



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Instituto de Diseño

“Diseño de un dispositivo multifuncional para la higiene y aseo personal dirigido a mujeres con artritis reumatoide en situación funcional grado III”

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniera en Diseño

Presenta

Luis Mario Espinosa Ortiz

Directora

Dra. Alejandra Velarde Galván

Heroica Ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, Septiembre 2024.

Para María Norma Ortiz Hernández
por todo tu amor y apoyo
gracias ma.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida y me han brindado su amor y apoyo incondicional. Gracias por creer siempre en mí y por motivarme a perseguir mis sueños.

Un agradecimiento especial a mi hermana, quien ha sido mi compañera y confidente a lo largo de este viaje. Tus palabras de aliento y tu ayuda han sido invaluable.

A Guadalupe, gracias por tu amor, oraciones y apoyo. Siempre has creído en mí y me has inspirado a alcanzar mi máximo potencial.

A mi familia y amigos, gracias por su apoyo y comprensión. Han estado ahí para mí en cada paso del camino, celebrando mis éxitos y brindándome su hombro cuando lo necesitaba.

A mi directora de tesis, la Dra. Alejandra Velarde Galván, gracias por su invaluable guía, apoyo y paciencia. Su experiencia y conocimientos han sido fundamentales para el éxito de esta tesis.

También quiero reconocer a mis profesores y mentores, quienes han guiado mi investigación y me han brindado valiosos conocimientos. Su sabiduría y apoyo han sido esenciales para completar este trabajo.

A todas aquellas personas que me permitieron hacer entrevistas y evaluaciones, gracias por compartir sus experiencias y conocimientos. Su participación ha sido esencial para esta investigación.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de alguna manera, han contribuido a que esta tesis sea una realidad. Su colaboración y apoyo han hecho posible este logro.

Gracias a todos desde el fondo de mi corazón.

ÍNDICE GENERAL



Introducción.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
1.1 Estado del Arte.....	5
1.2 Planteamiento del problema.....	8
1.3 Justificación.....	9
1.4 Objetivo general, específico y metas.	10
1.5 Metodología.....	12
CAPÍTULO 2.....	15
2.1 Artritis Reumatoide.	17
2.2 Grado de Artritis reumatoide.....	18
2.3 Calidad de Vida.....	20
2.4 Higiene Personal.	21
2.5 Aseo personal.....	22
2.6 Peine y Cepillo para el cabello.	23
2.7 Esponja de baño.....	24
2.8 Ergonomía.	24
2.9 La mano.....	25
2.10 Movimiento de la mano.....	26
2.11 Agarres.	32
2.12 Mano con AR.....	37
2.13 Antropometría.....	38
2.14 Análisis de materiales para el dispositivo multifuncional.....	40
2.15 Normativas.	42
CAPÍTULO 3.....	45
3.1 Benchmarking.....	47
3.2 Descripción y análisis de usuario.	50
3.3 Necesidades del usuario.	52
3.4 Tabla de necesidades.....	52
3.5 Reporte de resultados de encuestas realizadas a un Especialista.....	54

3.6	Requerimientos de diseño.	55
3.6.1	Requerimientos de Uso.	56
3.6.2	Requerimientos de Función.....	57
3.6.3	Requerimientos estructurales.	58
3.6.4	Requerimientos formales.	59
3.7	Grado de importancia.....	60
3.8	Bocetos	62
3.8.1	Propuesta 1 Mango	62
3.8.2	Propuesta 2 Mango.	63
3.8.3	Propuesta 3. Mango.	63
3.8.4	Propuesta 1. Cepillo.....	64
3.8.5	Propuesta 2. Cepillo.....	65
3.8.6	Propuesta 3. Cepillo.....	66
3.8.7	Propuesta 1. Peine	66
3.8.8	Propuesta 2. Peine	67
3.8.9	Propuesta 3. Peine	68
3.8.10	Propuesta 1. Esponja	68
3.8.11	Propuesta 2. Esponja	69
3.8.12	Propuesta 1. Unión.....	70
3.8.13	Propuesta 2. Unión.....	71
3.8.14	Propuesta 3. Unión.....	72
3.9	Evaluación de Propuestas.....	73
3.10	Elaboración de modelos para pruebas ergonómicas y de usabilidad exploratorias	77
3.10.1	Pruebas exploratorias de Usabilidad	86
3.10.2	Resultados de las pruebas exploratorias de usabilidad	92
CAPÍTULO 4.....		97
4.1	Planos Constructivos.	100
4.2	Modelado 3D.....	105
4.2.1	Mango	106
4.2.2	Parte receptora (unión)	107
4.1.3	Parte macho (unión).....	108
4.1.4	Cabezal peine.....	109
4.1.5	Cabezal del cepillo.....	110
4.1.6	Cabezal de esponja de baño.....	111

4.2 Manufactura del Dispositivo Multifuncional	117
4.3 Fabricación de modelo de baja fidelidad.	122
CAPÍTULO 5.....	129
5.1 Análisis de Elemento Finito.....	131
5.1.1 Fuerzas Aplicadas.....	132
5.1.2 Materiales	132
5.1.3 Simulación	137
5.2 Evaluación del prototipo con usuarios.....	147
5.2.1 Desarrollo de la evaluación.....	148
5.2.2 Resultados obtenidos.....	151
CONCLUSIONES.....	155
TRABAJOS A FUTURO	157
REFERENCIAS.....	159
ANEXOS.....	163
ANEXO A. Entrevista a Mujeres con Artritis Reumatoide.....	163
ANEXO B. Entrevista a Fisioterapeuta.	167
ANEXO C. Primera prueba de Usabilidad	170
ANEXO D. Protocolo de prueba de usabilidad	191
ANEXO E. Planos Constructivos	192

ÍNDICE DE FIGURAS



Figura 1. Juego de peine y cepillo marca Kesywale.....	6
Figura 2. Slick-Loofah	7
Figura 3. Metodología Karl T. Ulrich	12
Figura 4. Punto de apoyo en la palma para tomar objetos	26
Figura 5. Flexión de la muñeca 0-80°	26
Figura 6. Desviación cubital 0-30°	27
Figura 7. Extensión de muñeca 0-70°	27
Figura 8. Desviación radial 0-20°	28
Figura 9. Flexión interfalángica proximal del dedo 0-100°	28
Figura 10. Flexión de dedos interfalángicos distales 0-80°	29
Figura 11. Flexión metacarpo falángica del dedo 0-90°	29
Figura 12. Extensión del pulgar (separación radial) 0-60° la articulación interfalángica puede ser hiperextendida hasta 15°	30
Figura 13. Flexión del pulgar 0-50° en la articulación metacarpo falángica y 0-80° en la articulación interfalángica.	30
Figura 14. La separación del pulgar 0-40° el pulgar debe poder tocar el lado palmar del dedo.....	31
Figura 15. Aproximación del dedo: el dedo debe perder aducirse hacia el dedo largo para que se toquen mientras están completamente extendidos.	31
Figura 16. Tipos de agarre.	33
Figura 17. Presión Tetradigital del pulpejo.	34
Figura 18. Presión Pentadigital pulpejo-lateral.	34
Figura 19. Presa pentadigital comisural.	35
Figura 20. La prensión digitopalmar.....	35
Figura 21. La prensión palmar con la totalidad de la mano o la totalidad de la palma	36
Figura 22. La presa palmar cilíndrica para objetos de diámetro importante.	36
Figura 23. Etapas de la mano en la AR.	37
Figura 24. Formas de agarre de utensilios para comer.	38
Figura 25. Formas de agarre en actividades cotidianas.	38
Figura 26. Medidas Antropométricas de Mujeres 18 a 65 años.	39
Figura 27. Propuesta de mango N°1.	62
Figura 28. Propuesta de mango N°2.	63
Figura 29. Propuesta de mango N°3.	64
Figura 30. Propuesta de Cabezal Cepillo N°1.....	65
Figura 31. Propuesta de cabezal cepillo N°2.	65
Figura 32. Propuesta de cabezal de cepillo N°3.....	66
Figura 33. Propuesta de cabezal de peine N°1.....	67
Figura 34. Propuesta de cabezal de peine N°2.....	67
Figura 35. Propuesta de cabezal de peine N°3.....	68
Figura 36. Propuesta de cabezal de esponja N°1.....	69
Figura 37. Propuesta de cabezal de esponja N°2.....	70
Figura 38. Propuesta de unión de cabezal N°1.....	71
Figura 39. Propuesta de unión de cabezal N°2.....	71
Figura 40. Propuesta de unión de cabezal N°3.....	72
Figura 41. Modelo Propuesta 1 Mango.....	78

Figura 42. Modelo propuesta 2 Mango.	79
Figura 43. Propuesta de peine 1.	80
Figura 44. Propuesta de peine 2.	80
Figura 45. Propuesta de cepillo 1.	81
Figura 46. Propuesta de peine 2.	82
Figura 47. Propuesta de Esponja de baño 1.	82
Figura 48. Propuesta de esponja de baño 2.	83
Figura 49. Propuesta de modelo de unión 1.	83
Figura 50. Propuesta de modelo de union 2.	84
Figura 51. Propuesta de unión matraca dado mecánico.	85
Figura 52. Actividad de cepillado de cabello, con el segundo modelo de peines y el segundo modelo de mango.	88
Figura 53. Actividades con el modelo de mango 1.	89
Figura 54. Actividad con el modelo de esponja 1.	90
Figura 55. Evaluación de cambio de cabezales.	91
Figura 56. Gráfico de preferencia de propuesta de mango.	92
Figura 57. Escala de facilidad de uso de los mangos.	93
Figura 58. Grafica de preferencia de los distintos modelos de cepillo.	94
Figura 59. Gráfico de preferencia entre los diferentes modelos de peines.	94
Figura 60. Gráfico de preferencia entre los diferentes modelos de esponja.	95
Figura 61. Gráfico de elección de modelo entre los modelos de unión.	96
Figura 62. Plano Constructivo del cabezal peine.	101
Figura 63. Plano Constructivo del cabezal cepillo.	102
Figura 64. Plano constructivo cabezal esponja de baño.	103
Figura 65. Plano constructivo del mango para el dispositivo.	104
Figura 66. Prototipo digital de mango del dispositivo multifuncional.	106
Figura 67. Modelo digital de unión mango-cabezal.	107
Figura 68. Modelo digital de unión parte 2.	108
Figura 69. Modelo 3D del cabezal peine.	109
Figura 70. Modelo 3D Cabezal Peine.	110
Figura 71. Modelo 3D Cabezal Esponja de baño.	111
Figura 72. Prototipo digital del dispositivo multifuncional con sus distintos cabezales.	112
Figura 73. Prototipo digital del dispositivo multifuncional (peine).	112
Figura 74. Prototipo digital del dispositivo multifuncional (Cepillo).	113
Figura 75. Prototipo digital dispositivo multifuncional (Esponja de baño).	113
Figura 76. Detalles de partes del dispositivo.	114
Figura 77. Laminar de Uso.	115
Figura 78. Lamina de Uso y Descripción de producto.	116
Figura 79. Mecanizado de moldes para inyección de plástico.	118
Figura 80. Estructura básica de las máquinas de inyección de moldeo por inyección.	119
Figura 81. Estructura de máquina inyectora de silicona.	120
Figura 82. Inserción de cerdas en base de cepillo.	121
Figura 83. Impresora 3D.	122
Figura 84. Pieza con árboles de soporte y pieza sin soportes.	123
Figura 85. Piezas impresas.	124
Figura 86. Dispositivo multifuncional con cabezal de peine.	125
Figura 87. Dispositivo multifuncional con el cabezal separado.	125
Figura 88. Dispositivo multifuncional con cabezal de esponja.	126

<i>Figura 89. Dispositivo multifuncional con cabezal de esponja separado.</i>	126
<i>Figura 90. Dispositivo multifuncional con cabezal de peine.</i>	127
<i>Figura 91. Dispositivo multifuncional con cabezal de peine separado.</i>	127
<i>Figura 92. Análisis Estático de tensión en el canto del peine.</i>	137
<i>Figura 93. Análisis Estático del Peine realizando la fuerza desde el lateral.</i>	139
<i>Figura 94. Análisis estático al dispositivo multifuncional con cabezal de cepillo</i>	140
<i>Figura 95. Análisis estático dispositivo multifuncional cabezal cepillo evaluación 2</i>	141
<i>Figura 96. Análisis estático del dispositivo multifuncional con cabezal esponja de baño.</i>	142
<i>Figura 97. Segundo Análisis estático del Dispositivo con el cabezal de esponja de baño.</i>	143
<i>Figura 98. Primer Análisis estático del Dispositivo con el cabezal modificado,</i>	144
<i>Figura 99. Segundo Análisis estático del Dispositivo con el cabezal modificado</i>	145
<i>Figura 100. Tercer Análisis estático del Dispositivo con el cabezal modificado</i>	146
<i>Figura 101. Usuaría colocando el cabezal esponja de baño.</i>	149
<i>Figura 102. Usuaría realizando el agarre del mango.</i>	149
<i>Figura 103. Usuarías realizando la actividad de peinado.</i>	150
<i>Figura 104. Usuarías realizando la actividad de cepillado.</i>	150
<i>Figura 105. Usuarías utilizando el dispositivo con el cabezal de esponja de baño.</i>	151

ÍNDICE DE TABLAS



<i>Tabla 1. Especificaciones del juego de peine y cepillo de la marca Keyswale</i>	6
<i>Tabla 2. Especificaciones de Slitck-Loofah</i>	7
<i>Tabla 3. Objetivos específicos y metas para el proyecto de tesis</i>	10
<i>Tabla 4. Metodología Karl T. Ulrich</i>	13
<i>Tabla 5. Medidas Antropométricas de Mujeres 18 a 65 años</i>	40
<i>Tabla 6. Tabla de Benchmarking</i>	48
<i>Tabla 7. Requerimientos con base en las necesidades del usuario</i>	53
<i>Tabla 8. Requerimientos con base en las necesidades del usuario</i>	54
<i>Tabla 9. Requerimientos de función</i>	56
<i>Tabla 10. Requerimientos de Función</i>	57
<i>Tabla 11. Requerimientos Estructurales</i>	58
<i>Tabla 12. Requerimientos Formales</i>	59
<i>Tabla 13. Grado de Importancia sobre los Requerimientos de Diseños</i>	60
<i>Tabla 14. Matriz de Selección de Mango</i>	73
<i>Tabla 15. Matriz de sección de unión</i>	74
<i>Tabla 16. Matriz de elección de cepillo</i>	75
<i>Tabla 17. Matriz de selección de peine</i>	76
<i>Tabla 18. Tabla de Materiales para el Dispositivo Multifuncional</i>	133
<i>Tabla 19. Datos técnicos del PP Homopolímero</i>	134
<i>Tabla 20. Datos técnicos de elastómero de silicona</i>	135
<i>Tabla 21. Datos técnicos del Nailon 6</i>	136
<i>Tabla 22. Matriz de ponderación de prueba de usabilidad con la primera usuaria</i>	152
<i>Tabla 23. Matriz de ponderación de prueba de usabilidad con la segunda usuaria</i>	153

Introducción



La artritis reumatoidea se define como una enfermedad inflamatoria crónica de las articulaciones diartrodiales, determinada por hipertrofia de la membrana sinovial, pérdida osteocartilaginosa y deformación articular. Aparte de las articulaciones puede comprometer cualquier otro órgano, y comportarse extraarticularmente en cerca del 30 % de los casos. Si bien se ha avanzado en el conocimiento de la fisiopatología de la enfermedad, su etiología resulta todavía desconocida. (Camacho et al., 2019).

Hoy en día la artritis reumatoide registra altos índices de discapacidad laboral y pensión por invalidez, como consecuente tiene un impacto en la economía familiar y las instituciones de salud (Combe et al., 2015). Se estima que las familias mexicanas destinan el 15% de sus ingresos mensuales para el tratamiento de la enfermedad, entre 30% - 40% de las personas con este padecimiento pierden su empleo por la limitación funcional en el desarrollo de actividades a causa de la evolución de la enfermedad. (Bernal et al., 2020).

La división en grados de la situación funcional del paciente con AR (Artritis reumatoide) basada en la capacidad de realizar ciertas actividades de la vida diaria, como lo son actividades en casa, en el trabajo y durante el tiempo de ocio. Las restricciones que se toman en valoración de la actividad física, la necesidad de ayuda de otras personas y el nivel de independencia son tomadas en consideración en la clasificación más usada. (Álvarez, 2005)

- Grado I. Completa: capacidad para realización de todas las actividades habituales sin limitación.
- Grado II. Adecuada para las actividades normales: puede hacer las actividades habituales, pero con molestias o limitaciones en una o más articulaciones.
- Grado III. Limitada: capacidad funcional para realizar solo unas pocas o ninguna de las ocupaciones habituales, pudiendo existir problemas en el cuidado y aseo personal.
- Grado IV. Muy Incapacitado: en silla de ruedas o en cama. Poca o ninguna capacidad para el cuidado personal.

La higiene personal es la rama de la Higiene que se ocupa de las normas del aseo, limpieza y cuidado del cuerpo; con el objetivo de crear y mantener las condiciones óptimas de salud en las personas. (Grupo de Diseño Disciplinas Sociomédicas, 2007).

El aseo personal es la base de la higiene personal y es un factor importante para la conservación de la salud, se refiere a la limpieza del cuerpo y de las cavidades orgánicas que se abren en su superficie. A cualquier edad es necesario preservar la propia imagen a través del aseo personal y la adecuación del vestuario. No solo se trata de un aspecto social que revaloriza la autoestima, sino del primer eslabón que debe utilizarse como medida de protección de la salud. (Grupo de Diseño Disciplinas Sociomédicas, 2007).

Esta tesis se estructura en cinco capítulos. El Capítulo 1 presenta una introducción al contenido de la tesis, exponiendo los elementos generales de la estructura metodológica. El Capítulo 2 proporciona la base y el contexto para la investigación, estableciendo el conocimiento previo sobre el tema. El Capítulo 3 establece la base para el desarrollo y la implementación de la solución de diseño final. El Capítulo 4 describe el proceso de fabricación del prototipo de baja fidelidad. Finalmente, el Capítulo 5 evalúa la eficiencia del dispositivo multifuncional, utilizando análisis de elementos finito y pruebas de usabilidad.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS PRELIMINARES



1.1 Estado del Arte

En la siguiente sección, estarán descritos los productos y documentos que cuentan con características similares al objeto a desarrollar, que ayuden como antecedentes para la creación del proyecto.

Pérez Recalde, en su tesis *nombrada "Productos de apoyo para personas con artritis reumatoide: Revisión sistemática"* describe sobre un catálogo extenso dividido en secciones, de productos diseñados y no diseñados específicamente para personas con AR, y por qué cada uno de estos productos son factibles para estos usuarios.

Molano et al. (2020), realizaron un estudio con 34 mujeres con artritis reumatoide a quienes se les aplicó un programa de actividades físicas durante 6 semanas; las evaluaciones estuvieron a cargo de personal médico de apoyo al proyecto y se diligenciaron formatos propios para catalogar el tipo de flexibilidad, la presión arterial, respuesta cardiorrespiratoria ante el ejercicio y se determinaron variables antropométricas, donde mostraron como resultado que el grupo experimental mejoró significativamente en todas las variables y el grupo presentó variaciones en su agrupación; concluyendo que la actividad física regulada y mantenida es un notable coadyuvante a limitar procesos patológicos de base, facilitando la regulación del dolor y síntomas asociados.

Gómez-Ramírez y Cariillo-González, en un estudio descriptivo cualitativo realizado en una muestra de 36 mujeres diagnosticadas con AR a quienes se le realizaron entrevistas a profundidad. Donde los datos fueron organizados mediante el programa AtlasTI; la indagación narrativa y el análisis interpretativo, dando como resultado del estudio un aporte a la humanización de la prestación de los servicios de salud, puesto que permitirán a los profesionales de la salud reflexionar sobre cómo abordar la calidad de la vida desde un enfoque psicosocial y humanístico.

En lo que respecta a artículos de productos comerciales, se tiene en la tienda en línea Amazon México de la marca Kesywale, se encuentra un conjunto de peine y cepillo con un mango largo (Figura 1) con las siguientes características que se muestran en la Tabla 1.

Figura 1

Juego de peine y cepillo marca Kesywale.



Nota: Se observan los dos objetos que componen este juego, Amazon México (2023).

Tabla 1.

Especificaciones del juego de peine y cepillo de la marca Keyswale

Características	Ventajas	Desventajas
Dimensiones: 38x 9.6 x 5.79 cm	El mango es antideslizante, cubierto de goma para tener un mejor agarre	El tamaño de peine es estorboso y difícil de guardar
Peso: 159 g.	Es adecuado para cualquier tipo de cabello ya que cuenta con un cepillo y un peine	
Material: polímeros	El mango es suficientemente largo para que sea menor el movimiento de hombro y codo al momento de cepillarse	

Fuente: Elaboración propia. (2023)

Slick Solutions fabrica y pone a la venta en diferentes plataformas en línea, el producto Slick-Loofah con asa, esponja de lufa para la espalda, este producto, aunque no está pensado y destinado para las personas con AR, sirve como solución al momento de

realizar la acción de tallado en la ducha, en la Tabla 2. Se muestran las características de este producto.

Figura 2.

Slick-Loofah



Nota: Amazon (2023).

Tabla 2.

Especificaciones de Slick-Loofah.

Características	Ventajas	Desventajas
Dimensiones: 44.78 x 10.21 x 8.2 cm	El mango alargado facilita poder tallarse en la espalda sin mucha movilidad de hombro y codo.	El material predominante en este producto es la madera, por lo que la constante manipulación con agua desgasta muy rápido el material.
Peso: 259 g.	Cuenta con una goma en la parte donde se toma el mango como antiderrapante y mejor agarre.	El mango tiene sobre puesta la parte de goma, por lo que se puede separar fácilmente del mango de madera.
Material: Madera, Luffa, plástico.		El tamaño del producto dificulta la transportación de un lado a otro.

Fuente: Elaboración propia. (2023).

1.2 Planteamiento del problema

Algunos estudios originados en la región de Colombia indican que la incidencia predominante es mayor en mujeres que en hombres, como también su bajo nivel de Actividad Física, hecho que repercute en la calidad de vida de quien padece la enfermedad. (Chalapud-Narváez, 2022).

Las articulaciones de la muñeca y de la mano son las primeras afectadas en las personas con AR. y en casos severos pueden limitar la habilidad motora gruesa y fina. La AR genera afectaciones relacionadas con la cognición, la participación social y el componente socioafectivo desde su diagnóstico. Lo anterior se precisa en que el dolor tiene un papel protagónico en la experiencia negativa del paciente, asociado a su contexto emocional, ocasionando limitaciones en las actividades de la vida diaria y lapsos de incapacidad. Además, se ha evidenciado que esta enfermedad es permanente hasta un 16%, y que en un 40% se generan subsidios por invalidez, y en un 75% de pacientes que laboran se dan de baja al año del diagnóstico. (Chalapud-Narváez, 2022).

Por ello, es relevante mencionar la salud integral, ya que esta es la capacidad sobre el autocuidado a las personas con AR. Como una de las principales actividades de aseo personal en una mujer padeciendo o no de alguna enfermedad es el cepillado diario de su cabello y el baño diario, pero para las mujeres que padecen AR, es más complicada debido a la afectación en las extremidades superiores y limitaciones motrices. Y debido a las deficiencias en el diseño de las empuñaduras, ya que estas no están optimizadas para las personas con AR. Y en el producto destinado al baño se encontró una deficiencia en la elección del material ya que está constituida en su mayoría de madera, a lo que no dará una larga vida útil del producto puesto que estará expuesta al agua. Por lo tanto, se tiene como principal fin el poder dar una herramienta para crear independencia al usuario, con un objeto multifuncional necesarios para realizar actividades de aseo personal, y especializado para este.

Por lo tanto, se propone diseñar un dispositivo multifuncional que asista al aseo personal de mujeres que cuenta con artritis reumatoide en el grado III situación funcional.

1.3 Justificación

En Latinoamérica la presencia de la artritis reumatoide se presenta mayormente en personas del sexo femenino; teniendo una relación de 3 a 1 con el sexo masculino con una prevalencia de 0.5 y esta tiende al aumento con la edad siendo más frecuente en la etapa de los 40 a 50 años y el pico de incidencia ocurre entre los 35 y 50 años con el 80 % de los casos (Chiriboga, 2021).

En un estudio epidemiológico realizado en México durante el 2011 bajo la metodología del Programa Orientado a la Comunidad para el Control de Enfermedades Reumáticas (COPCORD) reportó una prevalencia del 1.6% en cinco estados del país (Chihuahua, Nuevo León, Sinaloa, Yucatán y la Ciudad de México, en una muestra de 19 213 personas).

El aseo personal es la base de la higiene personal y es un factor importante para la conservación de la salud, se refiere a la limpieza del cuerpo y de las cavidades orgánicas que se abren en su superficie. A cualquier edad es necesario preservar la propia imagen a través del aseo personal y la adecuación del vestuario. No solo se trata de un aspecto social que revaloriza la autoestima, sino del primer eslabón que debe utilizarse como medida de protección de la salud. (Grupo de Diseño Disciplinas Sociomédicas, 2007).

La motivación para el desarrollo de esta investigación surgió a partir de la necesidad observada en la dificultad que tienen las mujeres con artritis con una situación funcional grado III para realizar actividades de aseo e higiene personal, en concreto en el momento de cepillar el cabello y realizar el lavado de cuerpo en la regadera, puesto que la limitación de la movilidad de las extremidades superiores dificulta estas acciones, teniendo que recurrir a familiares o encargados de la salud que cuidan de ellos.

Mediante el desarrollo de esta tesis, se intentará solucionar las deficiencias que se encuentran en los productos actuales, buscando una empuñadora adecuada para las personas AR, así como la elección del material más óptimo, de igual modo potencialmente se podría beneficiar a todas las personas con limitaciones en las extremidades superiores, apoyando a la autonomía de las mujeres con AR grado, y facilitar las actividades de aseo personal antes mencionadas, desde el perfil de un ingeniero en diseño, aplicando los conocimientos en las distintas materias en manufactura, ergonomía, CAD y CAE.

