miembros superiores es el **PLA** (Ácido Poliláctico), ya que mostró la menor deformación y el **factor de seguridad más alto** en todas las direcciones de carga analizadas. La **optimización topológica** es una estrategia de diseño recomendada porque **refuerza las porciones vulnerables** o susceptibles a la

rotura, mejorando la seguridad y la durabilidad del producto.

Habiendo encontrado estos requisitos para una ayuda tipo férula se puede concluir que una ayuda técnica no importa su función final para que el usuario piense en utilizarla en su vida cotidiana tiene que cumplir con al menos estos requisitos.

Adicionalmente se encontró que los usuarios que viven con enfermedades inflamatorias crónicas enfrentan importantes desafíos emocionales y psicosociales que se entrelazan con sus experiencias físicas y financieras (Macdonald et al., 2018), introduciendo una consideración emocional a la hora de diseñar una ayuda que verdaderamente ayude al usuario.

En el texto por Macdonald se encuentran diversos **factores psicosociales y emocionales clave** que hay que tener en consideración:

Los usuarios enfrentan **estigma social**: Las enfermedades inflamatorias crónicas a menudo son una **discapacidad invisible** (parecen normales pero se sienten enfermos), lo que lleva a los individuos a sentirse **marginados**. Esta invisibilidad provoca una falta de empatía y comprensión, haciendo que las personas sean percibidas

como "**perezosas**" o "**débiles**" cuando experimentan un dolor repentino o fatiga (Macdonald et al., 2018).

Muchos sienten la necesidad de **ocultar su enfermedad** a compañeros de trabajo o empleadores por temor a ser tratados de manera diferente o a perder oportunidades laborales.

Se encuentra también que el texto dice que la enfermedad tiene un **impacto profundo en las relaciones personales**, y estas sufren debido a la falta de comprensión de familiares, amigos o compañeros.

Los síntomas como el **dolor crónico y la fatiga implacable** son precursores de la interrupción de las actividades diarias. Esto obliga a los usuarios a dar prioridad a las responsabilidades obligatorias (trabajo, hogar) sobre las actividades sociales o de ocio, lo que puede resultar en **cancelaciones de último momento**. Los usuarios expresan preocupación por ser **inadecuados** como amigos, parejas o familiares (Macdonald et al., 2018).

En otros textos se habla también sobre el impacto en la depresión y los vínculos con esta enfermedad. "los adultos con artritis, especialmente aquellos mayores de 45 años

reportan **ansiedad o depresión**" (Barbour et al., 2017).

Existe un **miedo y preocupación constantes por el futuro**, especialmente por la inseguridad laboral, la pérdida de ingresos y si podrán continuar trabajando o cuidar de su propia salud (Macdonald et al., 2018).

A pesar de los desafíos, se encuentra que existe una narrativa contrastante de **resiliencia y adaptación**.

Según el texto de Macdonald, mantener una **actitud positiva** es considerado un desafío mental y emocional necesario y serio. Los pacientes que logran mantener una perspectiva positiva a menudo acreditan relaciones respetuosas y de colaboración con los proveedores de atención médica, además de contar con el apoyo comprensivo de familiares y amigos.

Las estrategias de afrontamiento dirigidas a los factores estresantes de la enfermedad, como la limitación y la dependencia, incluyen la **aceptación y la búsqueda de soluciones creativas**. En esto se debe poner mayor énfasis, ya que al querer buscar una solución atractiva para el usuario es necesario, por lo tanto una ayuda técnica que le ayude a **aceptar su condición de forma creativa y respetuosa**.

3.2 Identificación de tareas críticas por medio de entrevista.

En esta subsección se plantean las tareas críticas que se trabajaran con el usuario para planteo del producto rediseñado.

Al empezar el trabajo se identificó qué características necesitan las ayudas técnicas para los pacientes con artritis. Para esto se hizo un cuestionario preliminar con posibles usuarios, con el objetivo de conocer las características específicas en relación con los tipos de artritis, las manifestaciones de dolor, a la funcionalidad y uso de instrumentos cotidianos y en especial al uso de ayudas técnicas en la actualidad.

Estos posibles usuarios fueron convocados por medio de un aviso a través de una red social comunitaria para participar en una memoria de título de la USM. De las 10 respuestas obtenidas se contactó con estas personas para delimitar a aquellos que tuvieron el diagnóstico certificado de algún tipo de artritis.

Posteriormente se aplica un cuestionario por medio digital usando Google forms con preguntas abiertas, solo a 3 personas de las 10 personas iniciales, descartando aquellos que no eran coincidentes con los criterios de

selección de este estudio al no poseer el certificado de diagnóstico de esta enfermedad.

En el diseño de este cuestionario preliminar se plantearon las siguientes preguntas, posterior a los datos sociodemográficos (nombre, edad, género, residencia, entre otras):

1. ¿Qué tipo de artritis tiene?
2. Entendemos que la Artritis le provoca dolores, ¿en qué momentos del día, estos dolores son más intensos para usted?
3. Tomando en cuenta las restricciones que la artritis le ha provocado, ¿cuáles son las actividades que más le cuesta hacer con las manos?
4. ¿Hay algún momento del día en que le cueste más realizar las acciones nombradas anteriormente?
5. ¿Utiliza alguna ayuda técnica para apoyarse en la realización de sus actividades cotidianas? ¿Cuál/es?
6. ¿Le interesaría ser contactada posteriormente para probar el modelo resultante de esta tesis?

Estas preguntas fueron respondidas por 3 personas que padecen la enfermedad, de 51, 62 y 74 años, siendo todas del género

femenino. Se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Se presentan 2 casos de AR y un caso de OA
2. En los 3 casos se respondió que el momento de más dolor era en la mañana, a lo que es común que este dolor disminuya a lo largo del día, especialmente luego de ducharse, puesto que “el calor ayuda a aliviar el dolor”. Pese a esto reportan que el dolor es “un compañero constante” y a veces pueden llegar a tener “momentos de crisis” en los que el dolor aumenta repentinamente.
3. En general reportan no poder hacer grandes esfuerzos. Si bien las entrevistadas más jóvenes todavía pueden hacer gran cantidad de actividades, como cocinar y limpiar, al avanzar la enfermedad se reporta que “muchas cosas que podía hacer antes ya son imposibles”. En específico se mencionan como actividades complicadas el pelar papas y abrir frascos.
4. En los 3 casos se mencionó que, en la mañana, sobre todo, y que al momento de dormir se solían aumentar los 22 dolores. En el caso de la persona mayor, si bien ya no hacía mayores tareas presentaba deseos de seguir moviéndose y requería

asistencia para moverse y hacer muchas tareas de la vida cotidiana.

5. En ningún caso se mencionaron ayudas técnicas específicas a la artritis más que bastón. Lo único mencionado fue que ciertas actividades requerían de herramientas especializadas, como es el caso de pelar papas en las que era “imposible cortarlas con cuchillo” y era necesario un pelador.
6. En los dos casos más jóvenes se expresó un interés por probar herramientas que puedan facilitar la realización de las actividades mencionadas y las propuestas en esta memoria. Adicionalmente se mencionó que las principales maneras que tienen para evitar el dolor y poder realizar actividades con las manos es el uso de baños de calor, el uso de medicamentos prescritos y la realización de ejercicios de recuperación de movilidad, como estiramientos o movimientos leves. Cabe mencionar que en dos de los casos la enfermedad se contrajo a una edad cercana a los 25 años. Al analizar los datos recopilados se extrae que, debido al rango de movilidad reducido en los pacientes con artritis, una ayuda técnica que pueda facilitar la realización de actividades que requieran fuerza o motricidad fina.

Gracias a esta información es posible identificar ciertas tareas consideradas críticas por los posibles usuarios que son importantes para su vida diaria y se ven dificultadas por la enfermedad. Estas actividades son tanto las mencionadas como las implícitas al tomar en cuenta la reducida motricidad fina y menor fuerza, siendo: Cocinar, Limpiar, Escribir o Comer, con actividades más específicas como son el pelar papas, abrir frascos o lavar la loza.

3.3 Benchmarking.

Con el objetivo de mejorar los productos existentes es necesario conocer cuáles son estos productos identificando la forma en la que se utilizan, los materiales de los que se construyen, las especificaciones físicas que adoptan para interactuar con el usuario, y otros valores que servirán para identificar nichos y áreas de mejora. Es de especial importancia conocer como diferentes diseñadores abordan este problema y las impresiones de los usuarios al utilizar sus soluciones, con el objetivo de considerar sus falencias en este proyecto. Para conocer cuáles son estos valores se utiliza una herramienta llamada benchmarking.

El Benchmarking es un enfoque sistemático para alcanzar objetivos específicos mediante

el proceso de identificación, comprensión y adopción de las prácticas y procesos existentes. (Panwar et al., 2013).

Este se realiza para detectar deficiencias en términos de material, funcionamiento, precio u otra que se pueda observar por medio de comentarios en la página de compra de cada producto recopilando esta información para realizar un diseño coherente con las necesidades reales de los usuarios reconocidos a través de este análisis.

Para la realización de este análisis se fabrica una tabla donde se buscaron ayudas técnicas asociadas a 4 actividades críticas definidas a continuación:

- Barrer (Implementos para escoba): esta actividad es compleja para los pacientes de artritis debido a los movimientos de muñeca y hombro que requiere la actividad al realizarla de manera convencional.
- Beber de una taza: esta actividad se ve de mayor complicación para las personas con artritis debido a la repetición diaria que se realiza esta actividad comúnmente, así mismo que en las entrevistas preliminares se menciona dificultad por esta actividad exacerbada por los “dolores en la mañana” que experimentan los

entrevistados, siendo esta una hora común para tomar té u otra bebida para el desayuno.

- Escribir: debido al movimiento de muñeca y mínimo de fuerza de agarre necesaria para manipular un lápiz en un contexto de escritura, esta tarea se identifica como compleja para las personas con artritis.
- Estrujar trapos de cocina: el movimiento de las manos necesario para estrujar un trapo de cocina de la forma tradicional produciría mucho dolor a una persona con artritis en las manos. Esto es debido a la fuerza y flexión de las muñecas específicamente, siendo también un movimiento de hombro y codo, articulaciones delicadas con esta enfermedad.

A continuación, se elabora esta tabla comparativa de diversos productos encontrados en Amazon y páginas de venta de productos especializados para esta enfermedad, asociados a las actividades mencionadas. Se anotan datos como el precio y el material, notando también deficiencias y aciertos que se extrapolan de comentarios compartidos en las mismas páginas de cada producto:

Compara	Imagen	Nombre	Precio (USD)	Material	Deficiencia observada	Aciertos Observados
Escoba		Robo handle	\$24.95	Abrazaderas de polipropileno y acero inoxidable.	"Las empuñaduras son ásperas en la zona donde se unen con el palo del rastrillo. El plástico es bastante afilado y provoca ampollas." "Para un uso intensivo, conviene atornillar el plástico a través del mango en lugar de usar solo las abrazaderas, ya que el mango se torcerá."	"Es facil de instalar, muy flexible y se adapta al rastrillo muy bien" "...las sujeciones alivian el dolor al hacer fuerza para levantar la caña al proveer mayor punto de apoyo con mayor control en el proceso."
		EazyHold	\$15.99	Ayuda adaptativa de silicona	Si el usuario tiene los dedos paralizados necesita ayuda para utilizarlo. Los tamaños no son apropiados para todos los usuarios (son muy pequeños). "No le caben a un niño de 3 años con necesidades especiales".	Son facil de poner en la forma que se necesitan. Tambien proveen un agarre seguro para los que tienen complicaciones con la fuerza de agarre.
Taza		Duo Cup Holder	\$19.58	Plástico	Se desliza de la taza, poniendo en riesgo al usuario. Mango no apto para todo paciente de artritis	Es duradero y resistente. Es comodo y se agarra a la mayoría de tazas.
		Sujeta Vasos con Doble Asa	\$24.48	Fabricado en ABS	No existe este implemento para tazas.	Es un implemento medico, con implementos adicionales que se adaptan a las necesidades que tiene los pacientes
					Solo funciona con el vaso proporcionado.	
					El agarre no se adecua a todos los usuarios.	
		JFA Supplies Sippy Cup	\$9.16	Plastico	El contenido se cae, si bien el agarre está bien, cuando el vaso se vierte el liquido se desparrama. No funciona con personas que están confinadas a cama	Permite mantener las bebidas calientes por mas tiempo, es facil de lavar y ayuda en el agarre del vaso.
		XPJBKC Adult Sippy Cup for the elderly No Spill	\$22.26	Acero Inoxidable y Silicona	Funciona bien hasta que se limpia. Cuando se intenta volver a armar no es intuitivo el como hacerlo y lleva a que no selle bien y se caiga la tapa. Precio elevado.	En primera instancia proporciona una solucion comoda y segura para beber, con apariencia llamativa y una "bombilla" que permite poder beber comodamente.