1.4 Objetivo general, específico y metas.

Diseñar un dispositivo multifuncional para la higiene y aseo personal dirigido a mujeres con artritis reumatoide en una situación funcional grado III.

Objetivos Específicos y Metas.

Tabla 3.

Objetivos específicos y metas para el proyecto de tesis.

OE1: Analizar el contexto	M1: Encuestas y Entrevistas con los usuarios.
	M2: Benchmarking, a través de una tabla se analizarán las características, valor agregado de los productos similares o a fin de la salud del adulto mayor.
OE2: Definir requerimientos	M1: Perfil de Usuario
	M2: Requerimientos Formales, funcionales, uso y estructurales.
	M3: Investigación de materiales.
OE3: Generar concepto de diseño	M1: 3 Bocetos
	M2: Evaluación y selección de las alternativas a través de la Matriz de Pugh.
OE4: Elaborar diseño a detalle	M1: Determinar las especificaciones.
	M2: Planos constructivos.
OE5: Realizar el Modelo de simulación 3D mediante un software CAD	M1: Modelo 3D
	M2: Análisis de elemento finito estático.
OE6: Construir modelo de baja fidelidad.	M1: Diseño final, se consideran ensambles entre todos los elementos involucrados.

	M1: Test de usabilidad con Usuarios
OE7: Evaluar modelo	M2: Reporte de análisis de los resultados del test.

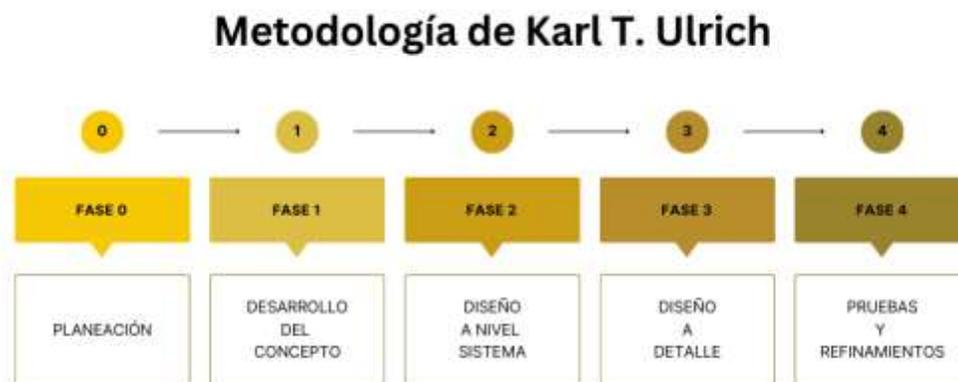
Fuente: Elaboración propia (2023).

1.5 Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se utilizará a metodología de Karl T. & Ulrich, esta metodología cuenta con 6 fases, sin embargo, debido a los alcances de esta investigación, se tomarán las primeras 5 fases.

Figura 3.

Metodología Karl T. Ulrich



Fuente: Gráfico Fases de la metodología Karl T. Ulrich. Tomada de (Ulrich, K. T., & Eppinger, S.D. (2013).

Tabla 4.*Metodología Karl T. Ulrich.*

Fase	Actividades
0. Planeación.	Benchmarking.
	Entrevistas con los usuarios potenciales.
	Memoria fotográfica de las entrevistas.
1. Desarrollo del concepto.	Descripción y análisis de usuarios.
	Lista de tabla de necesidades de los usuarios y requerimientos de diseño.
	Realizar 3 Bocetos.
	Evaluación y Selección de las alternativas a través de la matriz de Pugh.
2. Diseño a nivel Sistema.	Detallar las especificaciones de cada elemento del producto.
	Versión final del sistema.
3. Diseño a detalle.	Planos constructivos.
	Modelo 3D.
	Análisis de elementó finito estático
	Diseño final, se consideran ensambles entre todos los elementos involucrados.
4. Pruebas y Refinamiento.	Test de usabilidad con Usuarios.
	Reporte de análisis de los resultados del test.

Nota: La tabla muestra un diagrama de la metodología a usar para desarrollar la investigación de este proyecto utilizando como base la metodología de Karl. T. Ulrich.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO



En el proceso de búsqueda de soluciones, el diseñador asume la tarea de recopilar información relevante que sienta las bases para resolver el problema planteado. En este sentido, el presente capítulo tiene como objetivo establecer las bases conceptuales y teóricas que respalden el desarrollo de esta investigación.

2.1 Artritis Reumatoide.

La artritis reumatoide (AR) es una alteración sistemática crónica que tiene como afectaciones a las articulaciones presentando sensibilidad, hinchazón y destrucción. Si bien no se conoce la etiología precisa, se considera que la AR se desarrolla como resultado de interacciones entre factores genéticos heredados y desencadenantes ambientales durante las fases preclínicas de la enfermedad, en las que se rompe la tolerancia y los autoanticuerpos, incluidos los anticuerpos antipeptido citrulinado, se producen mucho antes de la aparición de los primeros síntomas articulares. La AR se caracteriza por procesos inflamatorios e inmunitarios desregulados en la membrana sinovial de las articulaciones, así como por pérdida ósea, lo que destaca a esta enfermedad como un excelente modelo para obtener información sobre la osteoimmunología. (Aureal, 2020).

Esta enfermedad muestra la existencia de agregación familiar que se refiere a la presencia de varios miembros de una familia afectados por esta enfermedad. Sin embargo, la herencia de la artritis reumatoide es poligénica y no sigue un patrón mendeliano. (Anaya, et al., 2015)

Presenta una distribución universal, con una prevalencia prácticamente constante en todas las latitudes, de forma general ha sido estimada en torno al 1 %, y de forma consistente es más frecuente en las mujeres (relación aproximada 3:1) con tendencia mayor en ambientes urbanos. Actualmente, las cifras en España y Francia muestran una prevalencia de alrededor del 0.5 %. En América Latina, es de un 0.4 %, siendo más frecuente en el sexo femenino en proporción de 8:1. Otras investigaciones realizadas en Cuba en pacientes con diagnóstico de AR han reportado un franco predominio del sexo femenino, con una edad media de presentación de 56 años. (Gil, et al., 2015).

2.2 Grado de Artritis reumatoide.

Una de las características de la reumatología moderna es la utilización de instrumentos para poder evaluar y que estos estén estandarizados en el seguimiento de los pacientes. Esto mismo ha ocurrido antes en otras especialidades médicas. Se trata de una necesidad ineludible si se quiere avanzar en el tema. En la actualidad, con un conjunto reequilibrado de variables en la enfermedad se pueden describir las características clínicas de los pacientes de una forma mucho más precisa, válida, y sobre todo útil, que en la anterioridad no se contaba. Es indudable que la aparición de nuevos y superiores tratamientos para la AR debe ir acompañada de la utilización de métodos clínicos más sensibles y completos, capaces de poder detectar las mejoras terapéuticas de una forma consistente. (Batlle-Gualda, 2002).

Sin embargo, no existe una clasificación en etapas como se puede mostrar en otras enfermedades como el cáncer y la diabetes, debido a que esta enfermedad cuenta con diversos sistemas de graduación, así mismo existe una clasificación de esta enfermedad con respecto a la funcionalidad que cuenta el paciente debido que por lo que antes se mencionó, la AR es una enfermedad crónica, progresiva, con tendencia a producir deformidad articular y, también, incapacidad.

La pérdida de la capacidad funcional en la artritis reumatoide depende de la suma de pérdidas funcionales en las articulaciones individuales, aunque también intervienen otros factores:

- Severidad de la actividad de la enfermedad.
- Integridad estructural de la articulación.
- Fuerza y tono muscular.
- Estado general de forma física del paciente.
- Factores psicológicos y sociales.

La división en grados de la situación funcional del paciente con AR (Artritis reumatoide) se basa en la capacidad de realizar ciertas actividades de la vida diaria, como lo son actividades en casa, en el trabajo y durante el tiempo de ocio. Las restricciones que se toman en valoración de la actividad física, la necesidad de ayuda de otras personas y el nivel de independencia son tomadas en consideración en la clasificación más usada. (Álvarez, 2005)

- Grado I. Completa: capacidad para realización de todas las actividades habituales sin limitación.
- Grado II. Adecuada para las actividades normales: puede hacer las actividades habituales, pero con molestias o limitaciones en una o más articulaciones.
- Grado III. Limitada: capacidad funcional para realizar solo unas pocas o ninguna de las ocupaciones habituales, pudiendo existir problemas en el cuidado y aseo personal.
- Grado IV. Muy Incapacitado: en silla de ruedas o en cama. Poca o ninguna capacidad para el cuidado personal.

Una de las características de la reumatología moderna es la utilización de instrumentos para poder evaluar y que estos estén estandarizados en el seguimiento de los pacientes. Esto mismo ha ocurrido antes en otras especialidades médicas. Se trata de una necesidad ineludible si se quiere avanzar en el tema. En la actualidad, con un conjunto reequilibrado de variables en la enfermedad se pueden describir las características clínicas de los pacientes de una forma mucho más precisa, válida, y sobre todo útil, que en la anterioridad no se contaba. Es indudable que la aparición de nuevos y superiores tratamientos para la AR debe ir acompañada de la utilización de métodos clínicos más sensibles y completos, capaces de poder detectar las mejoras terapéuticas de una forma consistente.

El abordaje terapéutico de los pacientes con esta enfermedad amerita una aproximación biopsicosocial, se debe considerar la enfermedad física, la respuesta psicológica y la calidad de vida del paciente con AR. La discapacidad forma parte del curso natural de la AR, el proceso se inicia con la inflamación de las articulaciones que finalmente lleva a la limitación física. La discapacidad producto de la limitación física genera malestar psicológico y disminuye la calidad de vida.

En los últimos años se han ido desarrollando y popularizando diversos instrumentos que tratan de cuantificar de una forma más fina y objetiva las discapacidades producidas por la AR, los cuales en su mayoría el paciente los puede contestar de forma autónoma ó bien mediante entrevista con el médico o con personal de la investigación. Algunos de ellos exploran diferentes aspectos del estado de salud del paciente, tales como dolor, depresión, ansiedad, sociabilidad o gratificación obtenida de la actividad social, y por ello se le llaman instrumentos de valoración de la calidad de vida. (Gil, et al., 2015)

En el artículo “Determinants of happiness and quality of life in patients with rheumatoid arthritis: a structural equation modelling approach” concluye que el impacto de la

enfermedad tuvo una relación mucho más fuerte con la calidad de vida que con la felicidad. La felicidad mitiga el efecto negativo del impacto de la enfermedad en la calidad de vida; a lo que podemos deducir que mientras exista una calidad de vida buena en los pacientes, las afectaciones que esta presenta sobre ellos, tendrán un efecto menor.

2.3 Calidad de Vida.

El Grupo de Calidad de Vida de la Organización Mundial de la Salud, define la calidad de vida como: «La percepción del individuo de su posición en la vida en el contexto de la cultura y sistema de valores, que él vive en relación con sus objetivos, expectativas, patrones y preocupaciones. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno.

El término calidad de vida relacionada con la salud, surge como un concepto que hace referencia a valoraciones de la percepción de la salud por parte del individuo, acumulando tanto aspectos objetivos como subjetivos. Aunque no hay un consenso en su definición, se han desarrollado diversos instrumentos de medición de calidad de vida relacionada con la salud en diferentes patologías, entre ellas las enfermedades crónicas, haciendo decisivo evaluar las nuevas opciones terapéuticas con relación al valor añadido que aportan al paciente (no sólo en eficacia y seguridad). (Gil, et al., 2015).

Productos de Apoyo para personas con discapacidad

Cualquier producto (incluyendo dispositivos, equipo, instrumentos, tecnología y software) fabricado especial o generalmente disponible en el mercado, para prevenir, compensar, controlar, mitigar o neutralizar deficiencias, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación.

Cuando se habla de discapacidad es el término genérico que incluye deficiencias, limitaciones en actividad y restricciones en la participación se conoce como "discapacidad".

En cuanto a los aspectos negativos de la interacción entre un individuo con una condición de salud y sus factores contextuales, estos pueden incluir la falta de accesibilidad y adaptación de los entornos físicos y sociales, la discriminación por parte de la sociedad, la falta de apoyo y recursos para la participación en la vida diaria, y la estigmatización y exclusión social. Todo esto puede limitar la capacidad del individuo para participar activamente en la sociedad y llevar una vida plena. Es importante trabajar para

mejorar la inclusión y la accesibilidad y para eliminar las barreras que enfrentan las personas con discapacidades.

Por lo tanto, una persona con discapacidad es aquella persona con una o más deficiencias, una o más limitaciones en la actividad y una o más restricciones en la participación o la combinación de varias.

Los productos de apoyo se clasifican de acuerdo con su función. La clasificación se compone de tres niveles jerárquicos denominados clases, subclases y divisiones. Cada clase, subclase o división consta de un código, un título y, si es necesario, una nota aclaratoria o una referencia a otras partes de la clasificación.

2.4 Higiene Personal.

La higiene es la rama de la medicina donde se aplica métodos y cuidados necesarios para mantener la salud y prevenir enfermedades, en distintas palabras, higiene es el total de conocimiento y practicas inculcadas desde nuestra infancia, que cuando se aplican tienen un efecto positivo en el control de enfermedad y vida cotidiana. (Freire Salazar, 2022)

Estas prácticas que son conocidas, sin embargo, es importante citarlas para trabajarlas con los alumnos a nivel familiar, escolar y comunitaria. El lavado de manos, debido a la pandemia por el Covid-19 esta práctica se volvió a común e incluso una norma obligatoria para ingresar a diversos establecimientos. El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) recomienda lavarse las manos con agua y el jabón por al menos por 20 segundos (UNICEF,2020).

El baño diario es necesario porque la piel es una barrera natural contra las infecciones, donde los gérmenes quedan atrapados en ella. El baño elimina las células muertas de la piel y secreciones acumuladas de las glándulas sebáceas y sudoríparas La ducha ideal encaminada a salvaguardar los recursos hídricos no debe exceder los 5 minutos. Latorre sugiere que el cepillado correcto de dientes debe ser de 2 minutos al día, esto basta para prevenir patologías dentales, aunque lo recomendable es mínimo dos veces al día (Roque Latorre, 2018).

En la higiene personal se realizan distintas actividades que tienen en conjunto como objetivo mantener el cuerpo limpio y saludable, así mismo para prevenir la propagación de enfermedades. Algunas de las actividades más importantes se presentarán en los párrafos

siguientes, están descritas no por la importancia, ya que todas tienen la misma importancia para tener una higiene personal correcta, y estas actividades son:

- Lavado de manos: El lavado de manos es una actividad importante en la higiene personal y se recomienda hacerlo frecuentemente para prevenir la propagación de enfermedades infecciosas (CDC, 2021).
- Uso de desodorantes y perfumes: El uso de desodorantes y perfumes puede ayudar a prevenir el mal olor corporal, aunque se recomienda utilizar productos suaves y sin fragancias fuertes para evitar irritaciones en la piel (American Academy of Dermatology, 2020).
- Desinfección de superficies: La desinfección de superficies puede ayudar a prevenir la propagación de enfermedades infecciosas, especialmente en espacios compartidos como el hogar o el lugar de trabajo (CDC, 2021).
- Uso de productos de cuidado personal: El uso de productos de cuidado personal adecuados, como jabones, desodorantes y cremas hidratantes, puede ayudar a mantener la piel y el cabello saludables (ADA, 2021).
- Dieta equilibrada: Una dieta equilibrada y saludable es importante para mantener el sistema inmunológico fuerte y prevenir enfermedades (Harvard Health Publishing, 2021).
- Ejercicio regular: El ejercicio regular puede mejorar la salud en general y ayudar a prevenir enfermedades crónicas como la diabetes y la obesidad (WHO, 2021).

2.5 Aseo personal

Es la combinación de hábitos inculcados en casa por nuestros padres durante nuestra vida además de acciones que permitan mantener y fomentar la salud física y mental, y así prevenir las enfermedades infecciosas, parasitarias o virales aplicando las técnicas o prácticas aprendidas durante nuestra vida, principalmente durante la niñez, que es la etapa en donde aprendemos todo lo que nos enseñan, tanto en casa como en la escuela. Es necesario practicar regularmente una limpieza general. Diariamente deben lavarse con jabón la cara, los dientes, los órganos genitales y los pies. De hecho, se debería tomar un baño o una ducha cotidianos. Lavarse las manos frecuentemente es muy importante, en particular, antes de comer y después de cada defecación. Las uñas deben de estar siempre cortas y limpias. El baño caliente es sedante: no debe ser demasiado prolongado, especialmente si se trata de sujetos con tendencia a la congestión o con

hipertensión. Las duchas de agua tibia o fría no presentan ningún problema para las personas sanas. (Reyes y Valdés, 2015).

Como antes se mencionó el aseo personal es una práctica fundamental que tiene como objetivo mantener la higiene y la salud del cuerpo humano. A continuación, se presentarán algunas de las actividades más comunes que se realizan en el aseo personal:

- Lavado de manos: El lavado de manos con agua y jabón es una actividad esencial de la higiene personal, ya que esta actividad ayuda a prevenir la propagación de gérmenes y bacterias. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es recomendable lavarse las manos antes y después de comer, así como también al momento de ir al baño; antes y después de realizar esta actividad, y como ultima recomendación lavarse las manos después de tocar superficies públicas. (OMS,2020).
- Cepillado de dientes: El cepillado regular de los dientes y el uso de hilo dental es importante para prevenir la caries dental, el mal aliento y otras enfermedades bucal. También se recomienda visitar al dentista regularmente para una limpieza profunda y para detectar cualquier problema dental a tiempo (Colgate,2021).
- Baño o ducha diaria: El baño o ducha diaria ayuda a mantener la piel limpia y saludable, y también ayuda a prevenir infecciones. Se recomienda lavar todo el cuerpo con agua y jabón, prestando atención especial en las áreas con mayor sudoración, como las axilas, los genitales y los pies (Mayo Clinic, 2021)
- Cuidado del cabello: El cuidado regular del cabello, como el lavado y el cepillado, ayuda a mantenerlo limpio y saludable. Se recomienda utilizar champús suaves y evitar el uso excesivo de productos químicos o tratamientos agresivos. (Medical News Today, 2020)

2.6 Peine y Cepillo para el cabello.

Los cepillos y peines para el cabello son dos instrumentos diseñados específicamente para su uso en el cabello humano. Aunque ambos cumplen la función de manejar y estilizar el cabello, cada uno posee características y usos distintos, adaptados a diferentes tipos de cabello y necesidades.

El cepillo de cabello se destaca por su capacidad para desenredar y peinar el cabello de manera eficiente. Su diseño generalmente incluye una base con cerdas de

diversos materiales, como cerdas naturales o sintéticas. Estas cerdas suelen ser más flexibles y espaciadas, lo que facilita el desenredo del cabello sin causar daños significativos. Los cepillos son ideales para distribuir los aceites naturales del cuero cabelludo a lo largo de las hebras de cabello, lo que contribuye a mantener un aspecto saludable y brillante. Además, son excelentes para alisar el cabello y crear volumen.

Por otro lado, el peine es una herramienta más pequeña y precisa, utilizada para trazar líneas de separación en el cuero cabelludo o para realizar peinados que requieren mayor precisión. Los peines suelen tener dientes estrechos y finos, que permiten un mayor control sobre el cabello al peinar o dividir secciones. Son especialmente útiles para peinados detallados, como trenzas o recogidos elegantes, donde se requiere una manipulación precisa y cuidadosa del cabello. Además, los peines también son útiles para eliminar los piojos y liendres, ya que sus dientes estrechos pueden atrapar y eliminar estos parásitos de manera eficaz.

2.7 Esponja de baño

La esponja de baño es un accesorio utilizado en higiene persona y el cuidado de la piel. Se trata de una herramienta de limpieza suave y porosa que se utiliza durante el baño para limpiar y exfoliar la piel. (EDU.LAT,2020).

2.8 Ergonomía.

La ergonomía es la disciplina científica que se especializa en la comprensión de las interacciones entre los seres humano y los distintos elementos de un sistema, y esta misma es la profesión que aplica la teoría, los principio y los datos, teniendo en cuenta los métodos de diseño con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general de los objetos. (Dul y Weerdemeester,2001)

La ergonomía para diseño industrial es una disciplina que se enfoca en analizar y comprender las interacciones que se establecen entre el usuario y los objetos que utiliza, en un entorno específico, mientras realiza una actividad determinada. Esencialmente, la ergonomía se basa en un trinomio compuesto por el usuario, el objeto y el entorno, siendo cada uno de estos elementos fundamentales para garantizar una relación ergonómica adecuada.

En términos más concretos, la ergonomía se encarga de estudiar el uso que el ser humano hace de los objetos y los espacios que le rodean, y cómo estos elementos pueden

ser diseñados de manera óptima para garantizar la comodidad, la seguridad y la eficiencia en la realización de tareas. En resumen, la ergonomía busca establecer una relación armónica entre el ser humano y su entorno, a través del diseño de objetos y espacios que se adapten de manera natural a las necesidades y características del usuario. (Flores, 2001).

Es importante para el diseñador conocer las características anatómicas del cuerpo, principalmente de las partes corporales que se enfocan de realizar las actividades antes mencionadas. Por ello, en este apartado se presentarán las características anatómicas de la mano humana.

2.9 La mano.

En México y a nivel mundial de 8 a 13 % de la población es zurda, se registra esta condición más en hombres que en mujeres, destaca la académica de la facultad de Psicología de la UNAM. (UNAM,2022)

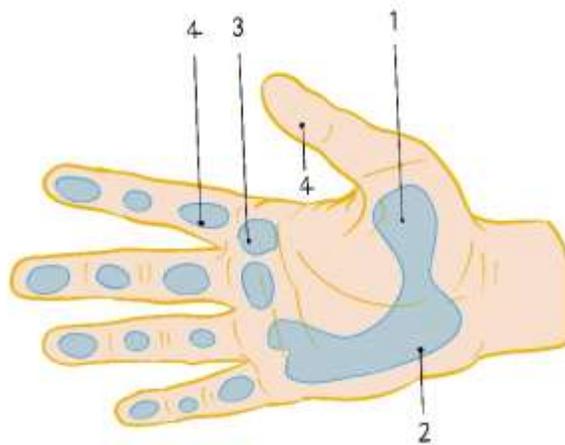
La mano es una estructura compleja compuesta por huesos, músculos tendones ligamentos y articulaciones que nos permiten realizar una amplia gama de movimientos y actividades. La mano consta de 27 huesos, incluyendo los huesos de carpo (muñeca), metacarpo (palma) y falanges (dedos). Los huesos se unen mediante articulaciones. Las articulaciones interfalángicas son las que permiten la flexión, extensión, abducción, aducción y rotación de los dedos. (Moore KL, et al. 2013)

En la región dorsal de la mano la piel es más delgada, elástica y poco adherida a planos profundos. Se caracteriza por la presencia de vello u la red venosa dorsal. Al cerrar la mano se aprecian los nudillos correspondientemente a las articulaciones metacarpofalángica y al extender se visualizan los tendones extensores recorriendo longitudinalmente el dorso. La piel de la región palmar es más gruesa, y sin vello, adherida a las estructuras subyacentes (lo que es funcionalmente relevante para conseguir el agarre. (Rodríguez, D, et al, 2020)

En la arquitectura de la mano, para tomar objetos la mano puede adaptar su forma; dependiendo de la forma de el objeto existen zonas de la palma donde puede recaer como lo son la eminencia tenar 1, la eminencia hipotenar 2, la cabeza de los metacarpianos 3 y la cara palmar de las falanges 4.

Figura 4.

Punto de apoyo en la palma al tomar objetos.



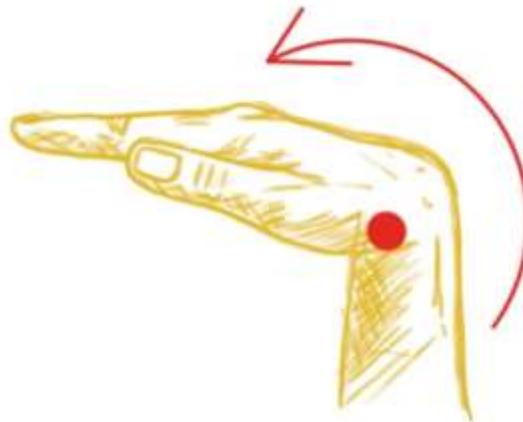
Fuente: Elaboración propia con base en Kapandji, A.I., 2006.

2.10 Movimiento de la mano.

En las siguientes figuras se muestra el rango de movimiento sobre la muñeca y los dedos que deben ser tomados en cuenta para desarrollar objetos óptimos (Davis, B, et al. 2009).

Figura 5.

Flexión de la muñeca 0-80°



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 6.

Desviación cubital 0-30°



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 7.

Extensión de muñeca 0-70°



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 8.

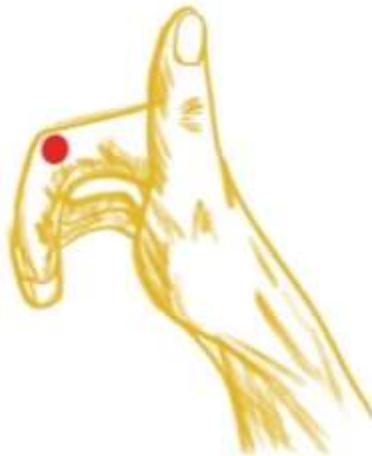
Desviación radial 0-20°



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 9.

Flexión interfalángica proximal del dedo 0-100°



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 10.

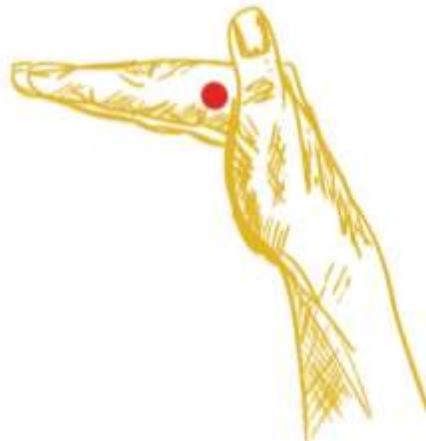
Flexión de dedos interfalángicos distales 0-80°



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 11.

Flexión metacarpo falángica del dedo 0-90°



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 12.

Extensión del pulgar (separación radial) 0-60° la articulación interfalángica puede ser hiperextendida hasta 15°



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 13.

Flexión del pulgar 0-50° en la articulación metacarpo falángica y 0-80° en la articulación interfalángica.



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 14.

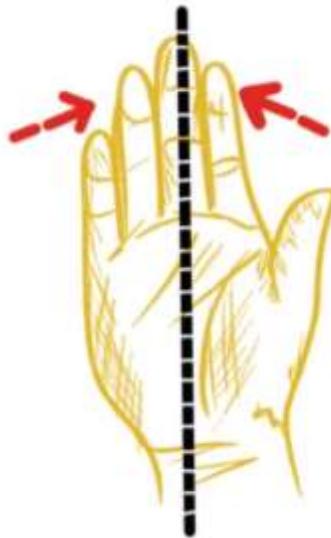
La separación del pulgar 0-40° el pulgar debe poder tocar el lado palmar del dedo.



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

Figura 15.

Aproximación del dedo: el dedo debe poder aducirse hacia el dedo largo para que se toquen mientras están completamente extendidos.



Fuente: Elaboración propia con base en Davis, B, et al. 2009.

2.11 Agarres.

La mano no solo realiza movimientos, sino que también desempeña la función crucial de agarre. El tipo de agarre que se utilice implica la participación de articulaciones, huesos y músculos. Es importante que la mano sea capaz de agarrar objetos tanto pesados como diminutos. En diversas actividades de la vida diaria, es posible que se requiera el uso de una o dos manos para llevar a cabo una tarea específica. Por lo tanto, la mano debe tener la capacidad de manipular objetos de diferentes tamaños y formas para adaptarse a estas situaciones.

La aprehensión de la mano se puede definir como las diferentes formas de agarre que existen, que se clasifican principalmente en dos extremos: el agarre de fuerza y el agarre de presión.

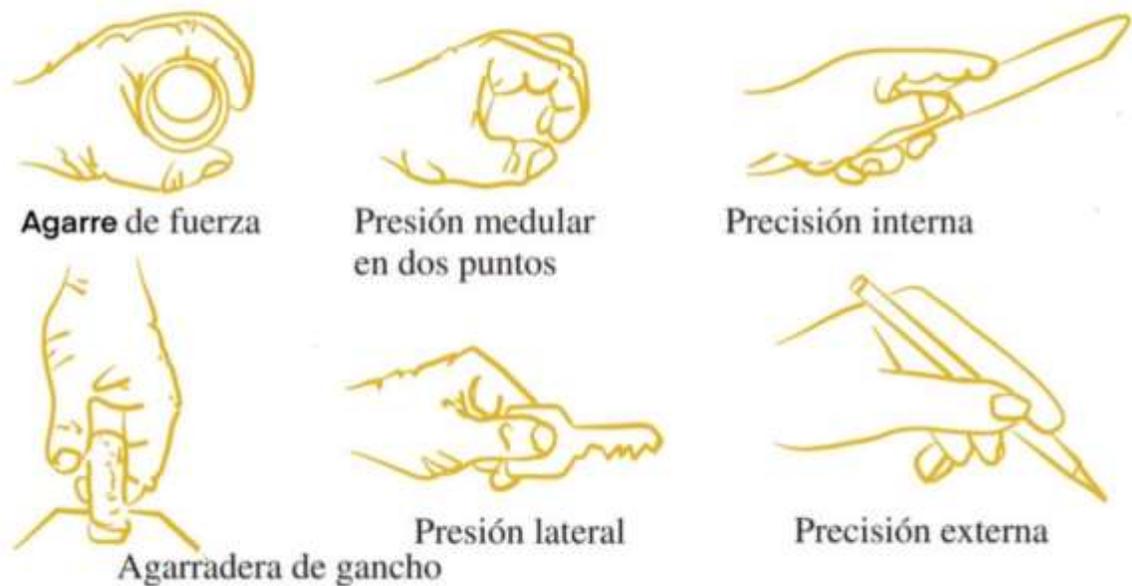
Agarre de Fuerza: Es la forma de sujetar objetos en la que la empuñadura cilíndrica de la herramienta se mantiene en sujeción por los dedos flexionados parcialmente sobre la palma. El dedo pulgar ejerce una presión en sentido opuesto a los demás dedos. Este tipo de agarre se utiliza cuando se necesita ejercer fuerza o sujetar objetos pesados. La línea de acción de la fuerza puede variar según la dirección en la que se aplique la fuerza en relación con el antebrazo. A medida que los dedos se desvían del agarre cilíndrico, se reduce la fuerza, pero aumenta la precisión. (Frievalds, A. y Niebel, B., 2009)

Agarre de Precisión: El agarre de precisión se utiliza cuando se requiere un mayor control y precisión en la manipulación de objetos. En este tipo de agarre, el artículo se sostiene entre los extremos distales de uno o más dedos y el dedo pulgar contrario. La posición relativa del dedo pulgar y los otros dedos determina la cantidad de fuerza que se puede aplicar y proporciona una superficie sensorial para recibir retroalimentación táctil necesaria para lograr la precisión requerida. (Frievalds, A. y Niebel, B., 2009)

En las siguientes figuras se presentan diversos tipos de agarres que involucran tanto agarres de fuerza como agarres de precisión.

Figura 16.

Tipos de agarre.



Fuente: Elaboración propia con base en Frievalds, A. y Niebel, B., 2009.

Existen varios tipos de prensión que se utilizan con las manos para agarrar y manipular diferentes objetos. A continuación, se presentarán los tipos de prensión que pueden ser útiles para la investigación o relevantes para la propuesta de diseño.

Tetradigital del pulpejo (Fig. 20), esto se realiza cuando coge un objeto esférico como una pelota de ping-pong. En este caso se puede observar que el contacto se lleva a cabo por el pulpejo en el caso del pulgar, dedo índice y dedo corazón mientras que es lateral en el caso de la tercera falange del dedo anular, cuya función es evitar que el objeto se escape hacia adentro.

Figura 17.

Presión Tetradigital del pulpejo.



Fuente: Elaboración propia con base en Kapandji, A.I., 2006.

Pentadigital pulpejo-lateral (Fig.20): los cuatro primeros dedos contactan con toda su cara palmar y envuelven el objeto casi totalmente, el pulgar se opone a los tres otros dedos y el dedo meñique evita mediante su cara externa cualquier posible desplazamiento del objeto hacia dentro y en sentido proximal.

Figura 18.

Presión Pentadigital pulpejo-lateral.



Fuente: Elaboración propia con base en Kapandji, A.I., 2006.

Presión pentadigital comisural (Fig.21), coge objetos gruesos hemisféricos, como por ejemplo un cuenco, envolviéndolo con la primera comisura: pulgar y dedo índice

ampliamente extendidos y separados contactan con toda su cara palmar, lo que precisa una gran flexibilidad y posibilidades normales de separación de la primera comisura.

Figura 19.

Presa pentadigital comisural.

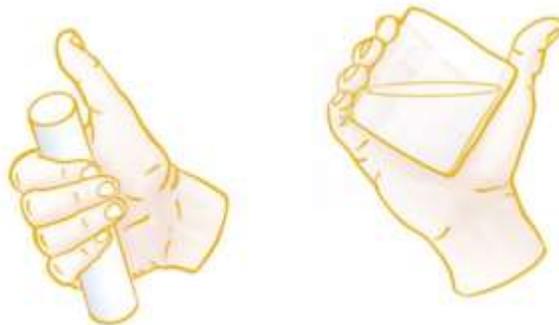


Fuente: Elaboración propia con base en Kapandji, A.I., 2006.

La prensión digitopalmar (Fig.22) opone la palma de la mano a los cuatro últimos dedos. Es un tipo de presa accesoria pero utilizada con frecuencia cuando se maneja una palanca o sujeta un volante. Esta prensión digitopalmar también puede utilizarse para coger un objeto más voluminoso, un vaso por ejemplo (Fig.22), pero cuanto más importante es el diámetro del objeto, menos firmeza posee la presa.

Figura 20.

La prensión digitopalmar.



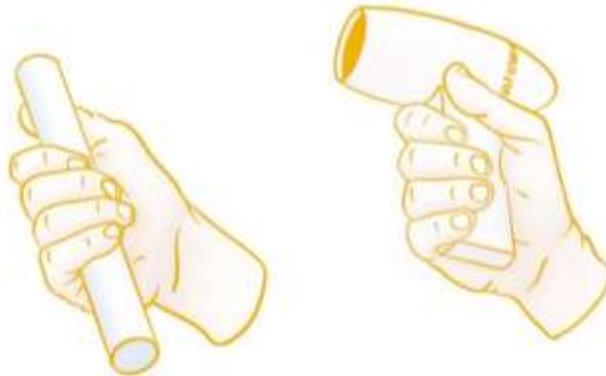
Fuente: Elaboración propia con base en Kapandji, A.I., 2006.

La prensión palmar con la totalidad de la mano o la totalidad de la palma (Fig.23) es la prensión de fuerza para los objetos pesados y relativamente voluminosos. Un término antiguo y poco usado, el puño, es idóneo para denominar este tipo de presa y merece que

se le atribuya este honor, en referencia al término inglés grasps. La mano se enrolla literalmente en torno a objetos cilíndricos (Fig.23);

Figura 21.

La presión palmar con la totalidad de la mano o la totalidad de la palma.



Fuente: Elaboración propia con base en Kapandji, A.I., 2006.

La presa palmar cilíndrica para objetos de diámetro importante (Fig.24), la presa es tanto menos firme cuanto mayor es el diámetro. De modo, que el bloqueo depende, como ya se vio con anterioridad, de la acción de la articulación metacarpofalángica que permite que el pulgar recorra una directriz del cilindro, decir un círculo, o el camino más corto para dar la vuelta.

Figura 22.

La presa palmar cilíndrica para objetos de diámetro importante.



Fuente: Elaboración propia con base en Kapandji, A.I., 2006.

2.12 Mano con AR.

Los cambios en las manos son particularmente notables en las personas con AR. La deformación de las articulaciones de las manos es gradual y puede llegar a un punto en el que la movilidad es nula. La figura 23 muestra gráficamente las etapas de la AR y cómo las articulaciones de las manos se deforman gradualmente a medida que avanza la enfermedad.

Figura 23.

Etapas de la mano en la AR.



Fuente: González, F. (2019).

Las dificultades que enfrentan las personas con AR al momento de agarrar distintos objetos de la vida cotidiana pueden variar según la gravedad de la enfermedad. Algunas personas pueden experimentar solo síntomas leves, mientras que otras pueden tener síntomas más graves que afectan significativamente la calidad de vida.

Figura 24.

Formas de agarre de utensilios para comer.



Fuente: Gonzales, F (2019).

En la imagen 25, podemos observar a una notable deformación en las manos. Sin embargo, a pesar de estas deformaciones, la usuaria es capaz de realizar actividades cotidianas, teniendo que tomar estrategias o bien, realizando un agarre diferente al que una persona que no cuenta con ninguna deformación.

Figura 25.

Formas de agarre en actividades cotidianas.



Fuente: Propia (2024).

2.13 Antropometría.

La antropometría o cineantropometría fue presentada en el año 1976 como una ciencia, a través del Congreso Internacional de las ciencias de la Actividad Física, y dos años después fue aceptada como ciencia por la UNESCO.

Se define como el estudio del tamaño, proporción, maduración, forma y composición corporal, y funciones generales del organismo, con el objetivo de describir las características físicas, y así poder evaluar y monitorizar el crecimiento, nutrición y los efectos de la actividad física. Esta ciencia en 4 pilares básicos, que son las medidas

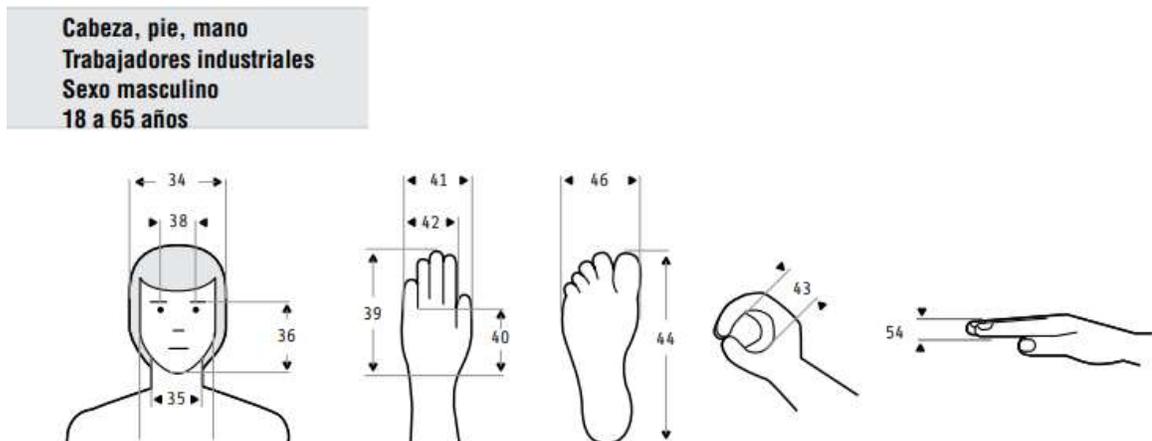
corporales, el estudio del somatotipo, el estudio de la proporcionalidad y el estudio de la composición corporal.

A diferencia de los objetos inanimados que suelen tener contenido y comportamientos uniformes, la característica más distintiva del ser humano es su variabilidad. Si tomamos como ejemplo un grupo de individuos del mismo género, edad, raza y condición socioeconómica y observamos sus características físicas, encontraremos una amplia variedad de formas, tamaños, proporciones, colores de piel, tipos de cabello, entre otras características, lo cual resalta aún más la naturaleza diversa del ser humano. (Ávila, 2015)

Es por eso por lo que resulta crucial basarse en los parámetros antropométricos de la región donde se destinará el producto durante el proceso de diseño. Las dimensiones antropométricas en México difieren de las de otros países en Europa, por lo que es fundamental conocer las medidas específicas de nuestro país, las cuales son las siguientes:

Figura 26.

Medidas Antropométricas de Mujeres 18 a 65 años.



Fuente: Gráfico que muestra las medidas de cabeza, pie y manos. (Ávila,2015).

Tabla 5.*Medidas Antropométricas de Mujeres 18 a 65 años.*

Dimensiones		18-65 años (n=396)				
				Percentiles		
		X	D.E	5	50	95
3	Longitud mano	17	8.2	15	17	18
9		18	8	8	0	5
4	Longitud palma mano	97	4.7	90	97	10
0		7	93	83	92	5
4	Anchura Mano	93	6.8	83	92	10
1		3	76	71	76	3
4	Anchura palma mano	76	3.5	71	76	82
2		6	44	39	45	82
4	Diámetro empuñadura	44	3.6	39	45	50
3		3				

Fuente: Gráfico que muestra las medidas y percentiles de cabeza, pie y manos. (Avila,2015).

2.14 Análisis de materiales para el dispositivo multifuncional

Con el objetivo de adquirir un conocimiento más profundo sobre los materiales empleados en la fabricación de cepillos y peines para el cabello, se llevó a cabo una investigación exhaustiva. El estudio se centró en identificar los distintos materiales utilizados en la producción de estos objetos, así como en analizar las ventajas y desventajas asociadas a cada uno de ellos.

Durante la investigación, se encontró que los cepillos y peines para el cabello pueden estar fabricados con una amplia variedad de materiales. Entre los más comunes se

encuentran el plástico, la madera, el metal y otros materiales sintéticos. Cada uno de estos materiales presenta características únicas que influyen en su desempeño y en la experiencia del usuario al utilizarlos.

El plástico es uno de los materiales más utilizados en la fabricación de cepillos y peines debido a su durabilidad y bajo costo. Además, es resistente al agua y fácil de limpiar. Sin embargo, algunos plásticos pueden generar electricidad estática en el cabello, lo que puede resultar en mayor frizz y dificultad para peinar.

Por otro lado, los cepillos y peines de madera ofrecen una opción más eco amigable y estéticamente agradable. La madera natural puede ayudar a distribuir los aceites naturales del cabello de manera más uniforme, lo que contribuye a mantenerlo saludable. Sin embargo, estos productos requieren un cuidado adicional para evitar daños por humedad o exposición prolongada al agua.

En cuanto a los cepillos y peines de metal, se destacan por su resistencia y durabilidad. Son especialmente útiles para desenredar cabello grueso y resistente. No obstante, su uso en cabello mojado puede generar mayor fricción y daño.

Los materiales sintéticos, como el nylon o el poliuretano, también son comunes en la fabricación de cepillos y peines. Estos materiales ofrecen una mayor flexibilidad y resistencia al desgaste, lo que los hace ideales para el desenredo del cabello. Sin embargo, pueden generar electricidad estática como los plásticos.

Con relación a las esponjas de baño, se pueden identificar diversos tipos que varían en cuanto a su origen, materiales de fabricación y función. Entre ellos se encuentran:

- Esponjas marinas: Estas esponjas son de origen natural y se obtienen de organismos marinos. Se caracterizan por su suavidad, porosidad y biodegradabilidad. Además, poseen propiedades únicas que no se encuentran en las esponjas sintéticas, como la capacidad de controlar la producción de grasa en la piel. (Suavinex, 2023)
- Esponjas de lufa: Este tipo de esponjas también son naturales y están hechas de la planta de lufa, conocida como esponja vegetal. Se caracterizan por su textura fibrosa y se utilizan para exfoliar la piel, mejorar la circulación y combatir la celulitis. Son una opción vegana y ecológica. Además, son hipoalergénicas, lo que las convierte en una elección adecuada para personas con piel sensible. (Suavinex, 2023)

- **Esponjas sintéticas:** Estas esponjas están fabricadas con materiales sintéticos como poliéster, nylon o poliuretano. Son duraderas y resistentes a la acumulación de bacterias, lo que las hace ideales para un uso prolongado. Existen en una variedad de formas, tamaños y colores, a veces con una cara más suave y otra para una limpieza más profunda. Además, suelen ser más económicas en comparación con las esponjas naturales. (Suavinex, 2023)
- **Esponjas con jabón incorporado:** Estas esponjas cuentan con jabón incorporado en su interior, lo que facilita una limpieza fácil y conveniente. Son especialmente populares para viajar o para un uso rápido en la ducha. Una ventaja adicional es que el jabón se libera gradualmente, asegurando una distribución equilibrada durante su uso. (Suavinex, 2023)
- **Esponjas exfoliantes:** Estas esponjas tienen una textura más áspera o rugosa que contribuye a eliminar las células muertas de la piel y exfoliar el cuerpo. Son ideales para mejorar la apariencia de la piel, suavizarla, combatir la celulitis y eliminar restos de suciedad o productos pegajosos. (Suavinex, 2023)

2.15 Normativas.

Mexicanas

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SSA1-2012: Productos de higiene personal, cosméticos y perfumes - Requisitos sanitarios y etiquetado. Esta norma establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los productos de higiene personal, incluyendo los cepillos para el cabello. Debe cumplir con las especificaciones de esta norma para garantizar la seguridad y protección de la salud de los consumidores.

Internacionales

ISO-093906 Es la norma sobre peine y cepillos para el cabello, donde menciona sobre los productos de apoyo para compensar o reemplazar las funciones del brazo, mano y dedos

7 principios de Diseño Universal

Existen 7 principios Universales publicados por Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad el día 17 de junio de 2016, estos principios pueden ser utilizados en cualquier parte del diseño, ya sea para la creación de edificaciones o para un objeto; en este caso nos enfocaremos al diseño de un objeto.

1.Principio uno: Uso equitativo: El diseño es útil y vendible a personas con diversas capacidades. En este caso, el dispositivo multifuncional sea de utilidad tanto para las personas con artritis reumatoide como para cualquier otra persona, con el fin de cumplir con el primer principio.

2. Principio dos: Uso Flexible: El diseño se acomoda a un amplio rango de preferencias y habilidades individuales.

3. Principio tres: Uso Simple e Intuitivo: El uso del diseño es fácil de entender, sin importar la experiencia, conocimientos, habilidades del lenguaje o nivel de concentración del usuario.

4. Principio cuatro: Información Perceptible: El diseño transmite la información necesaria de forma efectiva al usuario, sin importar las condiciones del ambiente o las capacidades sensoriales del usuario.

5. Principio cinco: Tolerancia al Error: El diseño minimiza riesgos y consecuencias adversas de acciones involuntarias o accidentales.

6. Principio seis: Mínimo Esfuerzo Físico: El diseño puede ser usado cómoda y eficientemente minimizando la fatiga.

7. Principio siete: Adecuado: Tamaño de Aproximación y Uso: Proporciona un tamaño y espacio adecuado para el acercamiento, alcance, manipulación y uso, independientemente del tamaño corporal, postura o movilidad del usuario.

CAPÍTULO 3

CONCEPTUALIZACIÓN

En este apartado se detalla el proceso mediante el cual se exploró la problemática existente y se recopiló la información necesaria para desarrollar el dispositivo propuesto y cumplir los objetivos establecidos.

Para poder entender mejor el problema, se investigaron aspectos importantes que podrían ser agregados y adaptados de mejor forma al contexto de las mujeres con artritis reumatoide en una situación funcional grado III. El proceso de investigación consistió en recolectar información de las personas afectadas directamente.

Al término de este apartado se describen los requisitos más relevantes encontrados del contexto, elementos a considerar y detalles particulares que se pueden encontrar a través de un estudio contextual, y que serán la base en la implementación de una solución.

3.1 Benchmarking.

En un capítulo previo, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de benchmarking para identificar las mejores prácticas y soluciones existentes en el mercado relacionadas con cepillos y peines para cabello adaptados, así como propuestas de esponjas para bañarse. El objetivo fue comprender las características y funcionalidades que hacen que estos productos sean efectivos y cómodos de usar para mujeres con artritis.

En ese análisis, se exploraron diferentes marcas, productos y diseños disponibles en el mercado, centrándose en aquellos que habían demostrado ser exitosos en satisfacer las necesidades de las mujeres con artritis. Además, se examinaron características clave como el mango adaptado, la longitud del cepillo y otros elementos ergonómicos que facilitan el agarre y el uso sin causar dolor o incomodidad.

Este análisis de benchmarking proporcionó una base sólida para el desarrollo de la propuesta de diseño del dispositivo multifuncional para mujeres con artritis. Al comprender las mejores prácticas del mercado, se pudieron identificar oportunidades de mejora y establecer parámetros para el diseño y desarrollo del dispositivo que cumpla con las necesidades específicas de este grupo de mujeres.

Tabla 6.

Tabla de Benchmarking.

Productos Para Analizar	Características	Ventajas	Desventajas
Juego de peine y cepillo marca Kesywale	Dimensiones: 38x 9.6 x 5.79 cm	El mango es antideslizante, cubierto de goma para tener un mejor agarre	El tamaño de peine es estorboso y difícil de guardar
	Peso: 159 g.	Es adecuado para cualquier tipo de cabello ya que cuenta con un cepillo y un peine	
	Material: polímeros	El mango es suficientemente largo para que sea menor el movimiento de hombro y codo al momento de cepillarse	
Slick-Loofah	Dimensiones: 44.78 x 10.21 x 8.2 cm	El mango alargado facilita poder tallarse en la espalda sin mucha movilidad de hombro y codo.	El material predominante en este producto es la madera, por lo que la constante manipulación con agua desgasta muy rápido el material.
	Peso: 259 g.	Cuenta con una goma en la parte donde se toma el mango como antiderrapante y mejor agarre.	El mango tiene sobre puesta la parte de goma, por lo que se puede separar fácilmente del mango de madera.
	Material: Madera, Luffa, plástico.		El tamaño del producto dificulta la transportación de un lado a otro.
Cepillo de baño líquido de mango largo	Dimensiones: 9 x 36 cm	El mango es alargado, cuenta con cerdas suaves para un tallado y exfoliado del cuerpo.	La forma en la que se rellena este dispositivo es muy difícil
	Peso: No indicado por el fabricante	Cuenta con un dispensador de jabón líquido	El mango es delgado y no cuenta con nada para que no se resbale

	Material: El vendedor solo expone que sus materiales son premium, duradero para la vida cotidiana		Si no indica el material, de las cerdas, no se puede saber si estas harán un buen desempeño.
Cepillo Pelo Mango Largo y Peine Mango Largo	Dimensión: Cepillo cuenta con una dimensión de 38.5 cm mientras que el peine con una dimensión de 38 cm	Ofrece un agarre ergonómico y antideslizante permitiendo un fácil peinado.	Esta pensando solo para personas con cabello grueso.
	<p>Peso</p> <p>Cepillo: 128 gramos</p> <p>Peine: 100 gramos</p>	Llega a la parte posterior o superior de la cabeza sin ejercer tensión en la zona de la espalda, hombro o brazo.	El tamaño de el peine donde se encuentran las cerdas es reducido.
	Material: Caucho y otro plástico		

Fuente: Elaboración propia (2023).

3.2 Descripción y análisis de usuario.

La artritis reumatoide es una enfermedad inflamatoria crónica que afecta a las articulaciones y puede causar dolor, rigidez y pérdida de la función articular. Cuando se habla de una situación funcional grado III en mujeres con artritis reumatoide, se entiende que tienen una discapacidad moderada que afecta su capacidad para realizar tareas diarias como vestirse, cocinar o limpiar.

Es importante destacar que la artritis reumatoide afecta a cada persona de manera diferente, por lo que las mujeres con esta enfermedad y una situación funcional grado 3 pueden experimentar una variedad de síntomas y limitaciones. Sin embargo, hay algunas consideraciones generales que se pueden hacer:

- Dolor y rigidez: Estas mujeres experimenten dolor y rigidez en las articulaciones, especialmente por las mañanas o después de períodos de inactividad. Esto puede dificultar el movimiento y la realización de actividades cotidianas.
- Fatiga: La artritis reumatoide causa una sensación de cansancio o fatiga constante, lo que puede limitar la capacidad de estas mujeres para realizar tareas durante todo el día.
- Deformidades: Con el tiempo, la artritis reumatoide provoca deformidades en las articulaciones afectadas, lo que puede limitar aún más la capacidad de estas mujeres para moverse y realizar actividades.
- Depresión y ansiedad: La artritis reumatoide puede tener un impacto emocional significativo en estas mujeres, lo que puede provocar depresión, ansiedad y aislamiento social.