Compara	Imagen	Nombre	Precio (USD)	Material	Deficiencia observada	Aciertos observados
Lapiz		Assistive Writing and Drawing Device	\$13.99	PLA	Debilidad en la parte móvil, provocando rupturas al presionar. Puede provocar problemas en la enfermedad al presionar con fuerza.	Es util para dibujar lineas rectas, es ergonomico y, aparte de la parte movil es durable.
		PenAgain	\$6.84	Caucho, Silicona	No escribe a más de 45 grados. No ayuda si la artritis es en el pulgar. El tamaño y forma del lápiz no es universal (Niños y personas con dedos largos)	Es facil de usar, atractivo y de forma comoda para personas con artritis.
Estrujador de Trapo		Manual clothes wringer	\$89.99	Stainless Steel	Requiere una fuerza y un movimiento incómodo para personas con artritis.	Es funcional para el uso que se requiere por personas sin la enfermedad, y si bien la idea es buena puede ser mejor con una forma de facilitar el ruedo de la manilla.
		Easy Squeeze Cloth Press	\$54.28	High-quality, durable plastic	No permite ejercer la fuerza necesaria para funcionar adecuadamente para una persona con artritis necesitando una posicion incomoda que puede dañar las manos del usuario.	El proceso de secado es efectivo, pudiendo ser viable si es que se puede tomar en cuenta la posicion de las manos que tiene que utilizar una persona con la enfermedad.

Tabla 6 y 7, Benchmarking de ayudas técnicas en el mercado, elaboración propia con productos encontrados en Amazon.

Al elaborar las tablas 6 y 7 se pueden evidenciar algunos nichos como la falta de versatilidad de algunos productos, así como la exclusividad de productos, específicamente el sujeta vasos de doble asa, el cual está diseñado para un tamaño específico de vaso asociado a la marca de este.

Se evidencian generalmente diversos implementos que, si bien responden a las necesidades de pacientes con artritis, poseen avenidas de mejora, las cuales se relacionan a las deficiencias encontradas en reseñas y

comentarios en las páginas de los productos y recopilados la última columna de la tabla, así como la calidad de manufactura, el material o incluso el precio.

En el caso de las ayudas para barrer, las dos analizadas presentan alternativas distintas para cambiar el modo de sujeción de la escoba, proporcionando un punto de agarre adicional al convencional a la hora de manipular una escoba. Si bien pueden llegar a cumplir su función, estas no son adaptables a cada usuario y, sabiendo que en cada

persona la enfermedad se presenta de formas distintas, estas pueden llegar a dificultar más el problema que tratan de solucionar con agarres no adecuados a la mano de los pacientes de artritis o posicionamiento incomodo. Esto se evidencia específicamente en el tamaño del agarre siendo estándar, es decir que solo tiene un tamaño que no se ajusta a las necesidades de algunas personas que presentan la enfermedad en estado más crítico, necesitando más espacio para posicionar la mano, o posiciones específicas que no proporcionan estos implementos, lo cual detallaron en reseñas de estos productos al decir que necesitan ayuda externa (otra persona o tornillos) para utilizar estos implementos lo cual pierde el propósito de ayudar a la independencia de las personas con artritis.

En el caso de las ayudas para tomar la taza se ven problemas, como dicho anteriormente, de exclusividad. La ayuda de doble asa, si bien puede ser un implemento interesante no se adapta a un modelo estándar de taza (80 [mm] de diámetro) sino a un vaso de su propio diseño, no pudiendo proporcionar al usuario la capacidad de utilizar su propia taza. En el caso del primer implemento varias reseñas dicen que el mecanismo de sujeción se resbala y no permite el agarre seguro de la taza que se intenta manipular, lo que claramente afecta no solo su usabilidad sino su funcionalidad. Además, se notan que los

precios por estos productos son medianamente elevados por una ayuda que debería ser adicional al tazón ya adquirido.

En el caso de las ayudas para escribir se notan debilidades de manufactura provocando rupturas en el material después de un uso continuo, además de, en el segundo caso al tener el lápiz incorporado a la ayuda se pierden elementos como lo son los ángulos de escritura y la manipulación del lápiz.

Finalmente, en el caso de las ayudas para estrujar paños, no se encuentran gran variedad de ayudas para esta actividad, seguramente debido a las complicaciones que provoca en los usuarios y el subsiguiente desprecio por la actividad, o también cabe la posibilidad de existir soluciones más “caseras” que hacen no necesarios los implementos del mercado. Por esto se analizan estos dos implementos, el primero es un implemento no pensado para ayudar con la artritis y el segundo es de los únicos del mercado de ayudas para esta actividad. En estos casos se aprecian dificultades para la usabilidad de estos, incluso en el caso del implemento pensado para personas con artritis se evidencian comentarios que dicen que no pueden ejercer la fuerza necesaria para la manipulación del implemento.

En este Benchmarking se evidencian problemas con los productos actuales y diferencias claves en las formas de solucionar

los problemas asociados a estas actividades específicas. Debido a esto, en el transcurso del proyecto se escoge elaborar una mejora a ayudas para beber con taza, viendo un nicho ya que como se puede apreciar en la tabla 6, las ayudas más buscadas **no sirven con los tazones de los usuarios o no cumplen su función de forma satisfactoria**, por lo que se propone adaptar estas ayudas en un producto que cumpla la **función de sostén y seguridad de agarre** al mismo tiempo que le permite al usuario utilizar sus propias tazas **sin incurrir en gastos adicionales** ya que si bien se analizaron 4 productos de más relevancia en la elaboración de este Benchmarking se observaron otras soluciones las cuales eran similares a las analizadas (diferente color o cambios mínimos de forma) o respondían de forma muy tangencial a la problemática pudiendo concluir que para un usuario en búsqueda de estas soluciones le será difícil encontrar alguna que le permita **utilizar su propio tazón de forma cómoda y sin dolor**. Es necesario recalcar que se toma como una cualidad importante que el usuario pueda utilizar su propia taza con la ayuda técnica debido a consideraciones de valor sentimental y reducción de costos, tomando principal cuidado en permitir al usuario utilizar un implemento que no parezca “medico” o “infantil” para evitar el no uso por una limitación emocional, ya que al analizar los tazones y vasos existentes se pudo observar

que suelen tener ciertas similitudes a vasos infantiles los cuales no se quiere asociar a la ayuda a proponer.

4 Definir

En esta sección se condensará la información encontrada en la sección anterior, con el objetivo de plantear claramente el problema de diseño y avanzar adecuadamente con las posibles soluciones que se plantearan más adelante.

Según la planificación del modelo en esta sección se plantearán la ayuda específica con la que se trabajará y los requisitos y especificaciones que se tienen en cuenta en este proceso, profundizando en los puntos de mayor importancia como lo son la ergonomía y funcionalidad.

4.1 Selección justificada de ayuda técnica.

En esta subsección se explicarán las razones de manera más desarrollada de la elección del implemento para tazón.

Como dicho anteriormente en el Benchmarking, los implementos existentes para que las personas con artritis puedan agarrar de manera segura y cómoda el tazón a la hora del desayuno u once no son del todo adecuados ya que o el material de la zona de agarre no sujeta adecuadamente la taza y se resbala, o alternativamente el diseño es funcional pero solo para vasos específicos, incurriendo en gastos adicionales para adquirir el vaso que se acopla al implemento.

En las entrevistas se conversó con una especialista que trabaja con personas con

artritis, donde se le preguntó sobre actividades que son difíciles para personas con esta enfermedad. A esto mencionó actividades como ducharse, lavar la losa, comer y beber con implementos tradicionales, entre otros. Recalcó la dificultad que tienen estas personas con la movilidad fina y fuerzas en las muñecas, hombros y rodillas. Recomendó también que cualquier solución planteada debería ser agradable de sostener, esto se refiere a que la zona de agarre no posea ángulos muy rectos y esquinas punzantes, al mismo tiempo que la forma que toma la mano para manipular este objeto sea lo más relajada posible. Recalcó además que el peso del objeto más la taza no le imponga un esfuerzo de más al paciente.

Debido a estas razones, y luego de preguntarle la opinión a esta especialista se tomó como opción a rediseñar el implemento de tazón debido al potencial de usabilidad e interés que mostrarían estas personas por una ayuda técnica en esta área.

Para esto es necesario, como dicho anteriormente formular ciertos requerimientos asociados tanto con el diseño de la ayuda técnica como con las necesidades del usuario específicamente.

4.2 Formulación de requerimientos de diseño general

En esta subsección formulan requerimientos generales que deben tener en consideración en el proceso de ideación, es decir, los materiales a utilizar, formas más adecuadas y otras especificaciones físicas que permiten que pacientes con artritis puedan manipular satisfactoriamente el producto.

En base a lo analizado, se acentúan los requerimientos para este rediseño.

1. Tiene que ayudar al usuario reduciendo el rango de movimiento necesario para realizar la actividad que quiere hacer y aumentando el agarre/ergonomía facilitando el uso del objeto o herramienta.
2. Ya que pacientes con artritis suelen reportar una disminución en la fuerza que pueden aplicar, debe requerir menos esfuerzo que realizar la actividad sin la ayuda técnica.
3. Tiene que ayudar al usuario a realizar una ADV significativa que se vea dificultada por la enfermedad y que el usuario necesite o quiera realizar.
4. La ayuda técnica al ser rediseñada debe ser resistente y además de no dificultar el uso, debe cumplir su función.
5. La ayuda técnica que se va a rediseñar debe presentar una o más deficiencias

observables, ya sean evidentes o sacadas de la revisión de fuentes (Reseñas, análisis comparativo con otras ayudas técnicas similares, pruebas de resistencia, o costos elevados)

En base a estos datos recopilados por la entrevista y lo hablado con los posibles usuarios en la sección 3, se genera una matriz de necesidades, esta herramienta permite sistematizar y traducir la información obtenida desde los usuarios reales y el benchmarking en **requerimientos concretos de diseño**. La matriz organiza las necesidades identificadas en distintas categorías (físicas, cognitivas, contextuales, etc.), describe sus

características y limitaciones asociadas, y propone lineamientos funcionales para orientar el desarrollo de ayudas técnicas adecuadas. Este recurso facilita la toma de decisiones informadas durante las etapas de diseño, prototipado y evaluación, garantizando así que las soluciones propuestas respondan efectivamente a las capacidades, expectativas y restricciones del grupo objetivo.

En lo que sigue, se presenta una matriz desarrollada específicamente para el caso de personas con artritis, con base en los datos recopilados y el perfil construido en la sección anterior.

Categoría	Necesidad del Usuario	Descripción Detallada	Restricciones/Limitaciones	Requerimiento de Diseño	Prioridad (Alta/Media/Baja)
Motricidad	Facilidad de agarre	El usuario tiene dificultad para cerrar la mano o ejercer presión.	Reducción de fuerza manual y flexibilidad articular.	Superficies antideslizantes, mangos ergonómicos y gruesos.	Alta
Dolor articular	Uso prolongado sin dolor	Evitar posiciones que aumenten la inflamación o el dolor articular.	Dolor crónico en muñecas y dedos al mantener posturas forzadas.	Requiere estructura que minimice la tensión articular.	Alta
Visión	Claridad de instrucciones o interfaces visuales	El usuario puede tener deterioro visual asociado a la edad.	Baja agudeza visual, posible catarata o presbicia.	Tipografías grandes, alto contraste, iconos intuitivos.	Baja
Cognición	Facilidad de comprensión del funcionamiento	El diseño debe ser simple, con mínima curva de aprendizaje.	Dificultades cognitivas leves, confusión por múltiples pasos.	Instrucciones simples, sistema de retroalimentación	Alta
Tiempo de uso	Rapidez y eficiencia en la tarea	Evitar procesos que requieran muchos pasos o tiempo.	Cansancio o frustración si la tarea tarda demasiado.	Automatizar funciones repetitivas, accesos rápidos.	Media
Higiene y mantenimiento	Facilidad de limpieza	La persona no puede desmontar piezas complejas o usar	Limitaciones físicas, uso de una sola mano, visión reducida.	Materiales lavables, pocas piezas móviles, ensamblaje intuitivo.	Alta
Contexto de uso	Uso en el hogar	La ayuda técnica debe adaptarse a un entorno doméstico común.	Espacios reducidos, acceso limitado a herramientas o	Diseño compacto, sin necesidad de instalaciones complejas.	Media

Tabla 8, matriz de priorización de necesidades, elaboración propia

En esta matriz (tabla 8) se evidencian las necesidades del usuario categorizadas por prioridad.

Esta matriz ayuda a la priorización de las necesidades que realmente necesita el usuario y cuales son más importantes tener en cuenta a la hora de idear.

Estas prioridades se definieron por datos recopilados en la fase de empatizar, así como en la sección anterior, siendo de suma importancia la mención de los requerimientos del diseño de una ayuda técnica para personas con artritis definidas en la etapa de empatizar: **Comodidad y ajuste, Peso reducido, ventilación y estética y resistencia y durabilidad.** Por estos requerimientos es que se le da mayor prioridad a las necesidades físicas como son la motricidad y el poco dolor articular, incluyendo también el lavado de esta ayuda técnica, ya que este proceso al realizarlo el mismo usuario no debe provocarle dolor, por tener “recovecos” o espacios de difícil alcance al limpiar que no le permitan al usuario acceder con sus manos al momento de limpiar esta ayuda técnica. Así mismo se toma gran necesidad que la ayuda se explique por sí sola, sin necesidad de instrucciones o solo utilizando imágenes ya que generalmente esto es lo que se observa en los productos similares investigados, además de las

recomendaciones recibidas por la especialista entrevistada.

4.3. Formulación de requerimientos específicos para la ayuda técnica seleccionada (dependientes del usuario)

Utilizando los datos recopilados en la subsección anterior puedo definir las características generales que debe tener esta ayuda, pero para ser realmente útil para cada persona, y como explicado anteriormente cada usuario posee cualidades únicas que son difíciles de estandarizar, por lo que se requieren ciertas características en el producto que deberán ser definidas con antelación a la creación del prototipo. Con el fin de ejemplificar el proceso metodológico propuesto en este trabajo se utilizará un **user persona**.

El user persona es una herramienta metodológica propia del diseño centrado en el usuario (UCD), que consiste en la construcción de una representación semi ficticia de un usuario tipo, basada en datos reales obtenidos mediante técnicas cualitativas y cuantitativas (LeRouge et al., 2019). Su finalidad es sintetizar patrones de comportamiento, necesidades, habilidades, motivaciones y limitaciones de los usuarios reales, para así orientar el diseño de

tecnologías o servicios que respondan adecuadamente a dichos perfiles. En el contexto de este proyecto, se ha optado por utilizar un *user persona* como recurso ejemplificador del proceso de diseño participativo. Esta decisión responde a consideraciones éticas de confidencialidad y anonimato, ya que permite ilustrar el enfoque propuesto sin comprometer la identidad de los entrevistados.

Cabe destacar que, si bien el proceso que se presenta a continuación se basa en un caso único a modo de ejemplo, **los datos que nutren este usuario fueron recopilados a partir de múltiples usuarios reales**, cuyas limitaciones y perspectivas han sido integradas en la construcción de este perfil representativo. De este modo, el *user persona* cumple una doble función: por un lado, resguardar la identidad de los participantes, y por otro, consolidar una figura narrativa coherente que facilite el proceso de diseño y

mantenga una capacidad de futura extrapolación durante las etapas posteriores de ideación, prototipado y evaluación, tomando en cuenta que para la evaluación se volverán a cuestionar usuarios reales.

En este User persona se identifican rasgos importantes para el desarrollo del proyecto tales como la necesidad de mangos amplios, la reducción de movimientos que requieren motricidad fina, la “estética discreta” y diseños fácilmente entendibles.

Se identifica adicionalmente la importancia de una ayuda técnica que le facilite la tarea de tomar té ya que al preferir tazones con mangos más amplios se evidencia la necesidad de proporcionar un aporte que le dé seguridad si por cualquier razón no tiene acceso a su tazón favorito.

A continuación, se presentará dicho *User Persona*:

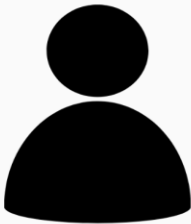
	METAS	CONFLICTOS
	• Mantener su independencia en las actividades de la vida diaria, como cocinar, vestirse, asearse y realizar tareas del hogar. • Reducir el dolor y el esfuerzo físico asociado al uso de objetos cotidianos. • Conservar su dignidad y autoestima, evitando sentirse una "carga" para su entorno cercano.	• Dificultad para manipular objetos pequeños o con agarres poco ergonómicos, lo cual genera frustración, dolor y dependencia. • Sensación de que las ayudas técnicas existentes no están diseñadas para su realidad específica, ya sea por tamaño, peso, rigidez o dificultad de uso. • Se siente insegura y desmotivada ante dispositivos o aplicaciones que no son intuitivas o que requieren múltiples pasos para realizar acciones simples.
VICTORIA F.	GUSTOS	DISGUSTOS
Age: 62 Genero: Mujer Ocupación: Jubilada Residencia: Viña del Mar Recientemente jubilada tras una larga carrera como secretaria administrativa, vive con su familia y nietos en una casa. Lleva la enfermedad de Artritis reumatoide desde los 26 años. Valora profundamente su independencia, pero admite que ciertos momentos del día como las mañanas o los cambios de clima agravan sus síntomas y afectan su estado de ánimo.	• Disfruta de leer novelas y revistas de actualidad, especialmente durante las tardes tranquilas en casa. • Le gusta cocinar recetas simples, siempre que no impliquen demasiado esfuerzo físico. • Aprecia los objetos que combinan funcionalidad con estética discreta, sin parecer "dispositivos médicos". • Le gusta durante las tardes tomar té, incluso a veces tomando hasta 3 tazas de una sentada.	• Se frustra con objetos que requieren movimientos finos o fuerza en las manos, como tapas difíciles de abrir o cierres pequeños. • No le gustan los dispositivos con interfaz compleja o que requieren configuración técnica. • Evita productos que dan una apariencia de "persona dependiente" o "enferma".
	PERSONALIDAD	PRODUCTOS QUE LE AGRADAN
	Se identifican rasgos como: • Resiliencia • Pragmatismo • Perseverancia	• Tazones grandes con mangos anchos • Productos livianos • Productos con mangos seguros en el agarre

Tabla 9, User Persona para este proyecto, Elaboración Propia

5 Idear

En la siguiente sección se empieza el proceso de ideación de posibles propuestas para solucionar esta problemática encontrada, teniendo en cuenta las conclusiones recopiladas de la búsqueda de información en las secciones anteriores se delimita un espacio en el cual se pueda empezar a crear, dibujar, esbozar, rechazar y rehacer ideas coherentes con estos requisitos concluidos.

Para facilitar este proceso se utiliza una técnica de Lluvia de ideas, la cual tiene por objetivo dinamizar este proceso promoviendo la generación de ideas.

5.1 Lluvia de ideas:

La técnica del *Brainstorming* o lluvia de ideas consiste en un método creativo orientado a producir una gran cantidad de propuestas en un lapso breve de tiempo (Koberg y Bagnell, 2014). Su propósito principal es fomentar la diversidad de ideas que puedan abordar una necesidad o problema específico. Posteriormente, estas ideas son analizadas y se seleccionan aquellas que mejor se ajustan a la situación planteada. Las propuestas obtenidas pueden utilizarse tal como fueron concebidas o ser sometidas a procesos de mejora y refinamiento. En esencia, esta herramienta busca estimular la creatividad y favorecer la innovación en las etapas iniciales de desarrollo.

Para este proyecto se realizaron 10 propuestas iniciales para el tazón, sin consideraciones de material, tratando de maximizar la comodidad del usuario, en lo que se termina desarrollando más extensivamente la propuesta final.

1. Recubre taza con mango envolvente posterior

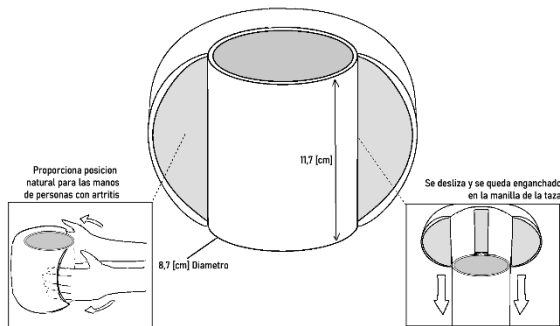


Figura 8, Recubre taza, Elaboración propia

Se propone un recubrimiento completo alrededor de la taza que se pueda deslizar sobre esta y proporcione dos puntos de agarre en forma de envolvente para las manos, proporcionando un espacio de posicionamiento de las manos que no exija gran esfuerzo por parte de la persona con artritis y al mismo tiempo le proporcione un agarre seguro y ergonómico que al mismo tiempo que amplía los puntos de agarre de la

taza, no le provoca dolor en forma de presión en las manos que puede ser provocado por asas pequeñas.

2. Base estabilizadora con ranura para dedos.

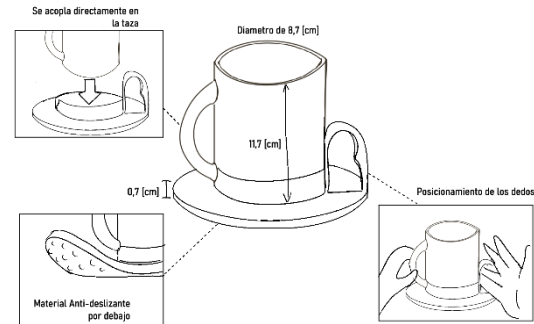


Figura 9, Base estabilizadora, Elaboración propia

Se propone una base antideslizante que se adhiere temporalmente a la parte inferior de una taza, incorporando una **ranura ergonómica lateral** donde el usuario puede insertar los dedos para estabilizar el movimiento sin necesidad de ejercer fuerza de agarre. Esta ranura permite que la mano descanse y controle el recipiente mediante apoyo, en lugar de pinza o presión. La base aumenta la superficie de contacto con la mesa, reduciendo el riesgo de vuelco y facilitando el levantamiento para personas con artritis que presentan dolor, rigidez o debilidad. Su diseño modular permite utilizarlo

con tazas estándar sin modificaciones permanentes.

3. Correa ajustable para mano y muñeca integrada a una banda térmica

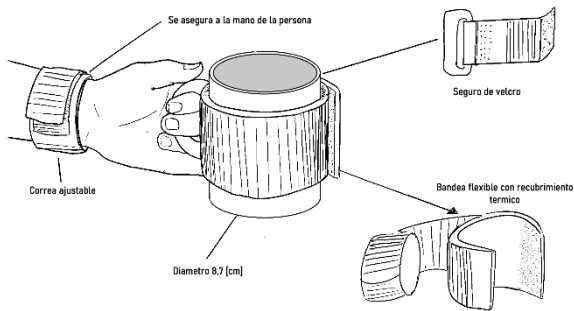


Figura 10, Correa ajustable, Elaboración propia

La propuesta consiste en una **banda flexible que rodea la taza** y que integra un sistema de **correas ajustables** para la mano y la muñeca. El usuario introduce la mano en la correa, quedando la taza sostenida mediante el apoyo de esta banda sin necesidad de hacer fuerza de más. Esta banda podría incorporar un recubrimiento térmico que aisle del calor, ofreciendo comodidad adicional. La idea responde a la necesidad de reducir el esfuerzo muscular y evitar movimientos dolorosos, proporcionando una forma de sostén pasivo que facilita beber líquidos sin

sobrecargar las articulaciones al mismo tiempo que proporciona seguridad al agarre y evita derrames.

4. Tapa-botón dispensadora que reduce el riesgo de derrame.

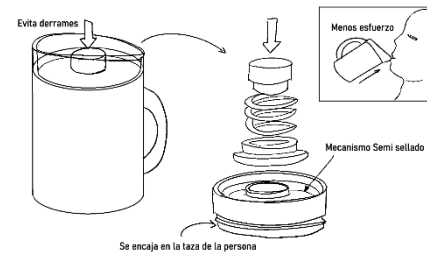


Figura 11, Tapa-botón, Elaboración propia

Se propone una tapa con un **mecanismo de apertura mediante botón grande y de fácil presión**, que convierte la taza en un recipiente semisellado. El usuario presiona el botón para abrir un pequeño orificio que permite beber sin necesidad de inclinar demasiado la taza. Esto es particularmente útil para personas con artritis que experimentan dificultades para controlar movimientos amplios o sostener peso en ángulos elevados. Además, la tapa evita derrames y aumenta la seguridad,

especialmente durante episodios de rigidez o temblores leves en las manos.