Es relevante saber que las mujeres con artritis reumatoide en una situación funcional grado III reciban atención médica adecuada y un plan de tratamiento personalizado que aborde sus síntomas y limitaciones. Esto puede incluir medicamentos para aliviar el dolor y reducir la inflamación, terapia física y ocupacional para mejorar la movilidad y la función articular, y asesoramiento emocional y psicológico para ayudarles a manejar la carga emocional de la enfermedad.

Dado que las mujeres con artritis reumatoide y un grado funcional III pueden enfrentar desafíos significativos en su vida diaria, pueden buscar soluciones prácticas para ayudarles a manejar su enfermedad. Es posible que busquen información en línea sobre tratamientos, terapias y ejercicios que puedan mejorar su condición. También pueden

buscar apoyo emocional y compartir sus experiencias con otros que enfrentan desafíos similares.

Las mujeres con artritis reumatoide en un grado funcional III pueden enfrentar dificultades para usar cepillos o peines convencionales debido a la rigidez y el dolor en las manos y las muñecas. Por lo tanto, hay una necesidad de crear cepillos de cabello o peines que sean más fáciles de usar para las personas con artritis reumatoide y que puedan ayudar a minimizar el dolor y la incomodidad asociados con el cepillado y el peinado.

Las oportunidades para crear cepillos de cabello o peines para mujeres con artritis reumatoide en un grado funcional III incluyen:

1. Diseños ergonómicos: Los diseños de los cepillos de cabello o peines deberían ser ergonómicos y fáciles de agarrar para las personas con manos rígidas o doloridas. Esto podría implicar la creación de mangos de goma o silicona que sean más fáciles de sostener y manipular.

2. Materiales suaves: Los cepillos de cabello o peines para mujeres con artritis reumatoide deberían estar hechos de materiales suaves que no irriten ni dañen el cuero cabelludo sensible. Esto podría incluir el uso de cerdas de nylon suave o silicona.

3. Tamaño y peso: El tamaño y el peso de los cepillos de cabello o peines deben ser livianos y compactos para facilitar su uso y transporte. Esto podría implicar la creación de cepillos de cabello o peines más pequeños y delgados que sean fáciles de llevar en una bolsa o cartera.

4. Funcionalidad mejorada: Se podrían agregar características adicionales a los cepillos de cabello o peines para mejorar su funcionalidad para las personas con artritis reumatoide. Por ejemplo, podrían incorporarse cepillos de aire caliente para reducir el tiempo y el esfuerzo necesarios para peinar el cabello.

En resumen, las oportunidades para crear cepillos de cabello o peines para mujeres con artritis reumatoide en un grado funcional III implican la creación de diseños ergonómicos, materiales suaves, tamaño y peso adecuados y funcionalidad mejorada para mejorar la experiencia de peinado y reducir el dolor y la incomodidad asociados.

3.3 Necesidades del usuario.

Vivir con una enfermedad crónica como la artritis reumatoide, provoca cambios tanto físicos como emocionales que incrementan los retos a los que se enfrentan en la vida cotidiana. Creando que las personas que padezcan esta enfermedad crean que han perdido el control y esto en futuro se muestre con ansiedad. (Artritis y Reumatología, 2022)

Más del 40% de las personas con artritis reumatoide necesita ayuda para realizar actividades cotidianas, como levantar peso, subir una escalera o vestirse, según datos de la Encuesta AR 2020 que se ha elaborado de la Coordinadora Nacional de Artritis, ConArtritis, que ha analizado el estado, control e impacto actual de la artritis reumatoide (AR) en la vida de la persona que la tiene, así como la gestión de los síntomas de las enfermedades. (ConArtritis,2020)

La importancia de crear objetos para la higiene y el aseo personal para mujeres con artritis reumatoide es inminente, ya que estos objetos pueden ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas que padecen esta enfermedad, facilitando alguna de las actividades cotidianas, como puede ser el agarrar y usarlos de una forma más eficaz, lo que puede reducir el dolor y la fatiga en las manos y muñecas.

Ya que la calidad de vida en pacientes con artritis reumatoide es baja, debido al dolor causado y a los síntomas depresivos que experimentan. (L. Fernández, et al. 2008).

3.4 Tabla de necesidades

Reporte de resultado de encuestas realizadas a posibles usuarios.

En total se aplicaron 3 encuestas mostradas en el anexo A, de las cuales los resultados significativos son los siguientes:

En cuanto a tiempo de padecimiento va desde los 10 años con este padecimiento hasta los 23 años de presentarlo. La afectación en su vida cotidiana es notable, ya que a lo que describen es una enfermedad que limita sus actividades diarias, incluyendo el cepillado, peinado y lavado de cuerpo.

Las encuestadas reportaron que tiene dificultades al peinar debido a la limitante de las articulaciones para poder llegar a peinar o cepillar hasta debajo de su cabello, teniendo como consecuencia, cortarse el cabello o depender de las personas.

Los resultados de la pregunta “¿Qué aspectos del cepillo le resultan más incómodos o difíciles de usar?” reportaron que el mayor inconveniente de los cepillos o peines en el mercado son demasiados delgados del mango.

Los resultados de la pregunta ¿Qué características tendría un cepillo para el cabello para facilitar la actividad cotidiana?”

Mencionaron que necesitaban que el dispositivo tiene que ser de un mango grande y el cuerpo tiene que ser alargado, que el peso debe ser ligero; con cerdas suaves para el caso del cepillo.

Tabla 7.

Requerimientos con base en las necesidades del usuario.

Necesidades	Requerimientos	Especificaciones
Un mango ancho que ayude a poder tomar mejor el peine.	El mango del cepillo no debe ser delgado.	Radio mínimo del mango de 2.387 cm.
El dispositivo debe de ser largo ya que el movimiento es limitado.	Dispositivo tiene que ser largo	Dimensión mínima requerida de todo el dispositivo de 38 cm
No debe ser pesado.	Tiene que ser ligero	Peso de aproximadamente de 200g
Las cerdas y dientes del peine deben de ayudar para el peinado y cepillado.	Las cerdas del cepillo tienen que ser suaves y para peines los dientes tienen que ser grandes y separados	
El mango debe de tener una forma que ayude al agarre.	El Mango de forma esférica y que se amolde a la mano del usuario	

Fuente: Elaboración Propia (2023).

3.5 Reporte de resultados de encuestas realizadas a un Especialista

La entrevista se realizó a un Licenciado en Terapia Física:

Los resultados de la pregunta “¿Qué tipo de cambios en la ergonomía del peine serían más beneficiosos para una persona con artritis reumatoide?” Se reporta que se necesita que el brazo de palanca que ejerce el peine tenga una curvatura (el mango del dispositivo multifuncional cuenta con una curvatura) y desviación hacia la parte posterior para poder facilitar el movimiento.

Los resultados de la pregunta “¿Hay algún tipo de material que sería más fácil de agarrar o sostener para alguien con artritis reumatoide?” Se reporta que se propone un material ligero, pero a su vez resistente que tenga un acabado rugoso.

Tabla 8.

Requerimientos con base a un especialista.

Necesidades	Requerimientos	Especificaciones
El mango del dispositivo debe de facilitar el peinado y cepillado.	Mango largo y con una curvatura para compensar el alcance y recorrido que este realice.	.
El dispositivo no debe de ser pesado y presentar texturas en el mango.	El material debe ser ligero, rugoso.	Puede ser de corcho, madera, o algún polímero.
El dispositivo no debe sentirse frío al contacto con el usuario.	El material del que debe este hecho no puede ser de materiales fríos.	

Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.6 Requerimientos de diseño.

Los requerimientos de diseños son las especificaciones y objetivos que se establecen en el proceso de diseño de un objeto o sistema. Estos requerimientos incluyen características y funcionalidades necesarias para poder satisfacer las necesidades y expectativas del posible usuario, así como las restricciones y normas aplicadas. La definición de los requerimientos de diseño es crucial para el desarrollo del diseño del objeto y sistemas, y su planificación cuidadosa y documentación detallada son necesarias para asegurar su implementación exitosa.

Por lo tanto, las especificaciones del producto definen de forma precisa lo que el prototipo físico-funcional tiene que ser. Se exponen a continuación las especificaciones de diseño a las cuales estará sujeto dicho prototipo a desarrollar, las cuales surgieron a partir del análisis de variables que fueron establecidas por la naturaleza, aspectos legales y por cualquier otra disposición a la que daba de cumplir.

3.6.1 Requerimientos de Uso.

Estos requerimientos son los que estable la interacción que existirá entre el usuario y el prototipo de aseo e higiene personal; buscan la facilidad de uso o la satisfacción del usuario con el producto al momento de su uso.

Tabla 9.

Requerimientos de Uso.

Requerimientos de Uso	
Parámetro	Requerimientos
Practicidad	Se podrán realizar ejecutar mínima dos actividades de aseo e higiene personal. Ligereza en relación con el peso de los materiales. El prototipo físico-funcional se debe adaptar al usuario.
Conveniencia	El prototipo físico-funcional debe ser atractivo para el usuario.
Seguridad	Los acabados del prototipo físico-funcional no deben tener rebabas o alguna superficie puntiaguda que afecte al usuario.
Mantenimiento	Facilidad de Limpieza
Manipulación	Fácil mecanismo para poder quitar y poner un nuevo cabezal.
Antropometría	El tamaño del producto a desarrollar debe presentar las medidas proporcionales para los futuros usuarios.
Ergonomía	El prototipo físico-funcional debe ser ligero. El mango debe ser del tamaño pertinente para las limitaciones de movimiento de mano de los usuarios. Materiales resistentes.
Percepción	Las funciones que se desarrollan con el prototipo físico-funcional son básicas por lo cual son fáciles de ejecutar.
Transportación	El prototipo debe ser ligero y los elementos que lo componen deben ensamblarse con facilidad.

Fuente: Elaboración propia. (2023).

3.6.2 Requerimientos de Función

Los requerimientos de Función son las especificaciones que se describirán a continuación que deben cumplir el objeto, definiendo las funciones que el prototipo debe realizar para cumplir el con el propósito planteado con anterioridad, estos sirven para guiar el diseño y el desarrollo de este. Estos requerimientos pueden incluir aspectos como los mecanismos, confiabilidad, versatilidad, resistencia y los acabados.

Tabla 10.

Requerimientos de Función

Requerimientos de Función	
Parámetro	Requerimientos
Mecanismos	Ensamblajes cabezal-mango
Confiabilidad	El prototipo deberá ser seguro, resistente y cómodo ante la manipulación por parte del usuario.
Versatilidad	2 funciones que ayuden al aseo y a la higiene personal, así como es el cepillado y el peinado del cabello.
Resistencia	Facilidad de Limpieza
Acabado	El mango debe presentar rugosidad.

Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.6.3 Requerimientos estructurales.

Son un conjunto de especificaciones que describen las características físicas y técnicas que debe tener el prototipo a desarrollar, relacionadas con su estructura y su funcionamiento. Estos requerimientos pueden incluir aspectos como el tamaño y la forma del objeto, el tipo y la calidad de los materiales que se utilizarán en la construcción, la resistencia y rigidez que deben de tener la estructura para soportar cargas y fuerzas.

Tabla 11.

Requerimientos Estructurales.

Requerimientos Estructurales.	
Parámetro	Requisito
Número de componentes	Debe de contener los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none">1. Mango2. Cabezal de Cepillo3. Cabezal de Peine4. Cabezal de esponja para bañarse.

Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.6.4 Requerimientos formales.

Son aquellos requerimientos que corresponden a las características estéticas y apariencia del prototipo a desarrollar.

Tabla 12.

Requerimientos Formales.

Requerimientos Formales.	
Parámetro	Requisito
Estilo	<p>Minimalista</p> <ul style="list-style-type: none">• Se utilizarán formas simples.• Color Azul, así como Negro y sus variantes de tonalidad o Blanco.• Texturas.
Unidad	<ul style="list-style-type: none">• Simpleza en formas que compondrán el prototipo.• Armonía entre los elementos que componen el prototipo.• Relación entre los colores utilizados en el prototipo.
Interés	<ul style="list-style-type: none">• La composición de las formas de cada uno de los elementos y su distribución deben generar armonía
Equilibrio	<ul style="list-style-type: none">• Existirá simetría en los componentes del prototipo.• Los elementos que integran el prototipo deben mantener una proporción entre sí y con el usuario.
Superficie	<ul style="list-style-type: none">• En el mango deben presentar texturas rugosas que ayuden al usuario como antiderrapantes.

Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.7 Grado de importancia

Para poder concluir la identificación de los requerimientos, se asignarán grados de importancia a cada uno de ellos mediante una calificación que varía de 5 a 1. Esta calificación establecerá el nivel de prioridad de cada requerimiento en el desarrollo del prototipo del objeto multifuncional.

Teniendo en cuenta que un puntaje de 5 se asignará a aquellos requerimientos considerados fundamentales y éxito del producto final. Un puntaje de 3 se otorgará a los requisitos que deben ser tenidos en cuenta durante el proceso de sueño, aunque su ausencia no compromete la viabilidad del dispositivo. Finalmente, un puntaje de 1 se asignará a aquellos requisitos que, aunque deseables, no son indispensables para la funcionalidad básica del dispositivo y su presencia o ausencia puede ser evaluada de forma más flexible.

Sin duda alguna, aunque la calificación dada en esta tabla determina el grado de importancia de los requerimientos, todos estos requerimientos tienen una importancia, ya que, si esto no fuese así, no aparecerían en la tabla, así que deben ser tomados en cuenta.

Esta calificación permitirá establecer prioridades claras y tomar decisiones informadas durante el desarrollo del prototipo, asegurando que se satisfaga los requerimientos más críticos y prioritarios.

Tabla 13.

Grado de Importancia sobre los Requerimientos de Diseños

No.	Requerimientos	Grado de Importancia	Justificación	Fuente.
1.	El mango del dispositivo ser menor a 2.5 cm de radio	5	La dificultad de los usuarios al momento de tomar los objetos como el peine y el cepillo es principalmente por lo delgado de los mangos, ya que su agarre es limitado.	Encuesta realizada a Posibles Usuarios.
2.	La dimensión del largo del mango del dispositivo de ser mínima de 38 cm	5	Ya que los usuarios presentan limitaciones en el codo y hombro y eso permitiría mejor el cepillado y peinado.	Encuesta realizada a Posibles Usuarios y Especialista, así como ayuda del

				Bechmarking.
3.	El dispositivo debe ser ligero. (Peso aproximado de 200 g.)	5	Facilita el movimiento de brazo y muñeca para realizar actividades de higiene y aseo personal.	Encuesta realizada a Posibles Usuarios y Especialistas, así como ayuda del Bechmarking.
4.	El mango de contar con una forma esférica.	5	El mango debe tener la forma más cercana al agarre de una mano, para poder brindar confiabilidad.	Encuesta realizada a Posibles Usuarios y Especialistas
5.	El material del que debe este hecho no puede ser de materiales fríos	5	El dispositivo no debe sentirse frío al contacto con el usuario.	Encuesta realizada a Especialistas.
6.	Se podrán realizar como mino dos actividades de aseo e higiene persona.	5	Para que el producto sea multifuncional debe de realizar mínimo dos actividades, así como peinarse y cepillarse el cabello.	Criterio del diseñador.
7.	La unión del cabezal debe presentar un mecanismo fácil para poder quitar y poner el mismo. Así como es la conexión en bayoneta.	5	El mecanismo de unión debe de ser fácil para los usuarios ya que presentan limitación en los movimientos finos	Criterio del diseñador
8.	El mango debe presentar una curvatura.	3	La curvatura ayudara a compensar el alcance y recorrido que se necesite hacer para realizar actividades de aseo e higiene personal.	Encuesta realizada a Especialistas.
9.	El mango debe presentar rugosidad	3	Cumple la función de antiderrapante.	Criterio del diseñador.
10.	El material debe ser de corcho, madera o algún polímero.	3	El dispositivo no debe de ser pesado y presentar texturas en el mango.	Encuesta realizada a Especialistas.

Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8 Bocetos

En esta etapa se elaboran bocetos o bosquejos que incluyen una breve descripción que indica el funcionamiento ideado, además de conceptualizar el diseño del dispositivo.

Durante esta etapa, se generaron 3 propuestas a nivel boceto para cada uno de los distintos componentes como lo son, el Mango y la aparte de unión con el cabezal y sus distintos cabezales. A continuación, se describen estas propuestas en detalle.

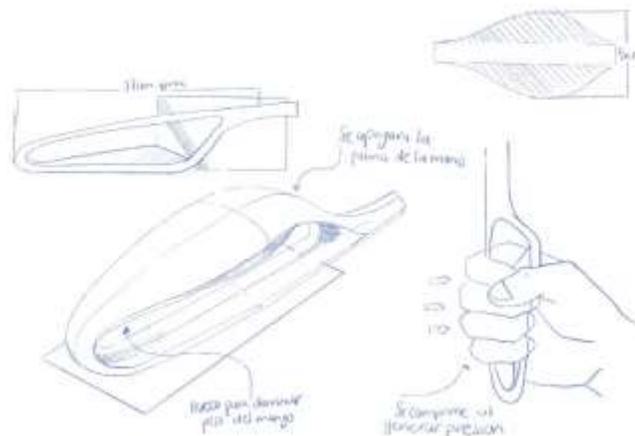
3.8.1 Propuesta 1 Mango

La generación de la primera propuesta (Fig.27) se consideró una forma alargada y cilíndrica, con una sección transversal redonda u ovalada, presentando una curvatura para adaptarse a la mano del usuario.

Con un material plástico, teniendo en cuenta la resistencia, durabilidad y comodidad durante el uso. El tamaño está dentro del solicitado en los requerimientos del usuario. El mango presenta un orificio central a lo largo de su eje. Este orificio para el momento de que el usuario tome el mango se pueda amoldar mejor a su mano ya que creando fuerza se puede deformar este orificio.

Figura 27.

Propuesta de mango N°1.



Fuente: Elaboración Propia. (2023).

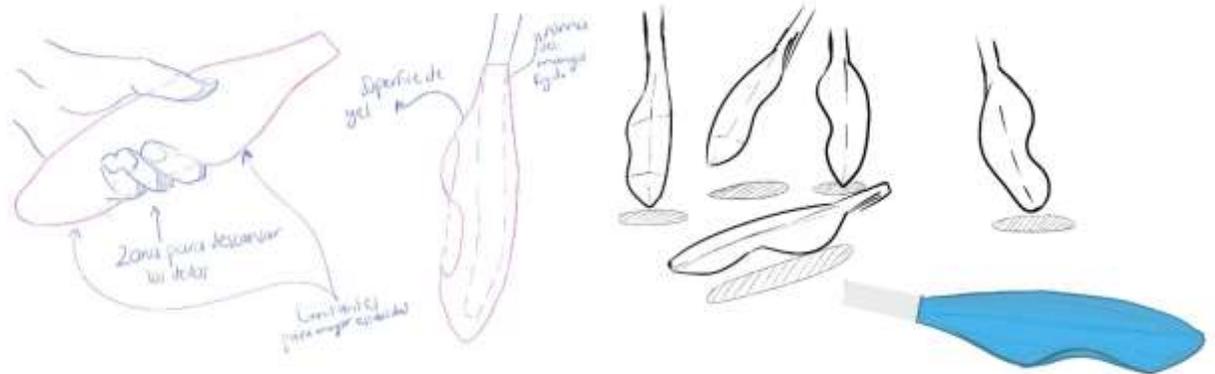
3.8.2 Propuesta 2 Mango.

La realización de la segunda, se es un mango con gel en su diseño, con una propuesta innovadora que propone una experiencia de uso más cómoda y ergonómica.

Cuenta con un material suave y antideslizante que brinda un agarre firme y cómodo. Esta recubierto con una capa de gel que proporcionara una sensación agradable al tacto, evitando que el cepillo resbale de las manos del usuario.

Figura 28.

Propuesta de mango N°2.



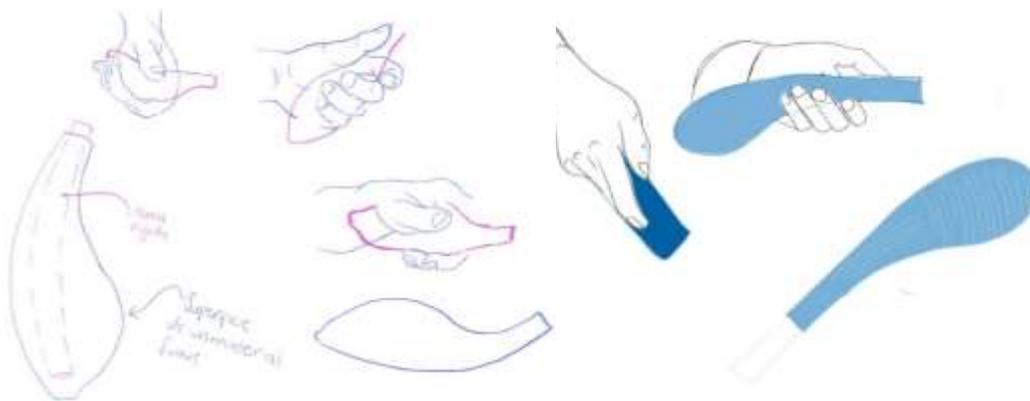
Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.3 Propuesta 3. Mango.

En la tercera propuesta (Fig.29) se idea una forma robusta de mango donde pueda descansar el monte de venus y el pulgar, ya que se intenta que el mango caiga en esa área, con un material plástico como en el anterior, y con textura antiderrapante en la parte posterior.

Figura 29.

Propuesta de mango N°3.



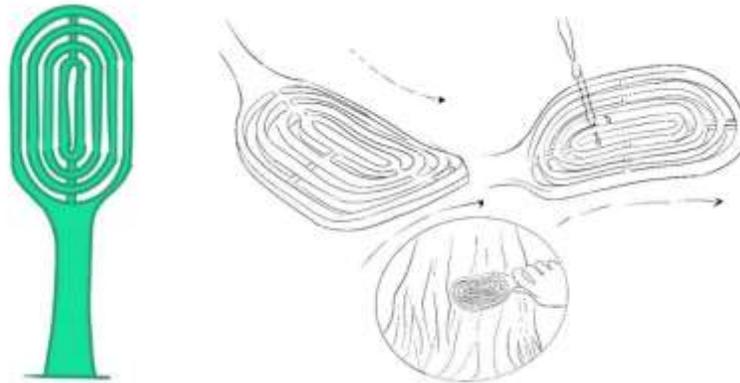
Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.4 Propuesta 1. Cepillo

En esta primera propuesta de cabezal de cepillo, se presenta un diseño circular que incorpora secciones circulares en el peine, donde se ubican las cerdas. Estas secciones cuentan con orificios que permiten que el aire circule y llegue al cuero cabelludo, al mismo tiempo que facilitan la extracción de los cabellos que quedan atrapados en el peine. Estos orificios proporcionan una mayor ventilación y contribuyen a mantener un cuero cabelludo saludable, al tiempo que ayudan a mantener el cepillo limpio y libre de cabellos enredados.

Figura 30.

Propuesta de Cabezal Cepillo N°1



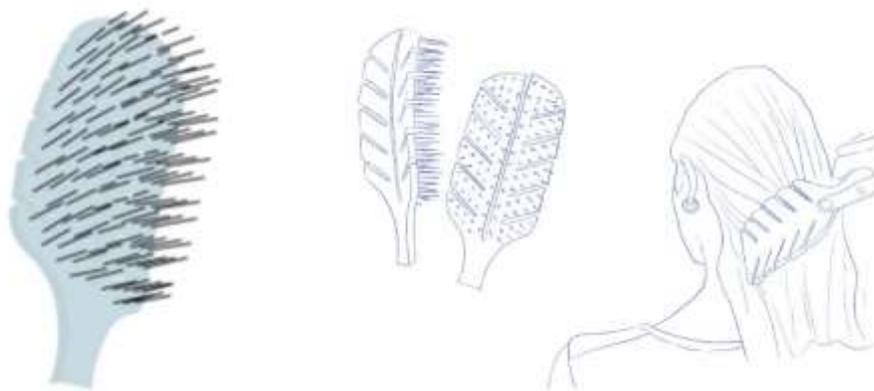
Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.5 Propuesta 2. Cepillo

La concepción de esta propuesta se centra en la incorporación de una mayor cantidad de cerdas en comparación con otras opciones disponibles. Se ha tenido en cuenta a las personas que poseen una mayor densidad capilar, buscando facilitar un desenredado más eficiente. No obstante, el diseño sigue manteniendo espacios libres, ya que el peine adopta una forma similar a la de una hoja de árbol. Esta combinación de mayor cantidad de cerdas y espacios estratégicos en la estructura del peine garantiza un equilibrio entre un cepillado efectivo y la comodidad durante su uso Figura 31.

Figura 31.

Propuesta de cabezal cepillo N°2.