5. Mango telescópico lateral plegable.

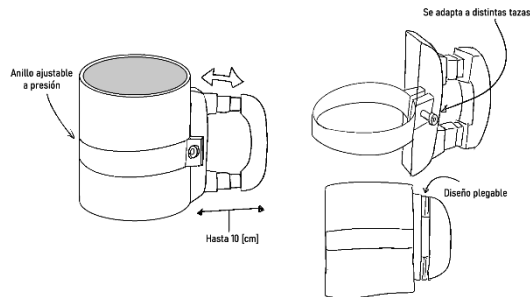


Figura 12, Mango telescópico, Elaboración propia

Se propone un accesorio que se adhiere a la taza mediante un anillo ajustable y que integra un **mango telescópico** que puede extenderse o plegarse según la necesidad del usuario. El propósito es permitir un agarre más amplio y cómodo, reduciendo el esfuerzo de cierre de la mano y facilitando la manipulación desde distintos ángulos. El diseño plegable ofrece portabilidad y adaptabilidad a distintas tazas, contribuyendo a una mayor autonomía en actividades cotidianas.

6. Soporte tipo bandeja con guía para taza.

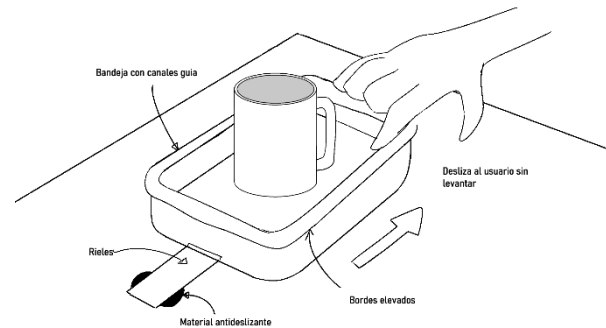


Figura 13, Soporte tipo bandeja con rieles, Elaboración propia

Consiste en una pequeña bandeja con **canales guía** que aseguran la posición de la taza y permiten deslizarla hacia el usuario sin necesidad de levantarla. Esta solución está dirigida a personas con dolor severo o rigidez matinal, que buscan minimizar los movimientos de levantamiento a la hora de reposicionar el tazón u otro implemento de cocina sobre la mesa. El usuario puede acercar la taza deslizando la bandeja sobre la mesa, reduciendo la carga en los dedos y muñecas. La superficie antideslizante y los bordes elevados ofrecen mayor seguridad.

7. Asa auxiliar magnética externa.

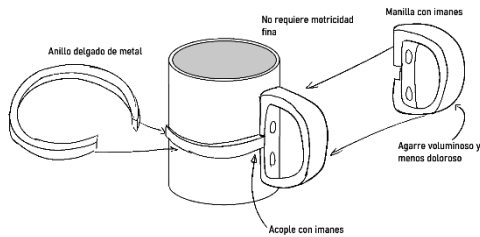


Figura 14, Asa magnética, Elaboración propia

Esta propuesta contempla un asa externa que se fija a la taza mediante **imanes integrados** en un anillo delgado que rodea el recipiente. El mango se une de forma firme pero desmontable, permitiendo un agarre más voluminoso y menos doloroso. La fuerza magnética elimina la necesidad de clips o presión, lo cual es beneficioso para usuarios con limitaciones en movimientos finos. Esta solución permite transformar temporalmente una taza común en un objeto más accesible.

8. Manilla tipo clamp de sujeción adaptable para taza

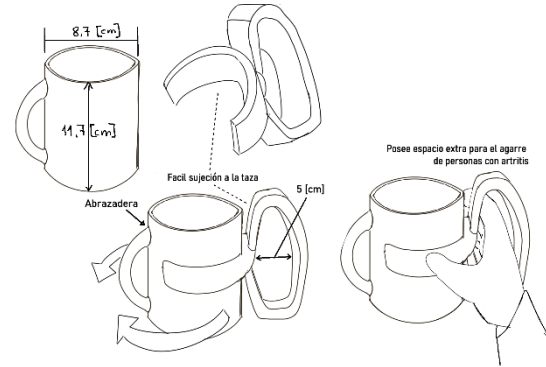


Figura 15, Manilla tipo clamp, Elaboración propia

La presente propuesta contempla el diseño de una manilla tipo *clamp* (abrazadera), fabricada en un material flexible pero resistente, que se sujeta firmemente a una taza común mediante presión elástica, sin necesidad de adhesivos ni modificaciones permanentes. Esta solución está orientada a facilitar el agarre de recipientes cilíndricos a personas con movilidad reducida, debilidad muscular o dolor articular crónico, como ocurre en casos de AR.

La manilla está diseñada en forma de un arco ergonómico, que se ajusta alrededor de una sección de la taza y se mantiene fija mediante la fuerza del propio material. Este diseño permite al usuario aplicar una fuerza mínima

para sujetar o levantar la taza, ya que el componente actúa como una extensión funcional del recipiente, transformando su manipulación en un movimiento más natural y menos doloroso.

9. Funda textil con bolsillos para dedos.

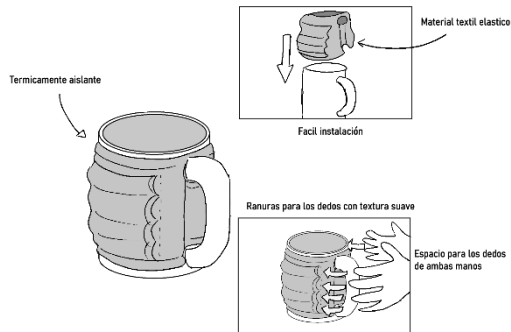


Figura 16, Funda Textil, Elaboración propia

Se diseña una funda flexible de material textil térmicamente aislante que se coloca sobre la taza e incorpora **bolsillos externos** donde el usuario puede posicionar los dedos sin necesidad de cerrar la mano. Esto permite sostener la taza mediante apoyo en lugar de fuerza muscular. La funda actúa también como aislante del calor, lo cual es beneficioso para manos sensibles. Su textura suave y su facilidad de colocación la hacen una alternativa agradable y accesible.

10. Porta-tazón con manillas intercambiables

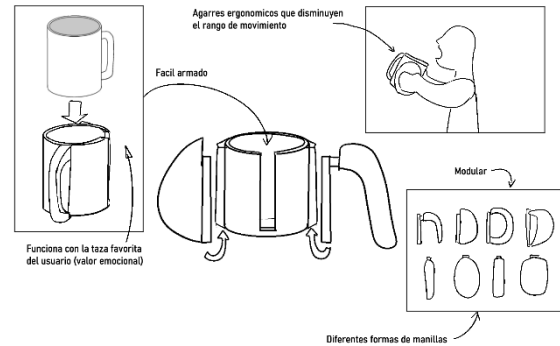


Figura 17, Porta-tazón con manillas intercambiables, Elaboración propia

Este porta-tazón consiste en un producto, el cual a lo largo de un proceso de personalización el usuario podrá escoger un porta-tazón que se adapte a sus necesidades específicas.

Poseerá mangos intercambiables para probar diferentes alternativas con lo que el usuario podrá escoger su configuración favorita en base a su preferencia en forma, peso o ergonomía.

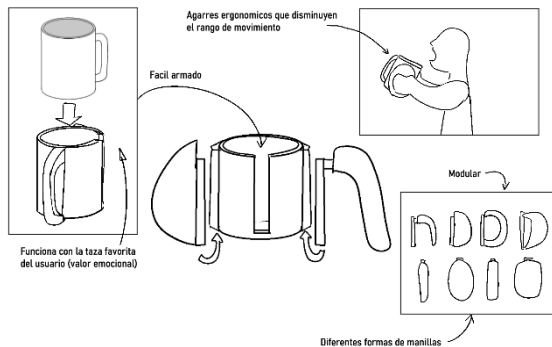
Para su fabricación se utilizará impresión 3d para todas las piezas, proporcionando la posibilidad de un diseño con mínimo tiempo de fabricación, fácil de reiterar y de bajo costo.

Luego del proceso de iteración se escogerán los mangos más adecuados para este usuario

proporcionándole un porta-tazón adaptado a sus necesidades individuales. Este poseerá diferentes opciones de manilla con la cual el usuario podrá probar el agarre que mejor se adapte a sus necesidades variando la forma de cada manilla, su peso, configuración de impresión o su tamaño.

5.2 Solución escogida:

10. Porta-tazón con manillas intercambiables



Este enfoque es el escogido debido a que tiene la mejor forma de iteración y debido a que el material necesario es el de mayor asequibilidad. Además, se tienen en cuenta los requisitos definidos en las secciones anteriores y se encuentra que esta alternativa puede llegar más expeditamente a cumplir estos requisitos.

Más concretamente, esta posible solución presenta proporciona la mejor forma de

abarcando los requisitos de facilidad de uso y uso indoloro al utilizar de una forma simple las manillas intercambiables para proporcionar al usuario el agarre que mejor le acomode. Al mismo tiempo que al proporcionar estas opciones de agarre proporciona una solución al problema de que algunas ayudas no se adaptan a todo tipo de usuarios, esto ya que principalmente esto ocurre cuando la ayuda tiene una sola forma o tamaño de mano en consideración, siendo esto solucionado al implementar diferentes tamaños y formas en las opciones de manillas.

Así mismo, se solucionaría también el problema de costos al utilizar casi exclusivamente la impresión 3D.

6 Prototipado

A continuación, se explicará el proceso de personalización de este producto, ilustrado con fotos de cada iteración, los cambios hechos y las razones para estos cambios.

En el proceso de creación de estos prototipos se utiliza el programa de Autodesk Inventor para crear los modelos que se imprimirán por uso de impresora 3D para facilitar este proceso.

El proceso de creación de estas piezas está dividido en 2 subsecciones, las piezas como fueron originalmente propuestas y luego las reiteraciones que se hicieron en base a feedback o problemas evidentes. A su vez este proceso se enfoca en dos partes estructurales del prototipo final, las cuales serian los soportes centrales y las manillas.

Los soportes centrales son la pieza central que sujeta la taza que utilizará el usuario, teniendo espacios para colocar “manillas” las cuáles serán las piezas que proporcionan un agarre adicional para el usuario, poseyendo diferentes formas que se adaptan a diferentes posiciones para las manos, permitiendo al usuario escoger la que le parezca más cómoda, para luego proporcionarle una versión completa con las manillas que escoja en una sola pieza.

6.1 Desarrollo de alternativas en CAD, considerando diferentes formas y enfoques funcionales.

A continuación se desarrollaron diferentes alternativas de soportes y manillas en CAD, tomando en cuenta diferentes referencias encontradas anteriormente en el Benchmarking así como diseños basados en lo que habitualmente utilizan estas personas, en concordancia con lo establecido anteriormente principalmente son formas más redondeadas y soportes que le proporcione al usuario seguridad al agarrar este implemento.