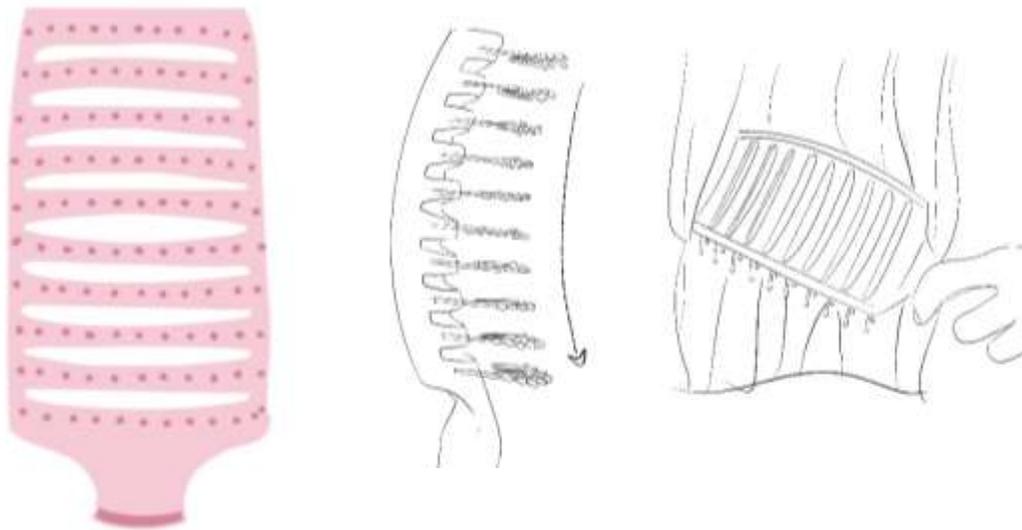
Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.6 Propuesta 3. Cepillo

La tercera propuesta ha sido concebida con cerdas suaves y espaciadas, lo cual favorece un tiempo de secado más rápido debido a la entrada de aire a través de los orificios dispuestos estratégicamente. Entre las tres propuestas, ésta se destaca por contar con las cerdas más suaves, aunque mantiene intenciones similares a las de la primera propuesta en cuanto a funcionalidad. No obstante, se ha diseñado con una apariencia que sugiere mayor firmeza, agregando así un valor estético a la propuesta.

Figura 32.

Propuesta de cabezal de cepillo N°3.



Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.7 Propuesta 1. Peine

La primera propuesta se encuentra en un punto intermedio donde los dientes del peine no son demasiado largos, ni están muy separados ni demasiado cerca entre sí. La distancia entre cada uno de los dientes es de aproximadamente es 3mm, y longitud de cada uno de los dientes de 2.8 cm, Además, estos dientes tienen una disposición recta y equidistante.

Figura 33.

Propuesta de cabezal de peine N°1.



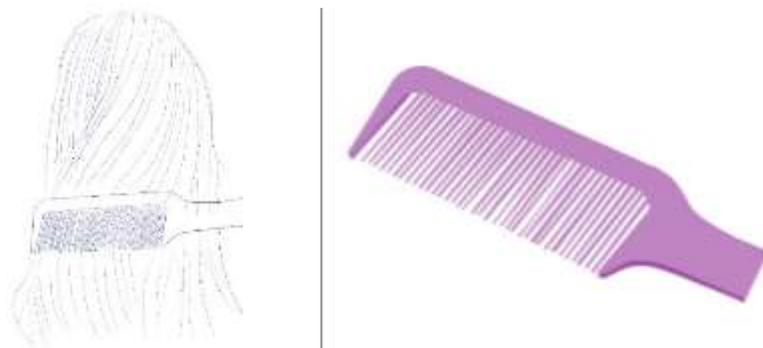
Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.8 Propuesta 2. Peine

La segunda propuesta se centra en la creación de un peine de dientes finos y con un espaciado reducido, con el objetivo de lograr un desenredado eficiente en cabellos lisos. El diseño de dientes cercanos permite deshacer los nudos de manera efectiva, especialmente en cabellos más suaves y sin textura. Además, este tipo de peine facilita la distribución uniforme de productos como acondicionadores y tratamientos capilares, asegurando que cada hebra de cabello reciba la cantidad adecuada de producto para obtener los mejores resultados.

Figura 34.

Propuesta de cabezal de peine N°2.



Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.9 Propuesta 3. Peine

La tercera propuesta de este cabezal consiste en un cepillo con dientes prominentes y separados, la distancia entre cada uno de los dientes es de 6mm el doble de la primera propuesta y una longitud de diente de 5 cm, diseñado específicamente para proporcionar un desenredado suave y menos agresivo para el cabello. La característica principal de este cepillo es el amplio espacio entre las púas, lo que ayuda a reducir la fricción y disminuir el riesgo de romper o dañar los mechones del cabello. Este estilo de cepillo está especialmente pensado para cabellos voluminosos, donde es importante preservar el volumen natural del cabello mientras se desenreda.

Figura 35.

Propuesta de cabezal de peine N°3.



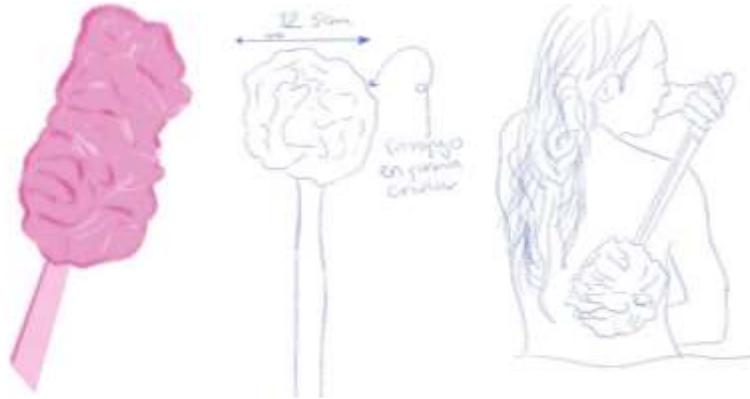
Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.10 Propuesta 1. Esponja

La primera propuesta se trata de un diseño innovador de una esponja de baño que busca ofrecer una experiencia única al usuario. En lugar de ser una esponja de baño convencional, se ha desarrollado como un estropajo suave pero ligeramente más áspero que una esponja tradicional. Para lograr esto, se ha envuelto un tubo en la esponja para proporcionarle una estructura más sólida. El objetivo es brindar una opción de limpieza que no irrite la piel del usuario, al tiempo que ofrece un nivel de exfoliación suave para eliminar las impurezas y células muertas de la piel.

Figura 36.

Propuesta de cabezal de esponja N°1.



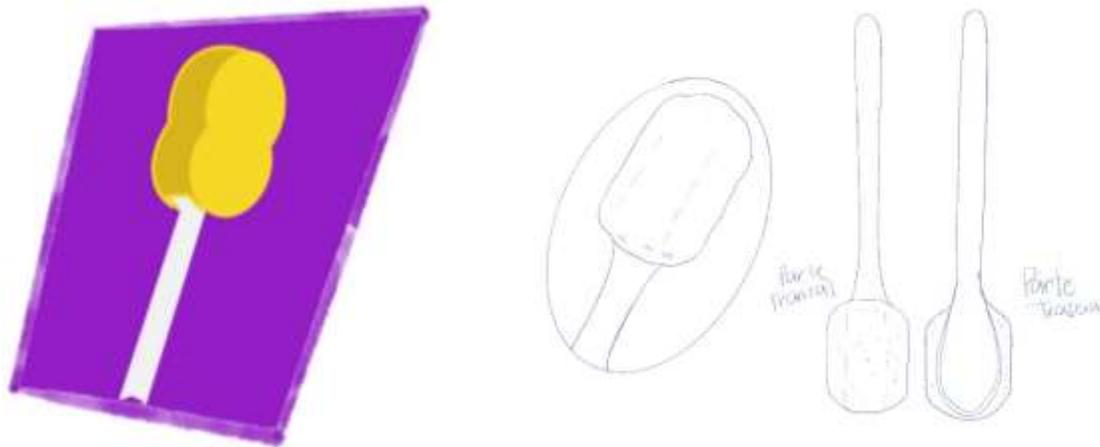
Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.11 Propuesta 2. Esponja

La segunda propuesta se basa en el concepto de utilizar una esponja suave para el baño, pero con la particularidad de convertirla en un cabezal para nuestro dispositivo. Este cabezal cuenta con un palo conectado a la estructura de la esponja, lo cual evita que se mueva durante su uso y facilita el alcance y el lavado de diferentes partes del cuerpo.

Figura 37.

Propuesta de cabezal de esponja N°2.



Fuente: Elaboración Propia. (2023).

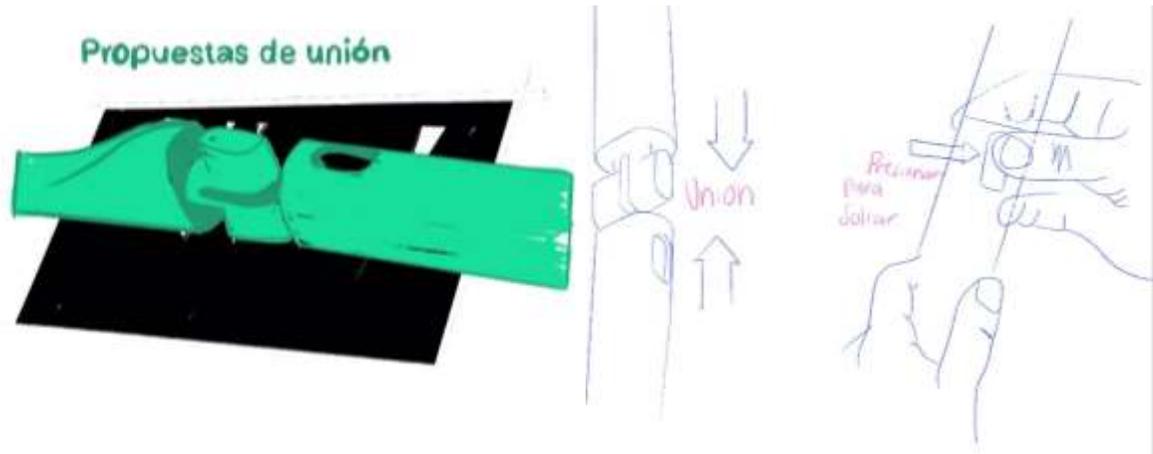
3.8.12 Propuesta 1. Unión

La primera propuesta de unión semi fija entre el mango y el cabezal se basa en el uso de una pinza que permite un ensamblaje seguro pero desmontable. Esta pinza está diseñada de tal manera que requiere una pequeña fuerza para comprimirla y permitir que se introduzca en su posición de ensamblaje. Una vez que se ha introducido, la pinza recupera su forma original y una parte de ella sobresale a través de un orificio en la siguiente parte del dispositivo.

Para desmontar la unión, se debe aplicar presión en la pieza correspondiente para permitir que la pinza se libere y salga de su posición. Esto proporciona una solución eficiente para el montaje y desmontaje del cabezal.

Figura 38.

Propuesta de unión de cabezal N°1.



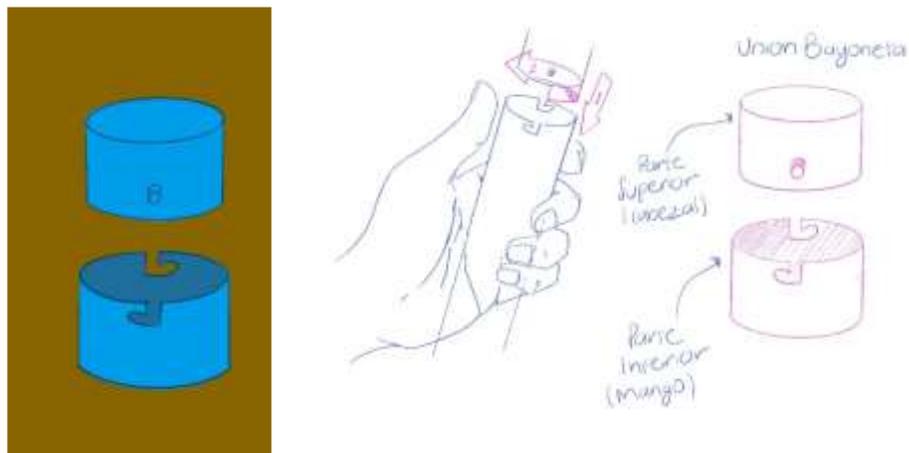
Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.8.13 Propuesta 2. Unión

En esta segunda propuesta se ha optado por una forma de unión más simple en comparación con la anterior. Esta unión es una unión en forma de bayoneta el funcionamiento para unir las dos partes, se inserta la protuberancia de la parte macho en la ranura de la parte hembra y se gira en sentido horario hasta que encajen firmemente.

Figura 39.

Propuesta de unión de cabezal N°2.



Fuente: Elaboración Propia. (2023).

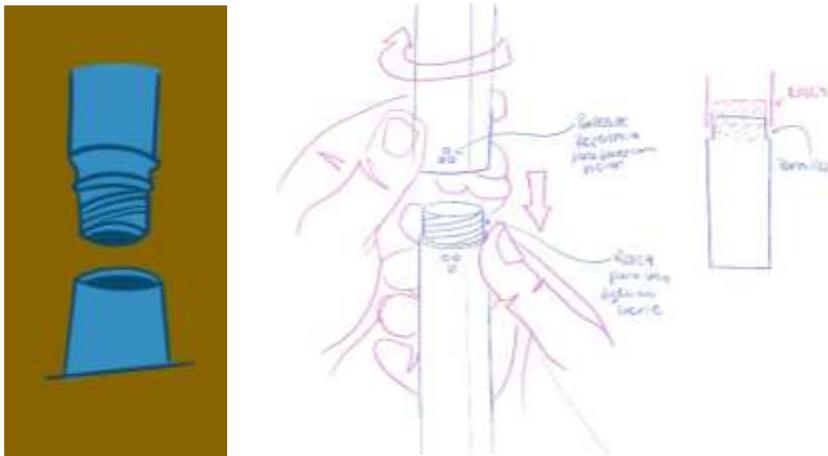
3.8.14 Propuesta 3. Unión

La unión fija que se describe es una conexión roscada que consta de dos partes: un tornillo o espárrago con rosca exterior y una tuerca con rosca interior. Esta unión es altamente segura, ya que es difícil que se separen por fuerzas de tracción, solo pueden desenroscarse para separarse.

Teniendo esta propuesta es bastante intuitivo ya que la mayoría de las personas han desenroscado algo en algún momento, ya que casi todas las botellas ocupan esta unión para poderlo tapar estos mismos.

Figura 40.

Propuesta de unión de cabezal N°3.



Fuente: Elaboración Propia. (2023).

3.9 Evaluación de Propuestas

La evaluación de propuestas según Ulrich y Eppinger (2013) otorga 4 razones importantes porque hay que realizar este paso, que son las siguientes:

1. La reducción del riesgo.
2. Mejor la toma de decisiones.
3. Optimización de recursos.
4. Alineación con los objetivos y resultados.

Puesto que proporciona una base sólida para la toma de decisiones informada, tomando en cuenta la comparación de viabilidad, beneficios y posibles inconvenientes, esto ayuda a escoger la opción que cumpla como mínimo las anteriores razones.

Con el fin de analizar las propuestas de diseño, se empleará una matriz de selección que utiliza una suma ponderada con valores que oscilan entre 5 y 1. Se asigna un puntaje de 5 a aquellas propuestas que satisfacen de manera satisfactoria los requisitos considerados. Mientras que las propuestas que no cumplen con los criterios recibirán un puntaje de 1.

Con el resultado de una ponderación mediante la suma de puntos, se procederá a calcular el porcentaje que representa cada uno con respecto al 100%. De esta manera, se podrá identificar cuáles tienen los porcentajes más altos para continuar con el modelado.

Tabla 14.

Matriz de Selección de Mango.

Conceptos

Criterios de selección	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
No es delgado	4	4	5
Tiene dimensiones de longitud	4	5	4

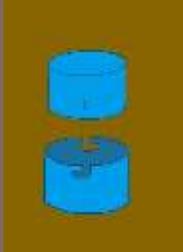
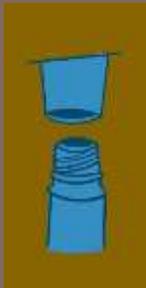
extensa			
Cuenta con materiales cálidos o no fríos	4	5	5
Presenta curvas	4	4	4
Presenta rugosidad	3	3	5
Peso liviano	5	4	4
Suma	24	25	27
Porcentaje (30=100%)	80%	83.33%	90%
¿Continuar?	No	Si	Si

Fuente: Elaboración Propia. (2023).

Como se puede observar en la tabla 14, tanto la propuesta 2 como la propuesta 3 tienen un porcentaje más alto en comparación con las demás opciones. Por lo tanto, se ha decidido que estas dos propuestas son las más viables y serán consideradas para un modelado posterior.

Tabla 15.

Matriz de sección de unión.

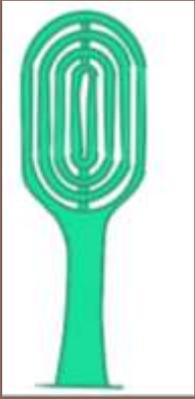
Criterios de selección	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
			
Fácil unión	5	5	5
Fácil separación	3	4	5
Sea Intuitivo para realizar la acción	4	4	5
Suma	12	13	15
Porcentaje (15=100%)	80%	86.66%	100%
¿Continuar?	No	Si	Si

Fuente: Elaboración Propia. (2023).

Como se puede observar en la tabla 15, tanto la propuesta 2 como la propuesta 3 tienen un porcentaje más alto en comparación con las demás opciones. Por lo tanto, se ha decidido que estas dos propuestas son las más viables y serán consideradas para un modelado posterior.

Tabla 16.

Matriz de elección de cepillo.

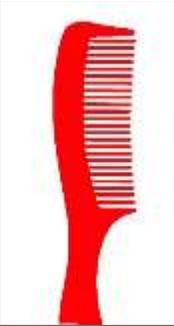
Criterios de selección	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
			
El tamaño mayor a 10 cm	5	5	5
El peso es ligero	5	4	5
Material de polímero	5	5	5
Cerdas Suaves	5	5	5
Espaciado de las cerdas es el óptimo	4	4	5
Diseño adaptado a la forma de la cabeza	5	4	4
Facilidad de Limpieza	5	4	5
Suma	34	31	34
Porcentaje (35=100%)	97%	88.5%	97%
¿Continuar?	Si	No	Si

Fuente: Elaboración Propia. (2023).

Como se puede observar en la tabla 16, tanto la propuesta 1 como la propuesta 3 tienen un porcentaje más alto en comparación con las demás opciones. Por lo tanto, se ha decidido que estas dos propuestas son las más viables y serán consideradas para un modelado posterior.

Tabla 17.

Matriz de selección de peine.

Criterios de selección	Propuesta 1 	Propuesta 2 	Propuesta 3 
El tamaño mayor a 10 cm	5	5	5
El peso es ligero	5	4	5
Material de polímero	5	5	5
Espaciado de los dientes	4	3	4
Longitud y forma de los dientes optimo	4	4	5
Diseño adaptado a la forma de la cabeza	5	4	4
Facilidad de Limpieza	5	4	5
Suma	33	29	33
Porcentaje (35=100%)	94%	82%	94%
¿Continuar?	Si	No	Si

Fuente: Elaboración Propia. (2023).

Como se puede observar en la tabla 17, tanto la propuesta 1 como la propuesta 3 tienen un porcentaje más alto en comparación con las demás opciones. Por lo tanto, se ha decidido que estas dos propuestas son las más viables y serán consideradas para un modelado posterior.

3.10 Elaboración de modelos para pruebas ergonómicas y de usabilidad exploratorias

La creación de un modelo permite al diseñador visualizar las características físicas y funcionales de los objetos, lo que contribuye a encontrar una solución óptima al problema en cuestión. Representando en este proceso el primer acercamiento entre el usuario y la posible solución, siendo una fase importante para evaluar y corregir los avances logrados hasta ese punto.

En este caso, los modelos para el posible dispositivo multifuncional incluyeron características ergonómicas, funcionales y de usabilidad. Algunos de estos modelos fueron elaborados con materiales que facilitaron la creación de formas orgánicas a las que les incluían curvas para un mejor agarre. El propósito de esta etapa fue encontrar las formas ideales que los modelos deberían tener, sentado así las bases para su diseño final.

Para elaboración de los modelos de los mangos se utilizaron los siguientes materiales:

- Fomi moldeable
- Laca
- Resanador automotriz
- Lijas

Las dos propuestas de peines y cepillos para los cabezales fueron seleccionadas de diseños existentes que fueron previamente evaluados en el mercado. Se tuvieron en cuenta las necesidades de los usuarios al elegir dos opciones de cada uno.

Dado que requeríamos una pieza rígida para sostener el mango y servir como unión para los diferentes cabezales, se decidió utilizar un núcleo de plástico PVC para proporcionarle rigidez. Se crearon modelos 3D para las conexiones entre cada cabezal, los cuales luego se unieron con las partes correspondientes de cada uno.

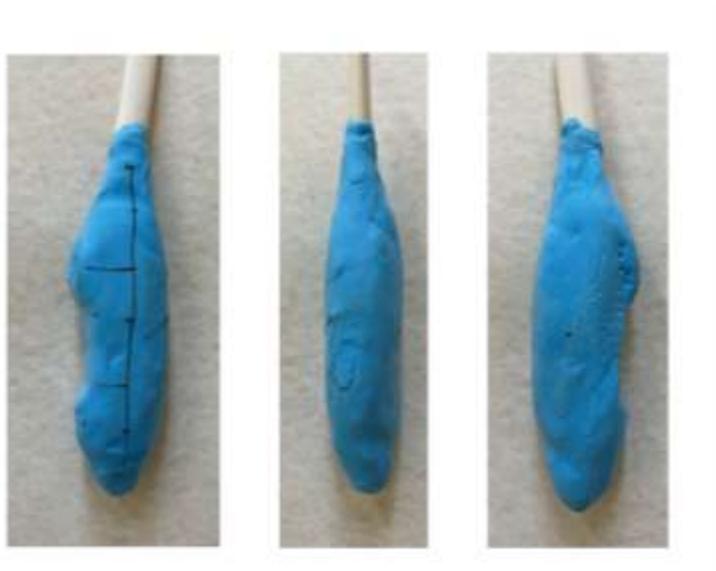
Una vez que se tuvieron ambas partes de los modelos (cabezales y mangos), se unieron utilizando resanador automotriz para fijar las partes que conectan el cabezal con el mango, asegurando así su correcto funcionamiento.

Tras revisar los bocetos que mostraban formas orgánicas, se decidió emplear un material que fuera fácil de moldear y que, una vez seco, no resultara completamente rígido. Por este motivo, se descartó la espuma de resina fenólica, ya que, a pesar de ser fácil de moldear, una vez seca se vuelve completamente rígida. En su lugar, se optó por utilizar fomi moldeable, el cual se caracteriza por ser fácil de moldear y adquirir una forma semi rígida que conserva la forma dada, al tiempo que proporciona una textura suave con cierta rigidez.

Se realizaron dos modelos de mangos, se mostraron a los posibles usuarios 6 diferentes cabezales y 3 distintas uniones de mango-cabezal.

Figura 41.

Modelo Propuesta 1 Mango



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

El modelo número 1 para presentar características orgánicas con el diámetro más grande de 135 mm y el más chico de 120 mm, sus formas intentan una forma natural para el agarre, donde se encuentran dos abultamientos en la parte superior como en la parte

inferior, que ayudaran al usuario a que este no se les llegue a resbalar, su largo total es de 18cm.

Figura 42

Modelo propuesta 2 Mango.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

El modelo número 2 presentado en la figura 42 tiene un diámetro mayor de 150 mm y un diámetro menor de 115 mm con una forma curvada y abultado en la parte inferior, dando una curva donde descansara en la eminencia tenar de la mano. Su largo total es de 16 cm.

Figura 43.

Propuesta de peine 1.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La propuesta inicial para el diseño del peine consiste en un peine cuyos dientes tienen una longitud de 50 mm, un ancho de 4 mm y una separación de 6 mm entre cada uno. En comparación con otros peines, este tiene una separación más amplia, lo que facilita el peinado para personas con cabello rizado. Este peine cuenta con 13 dientes y tiene una longitud total, desde el primer diente hasta el último, de 130 mm.

Figura 44.

Propuesta de peine 2.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Para la segunda propuesta para el peine consiste un peine cuyos dientes tiene una longitud de 30mm, y un ancho de 2.5mm y una separación de 3mm entre cada uno. Los dientes de este son bastante cercanos, pueden ayudar a las personas con cabello muy delgado. Este peine cuenta con 26 dientes y tiene una longitud total, desde el primer diente hasta el último, de 120mm.

Figura 45.

Propuesta de cepillo 1.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La propuesta inicial para el cabezal del cepillo, que se muestra en la figura 45, consiste en un conjunto de elipses. Este conjunto está compuesto por 4 elipses, con una separación de 6 mm entre cada una. Las elipses están unidas por cuatro barras de 2.5 mm. La elipse más grande tiene una medida de 120 mm de largo y 73 mm de ancho, y van disminuyendo de tamaño con la separación mencionada hasta llegar a la elipse más pequeña, que mide 62 mm de largo y 18 mm de ancho. La altura de cada cerda del cepillo es de 20 mm, y en total cuenta con 184 cerdas. El cepillo tiene dos curvaturas laterales en forma de "u" y una curvatura frontal en forma de "n", esto ayudando que el peine se adapte a la curvatura de la cabeza.

Figura 46.

Propuesta de peine 2.

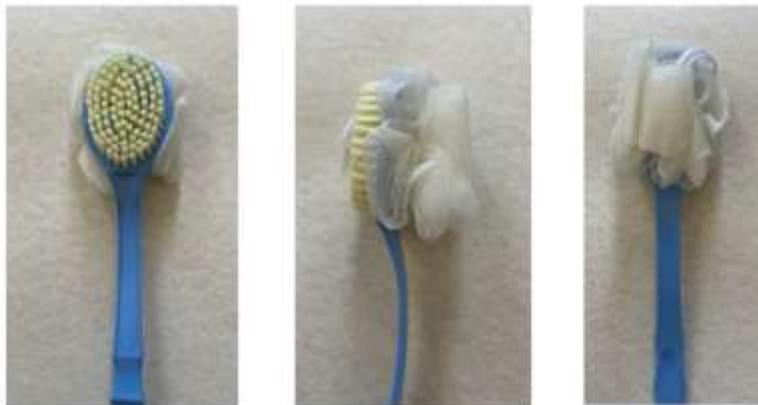


Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La segunda propuesta para el cabezal del cepillo, que se muestra en la figura 46, consiste en un cepillo con forma de rectángulo con lados ligeramente curvados. La curva en los laterales va hacia abajo, mientras que en la parte superior e inferior la curvatura va hacia arriba. Sus medidas son de 126 mm de largo por 75 mm de ancho. Este cepillo cuenta con 9 perforaciones en forma de rectángulo, cada una de 50 mm, con una medida de 6 mm de ancho por 60 mm de largo, lo que resulta en un total de 9 perforaciones. Además, tiene un total de 110 cerdas en el peine.

Figura 47.

Propuesta de Esponja de baño 1.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Para la primera propuesta de cabezal de esponja de baño es un producto que se encuentra en el mercado se trata de un producto que cuenta con un cepillo de baño y un estropajo en la parte de atrás, con una medida de cabezal de 90 mm, la parte de el cepillo de baño cuenta con cerdas más perecidas a las que tiene un cepillo de diente que a las que cuenta un cepillo de cabello, son suaves y tienen una longitud de 15 mm, en la parte posterior se encuentra una esponja de baño con un cordón que sirve para colocar en el baño y se pueda escurrir el agua antes de guardarla o para evitar malos olores por retención de humedad.

Figura 48.

Propuesta de esponja de baño 2.

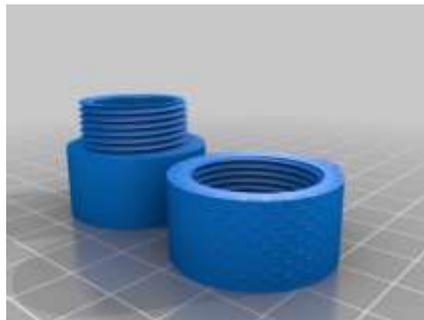


Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La segunda propuesta para el cabezal de esponja de baño mostrada en la figura 48 se diseñó con un mango de 310 mm de longitud. Posteriormente, se adaptó una esponja de baño común en la parte superior, con una circunferencia de 300 mm, y se agregó un listón en la parte superior que facilita colgarlo en un perchero dentro del baño.

Figura 49.

Propuesta de modelo de unión 1.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La primera propuesta de unión, representada en la figura 49, muestra las dos partes que servirán para unir el cabezal y el mango. El diseño se realizó mediante modelado 3D para posteriormente imprimir la pieza con impresión 3D. Cada una de las piezas tiene un perímetro de 80 mm y un diámetro de 23 mm. La parte que contiene la rosca estará unida al mango, mientras que la parte opuesta estará unida al cabezal.

Figura 50.

Propuesta de modelo de union 2.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La segunda propuesta para la unión entre el cabezal y el mango, presentada en la figura 50, consiste en una unión de estilo bayoneta. En esta unión, los dos tubos que se encuentran en la pieza A pasan a través de las ranuras de la pieza B y, al llegar al tope, se gira para asegurar la unión. Esta acción garantiza que la unión no se deshaga bajo ninguna

fuerza, a menos que se realice el giro correspondiente. El proceso de creación de esta unión se llevó a cabo mediante modelado e impresión 3D.

Figura 51.

Propuesta de unión matraca dado mecánico.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Por último, se mostró a las posibles usuarias el sistema de liberación rápida que utiliza la matraca para dados mecánicos, donde se encuentra un botón, que al presionar este botón se desbloquea el dado y se puede quitar rápidamente, dentro de la matraca, existe un resorte de retención que mantiene el dado en su lugar cuando no se presiona el botón de liberación. Este resorte ejerce presión sobre el dado, asegurando que se mantenga firmemente sujeta durante su uso.

3.10.1 Pruebas exploratorias de Usabilidad

La usabilidad sólo significa el asegurarse que algo funcione bien: que una persona con capacidad y experiencia media (o incluso por debajo de la media) pueda ser capaz de usar algo (ya sea un sitio web, un avión de combate o una puerta giratoria) con el objetivo deseado sin sentirse completamente frustrado. (Krug, S. 2006).

Este es un proceso que permite determinar el nivel de usabilidad que el prototipo actual del sistema alcanza, y así identificar sus defectos de usabilidad. Ya que es imposible determinar el grado de usabilidad de un sistema, si no es probando con usuarios reales (Dapozo, G., et al. 2013).

El proceso de pruebas exploratorias de usabilidad implica presentar a los usuarios un conjunto de tareas a realizar con el prototipo previamente diseñado, con el fin de recopilar sus acciones y críticas para un posterior análisis. Estas pruebas suelen arrojar resultados más precisos cuando se llevan a cabo en entornos y condiciones similares al entorno de uso previsto para el sistema.

En el desarrollo de este proyecto, se consideraron las bases para la realización de pruebas de usabilidad, iniciando con la evaluación a través de un cuestionario aplicado a 3 posibles usuarios. Esta metodología se fundamentó en el libro "No me hagas pensar (usabilidad en la web)" de Steve Krug, que aborda el número óptimo de participantes para estas pruebas. Según Krug, es probable que con tan solo 3 personas se puedan identificar los problemas más significativos. Esto se debe a que al realizar pruebas con más de cuatro personas simultáneamente, se tiende a generar un exceso de notas que dificultan la identificación de los problemas realmente importantes.

Además, se destaca que más de 3 personas en una prueba sencilla pueden identificar más problemas que si solo se incluyeran 3 participantes. Asimismo, se sugiere que es preferible realizar dos pruebas con 3 personas cada una, lo que permitiría abordar y resolver un mayor número de problemas.

En la primera prueba realizada, se detectaron deficiencias en los dispositivos disponibles en el mercado, proporcionando así la base para la evaluación de los próximos prototipos.

Con el fin de evaluar las bases definidas para realizar pruebas, se llevó a cabo un estudio de usabilidad para los objetos mostrados. El objetivo era determinar cuál de las

opciones sería la más adecuada para los posibles usuarios. La prueba realizada se llama prueba de "captación", es decir, se mostraron los objetos a los participantes para observar si comprendían su propósito, valor, organización y funcionamiento, entre otros aspectos. Posteriormente, se reforzaron las observaciones con un cuestionario en el que los participantes calificaron puntos específicos. Se enfatizó que no existían respuestas correctas o incorrectas, ya que cada persona tiene su propio punto de vista. Además, al utilizar el cambio de cabezal, se cronometró el tiempo para determinar cuál de las opciones de unión era la más rápida.

La prueba consistió en evaluar el tiempo que tardaba cada usuario en identificar la forma correcta de utilizar el mango independiente sin recibir instrucciones explícitas sobre su uso. Este enfoque me permitió evaluar si mi diseño era completamente intuitivo para su uso. Una vez que los participantes sujetaron el modelo de manera adecuada o de la forma que les resultara más cómoda, se les dieron indicaciones para realizar actividades específicas según el cabezal. En la Figura # se puede observar a una usuaria llevando a cabo la actividad de cepillado.

Estos ejercicios simulaban la actividad real de cepillado de cabello, y es importante destacar que la información recopilada en el cuestionario que se encuentra en el anexo no fue la única que resultó útil. La interacción con las usuarias y la observación de cómo utilizaban el objeto enriqueció el conocimiento, permitiéndome identificar ventajas, desventajas, patrones de uso, y otros aspectos relevantes.

Figura 52.

Actividad de cepillado de cabello, con el segundo modelo de peines y el segundo modelo de mango.



Fuente: Propia. (2024).

En la Figura 52, se aprecia a la usuaria utilizando el primer modelo de mango y el segundo modelo de peine, con un agarre de prensa cilíndrica o prensa palmar supinada. Aunque el agarre no fue el previsto, logró llevar a cabo la actividad con éxito.

Figura 53.

Actividades con el modelo de mango 1.



Fuente: Propia. (2024).

En la Figura 53, se observa como el usuario realiza del agarre tipo prensa de una forma correcta en el lugar del mango donde se tenía planeado, teniendo una mejor adaptación a su mano, haciendo que sea más estable su agarre.

Figura 54.

Actividad con el modelo de esponja 1.



Fuente: Propia. (2024).

En la siguiente etapa de evaluación, se llevó a cabo una práctica utilizando los distintos modelos de cabezales. Aquí se describe el procedimiento para realizar la actividad detallado con el primer modelo de cabezal de esponja de baño, observando que sea posible alcanzar todos los lugares a los que antes no se podía acceder. Tal como se ilustra en la Figura 54, el usuario completó la práctica con éxito.

En conclusión, después de realizar estos ejercicios se pudo observar que en su mayoría los usuarios mostraban preferencia por el segundo mango donde se encuentran dos diferentes diámetros y los diámetros superiores funcionaron como delimitantes y hacen que coloquen sus manos donde estaba planeado y tienen una mejor sujeción. Después de realizar la práctica con los mangos, y distintos cabezales, se observó con cuáles de ellos se realizaron con mejor eficacia las actividades, y por último se cronometró el tiempo en el que realizaba el cambio de cabezal.

Figura 55.

Evaluación de cambio de cabezales.



Fuente: Propia. (2024).

El cronómetro empezó a sonar cuando el usuario sostenía el mango con una mano, tal como se muestra en la figura 55, mientras con la otra mano lo apoyaba para realizar el cambio de cabezal. Durante este proceso, se observó que el cambio más resistente se produjo en la unión roscada, ya que, al tener cinco cuerdas, llevó más tiempo. Además, se notó que los usuarios tenían dificultades al girar el cabezal para quitarlo y colocarlo, así como al ejercer la presión necesaria en los pulgares para accionar el botón de la matraca mecánica. Aunque la unión bayoneta fue la que menos tiempo tomó, los usuarios comentaron que les resultaría más cómodo un tipo de unión diferente, como la unión por presión.

En la segunda sección realizamos un cuestionario, el cual consistió en realizar preguntas sobre la usabilidad de cada uno de los modelos la elección de uno de los dos modelos para cada sección.

8.10.2 Resultados de las pruebas exploratorias de usabilidad

En la primera parte de la evaluación, se observó que los tres usuarios evaluados realizaron las pruebas de una manera poco común al utilizar el primer mango. A pesar de que llevaron a cabo las actividades, lo hicieron sujetando el mango desde la parte superior, donde el radio de la circunferencia era menor. En contraste, al utilizar el otro modelo, lo agarraron de manera correcta y esperada según el diseño, con un tiempo de adaptación de 3 a 5 segundos.

Durante el transcurso de las pruebas, se les solicitó a los usuarios realizar las tres actividades que podían llevar a cabo con el dispositivo multifuncional. Se tomó en consideración que las tres usuarias tenían diferentes tipos de cabello y experimentaban diversas complicaciones en las articulaciones debido a la enfermedad que padecían.

En la figura 56 se presentan la gráfica realizada con los resultados de los cuestionarios realizados a los usuarios, se observa cómo el 100 % de los usuarios prefirieron el modelo número 2 ya que como se había mencionado antes, el modelo número uno se les dificultó el agarre en la parte más ancha, y no se adaptaba también como el segundo mando.

Figura 56.

Gráfico de preferencia de propuesta de mango.

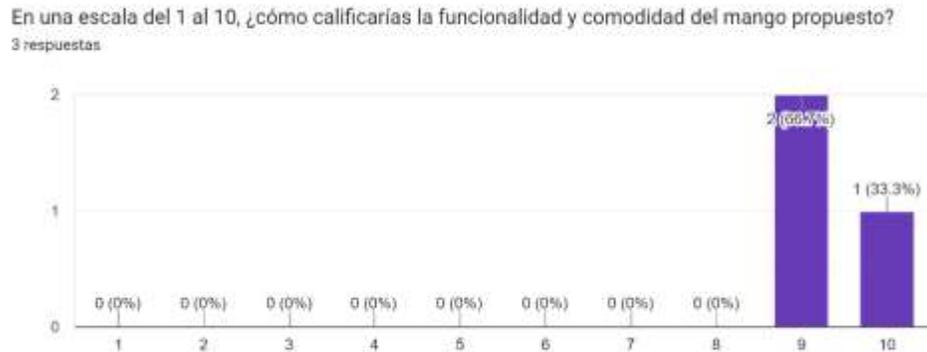


Fuente: Elaboración Propia. (2024).

En la figura 57 se muestra un gráfico que sirve para poder reafirmar que el modelo numero dos tiene una puntuación alta en la calificación de funcionalidad y comodidad, teniendo dos puntajes en 9 y el otro en 10, cumpliendo satisfactoriamente con los resultados.

Figura 57.

Escala de facilidad de uso de los mangos.



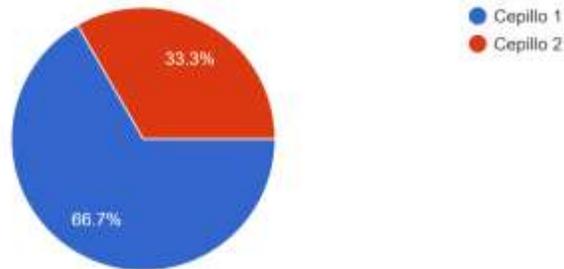
Fuente: Elaboración Propia. (2024).

En la figura 57 se presenta el gráfico que ilustra el porcentaje de preferencia del cepillo número uno en comparación con el cepillo número dos. Aunque el cepillo número uno fue elegido por mayoría de votos, el cepillo número dos también registró una actividad en un rango de facilidad similar. De esta forma, se puede concluir que ambos cepillos representan una buena opción y serían adecuados para la gran mayoría de usuarios.

Figura 58.

Grafica de preferencia de los distintos modelos de cepillo.

Cual de los dos cepillos le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?
3 respuestas



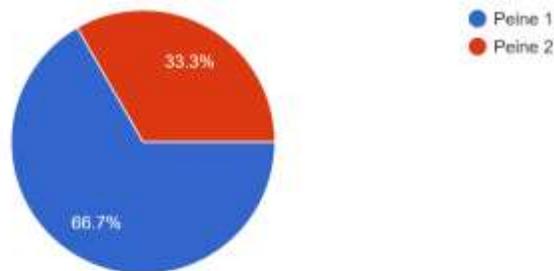
Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La figura 59 ilustra gráficamente cómo el cepillo número 1 facilitó de manera más efectiva la actividad de peinado. Se observa que, considerando las respuestas sobre la facilidad de realizar la actividad con el otro modelo, ninguna respuesta tuvo una coincidencia doble. Las respuestas abarcan los niveles de facilidad, algo fácil y muy fácil. Aunque no hay coincidencias entre las respuestas, todas se ubican en la categoría de facilidad de uso.

Figura 59.

Gráfico de preferencia entre los diferentes modelos de peines.

Cual de los dos peines le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?
3 respuestas



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

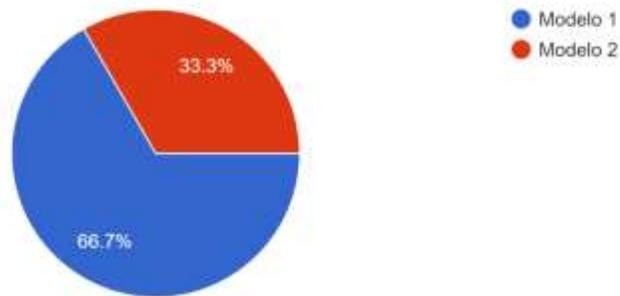
De manera sorprendente, las tres primeras gráficas parecen mostrar resultados idénticos, ya que el resultado es el mismo. Sin embargo, las gráficas y las opciones presentadas son muy similares entre sí. En la figura 60, se puede observar que el 66.7% de los participantes favoreció al modelo número 1, lo que significa que 2 de los 3 participantes seleccionaron dicho modelo. Esto es relevante, considerando que tanto las observaciones como los cuestionarios destacaron que la elección de este modelo se debió a su atractivo, ya que, por un lado, contaba con el estropajo del segundo modelo, pero también incluía un cepillo de baño que se asemeja a un cepillo de dientes.

Figura 60.

Gráfico de preferencia entre los diferentes modelos de esponja.

Cual de los dos modelos de esponja le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

3 respuestas



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

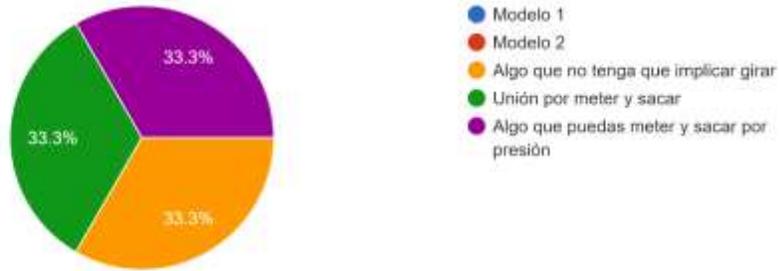
En la figura 61, parece haber un empate entre tres respuestas distintas, lo cual se debe a la explicación de que estas respuestas surgieron de la pregunta realizada a las usuarias sobre cuál de las dos propuestas preferían: el modelo 1, el modelo 2 o cualquier otra opción. En este caso, las 3 usuarias prefirieron otra forma de unión. A pesar de que estas respuestas son distintas al leerlas y analizarlas, pueden llegar a ser iguales, ya que las 3 buscan una forma de unión que simplemente se pueda sacar y poner con presión.

Figura 61.

Gráfico de elección de modelo entre los modelos de unión.

Cual de los dos modelos de unión le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

3 respuestas



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

CAPITULO 4

FABRICACIÓN DE PROTOTIPO



En este capítulo se describe el proceso de creación del modelo 3D de los diferentes componentes del dispositivo multifuncional, incluyendo el mango y sus cabezales intercambiables.

Estructura del dispositivo:

El dispositivo consta de dos partes principales:

- **Mango:** Habrá un mango para cada uno de los cabezales intercambiables del dispositivo.
- **Cabezales:** Se crearán modelos 3D para cada uno de los tres cabezales.

Modelado 3D:

Para iniciar el modelado, se utilizaron como base las piezas del prototipo y los modelos analizados en el capítulo anterior. Aunque los modelos tenían superficies irregulares, esto no afectó el modelado 3D, ya que se utilizaron mediciones precisas con un vernier para garantizar la máxima similitud con el modelo real. El modelo presenta numerosas formas orgánicas, lo que requirió mediciones detalladas.

Toma de medidas.

Para garantizar la máxima similitud entre el modelo 3D y el objeto real, se elaboró un boceto manual que detallaba las dimensiones del objeto. El número de medidas tomadas fue significativo, ya que una mayor cantidad de datos proporciona una representación más precisa. A pesar de la precisión en la toma de medidas, se mantuvo el modelo físico a mano para facilitar la rectificación o adición de medidas durante el proceso de modelado, garantizando así la máxima similitud y precisión en el modelo 3D resultante.

4.1 Planos Constructivos.

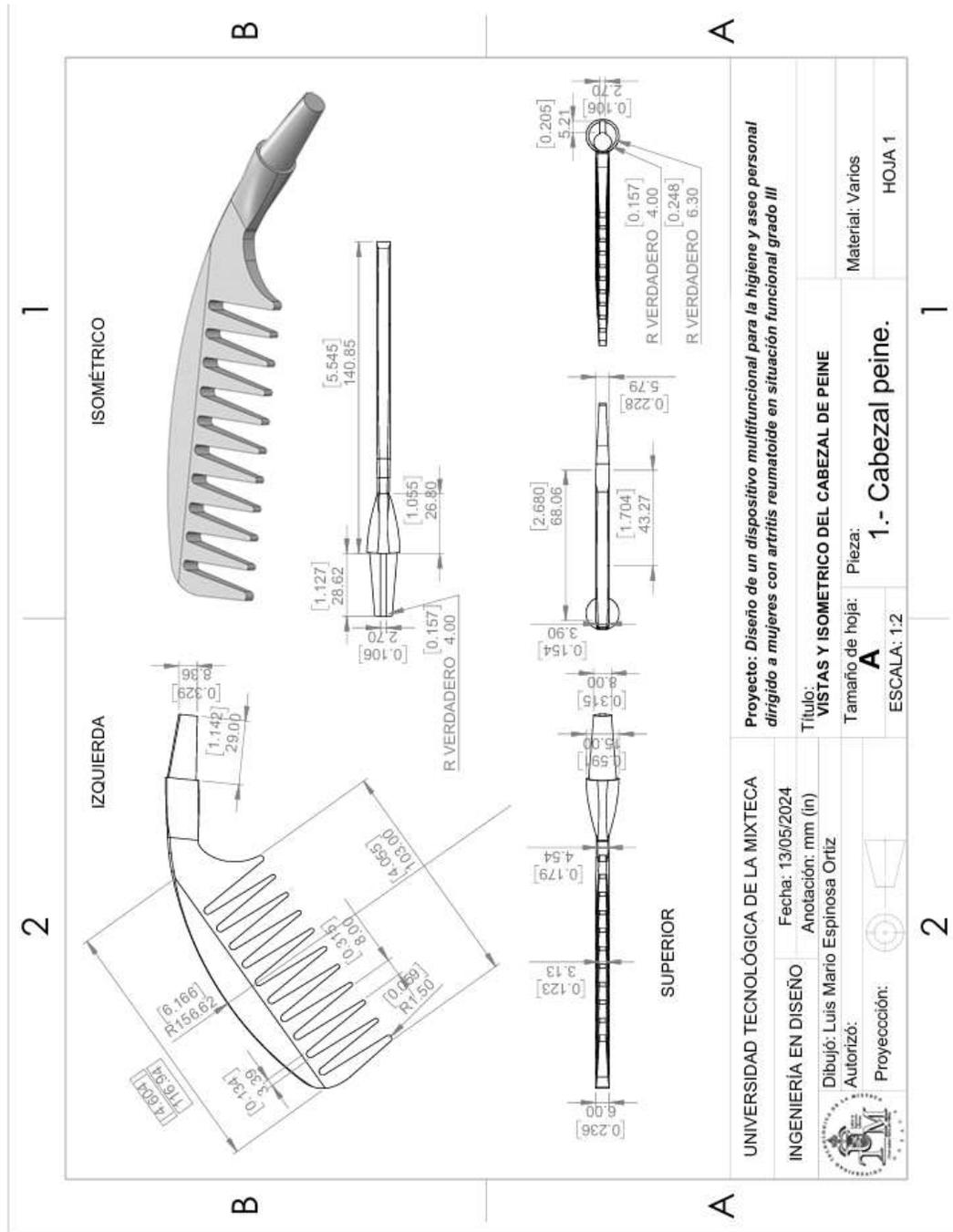
Introducción

En este capítulo, se presentarán los planos constructivos elaborados como propuesta de diseño para el proyecto de tesis. Estos planos brindarán información detallada sobre las dimensiones necesarias para la construcción de la propuesta de diseño.

Estos planos se han desarrollado en base a los requerimientos del proyecto, los estudios previos y los principios de diseño establecidos. El objetivo principal de los planos constructivos es proporcionar una guía clara y completa para la construcción de la propuesta de diseño, asegurando su correcta ejecución y cumplimiento de las normas técnicas y estéticas establecidas.

Figura 62.

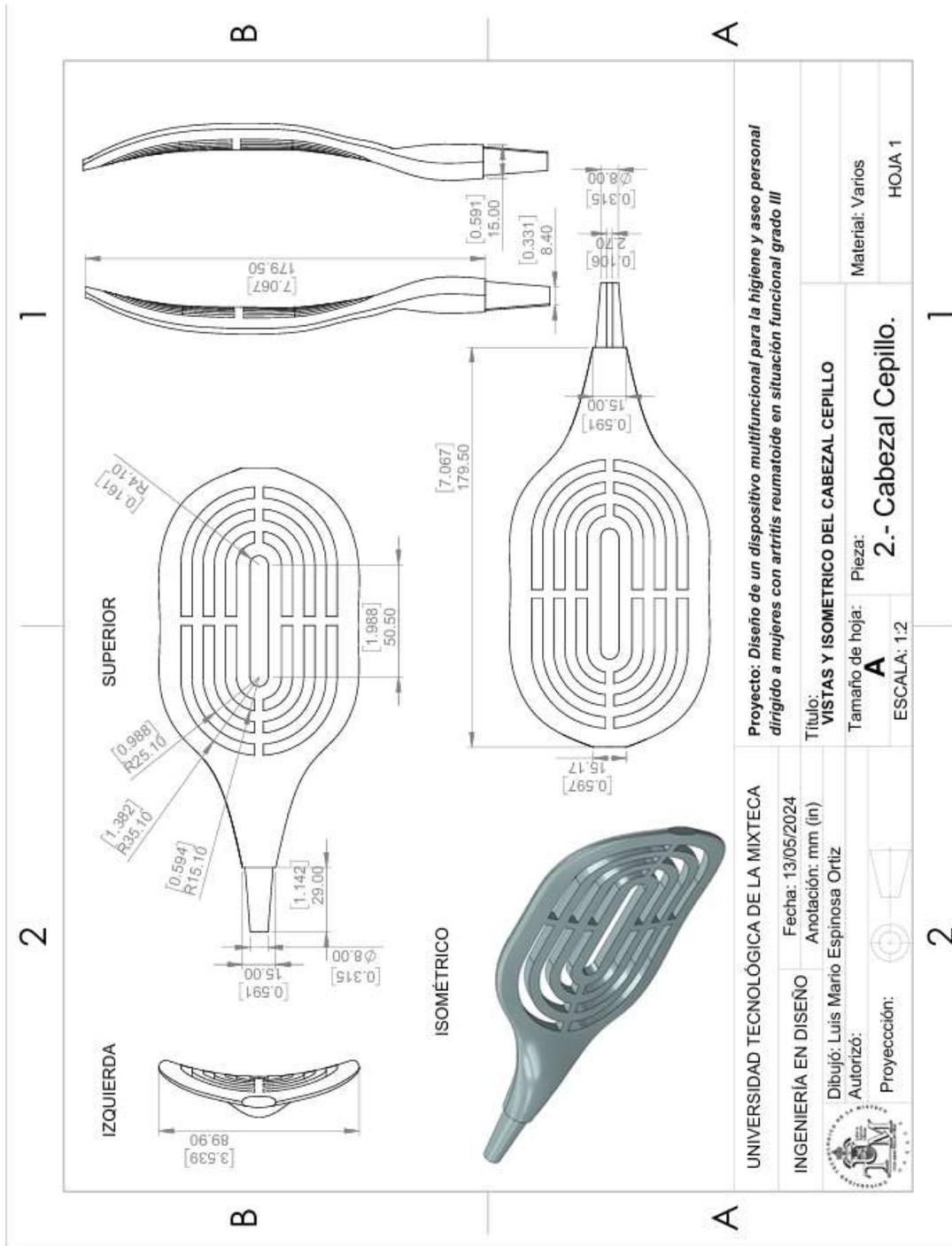
Plano Constructivo del cabezal peine.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Figura 63.