Soporte central:

Para el desarrollo de esta parte se considera el posicionamiento de la taza, la manilla que viene en la taza y el método de acoplado con las manillas propuestas. En primera instancia se imprime una primera versión la cual es la siguiente:

Soporte central ver. 1:

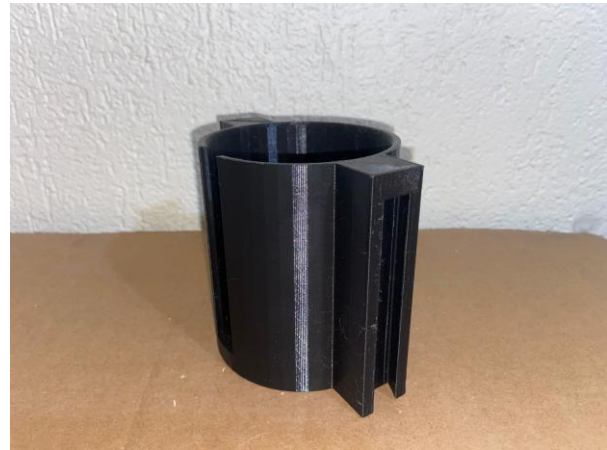
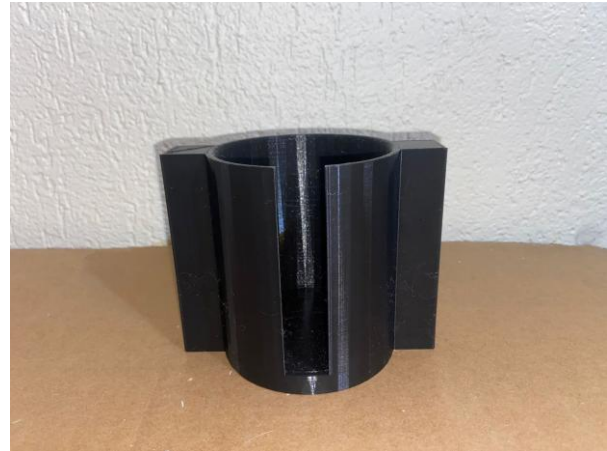


Figura 18 y 19, Soporte central v1, Elaboración propia

Este soporte central es el primer modelo impreso, al terminar esta impresión se notó

que si se usaba un tazón muy bajo entonces el soporte dificulta al usuario poner los labios en este, al mismo tiempo que posee muchos ángulos rectos que son vistos de manera agresiva por el posible usuario.

Se identifica de esta manera que necesita un espacio para posicionar los labios y beber en el frente, además de un rediseño general en el cual se relajan algunos ángulos para que sea menos doloroso de agarrar por personas con las manos sensibles. Estas características serán abordadas a la hora de reiterar en la subsección 6.2.

Manillas:

Semiesfera:



Figura 24 y 25, Manilla semiesfera, Elaboración propia

Esta manilla tiene forma de semiesfera para proporcionar una posición natural de agarre con la mano evitando ángulos que puedan provocar dolor. Permite cambiar la dirección de la fuerza que aplica el usuario de abajo hacia los lados cambiando también la necesidad de fuerza en la mano por los brazos al requerir apretar con todo el brazo para sostener la taza.

Su principal fortaleza es que no contiene ángulos rectos que puedan provocar dolor, pero puede presentar dificultades dependiendo del grado de la enfermedad que presente el usuario, dificultando el agarre. Esta dificultad puede presentar que el usuario pierda el agarre del tazón y lo suelte por lo que

si bien no se considera como la opción más segura se presenta como opción para los usuarios con más capacidad de agarre o en conjunto con una manilla que le permita sujetar con más firmeza el tazón.

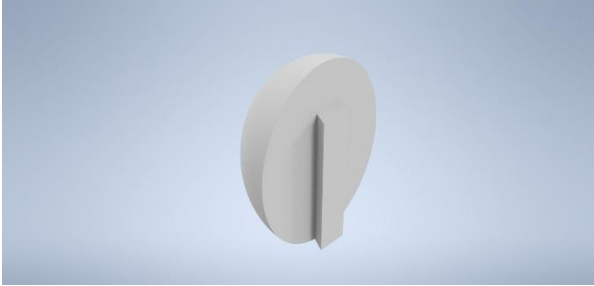


Figura 26, Render de la pieza semiesfera, Elaboración propia

En la figura 26 se ve un render de como se ve en el programa Inventor que se utilizó para modelar las manillas. Se toma en cuenta que por configuración de la impresión se pueden notar que no es perfectamente curvo como en el modelo.

Manilla ladeada:



Figura 27, Manilla en forma de L ladeada, Elaboración propia

Esta manilla presenta un ángulo de 45° para facilitar el movimiento a la boca que debe realizar el usuario para beber, al mismo tiempo que presenta una forma de sujetarlo de fácil agarre por su grosor.

Se presenta como una alternativa ya probada por otros productos ya en el mercado, siendo ofrecida por la novedad de poder ajustarse al usuario en conjunto con otra manilla del set o por modificación del modelo.



Figura 28, Render de manilla ladeada, Elaboración propia

En el render de la figura 28 se ve como es en el programa. Esta pieza se tuvo que replicar en espejo para la segunda manilla ya que por su naturaleza ladeada se requería una copia simétrica. Afortunadamente el programa de slicer para traducir el modelo a impresión 3d permite esta operación sin mayor complicación.

Manillas en “C”:



Figura 29, Manilla en C, Elaboración propia

Manillas de madera en las que se probó un material distinto, esto es principalmente ya que por temas de tiempo y estando ya en uso la impresora se optó por apoyarse en la naturaleza reiterativa de este proyecto para probar este material, tomando nota de diferencias en el peso, terminación y formas posibles de manufacturar. Esta manilla se optó por hacer en madera ya que se podía hacer fácilmente al cortar una plancha de madera, ya que tratar de fabricar cualquiera de las otras alternativas habría sido más difícil.

Posee forma de “C” en la que se soporta de mejor manera la mano al tener parcial recubrimiento.

Debido a este método de manufactura no se pudo completar el círculo, necesitando este espacio en el lado inferior, al mismo tiempo que al pulirlo las medidas quedaron alteradas, lo cual si bien permitió que el encaje quedara más seguro, en caso de haber quedado más pequeño se habría tenido que rehacer las piezas.

Recubrimientos sobre mano ver. 1:



Figura 30, Recubrimiento sobre mano v1, Elaboración propia

Estas manillas se plantean con el objetivo de asegurar la mano en el tazón proporcionando mayor área de agarre y una forma envolvente de la mano por seguridad.

En la figura 30 se ve como estas manillas se posicionan en el soporte, se nota que debido al ángulo en el que están al tratar de introducir

las manos quedan en una posición incómoda, al mismo tiempo que el espacio que queda para posicionar la mano no es suficiente haciendo roce al tener la mano en la manilla. Adicionalmente se nota que posee una cantidad de ángulos rectos no intencionados los cuales también provocan roce con la mano.

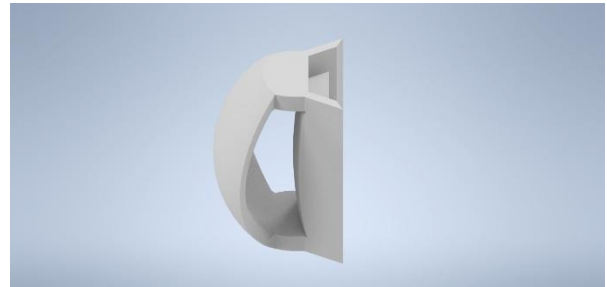


Figura 31, Render de recubrimiento v1, Elaboración propia

En la figura 31 se ve el modelo como se ve en el programa, antes de ser rediseñado en la versión 2.

6.2 Reiteración, tomando nuevas impresiones del usuario para mejorar el prototipo.

En esta subsección se catalogan las reiteraciones echas sobre las piezas realizadas en la sección anterior, tomando en cuenta las observaciones hechas al imprimir las piezas, así como los comentarios hechos por la experta.

Soporte central

Soporte central ver. 2:

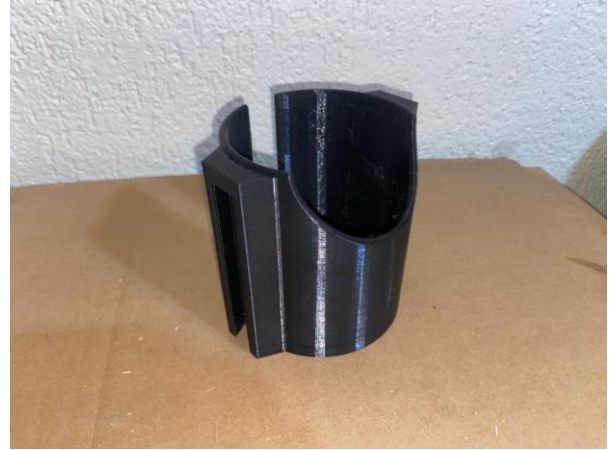
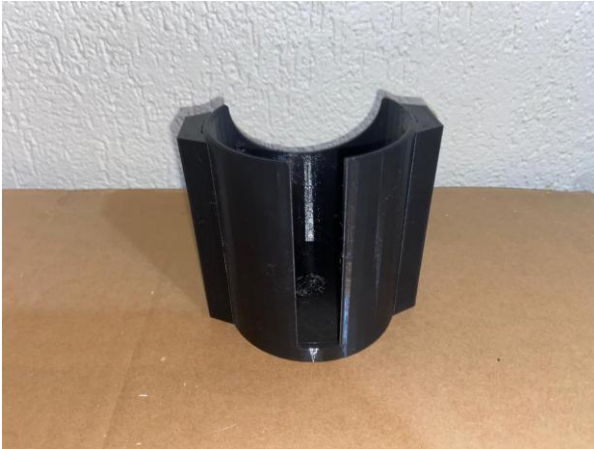


Figura 20 y 21, Soporte Central v2, Elaboración propia

Debido a las observaciones propias después de imprimir se le hizo un recorte para la boca y se relajaron algunos ángulos. Con estas modificaciones se pudo comprobar funcionalidad, probando con una taza estándar de 250 ml, comúnmente usada en países latinoamericanos como Méjico y Chile.

En conjunto con las manillas diseñadas para este punto (Semiesfera, Ladeada y la primera de recubrimiento) se pudo observar que en el encaje puede tener problemas, teniendo mucho espacio para moverse, quedándose abierto a problemas como que se caigan o suelten poniendo no solo incomodidad en el usuario sino también puede ser peligroso. Por esta razón se planea reducir el espacio del

encaje con el objetivo de asegurar mejor la manilla al soporte, teniendo en cuenta que al hacer esto provoca que sea más difícil encajar la manilla deseada para un usuario con dolor articular. Es por esto por lo que se plantea un cambio en proceso de rediseño, pasando de manillas intercambiables a solo ofrecerlas en una etapa inicial, dándole al usuario la oportunidad de elegir la configuración más cómoda para este y ofrecerle una versión final con las manillas unidas desde el principio para su uso.

Para este proceso de rediseño se seguirán utilizando los modelos presentes en esta memoria, teniendo especial cuidado de asegurar las manillas y ayudar al usuario a cambiarlas en la etapa de evaluación y testeó.

Soporte central ver. 3:



Figura 22, Soporte central v3, Elaboración propia

Gracias a la retroalimentación de la experta y comentarios del profesor guía se tomó la decisión de hacer recortes en el soporte para mejor visibilidad de la taza y se relajaron más ángulos al mismo tiempo que se pone un espacio para que el asa del tazón utilizado tenga espacio para posicionarse quedar fijo con la opción de girarlo en un ángulo acotado según preferencia del usuario sin comprometer el agarre del tazón.

Estos cambios se hicieron debido a que se observó que efectivamente había mucha área de material que no servía ningún propósito y aumentaba el peso del producto además del tiempo de manufactura, por lo que se rediseñó con esto en mente aprovechando figuras

redondas para ser más amigable con el usuario, evitando así figuras con muchos ángulos rectos que pueden ser vistas como agresivas o provocantes de dolor para una persona con manos sensibles.

Se evitan agujeros demasiado pequeños, ya que una consideración sugerida por Elena Rocuant fue la limpieza de este producto, por lo que si una persona con artritis quiere limpiar este producto necesita que no haya recovecos muy pronunciados o en su defecto que se puedan por lo menos alcanzar con un cepillo de dientes, implemento del que se tiene constancia por medio de conversaciones con esta profesional que algunas personas con esta enfermedad utilizan para la limpieza de la loza.

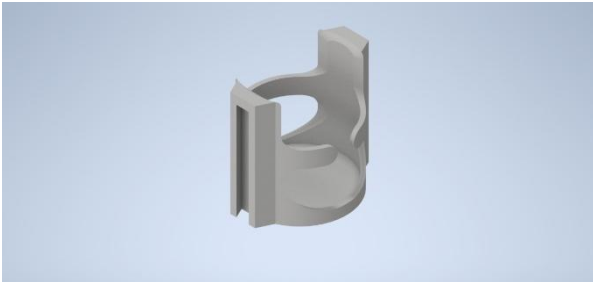


Figura 23, render de la pieza central v3, Elaboración propia

En la figura 23 se ve como se ve en el programa Inventor, en la que se tiene la versión final luego de hacer los cambios e

imprimir las versiones anteriores y tomar nota de las mejoras necesarias.

Manillas:

En el caso de las manillas se hicieron varios tipos probando diferentes formas de agarre y formas geométricas, por lo que la mayor reiteración que se hizo fue para el de “recubrimientos sobre mano” por lo que se menciona a continuación:

Recubrimientos sobre mano ver.2:



Figura 32, Recubrimiento sobre mano v2, Elaboración propia

Estas manillas son remodeladas de la anterior, tomando en cuenta las deficiencias observadas al imprimir.

Poseen un ángulo para introducir las manos de forma más natural, al mismo tiempo que se

relajan los ángulos que hacían roce con la mano a la hora de manipular el tazón.

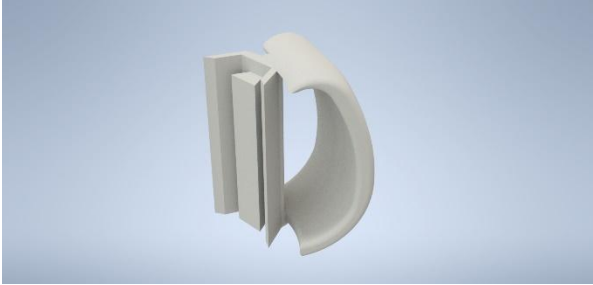


Figura 33, Render de recubrimiento sobre mano v2, Elaboración propia

En la figura 33 se observa el render del modelo en el programa en el que se ven las diferencias con la versión anterior teniendo este ángulo para introducir las manos de manera natural y los ángulos rectos que se rectificaron con el uso de herramientas de biselado y redondeado.

También se aumentó el espacio que tiene para la mano. Estos cambios fueron hechos principalmente por la razón de que, al imprimirlos, como dicho anteriormente el espacio para poner la mano era bastante pequeño complicando la inserción de la mano en el recubrimiento, esto también mencionado por el profesor guía en una revisión.

Por esta razón el ángulo más natural para poner la mano se verifica con una prueba

simple de posicionar las manos en un tazón cualquiera, comprobando que el ángulo de posicionamiento natural para tomar el tazón es más cercano a poner las manos de forma diagonal que de manera horizontal hacia la taza.

7 Evaluar

Para el proceso de validación, los prototipos fueron presentados a usuarios reales, entre ellos una integrante de la fundación “Me Muevo”, fundación sin fines de lucro que congrega a personas afectadas, familiares y amigos de pacientes con AR. Por esta razón, las opiniones recogidas en esta etapa resultan especialmente relevantes.

A continuación, se presenta una transcripción resumida de los comentarios y opiniones correspondientes a cada parte de la propuesta.

En conjunto se presentan observaciones e imágenes obtenidas en la prueba con un posible usuario que se buscó, con características que tienen los usuarios objetivo, siendo de tercera edad, con AR y dispuesta a probar una ayuda que le facilite la actividad de tomar una taza:

7.1. Evaluación de prototipos con posible usuario o profesional:

Evaluación con profesional:

Elena Rocuant (Fundación Me Nuevo):

Elena Rocuant además de tener la enfermedad trabaja como coordinadora de la comunidad de pacientes en la fundación Me Nuevo, la cual es una fundación sin fines de lucro que congrega a personas afectadas, familiares y amigos de pacientes con AR. La misión de esta fundación es incidir en políticas públicas y promover prácticas orientadas a mejorar la calidad de vida de quienes viven con AR, a través del desarrollo y generación de conocimiento, educación y participación ciudadana.

Se le presentaron de forma Online en una reunión por Zoom los prototipos ya hechos en donde, en primera instancia se le explicó en que consiste este producto y los usuarios a los que se les piensa presentar. Siendo que los usuarios pensados son personas con AR u OA se pudo recopilar información acerca de consideraciones como son las formas que son más apropiadas para personas con la enfermedad y las actividades que realizan estas personas y en las que presentan más dificultades.



Figura 34, Prototipo mostrado a profesional, Elaboración propia

Luego se le presentaron cada una de las configuraciones que puede tener este portatazón con las diferentes manillas como se ve en la imagen (Figura 34), a lo que comentó que:

“podría ayudar mucho, sobre todo con el calor del tazón”

y “es interesante el poder utilizar dos manillas distintas”

Recalcó además la necesidad de un diseño gentil con el usuario y que las manillas no requieran motricidad fina.

Se le preguntó sobre las dificultades que experimentan las personas que viven con esta enfermedad para conocer las principales dificultades que experimentan, además de reconocer posibles áreas de mejora.

Gracias a esta retroalimentación se llega a la conclusión de que el producto final si puede llegar a impactar en la realización de esta tarea y es necesario que en este producto se consideren las formas que deben tener las manillas, evitando los ángulos agudos y áreas de roce que podrían provocar molestias en las manos sensibles de las personas con esta enfermedad.

Evaluación con posible usuario:

Se evalúan con un posible usuario los prototipos con el objetivo de obtener las primeras retroalimentaciones con las que mejorar los siguientes prototipos.

Para esta prueba física con un posible usuario se le entregaron los prototipos a una adulta mayor de la región de Valparaíso, la cual presenta la enfermedad desde hace años, es de tercera edad y comenta utilizar tazones con frecuencia.

En primera instancia se utiliza una prueba de carácter cualitativo, en donde se le presenta al usuario los prototipos directamente y se efectúa una entrevista semiestructurada.

En primer lugar, se presentó al participante el objetivo general de la prueba, explicando el funcionamiento del porta-tazón y el sistema de intercambio de manillas. Se aclaró que el sistema eventualmente sería de una sola pieza y las manillas intercambiables son solo para recopilar las preferencias y necesidades particulares de la persona para llegar al óptimo producto final.

Posteriormente se le ofrecen los prototipos y el usuario puede manipular cada una de las configuraciones como si fuera una situación cotidiana.

Al ofrecerle los prototipos, pudo ir probando cuales fueron los más cómodos y se le hizo preguntas sobre las características más atractivas, problemas encontrados, que es lo que busca en un tazón o si necesita ayuda para realizar esta actividad.

Comentó principalmente que las mejores configuraciones eran aquellas que tenían más espacio para la mano, eran livianos y quedaban mejor sujetos al soporte (debido a problemas en la medición de los encajes había algunas manillas que no quedaban seguras al soporte).

Debido a estas pruebas se evidencia una valoración especial por la seguridad de agarre y manillas amplias. Por lo que se considerará en el futuro mejorar la sujeción de las manillas a la base para que esto no sea un factor que influya en la opinión del usuario para cada manilla sino que pueda escoger la configuración más apropiada en base a principalmente la comodidad de agarre y la fuerza para manipular la taza.



Figura 35 y 36, Pruebas con vecina, Elaboración propia



Figura 37, Vecina probando recubrimientos, Elaboración propia

Al conversar con esta persona se le preguntó sobre hábitos al realizar la actividad de tomar té o tomar once, dando a entender que tiene una taza favorita, la cual se notó que tenía manillas amplias y era de gran volumen. Esta persona en específico prefiere generalmente un cierto peso en los tazones que ocupa siendo su enfermedad no tan debilitadora, influyendo mayoritariamente en la sensibilidad de las manos, prefiriendo las manillas con ángulos más relajados, ya que los ángulos puntiagudos le provocan dolor.



Figura 38, Vecina probando manillas en C, Elaboración propia

En las figuras 37 y 38 se aprecia como prueba las manillas de recubrimiento y en forma de C, a lo que mencionó que en el primer caso si bien eran cómodas por tema de encaje no quedaban aseguradas al soporte central por lo que no le gustaron tanto como las manillas en C, ya que al estar hechas de madera pudieron ser encajadas de forma más segura, aunque por esta misma razón necesitó ayuda para ponerlas en el soporte central.



Figura 39, Recubrimientos v1, Elaboración propia

En la Figura 39 se observa probando las manillas recubiertas hechas como primera version, a lo que comentó que no eran cómodas ya que hacían tope en las manos al no tener espacio suficiente para posicionarlas. Esta se consideró la principal razón para rediseñarlas en la version 2 de estas manillas, por lo que se ve validada esta decisión.



Figura 40, Recubrimientos v2, Elaboración propia

En la figura 40 se observó que la evaluada le pareció mucho más cómoda esta manilla que su versión anterior, prefiriéndola sobre esta. Al mismo tiempo confirmó que la decisión de rotar las manillas para poner las manos de forma más natural le pareció apropiada y más cómoda.

Reunion con pacientes y profesionales de la salud especializados en la enfermedad.

Se pudo conseguir una reunión con contactos de Elena Rocuant, la experta contactada previamente, para poder hacer pruebas adicionales del prototipo. Realizando esto ya habiendo hecho los cambios necesarios por lo descubierto en la prueba con usuario anterior, principalmente respecto al agarre de las manillas al soporte central que en algunos casos se deslizaban e impedían la manipulación correcta del prototipo, influyendo la opinión del usuario en un área que no era tan representativa del producto final, a diferencia de otras áreas más importantes como la usabilidad de cada manilla y cual provoca menos dolor.

El objetivo principal de esta reunión fue la recopilación de opiniones e información relevante que podrían tener otras personas que padecen la enfermedad, también incluyendo la opinión de profesionales que se

encontraban en la reunión y que también tienen experiencia con la enfermedad.

También se propuso el poder encontrar formas de mejorar el producto por medio de la forma en que los utilicen y las consideraciones que se deben tener al evaluar con otros usuarios con expresiones de la enfermedad diferentes a las vistas previamente.

Estos participantes a los que se le presentaron los prototipos eran dos mujeres que padecen la enfermedad en diferentes gravedades y dos profesionales de la salud que trabajan con personas con artritis y poseen experiencia en como estas personas pueden realizar sus actividades cotidianas sobrellevando las complicaciones de la enfermedad.

Estas personas fueron seleccionadas por su experiencia con la enfermedad no solo personal sino también su cercanía a redes de apoyo para otros pacientes con artritis ofreciendo una amplia cantidad de diferentes consideraciones relacionadas al uso de los prototipos, las complicaciones que pueden causar e ideas basadas en lo que ya hacen las personas con la enfermedad para realizar este tipo de tareas cotidianas.

Con respecto a la metodología utilizada, la actividad se desarrolló mediante una prueba

de usuarios de carácter cualitativo, combinando la interacción directa con el prototipo y una entrevista semiestructurada.

En primer lugar, se les presenta a los participantes el proyecto, explicando en que consiste este porta-tazón y como las diferentes manillas intercambiables pueden proporcionar al usuario el mejor agarre en base a sus preferencias y necesidades.

Se les presentan los objetivos de esta prueba tomando nota de las observaciones y comentarios y se les presenta el siguiente formulario que se encuentra en la siguiente página:

Test de usuario		Prototipo: Porta-tazón con manillas intercambiables		
		N° de Prueba:		Fecha: 3/7/2026
Manilla	Facilidad De uso ¿Que tanto esta manilla facilita el usar la taza?	Esfuerzo requerido ¿Qué tanta fuerza necesita para manipular la taza con esta manilla?	Dolor ¿Provoca dolor el manipular esta manilla?	Comentarios
Semi esfera	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	
En "C"	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	
Recubrimiento sobre mano	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	
Ladeada	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	
Sin porta tazón (solo la taza)	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	Muy poco Mucho ○ ○ ○ ○ ○	

Figura 41, Tabla cuestionario para prueba con usuarios, Elaboración Propia

Durante la interacción responden este formulario anotando el como manipulan cada manilla, que manilla prefieren, si utilizan combinaciones de manillas diferentes, que manillas pueden utilizar y cuales son más difíciles y también se anota sobre los comentarios que surgen al manipular este prototipo.

Una vez probadas cada manilla se les hacen preguntas sobre que comentarios finales

querrían realizar y que otras cosas podrían decir acerca de la experiencia, tomando especial importancia los comentarios realizados con respecto a las sugerencias de cómo mejorar este prototipo.

Toda la información obtenida fue registrada mediante anotaciones realizadas durante la reunión. Se documentaron las respuestas verbales y observaciones derivadas de la interacción que tuvieron con los prototipos.

Dentro de los resultados esperados se encuentran datos que permitirán no solo identificar cuales manillas son las que mejor se adaptan a diferentes tipos de usuarios sino también cuales necesitan arreglos y cuales no se adecuan efectivamente a resolver la problemática planteada.