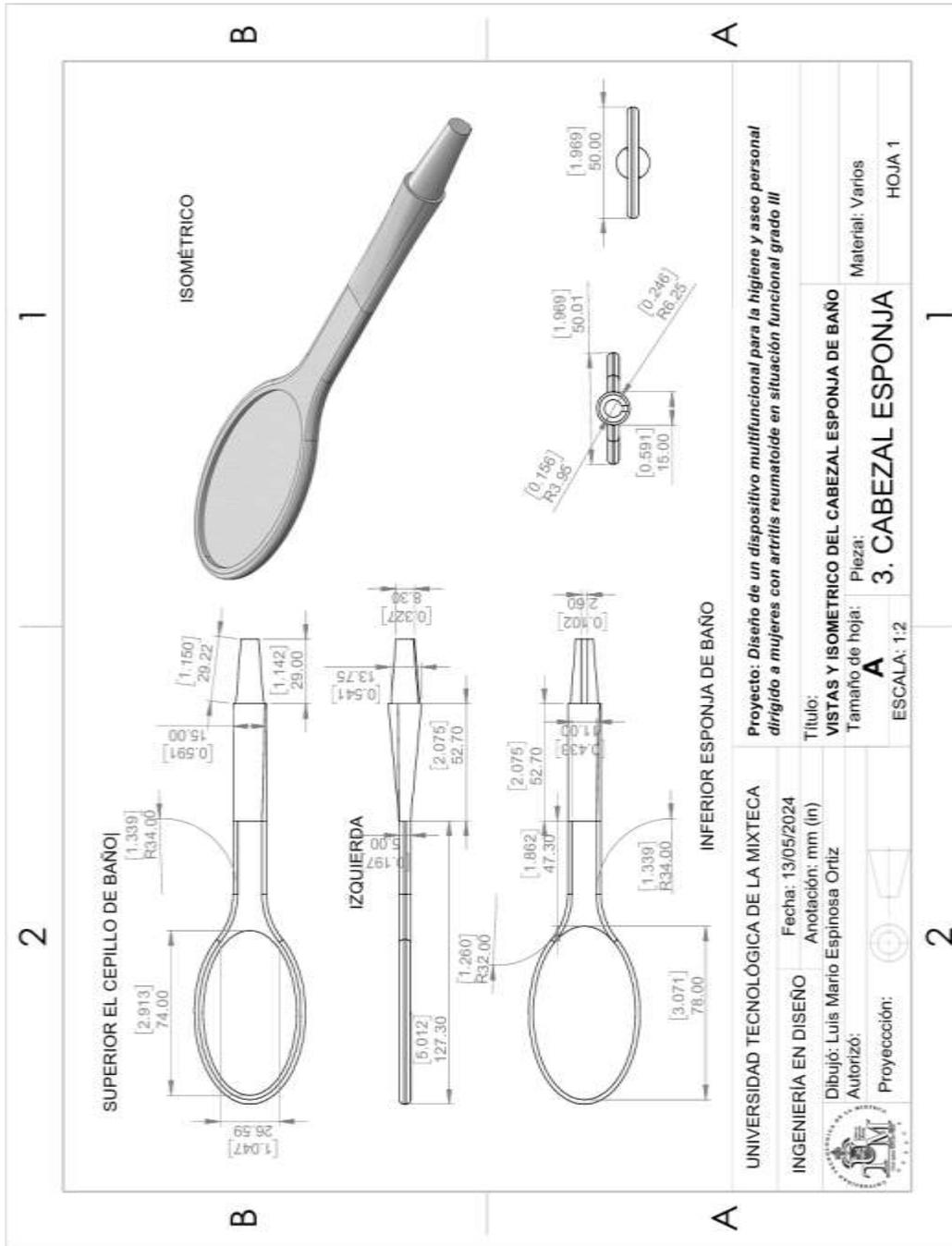
Plano Constructivo del cabezal cepillo.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Figura 64.

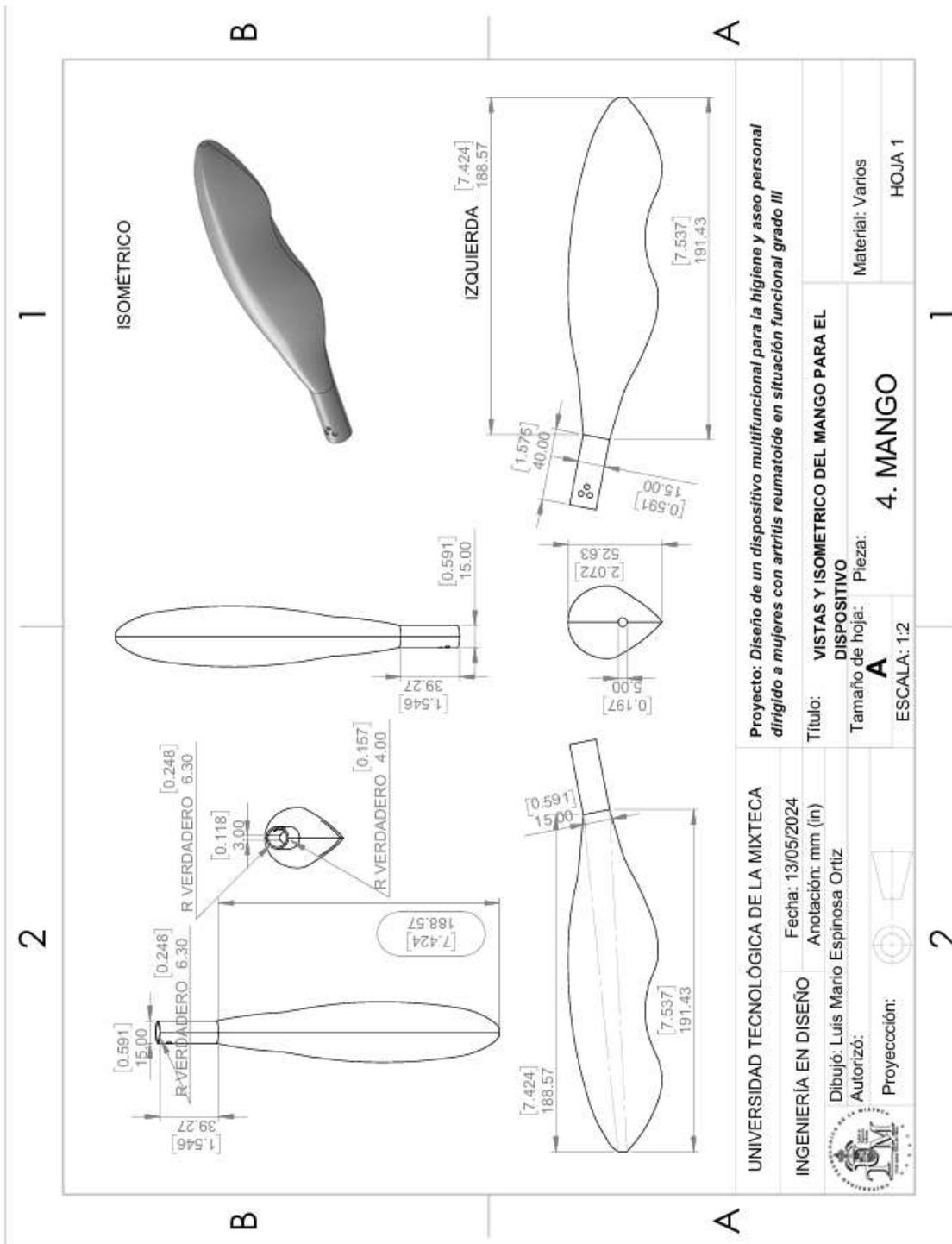
Plano constructivo cabezal esponja de baño.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Figura 65.

Plano constructivo del mango para el dispositivo.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

4.2 Modelado 3D

El modelo 3D de cada una de las piezas necesarias para hacer el dispositivo multifuncional fue gracias a un programa asistido por computadora (CAD), este programa es utilizado para crear modelos 3D de productos físicos. Se puede utilizar para crear modelos de ingeniería y diseño.

En este caso de diseño se realizó el modelado con el programa CAD llamado SolidWorks es uno de los programas CAD más populares del mundo, la elección de este programa fue debido a que este programa presenta dos características que fueron importantes para este apartado y el siguiente, estas características son

Modelado de sólidos paramétricos: SolidWorks utiliza un sistema de modelado paramétrico que permite crear modelos de productos a partir de un conjunto de parámetros. Esto hace que sea más fácil modificar los modelos y crear diferentes versiones.

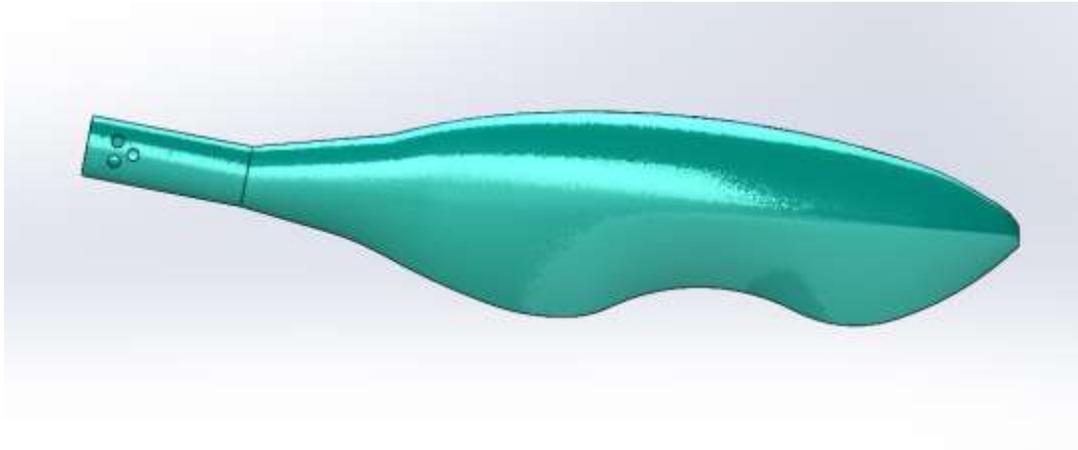
Los análisis de elementos finitos (FEA) en SolidWorks son una herramienta poderosa que permite a los ingenieros y diseñadores analizar el comportamiento de los productos bajo cargas y condiciones ambientales.

FEA divide un modelo 3D en pequeños elementos finitos y utiliza ecuaciones matemáticas para calcular el comportamiento de cada elemento bajo carga. Esto permite a los ingenieros predecir cómo se comportará un producto en el mundo real, incluso antes de construir un prototipo físico.

4.2.1 Mango

Figura 66.

Prototipo digital de mango del dispositivo multifuncional



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

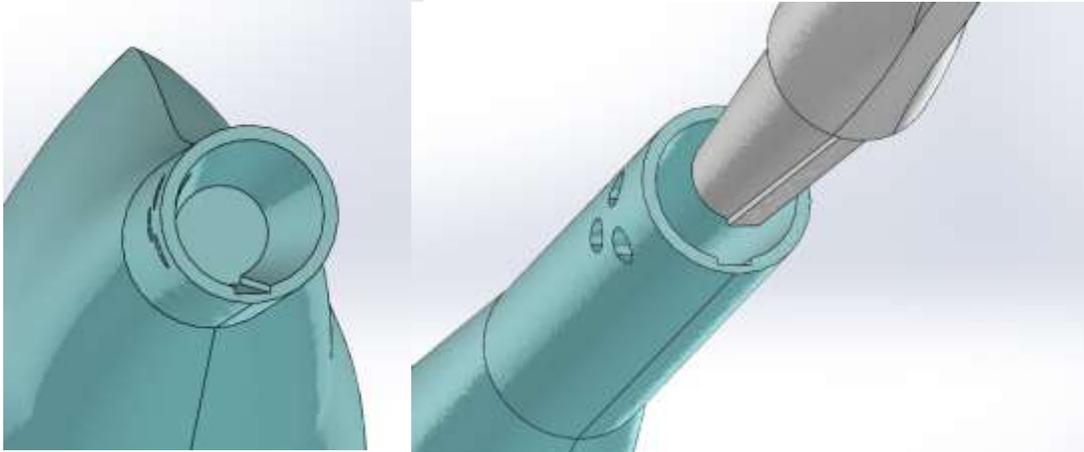
La Figura 66 presenta el modelo 3D actualizado del mango del dispositivo. Este modelo incorpora la parte de unión entre el mango y el cabezal, como se muestra en la Figura 66.

En comparación con el modelo 1 del mango, evaluado previamente con las usuarias, este modelo 3D conserva la forma general del mango. Sin embargo, la adición de la parte de unión proporciona una conexión estable y funcional entre el mango y el cabezal del dispositivo; teniendo como elección del color azul cielo siendo un color que se utiliza en la industria médica, este mismo evoca sentimientos de calma y serenidad, lo que puede ser beneficioso para las personas con artritis reumatoide que experimentan dolor e inflamación, Como también se asocia con la curación y la promoción de la salud, lo que se alinea con el propósito del peine (aliviar el dolor y mejorar la función).

4.2.2 Parte receptora (unión)

Figura 67.

Modelo digital de unión mango-cabezal.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La Figura 67 muestra la parte receptora de la unión. Esta parte cuenta con las siguientes características relevantes:

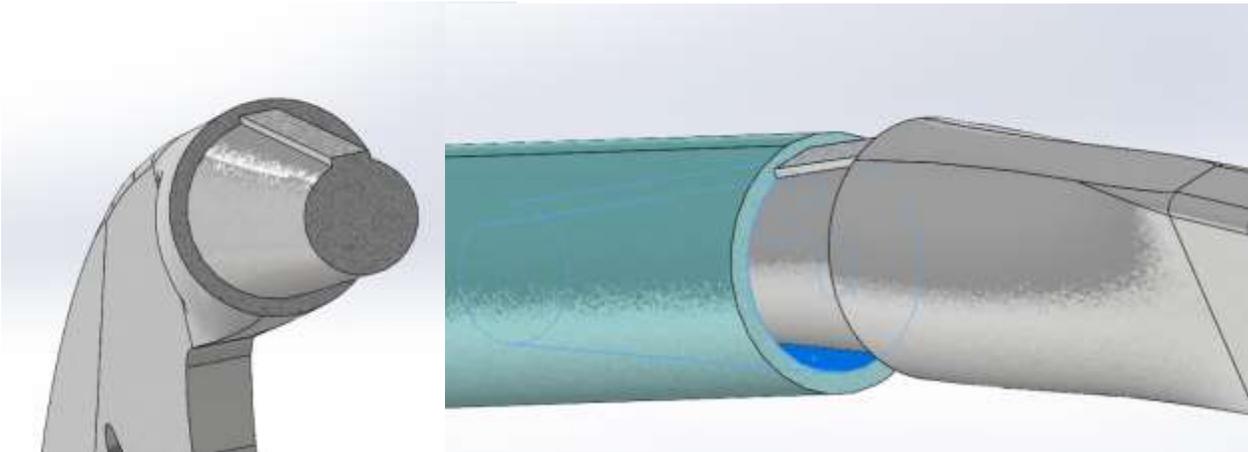
- Una cavidad circular con una ranura que se extiende desde el inicio hasta el final de la cavidad. Esta ranura garantiza que la otra parte de la unión (macho) siempre se inserte en el mismo sentido.
- Un imán situado en el fondo de la cavidad. Este imán se unirá con el otro imán que se encuentra en la parte macho de la unión.

La parte receptora está diseñada para recibir la parte macho de la unión, que encajará en la cavidad y quedará sujeta gracias a la ranura y al imán.

4.1.3 Parte macho (unión)

Figura 68.

Modelo digital de unión parte 2.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La Figura 66 muestra la parte macho de la unión. Esta parte cuenta con las siguientes características relevantes:

- Un canal situado en el exterior de la circunferencia. Este canal garantiza que el cabezal siempre se mantenga en la misma dirección.
- Un imán situado en la parte inferior con el polo opuesto al de la parte receptora. Esto permite que los imanes se atraigan y se unan.

La parte macho está diseñada para insertarse en la parte receptora de la unión. El canal y el imán garantizan que la unión sea segura y que el cabezal siempre esté orientado en la dirección correcta.

4.1.4 Cabezal peine

Figura 69.

Modelo 3D del cabezal peine.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

La Figura 69 muestra el modelo 3D del cabezal peine. Este cabezal se basa en el cepillo modelo 1 mostrado anteriormente, pero presenta algunas modificaciones:

- **Curvatura:** El cabezal peine tiene una curvatura que se adapta mejor a la forma del cabello.
- **Separación de los dientes y tamaño:** La separación de los dientes y el tamaño del cabezal peine son los mismos que los del peine que los usuarios calificaron como la mejor opción.

La separación de los dientes del peine se determinó, debido a la elección de las usuarias elegidas, pero no solamente debido a esto, si no que con un análisis se determinó que esta separación podría ser beneficioso tanto para el cabello lacio como el ondulado, ya que los dientes anchos del peine evitan que el pelo se enrede.

Además, el cabezal peine ya cuenta con la parte macho de la unión, lo que permite unirlo al mango.

4.1.5 Cabezal del cepillo

Figura 70.

Modelo 3D Cabezal Peine.



Fuente: Propia. (2024).

El cabezal del cepillo se diseñó basándose en el modelo que las usuarias encontraron más cómodo. El modelo 3D que se muestra en la Figura 70 tiene una particularidad: no se muestran las cerdas porque no pueden imprimirse en 3D debido a su pequeño tamaño. Además, en el proceso de fabricación industrial de estas piezas, las cerdas siempre se colocan después de tener la base donde se insertarán.

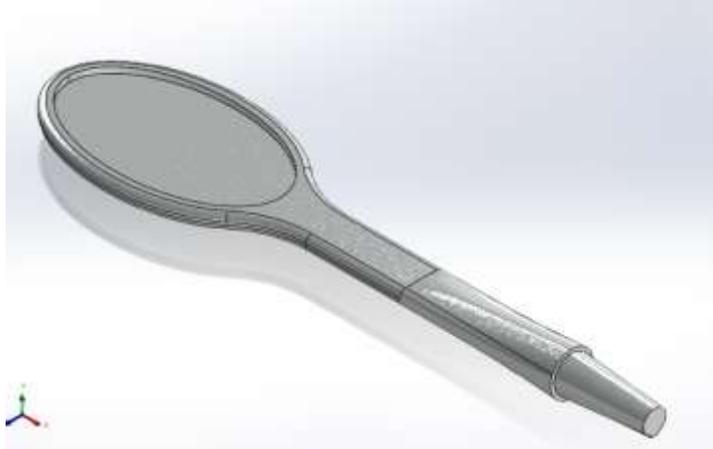
El modelo 3D es idéntico al modelo que probaron las usuarias, con la única diferencia de que ya cuenta con la parte de unión que se conectará al mango.

La elección de este cabezal como ya se mencionó con anterioridad fue a través de una evaluación con las usuarias, está respaldado por la empresa JH que se encargó de diseñar la forma de laberinto ventilado que ayuda a eliminar la humedad más rápido al canalizar el aire de la secadora al cabello de las usuarias, debido al tamaño de las cerdas pueden llegar a todas las capas del cabello acortando el tiempo de cepillado.

4.1.6 Cabezal de esponja de baño

Figura 71.

Modelo 3D Cabezal Esponja de baño



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Este modelo 3D es el que menos se asemeja al modelo físico, pero no porque no tenga las mismas medidas, sino porque el proceso de fabricación no permite modelar más que la parte donde se colocarán los elementos que ayudarán al baño. En un proceso posterior, se pegará una esponja de baño en el lado derecho de la superficie y se colocarán cerdas en el otro lado para exfoliar la piel. Sin embargo, el modelo 3D tiene las mismas medidas que el modelo físico y ya cuenta con la parte de unión macho para poder conectarse al mango.

Elección de colores

El azul utilizado para el mango es un color asociado con la tranquilidad, la serenidad y la confianza. Evoca sentimientos de paz y armonía, lo que puede ser beneficioso para las personas con artritis que pueden experimentar dolor y estrés. El azul también es un color fresco y limpio, lo que sugiere higiene y frescura, cualidades importantes para un cepillo.

El blanco utilizado para los distintos cabezales es un color que representa pureza, limpieza y simplicidad. Las cerdas blancas contrastan bien con el cabello, lo que facilita ver las áreas que necesitan ser cepilladas. El blanco también es un color neutral que complementa cualquier tono de cabello.

Figura 72.

Prototipo digital del dispositivo multifuncional con sus distintos cabezales.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Figura 73.

Prototipo digital del dispositivo multifuncional (peine).



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Figura 74.

Prototipo digital del dispositivo multifuncional (Cepillo).



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Figura 75.

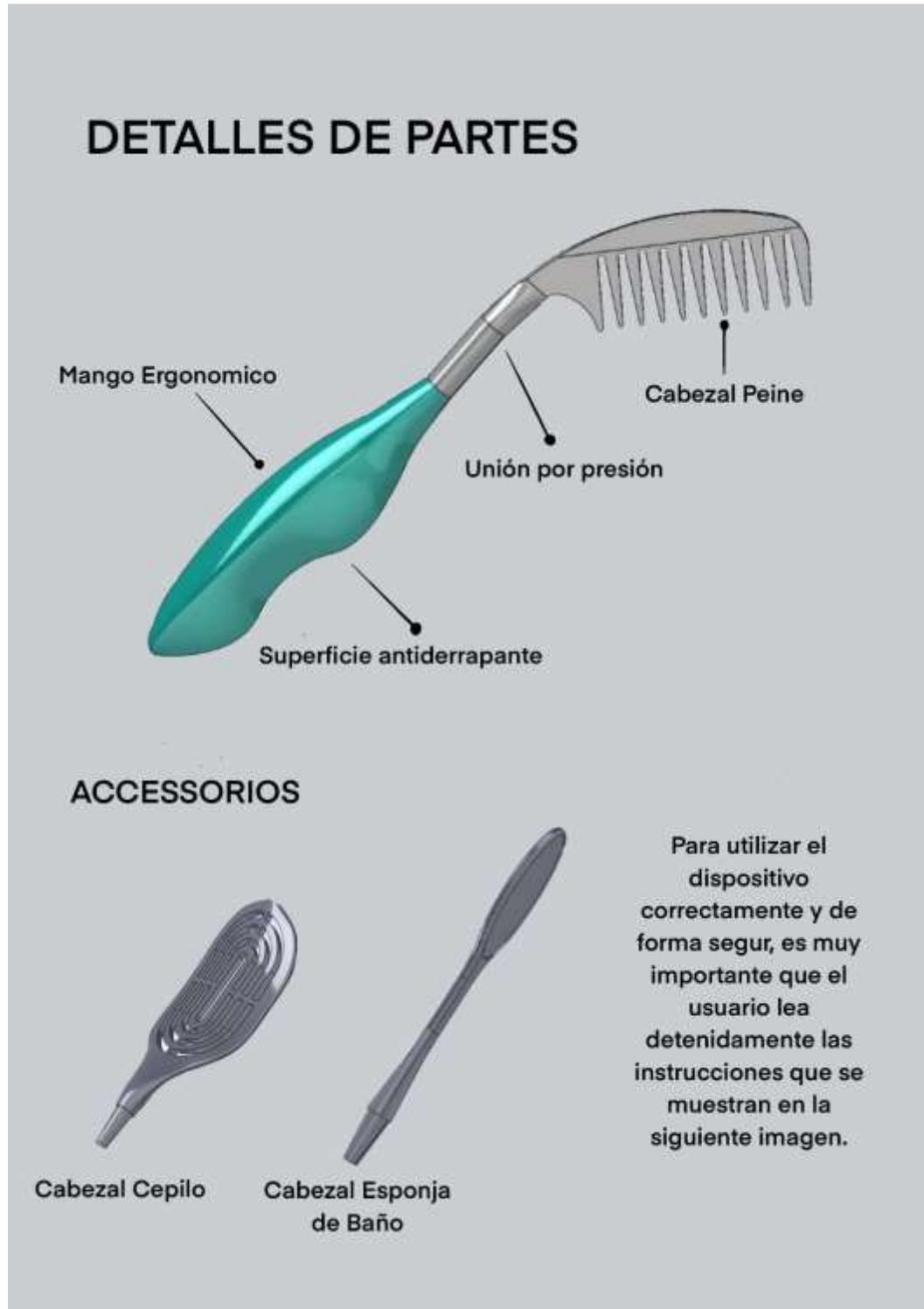
Prototipo digital dispositivo multifuncional (Esponja de baño).



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Figura 76.