Resultados y conclusiones:

Durante esta prueba al presentarle los prototipos a los participantes estos pudieron interactuar con las diferentes configuraciones, mientras comentaban no solo sobre sus preferencias de manillas sino también sobre sus experiencias al realizar esta actividad en su casa, alternativas que buscan cuando requieren una ayuda para diferentes actividades, lo que buscan en una ayuda técnica y otras observaciones respecto a lo que experimentaron.

En cuanto a los puntajes obtenidos en el cuestionario mostrado anteriormente se pueden resumir en que:

Con respecto a la **facilidad de uso**: las manillas que más facilitan el uso son la manilla en “C” y la envuelta, utilizando las dos iguales en cada lado y la ladeada y semiesfera si son una en cada lado, en concordancia con comentarios recibidos anteriormente. Se menciona que mientras más ancho mejor, y

que forme una forma cóncava para adecuarse a la forma de la mano. También mencionan que si el producto es duradero les aporta confianza para facilitar el uso de este.

Con respecto al **esfuerzo requerido**: las manillas que requerían menos esfuerzo eran las en “C” y las envueltas, estas últimas encontradas especialmente meritorias ya que “en caso de soltarla no se cae”. Se menciona también que en situaciones cotidianas una de las participantes no puede utilizar tazones normales sin bombilla debido a que sujetarlos con una sola manilla requiere más fuerza de la que puede ejercer, provocando dolor.

Con respecto al **dolor**: las manillas menos dolorosas de utilizar fueron la semiesfera y la manilla en “C”, mientras que las más dolorosas fueron la ladeada y la envuelta, mencionando que el problema era que la ladeada no necesitaba tanto grosor y la envuelta podía hacer tope con la mano (necesita más espacio), al mismo tiempo que en el caso de no usar el porta-tazón no podrían tomar la taza mencionando que necesitarían una bombilla. Otros comentarios al respecto se refieren a que contrario a lo esperado en estos casos el dolor al tomar una taza se genera a la altura de los codos más que en las muñecas, por lo que en caso de hacer más iteraciones se tomará en cuenta que la forma de la manilla debe seguir el

ángulo de giro del codo más que de la muñeca.

Otros **comentarios importantes:** se menciona que en los casos que se utiliza algún tipo de ayuda se utilizan férulas, pero que muchas veces quedan en desuso por que se les olvida utilizarlas.

Mencionan también que este tipo de ayudas como las que se les presento son difíciles de encontrar en Chile. Esto fue comentado también por los especialistas que se encontraban en el lugar ofreciendo que muchas veces las personas tienen que utilizar ayudas hechas a mano, las cuales no siempre son lo más óptimo en cuanto a forma y agarre.

Se menciona también el interés en utilizar ayudas similares para otras actividades, como lavar platos en donde podría servir algo similar a la manilla de semiesfera para sujetar la esponja.

A modo de **conclusión de esta reunión:** Se recibieron principalmente comentarios positivos acerca de este prototipo, donde las personas que participaron en esta prueba pudieron efectivamente utilizar este portatazón para su propósito, cumpliendo el objetivo propuesto de facilitar la realización de la actividad de beber de una taza. Sin embargo, se pudieron también identificar

áreas de mejora en cuanto a la forma de algunas manillas como la envuelta que necesita un poco más de espacio para poner la mano y la ladeada que no fue necesario en este caso darle tanto grosor, provocando que fuera más difícil de agarrar que una más delgada como la manilla en forma de "C".

Por esto se tiene como posibles mejoras arreglar estos detalles y, teniendo en cuenta ciertos comentarios tomados en la prueba anterior se pudo encontrar que se preferían diferentes manillas por razones distintas, como es el caso de la ladeada que para la primera prueba con usuario tenía un grosor agradable, pero para esta última prueba este mismo grosor era excesivo. Por esto se ve necesario que para el producto final se le puedan presentar al posible usuario no solo diferentes formas de manillas sino también diferentes tamaños y grosores para que permitan adecuarse de mejor manera a las particularidades de cómo se expresa la enfermedad en diferentes personas.

7.2. Elección de la configuración óptima justificada en la evidencia del testeó.

Para seguir con el proceso de diseño para un usuario específico, después de presentarle las diferentes manillas y recopilando los datos referentes a su preferencia personal es posible proporcionarle un porta-tazón con las manillas escogidas en una sola pieza.

Para esta parte del proceso de creación del producto final se utilizarían las necesidades y preferencias de la persona a la cual se le va a entregar este producto, pero a modo de ejemplo se utilizarán los datos obtenidos en las pruebas anteriores. Se utilizará el usuario inventado anteriormente en la etapa de definición con una aproximación de sus preferencias en concordancia con las opiniones conseguidas.

A continuación, se presenta como se argumentaría la configuración final en base a la preferencia de este usuario:

Configuración elegida:



Figura 41, Configuración favorita de la evaluada, Elaboración propia

En el transcurso de esta prueba con la posible usuaria, se le dio la oportunidad de elegir la configuración que le pareciera más cómoda, a lo que eligió una manilla en forma de C por la izquierda y una semiesfera por la derecha.

Esta configuración escogida habla de una preferencia por una facilidad de agarre sobre seguridad del agarre, además de no necesitar gran ayuda para sostener la taza ya que aún posee fuerza para esta actividad.

Aun así, prefiere poder sostener la taza con manillas que no le produzcan dolor, optando por las que tengan más espacio para las manos y sean lo menos puntiagudas posible.

No demostró gran preocupación por el peso, siendo que escogió las manillas más pesadas, incluso comentando que las prefería por esta razón. Esto puede ser por que la enfermedad que posee no está tan avanzada y tiene fuerza suficiente en las manos, aunque se debe tener en consideración que esta evaluación se hizo con una taza vacía

Se nota también que la principal preocupación que presentó fue que las manillas estuvieran bien sujetas a la base central y no se soltaran.

Debido a esto se llega a la conclusión de que se deben modificar los prototipos para evitar que las manillas se suelten de la base, proporcionando una experiencia más cercana a lo final con manillas definitivas unidas a una base central de forma permanente en concordancia con las preferencias del usuario.

8 Conclusiones

En conclusión, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de pacientes con AR es necesario tener una firme idea de las necesidades y preferencias del usuario para poder proporcionarle una ayuda técnica coherente, no solo materialmente, sino psicológicamente. Esto atado a la importancia de la independencia del usuario la cual tiene gran impacto en la salud mental de estas personas.

Teniendo en cuenta los objetivos planteados en el inicio de esta memoria, se logra por medio de esta propuesta facilitar la realización de las AVDs de pacientes de AR o artrosis por medio de la personalización de las ayudas técnicas existentes, utilizando tecnologías rápidas y de bajo costo. Gracias a la tecnología de impresión 3d y el proceso planteado de adaptación personalizada de las ayudas revisadas se logra finalmente este objetivo.

En cuanto a los objetivos específicos planteados a lo largo de esta memoria se pueden evidenciar logros a estos objetivos en cada sección, en los procesos de búsqueda de requisitos y Benchmarking se logran caracterizar los implementos que existen en el mercado y vislumbrar los requisitos y necesidades que se deben alcanzar en el

proceso de crear una ayuda técnica que realmente les sirva a las personas con artritis.

Con respecto al primer objetivo específico: Caracterizar las necesidades funcionales y preferencias de uso de ayudas técnicas existentes en los pacientes. Se pudieron caracterizar las necesidades y preferencias tanto de un usuario tipo como de un usuario de prueba, pudiendo ver qué tipo de consideraciones son necesarias para un usuario que quiera utilizar este producto, pudiendo también documentar estos datos en la sección de Definir.

Con respecto al segundo objetivo específico: Encontrar y caracterizar las ayudas técnicas existentes tomando en cuenta las fortalezas y debilidades de cada una. Se pudieron encontrar y caracterizar las ayudas técnicas existentes, utilizando una tabla de Benchmarking para documentar esta investigación.

Se pudo también escoger una ayuda técnica de mano relevante, el porta-tazón pudiendo también desarrollar una serie de prototipos que permitieran desarrollar de forma más cómoda la actividad de beber de una taza. Con esto se consiguen cumplir los objetivos específicos tercero y cuarto: *“Escoger una ayuda técnica de mano relevante respaldando*

esta decisión con el análisis de las limitaciones del usuario y lo necesario para ejecutar de la mejor forma posible la actividad.” Y “Desarrollar una ayuda técnica que permita la realización efectiva de la AVD en la cual el usuario está teniendo problemas”.

También se pudieron hacer pruebas con usuarios exitosas donde validaron el prototipo, así mismo se pudo validar con una profesional que tiene experiencia con personas con artritis, con lo que se puede decir que se cumplen finalmente todos los objetivos propuestos. Siendo el 5to objetivo: Validar la ayuda técnica escogida y las modificaciones desarrolladas con el paciente que se trabaja, para que éstas reflejen las necesidades y preferencias del usuario, mediante entrevista directa.

Se espera poder seguir validando este proceso por medio de pruebas con más usuarios, recopilando datos sobre las preferencias de cada uno, pudiendo documentar más detenidamente estos datos y así poder elaborar propuestas más cercanas a las necesidades reales de las personas con esta enfermedad.

8.2 Mejoras Futuras

Teniendo esto en cuenta, gracias al proceso de creación de esta ayuda se pudieron vislumbrar ciertas áreas que, por temas de tiempo o falta de conocimientos específicos, podrían haber aportado a la mejora de este producto.

Entre estas existe la oportunidad de poder seguir mejorando este producto a futuro, por lo que se propone poder utilizar tecnologías de recopilación de datos para poder obtener las características preliminares que necesita el producto de una manera más expedita, teniendo en consideración las complicaciones que experimentan estas personas para escribir o utilizar herramientas computacionales debido a la enfermedad, dificultando utilizar herramientas de recopilación de información como sería encuestas o cuestionarios digitales. Debido a esto sería beneficioso para el proyecto encontrar alguna forma de presentar a los posibles usuarios con una forma rápida y cómoda para compartir los datos necesarios para este producto relacionados a sus necesidad y preferencias específicas.

Adicionalmente se propone como mejora futura el incorporar la recopilación de feedback a largo plazo luego de la entrega del producto al usuario para poder seguir

mejorando la experiencia para los siguientes usuarios y mejorar el producto luego del proceso de prototipado encontrando los problemas que pueden surgir luego de ser usado continuamente.

Como ultima posible mejora futura se propone mejorar la portabilidad de la ayuda técnica para permitir al usuario utilizarla en situaciones no solo domesticas sino también en lugares públicos como restaurantes o cafeterías donde poder llevar el producto de forma cómoda es esencial para su portabilidad. Así mismo es necesario considerar la forma de agarre a la taza para permitir diferentes tamaños de taza que puede haber en estos lugares.

8.3 Aprendizajes

Lo que se pudo aprender durante el transcurso de este proyecto fue en primera instancia sobre la enfermedad en sí, donde pude conocer las dificultades y necesidades que tienen las personas con esta enfermedad, pudiendo también aprender a diferenciar los diferentes tipos de enfermedad. También pude aprender sobre las formas en que las personas sobrellevan esta enfermedad utilizando diferentes tipos de ayudas técnicas para diferentes actividades. Adicionalmente pude identificar formas en que se fabrican

estas ayudas, pudiendo formar ideas acerca de que elementos técnicos podía utilizar en mi propuesta.

Por otra parte, en el proceso de prototipado pude descubrir mediante la prueba y error sobre mejores formas de unir piezas impresas en 3d, donde las diferentes manillas tuvieron diferentes formas de unirse al soporte central, quedando en una unión de cola de milano

En conclusión, pude aprender no solo sobre diferentes facetas de la enfermedad que desconocía sino también sobre las formas de ayudar a la independencia que requieren estas personas y sobre diferentes formas de manufactura que se utilizan y las consideraciones que se deben tener al diseñar un producto que pueda ser utilizado por personas con sensibilidad en las manos o gran variación en la forma de estas entre cada usuario.

Referencias

Adam, M. S., Zhuang, H., & Zhou, P. (2024). The metabolic characteristics and changes of chondrocytes in vivo and in vitro in osteoarthritis. *Frontiers in Endocrinology*. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1393550>

Al Snih, S., Ray, L. A., & Markides, K. S. (2006). Prevalence of self-reported arthritis among elders from Latin America and the Caribbean and among Mexican Americans from the southwestern United States. *Journal of Aging and Health*, 18(2), 207–223. <https://doi.org/10.1177/0898264305285661>

Andrés-Cano, P., Calvo-Haro, J. A., Fillat-Gomà, F., Andrés-Cano, I., & Perez-Mañanes, R. (2021). Papel del cirujano ortopédico y traumatólogo en la impresión 3D: aplicaciones actuales y aspectos legales para una medicina personalizada. *Revista española de cirugía ortopédica y traumatología*, 65(2), 138-151. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888441520301223>

Ashraf, I., Khan, Q. J., Malik, F., Asghar, S., Mansoor, A., & Mansoor, E. (2024). Unveiling the Pathophysiology of Osteoarthritis in Joint Anatomy. *Journal of Health and Rehabilitation Research*, 4(2), 1478–1483. <https://doi.org/10.61919/jhrr.v4i2.1150>

Badley, E. M., Wagstaff, S., & Wood, P. H. (1984). Measures of functional ability (disability) in arthritis in relation to impairment of range of joint movement. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 43(4), 563–569. <https://doi.org/10.1136/ard.43.4.563>

Barbour, K.E. Vital Signs: Prevalence of Doctor-Diagnosed Arthritis and Arthritis-Attributable Activity Limitation—United States, 2013–2015. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* **2017**, 66.

Blümel, J. E., Aedo, S., Arteaga, E., Vallejo, M. S., & Chedraui, P. (2022). Factores de riesgo de artrosis de rodilla, cadera o ambas en mujeres chilenas de mediana edad: un estudio de cohorte de tres décadas. *Revista Médica de Chile*, 150(1), 46–53. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872022000100046>

Chávez, M. (2011). Ayuda técnica para personas con artritis reumatoidea [Proyecto

de grado, Universidad Católica de Pereira]. *Grafas Disciplinarias de la UCPR*, 14, 97–100. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6132285.pdf>

Conley, E., Pope, J. E., Haraoui, B., & Bykerk, V. P. (2023). *Defining treatment targets in rheumatoid arthritis: New insights and evolving strategies*. *Journal of Clinical Rheumatology*. <https://doi.org/10.1016/j.jcr.2023.09.011>

Cotarelo Méndez AM, Estévez Perera A y Guridi González MZ. Capacidad funcional y repercusión familiar de pacientes con artritis reumatoide. *Revista Cubana de Reumatología*. 2013; 15(3): 146-152

de Boer, I.G., Peeters, A.J., Runday, H.K. *et al.* Assistive devices: usage in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol* **28**, 119–128 (2009). <https://doi.org/10.1007/s10067-008-0989-7>

Deyanira Miguel-Lavariega, Jesús Elizararrás-Rivas, Villarreal-Ríos E., Baltiérrez-Hoyos, R., Ulises Velasco-Tobón, Emma Rosa Vargas-Daza, & Galicia-Rodríguez, L. (2023). [Epidemiological profile

of rheumatoid arthritis]. Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research), 61(5), 574–582.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.8316427>

Di Benedetto, P., Musumeci, G., Ferlito, S., et al. (2025). *Beyond mechanical damage: Psychosocial aspects in osteoarthritis pain and disability*. European Journal of Translational Myology, 35(2), 1–7.
<https://doi.org/10.4081/ejtm.2025.13636>

Díaz, X., Sepúlveda, L., & Mujica, V. (2023). *Efectos antiinflamatorios de la dieta mediterránea en la artritis reumatoide: revisión narrativa*. Revista Chilena de Nutrición, 50(5), 561–569. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182023000500561>

Eamcharoen, P. (2024). *Design thinking for creating educational innovations for teachers in the digital age*. 23(2).
<https://doi.org/10.55003/jie.23203>

Gaffo, A. L., Saag, K. G., & Curtis, J. R. (2006). *Treatment of rheumatoid arthritis*. The American Journal of the Medical Sciences, 332(4), 180–189.

<https://doi.org/10.1097/00000441-200610000-00006>

Gallup N, Bow JK, Pearce JM. (2018). Economic Potential for Distributed Manufacturing of Adaptive Aids for Arthritis Patients in the U.S. *Geriatrics*. 3(4):89.
<https://doi.org/10.3390/geriatrics3040089>

Glasinovic Peña, A. (2020). Prevención de caídas y ayudas técnicas en el adulto mayor, enfoque para la atención primaria chilena. *Revista Chilena De Medicina Familiar*, 14(1), 8. Recuperado a partir de <https://www.revistachilenademedicinafamiliar.cl/index.php/sochimef/article/view/363>

Gulppi, A., San Martín, P., Machuca, E., & Sanhueza, M. E. (2022). MO827: Clinical Characterization of Older People on Chronic Hemodialysis Nephrocare-Chile 2020–2021. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 37(Supplement_3).
<https://doi.org/10.1093/ndt/gfac083.009>

Guzmán, A., & Céspedes, C. (2018). *Tratamiento farmacológico de la osteoartritis: Revisión narrativa*. Revista Chilena de Reumatología, 34(4), 113–121.
<https://doi.org/10.32776/reuma.v34i4.462>

Hasibuzzaman, M., Wahab, A. A., Seng, G. H., & Ramlee, M. H. (2021). Three-dimensional printed orthosis in biomedical application: A short review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2071, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.

Hootman JM, Helmick CG, Barbour KE, Theis KA, Boring MA. (2016). Updated Projected Prevalence of Self-Reported Doctor-Diagnosed Arthritis and Arthritis-Attributable Activity Limitation Among US Adults, 2015-2040. *Arthritis Rheumatol.* 68(7):1582-7. doi: 10.1002/art.39692. PMID: 27015600; PMCID: PMC6059375.

Institute for Health Metrics and Evaluation. (2023). *Global Burden of Disease Study 2019: Osteoarthritis results*.
<http://ghdx.healthdata.org>

Instituto Nacional de Estadísticas INE. (2025). Primeros resultados del Censo 2024: 18.480.432 personas fueron censadas en Chile, manteniéndose la tendencia de envejecimiento de la población. Recuperado de <https://www.ine.gob.cl/sala-de-prensa/prensa/general/noticia/2025/03/27/primeros-resultados-del-censo-2024-18.480.432-personas-fueron-censadas-en->

chile-manteniéndose-la-tendencia-de-envejecimiento-de-la-población

Jahid, M., Khan, K. U., & Ahmed, R. S. (2023). Overview of Rheumatoid Arthritis and Scientific Understanding of the Disease. *Mediterranean Journal of Rheumatology*, 34, 284–291.

<https://doi.org/10.31138/mjr.20230801.oo>

Koberg, D., & Bagnell, R. (2014). The seven elements of design and how to use them. Pearson.

LeRouge, C., Ma, J., Sneha, S., & Tolle, K. (2019). User profiles and personas in the design and development of consumer health technologies. *International Journal of Medical Informatics*, 82(11), e251–e268.

<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2011.03.006>

Lim, C. W. J., Le, K. Q., Lu, Q., & Wong, C. H. (2016). An Overview of 3-D Printing in Manufacturing, Aerospace, and Automotive Industries. *IEEE Potentials*, 35(4), 18–22.

<https://doi.org/10.1109/M POT.2016.2540098>

Lippincott, E. P. (2013). *Method for online distribution of 3d model files for printing 3d models*.

<https://patents.google.com/patent/US20150120806A1/en>

Lozano, J. A. (2001). Artritis reumatoide (I). Etiopatogenia, sintomatología, diagnóstico y pronóstico. *Offarm*, 20(8), 94-100.

Macdonald, G. G., Koehn, C., Attara, G., Stordy, A., Allerdings, M., Leese, J., Li, L. C., & Backman, C. L. (2018). *Patient Perspectives on the Challenges and Responsibilities of Living With Chronic Inflammatory Diseases: Qualitative Study*. 10(4). <https://doi.org/10.2196/10815>

Mian, S.H.; Umer, U.; Moiduddin, K. & Alkhalefah, H. (2023). Finite Element Analysis of Upper Limb Splint Designs and Materials for 3D Printing. *Polymers*, <https://doi.org/10.3390/polym15142993>

Organización Mundial de la Salud OMS. (2023). Artrosis. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/osteoarthritis>

Organización Mundial de la Salud OMS. (2024). *Envejecimiento y salud*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>

Regueras, E., Velázquez, I., & Torres, L. M. (2024). Actualización en farmacología de los antiinflamatorios no esteroideos: actualización. *MPJ Multidisciplinary Pain Journal*, 1. <https://www.mpainjournal.com/actualizacion-en-farmacologia-de-los-antinflamatorios-no-esteroides-actualizacion1192>

Sandri, G., Bottini, A., Franchi, F., & Mascia, M. T. (2017). *THU0705 Experimental use of 3d printing technology for the construction of devices as integration of occupational therapy intervention with rheumatoid arthritis patients (RA)*. 76, 474. <https://doi.org/10.1136/ANNRHEUMDIS-2017-EULAR.2591>

Servicio Nacional del Adulto Mayor (SENAMA) (s.f.). *Glosario gerontológico*. Gobierno de Chile. https://www.senama.gob.cl/storage/docs/GL_OSARIO_GERONTOLOGICO.pdf

Shah, P. S., Trivedi, J., & Shah, P. (2024). *Pathophysiology of Rheumatoid Arthritis*. 2(1), 1–4. <https://doi.org/10.59657/2993-0855.brs.24.010>

Smedslund, G., Hagen, K. B., & Østerås, N. (2022). *Efficacy of interventions for patients*

with osteoarthritis: A systematic review and network meta-analysis. Osteoarthritis and Cartilage, 30(4), 521–534. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2022.01.001>

Srija Vennam, Vijayasankar KN, Falguni Pati, 3D printed personalized assistive devices: A material, technique, and medical condition perspective, Applied Materials Today, Volume 40, 2024, 102403, ISSN 2352-9407, <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2024.102403>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352940724003482>)

Steinmetz, J. D., Culbreth, G. T., Haile, L. M., Rafferty, Q., Lo, J., Fukutaki, K. G., ... & Singh, S. (2023). Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990–2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Rheumatology*, 5(9), e508–e522. [https://www.thelancet.com/journals/lanrhe/article/pii/S2665-9913\(23\)00163-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanrhe/article/pii/S2665-9913(23)00163-7/fulltext)

Su, J., Liu, H., Wang, Y., Qiu, H., Zhang, D., Cheng, X., ... Zhao, D. (2024). *Comprehensive treatment strategies for difficult-to-treat rheumatoid arthritis: From definition to targets*. Journal of Translational

Medicine, 22(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12967-024-05569-x>

Sun, Z., Wong, Y. H., & Yeong, C. H. (2023). Patient-Specific 3D-Printed Low-Cost Models in Medical Education and Clinical Practice. *Micromachines*, 14(2), 464. <https://doi.org/10.3390/mi14020464>

Taylor, P. C., Moore, A., Vasilescu, R., Alvir, J., & Tarallo, M. (2016). A structured literature review of the burden of illness and unmet needs in patients with rheumatoid arthritis: a current perspective. *Rheumatology International*, 36(5), 685–695. <https://doi.org/10.1007/s00296-015-3415-x>

UNE (2022). *UNE-EN ISO/ASTM 52900:2022. Fabricación aditiva. Principios generales. Fundamentos y vocabulario* (Versión corregida 2025-04-23). Recuperado de UNE: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=norma-une-en-iso-astm-52900-2022-n0069563>

Vennam, S., Vijayasankar, K. N., & Pati, F. (2024). 3D printed personalized assistive devices: A material, technique, and medical condition perspective. Applied Materials Today, 40, 102403.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352940724003482?casa_token=rYJ9q0g_nHYAAAAA:jKnV7TDdwYT7D5ELIyUdI7C-c0I84QQR6758sDxjc4fbns0ahONjIWKwFUWA8PpDbcraEqLF-OQ

Vitsa, A., Moisoglou, I., Galanis, P., Merkouris, A., Papastavrou, E., & Sarafis, P. (2025). Levels of catastrophizing pain and kinesiophobia in patients with osteoarthritis and their association. *European Journal of Translational Myology*, 35(2).
https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A7%3A36403719/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A186255740&crl=c&link_origin=scholar.google.com

Wong, K. C. (2016). 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. *Orthopedic Research and Reviews*, 8, 57–66.
<https://doi.org/10.2147/ORR.S99614>

Yescas, E., Ascencio, L., Vargas, S., Barbosa, R., & Lugo, G. (2008). Depresión, ansiedad y desesperanza aprendida en pacientes con artritis reumatoide. *Psicología y Salud*, 18(1), 81–89. Universidad Veracruzana.
<https://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/291/29118109/29118109.html>