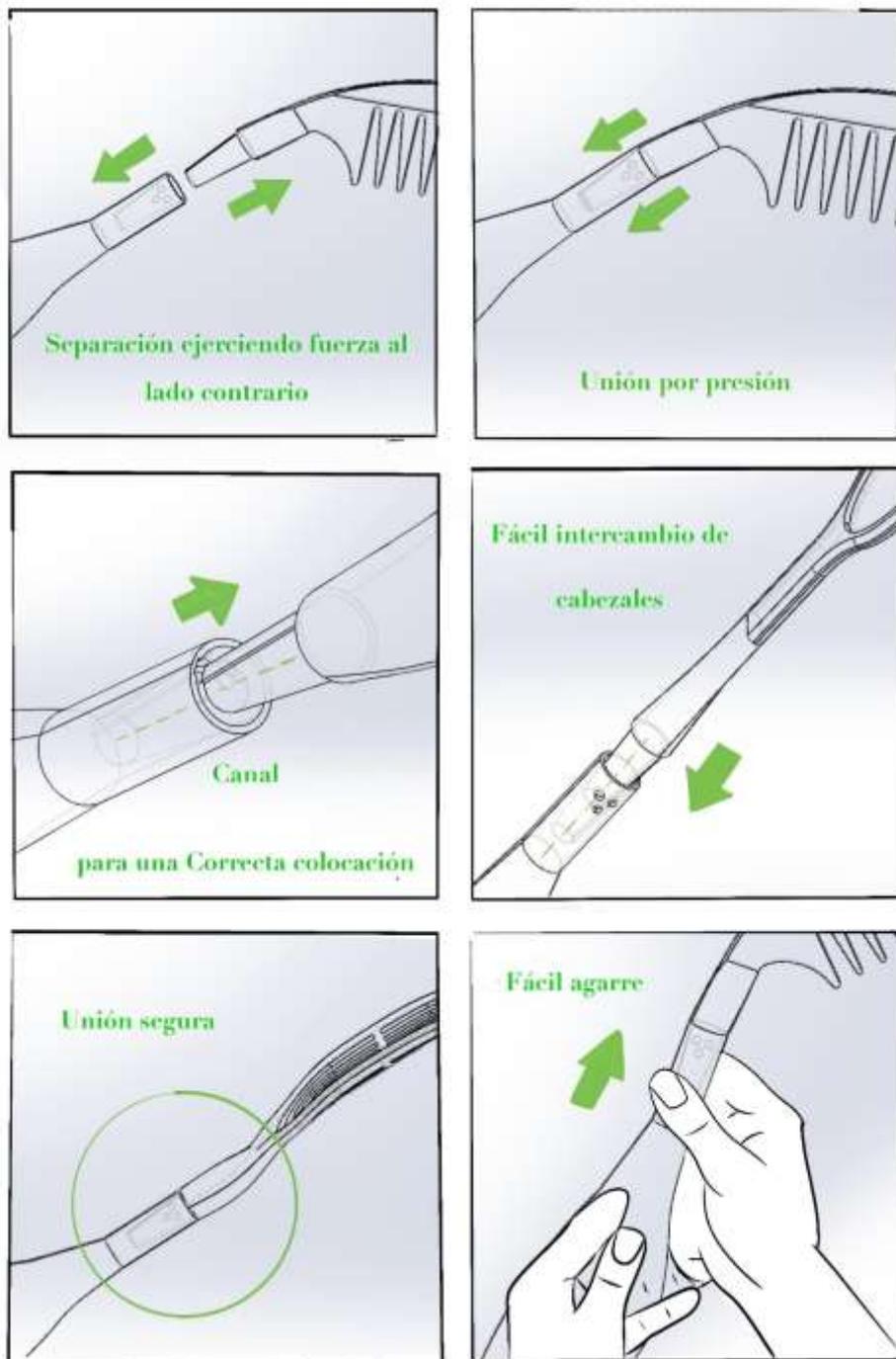
Detalles de partes del dispositivo.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Figura 77.

Lamina de Uso



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Figura 78.

Lamina de Uso y Descripción del Producto

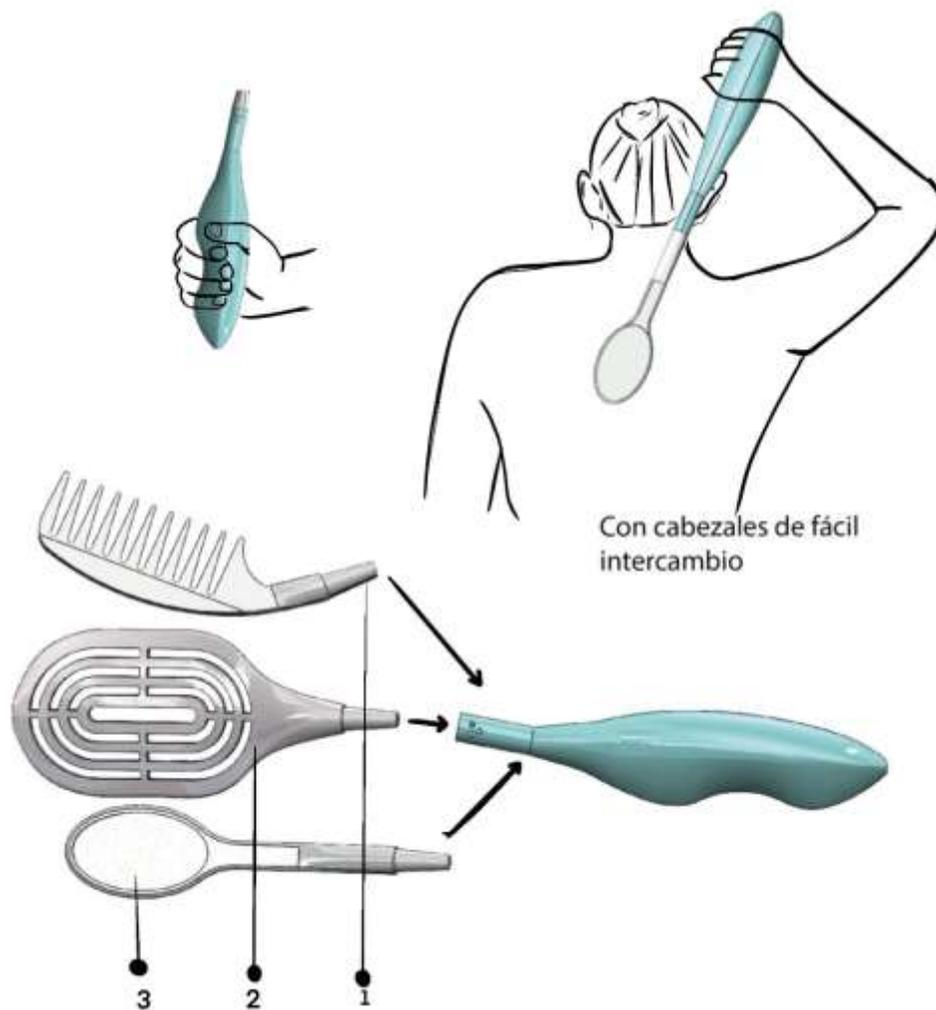
Dispositivo Multifuncional para Aseo e Higiene Personal

Un dispositivo que cuenta con 3 distintos cabezales para poder realizar tareas de la vida cotidiana.

1. Peine

2. Cepillo

3. Esponja de baño



Fuente: Propia. (2024).

4.2 Manufactura del Dispositivo Multifuncional

Después de él diseño en SolidWorks el programa CAD que se eligió para el modela de cada una de las piezas que conforman el dispositivo como lo son la base para el cabezal cepillo, el cabezal peine, cabezal esponja de baño y el mango, se prosigue a realizar un molde a través del mecanizado CNC.

El mecanizado CNC (control numérico por computadora) utiliza máquinas-herramientas automatizadas controladas por computadora para realizar diversas operaciones en una pieza. Estas máquinas utilizan herramientas rotativas de múltiples filos de corte y requieren una intervención humana mínima.

El mecanizado CNC se emplea en una amplia gama de operaciones, como lo son el desbasté o arranque de viruta, torneado, fresado y taladrado. Además, muchas máquinas CNC pueden realizar múltiples operaciones en una sola máquina, lo que aumenta la eficiencia y precisión; el mecanizado CNC es un proceso versátil y preciso que se utiliza en la fabricación de una amplia variedad de piezas, desde componentes pequeños y complejos hasta piezas grandes y estructurales.

Para los tres cabezales que cuenta el dispositivo se realiza un molde de inyección para cada una de las piezas, en cambio para el mango del dispositivo, se realizaran dos distintos moldes, el primero donde se inyectara el alma del mango donde se inyectar el plástico que será rígido, para después inyectar el siguiente polímero que dará una sensación de suavidad.

Figura 79.

Mecanizado de moldes para inyección de plástico



Fuente: (MetalmoldesGYCSAS, 2024.)

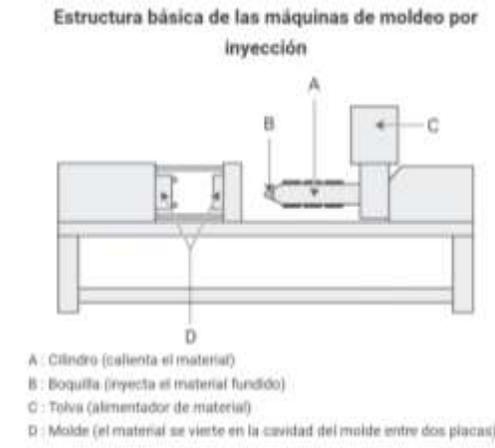
Como siguiente paso se realiza la inyección de plástico, este es un proceso de fabricación que se utiliza para producir piezas de plástico, en este proceso el plástico es fundido e inyectado al molde previamente realizado, para después dejar enfriar y este se solidifique en la forma del molde, para obtener la pieza requerida. Para este proceso se realizan los siguientes pasos:

- Preparación del molde, el molde se prepara aplicándole agentes desmoldantes para evitar que el plástico se adhiera al molde.
- Fusión del plástico, el plástico se funde en una máquina de inyección de plástico.
- Inyección del plástico, el plástico fundido se inyecta en el molde a alta presión.
- Enfriamiento y solidificación, el plástico se deja enfriar y solidificar en el molde.
- Eyección de la pieza, una vez el plástico se ha enfriado y solidificado, la pieza se expulsa del molde.

Teniendo esta opción debido a que cuenta con ventajas como las siguientes, alta presión y repetibilidad, capacidad para producir piezas complejas, adecuado para la producción de grandes volúmenes, rentable para la producción de piezas de plástico.

Figura 80.

Estructura básica de las máquinas de inyección de moldeo por inyección.



Fuente: KEYENCE CORPORATION (2024).

El proceso de fabricación del cabezal peine se detiene hasta este punto y continuara al llegar al punto de acabado, ya que una vez desmoldado no requiere ningún trabajo adicional. A diferencia del cabezal peine, los demás componentes continúan con distintos procesos de fabricación después del desmoldeo.

En el caso del mango, se realiza un proceso de inyección de silicona después del desmoldeo. Este proceso consiste en inyectar silicona líquida en un molde con la forma del mango. Llevando el siguiente proceso

Proceso de inyección de silicona para mangos de cepillos:

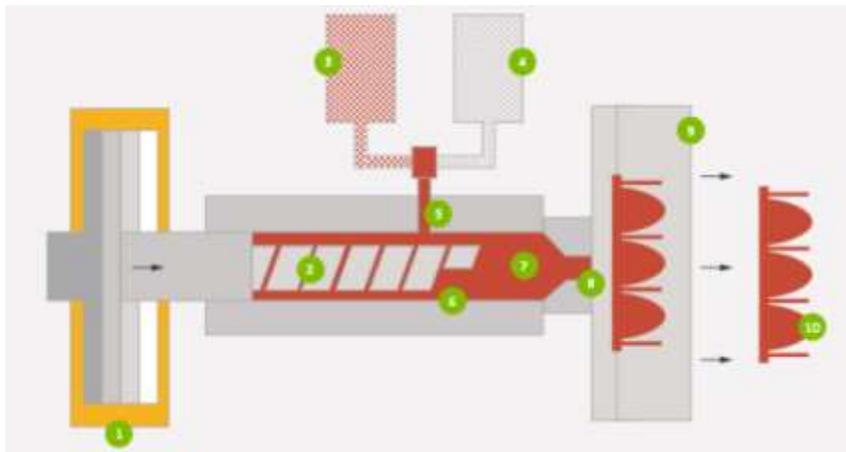
1. Preparación del molde, se utiliza un molde de metal o plástico con la forma del mango del cepillo. El molde se limpia y se aplica un agente desmoldante para facilitar la extracción del mango después del curado.
2. Preparación de la silicona, la silicona líquida se mezcla con un catalizador para iniciar el proceso de curado. La proporción de silicona y catalizador depende del tipo de silicona utilizada.
3. Inyección de la silicona, la silicona líquida mezclada se inyecta en el molde utilizando una máquina de inyección. La máquina aplica presión para forzar la silicona a llenar todas las cavidades del molde.

4. Curado, el molde se coloca en un horno o cámara de curado a una temperatura y tiempo específicos. Durante este proceso, la silicona se cura y endurece, formando una capa sólida sobre el mango.
5. Desmoldeo, una vez curada, la pieza del mango se extrae del molde. El agente desmoldante aplicado previamente facilita este proceso.

Este proceso brinda beneficios como lo son, protección: La capa de silicona protege el mango de arañazos, golpes y otros daños, Ergonomía: La silicona proporciona un agarre cómodo y antideslizante, mejorando la experiencia del usuario, Estética: La silicona se puede colorear o texturizar para crear una variedad de diseños y estilos, Durabilidad: La silicona es un material duradero que resiste el desgaste y la degradación con el tiempo.

Figura 81.

Estructura de máquina inyectora de silicona.



Fuente: ProtoLabs (2024).

Como paso siguiente de la manufactura del cabezal cepillo, y el cabezal esponja de baño se realiza el proceso de inserción de las cerdas, existen diferentes formas de poder insertar estos elementos al cabezal, pero generalmente implica los siguientes pasos

- Preparación del cabezal del cepillo, donde el cabezal del cepillo se prepara perforando orificios donde serán insertadas las cerdas.
- Carga de las cerdas, las cerdas se cargan en un alimentador o en la máquina de inserción automatizada, en este punto se colocan las cerdas con el acabado final.
- Inserción de las cerdas, cada cerda se inserta individualmente en un orificio pre-perforado en el cabezal del cepillo.

- Fijación de las cerdas, las cerdas se fijan en su lugar mediante pegamento, calor o presión
- Inspección, por último, e inspecciona para asegurarse de que todas las cerdas estén insertadas correctamente y de forma segura.

Figura 82.

Inserción de cerdas en base de cepillo.



Fuente: Yahya Ali (2023).

La única diferencia significativa en el proceso de fabricación del cabezal del peine y el cabezal de la esponja de baño radica en el tipo de cerdas utilizadas, ya que en el cabezal del peine se utiliza cerdas de nylon y en el cabezal de la esponja de baño se utiliza cerdas de pelo de jabalí. Aparte de esta diferencia en los materiales de las cerdas, el proceso de fabricación es prácticamente idéntico para ambos tipos de cabezales.

Por último, paso adicional para el cabezal esponja de baño se agrega un adhesivo en la cara del cabezal a la que no se agregaron cerdas, para posteriormente colocar el estropajo.

Antes de que el producto salga al mercado se realiza el acabado que consiste en procesos adicionales de acabado, como recorte, pulido o texturizado, para lograr el aspecto y la sensación deseados.

4.3 Fabricación de modelo de baja fidelidad.

La impresión 3D es el proceso de creación de objetos mediante el depósito de capas de material unas sobre otras. Este es un tipo de fabricación aditiva ya que se añade material para crear un objeto en lugar de eliminarlo.

En este proyecto se realizó la impresión 3D del prototipo multifuncional a partir de la impresión 3D por filamento, este es un método de fabricación aditiva en el que se utiliza un material termoplástico en forma de filamento para crear objetos tridimensionales. El filamento se funde y se deposita en capas finas sobre una plataforma de construcción, creando un objeto sólido.

Tras importar el modelo al programa de modelado 3D, se procedió a la impresión 3D del objeto. Debido a que el modelo constaba de piezas separadas, fue necesario realizar múltiples impresiones para completar la pieza final. La impresión de dichas piezas se realizó con ayuda de una impresora 3D como la que se muestra en la figura 76.

Figura 83.

Impresora 3D



Fuente: Amazon (2024).

Para garantizar una impresión correcta de cada una de las piezas, se colocaron árboles de soporte en cada una de ellas. Estos árboles no son fijos y se retiran de la pieza una vez finalizada la impresión. La figura 83 muestra en la parte izquierda la pieza con los árboles de soporte, mientras que en la parte derecha ilustra la pieza sin los soportes.

Figura 84.

Pieza con árboles de soporte y pieza sin soportes.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Una vez obtenidas todas las piezas y eliminados los residuos de plástico de los árboles de soporte, se procedió al ensamblaje de estas. Dado que los cabezales y las uniones cabezal-mango se habían impreso por separado, fue necesario unir cada una de las piezas correspondientes. Posteriormente, se unieron las partes que iban juntas para completar el ensamblaje final.

La figura 84 ilustra el ensamblaje del primer cabezal con su mango, compuesto por tres piezas. La primera pieza es el cabezal del cepillo, que, como se mencionó anteriormente, carece de cerdas debido a que su densidad es demasiado fina para ser impresa en 3D. La segunda pieza es la unión entre el cabezal y el mango, y la tercera pieza es el mango, que presenta una ranura o circunferencia donde se inserta la unión.

Figura 85.

Piezas impresas



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Como paso final para obtener un modelo de baja fidelidad capaz de realizar las tareas para las que fue diseñado, se realizaron pruebas para verificar que las uniones eran correctas y que podía llevar a cabo las actividades previstas. Posteriormente, el modelo se mostró a posibles usuarios para recabar sus comentarios y sugerencias.

La figura 85 muestra un cepillo ensamblado completo con su cabezal, unión y mango. El cepillo está diseñado para ser modular, con una unión desmontable que permite intercambiar cabezales según sea necesario. Esta característica proporciona versatilidad y personalización, lo que permite a los usuarios adaptar el cepillo a diferentes tareas o preferencias.

El cabezal del cepillo está unido al mango mediante una unión a presión que es segura y fácil de desmontar. El mango está diseñado ergonómicamente para proporcionar un agarre cómodo y facilitar su uso.

El diseño modular del cepillo permite un fácil mantenimiento y reemplazo de componentes, lo que prolonga su vida útil y reduce los costos de reparación.

Figura 86.

Dispositivo multifuncional con cabezal de peine.



Fuente: Propia (2024).

Figura 87.

Dispositivo multifuncional con el cabezal separado



Fuente: Propia (2024).

Figura 88.

Dispositivo multifuncional con cabezal de esponja.



Fuente: Propia (2024).

Figura 89.

Dispositivo multifuncional con cabezal de esponja separado.



Fuente: Propia (2024).

Figura 90.

Dispositivo multifuncional con cabezal de peine.



Fuente: Propia (2024).

Figura 91.

Dispositivo multifuncional con cabezal de peine separado.



Fuente: Propia (2024).

CAPITULO 5

EVALUACIÓN DE PROTOTIPO



La evaluación de prototipos con usuarios reales proporciona al diseñador una visión más clara de los problemas que deben resolverse en el proyecto, lo que permite enriquecer y retroalimentar la información. En este capítulo, se presenta la evaluación realizada a los modelos virtuales del dispositivo multifuncional para verificar el cumplimiento de la resistencia mecánica mediante un análisis de elementos finitos.

5.1 Análisis de Elemento Finito

El software utiliza el Método de elemento finito (FEM). El FEM es una técnica numérica para analizar diseños de ingeniería. El FEM está aceptado como el método de análisis estándar debido a su generalidad y compatibilidad para ser implementado en computadoras. (SolidWorks Corporation, 2016).

Este método se utiliza comúnmente en diversas disciplinas de la ingeniería, como el diseño de maquinaria, acústica, electromagnetismo, mecanismo de suelos, dinámica de fluidos, entre otros. En mecánica AEF es ampliamente utilizado para la solución estructural, vibración y problemas térmicos. (González et al., 2019).

En este proyecto, se emplearon modelos 3D para simular el comportamiento del dispositivo final propuesto. Las simulaciones consideraron factores cruciales como:

- **Materiales propuestos:** Se seleccionaron y asignaron propiedades de materiales realistas a los modelos 3D para representar con precisión el dispositivo final.
- **Fuerzas aplicadas:** Se determinó la magnitud y dirección de las fuerzas que se aplicarían al dispositivo en condiciones de uso reales.

Estas simulaciones permitieron analizar el comportamiento del dispositivo bajo cargas y condiciones de contorno específicas. Los resultados de las simulaciones proporcionaron información valiosa para optimizar el diseño y garantizar su funcionalidad y resistencia.

5.1.1 Fuerzas Aplicadas

La determinación de fuerza que se aplicará en la simulación. Se encontró gracias al artículo titulado “Handgrip strength and functional performance in middle-aged and older women with rheumatoid arthritis” dice que la fuerza promedio de agarre en de una mujer con artritis reumatoide es de 20 Kg (44.09 libras), que esto equivale a 196.133 N

Este estudio incluyó a 120 mujeres de mediana edad y mayores con artritis reumatoide. La fuerza de agarre se midió utilizando un dinamómetro de mano Jamar. Los resultados mostraron que la fuerza de agarre promedio fue significativamente más baja en las mujeres con artritis reumatoide que en las mujeres sanas.

Es importante tener en cuenta que este es solo un estudio, y la fuerza de agarre real de una mujer con artritis reumatoide puede variar según su edad, gravedad de la enfermedad y otros factores.

5.1.2 Materiales

En esta sección, se trata detenidamente la selección apropiada de materiales, dado que esta elección tiene un impacto directamente a la usabilidad, así como al correcto funcionamiento del dispositivo multifuncional.

Tabla 18.*Tabla de Materiales para el Dispositivo Multifuncional.*

Pieza	Material	Característica Principal
Alma del mango	Polipropileno homopolímero	Excelente relación resistencia-peso, fácil soldadura y mecanizado
Superficie del mango	Elastómero De Silicona	Tacto suave y su capacidad de deformarse bajo presión
Cabezal peine	Polipropileno homopolímero	Excelente relación resistencia-peso, fácil soldadura y mecanizado
Cabezal cepillo	Polipropileno homopolímero	Excelente relación resistencia-peso, fácil soldadura y mecanizado
Cerdas del cepillo	Nailon 6	Resistencia al choque, fatiga y bajas y altas temperaturas.
Cabezal esponja de baño	Polipropileno homopolímero	Resistencia al choque, fatiga y bajas temperaturas
Estropajo	Nailon 6	Fuerte, duradera y resistente a la abrasión
Cerdas de baño	Cerdas de Jabalí	Delicadas, duraderas y resistentes

Fuente: SolidWorks (2022).

Polipropileno Homopolímero

El polipropileno homopolímero es un tipo de polipropileno que se obtiene mediante la polimerización de propileno puro. Ofrece una excelente relación resistencia-peso, fácil soldadura y mecanizado. Es el tipo de polipropileno más común, especialmente en la industria química, debido a su resistencia a la corrosión, estabilidad térmica y rigidez. Por estas mismas características que ofrece dicho material, de los 3 tipos de polipropileno, el que se utiliza habitualmente para fabricar cepillos para el cabello es este, ya que ofrece un buen equilibrio de propiedades como resistencia, rigidez y resistencia al calor.

Tabla 19.

Datos técnicos del PP Homopolímero.

Propiedad	Valor	Unidad
Módulo elástico	1790	N/mm ²
Coefficiente de Poisson		N/D
Modulo cortante		N/mm ²
Densidad de masa	933	Kg/m ³
Límite de tracción	33	N/mm ²
Límite de compresión	39.3	N/mm ²
Limite elástico	230,000,000	Pa
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica	0.117	W/(m-K)
Calor específico		J/(kg-K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Fuente: SolidWorks (2022).

Elastómero De Silicona

Los elastómeros de silicona son materiales compuestos por polímeros de silicona entrelazados en una estructura tridimensional, lo que les confiere flexibilidad y capacidad de deformación bajo fuerza externa. Son inertes, no tóxicos y biocompatibles, lo que los hace adecuados para una amplia gama de aplicaciones. En el sector médico, se utilizan para implantes, prótesis y otros dispositivos médicos. En la industria automotriz, se emplean para juntas, sellos y mangueras. También se utilizan en electrónica para aislamiento de cables y encapsulado de componentes.

En el diseño de mangos, los elastómeros de silicona son ventajosos debido a su tacto suave y su capacidad de deformarse bajo presión, volviendo a su forma original una vez liberada la fuerza. Esta propiedad los hace ideales para mangos ergonómicos y cómodos en diversos productos, como cepillos de cabello, herramientas y utensilios de cocina.

Tabla 20.*Datos técnicos de elastómero de silicona.*

Propiedad	Valor	Unidad
Módulo elástico	6.1	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.49	N/D
Modulo cortante	2.9	N/mm ²
Densidad de masa	1000	Kg/m ³
Límite de tracción	13.7871	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Limite elástico	9.23737	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	0.00067	/K
Conductividad térmica	0.14	W/(m-K)
Calor específico		J/(kg-K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Fuente: SolidWorks (2022).

Nailon 6

Este plástico es una poliamida lineal termoplástica sintética, es decir que es de baja densidad y gran estabilidad térmica. Su denominación química es Poliamida 6, la abreviatura DIN es PA6 y el material es prácticamente cristalino. Destaca frente a otros plásticos de ingeniería por su gran tenacidad y resistencia al choque, fatiga y bajas temperaturas.

Esto significa que los cepillos de cabello con cerdas de nailon 6 pueden soportar uso frecuente sin romperse o desgastarse. Además, que el nailon 6 es resistente al calor, lo que los cepillos de cabello con cerdas que cuentan este material se pueden utilizar con secadores de pelo sin dañarse.

Tabla 21.*Datos técnicos del Nailon 6.*

Propiedad	Valor	Unidad
Módulo elástico	8300	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.28	N/D
Modulo cortante	3200	N/mm ²
Densidad de masa	1400	Kg/m ³
Límite de tracción	142.559	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Limite elástico	139.043	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	3e-05	/K
Conductividad térmica	0.53	W/(m-K)
Calor específico	1500	J/(kg-K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Fuente: SolidWorks (2022).

Cerdas de jabalí

La obtención de este producto, como su nombre hace referencia se obtiene de los jabalís, los cuales son criados en grajas y forma similar a las ovejas se le quita su pelo para la comercialización de este producto. Ya que son cerdas naturales son suaves y delicadas lo que las hace ideales para pieles sensibles. También son duraderas y resistentes, por lo que pueden soportar un uso regular. Las cerdas de jabalí ayudan a exfoliar la piel, eliminar el celular muertas y mejorar la circulación sanguínea.

5.1.3 Simulación

En el presente estudio, se emplearon tres modelos 3D debido a que el dispositivo multifuncional cuenta con tres cabezales diferenciados, por lo que se llevó a cabo una evaluación del modelo con respecto a cada uno de ellos.

A estos modelos se les asignaron sujeciones fijas, representadas gráficamente mediante flechas de color verde.

En un apartado previo, se determinó la fuerza que se aplicará a estos modelos, la cual asciende a 196,133 N. Este valor corresponde al promedio de fuerza que pueden ejercer las mujeres con artritis reumatoide y se representará mediante flechas moradas.

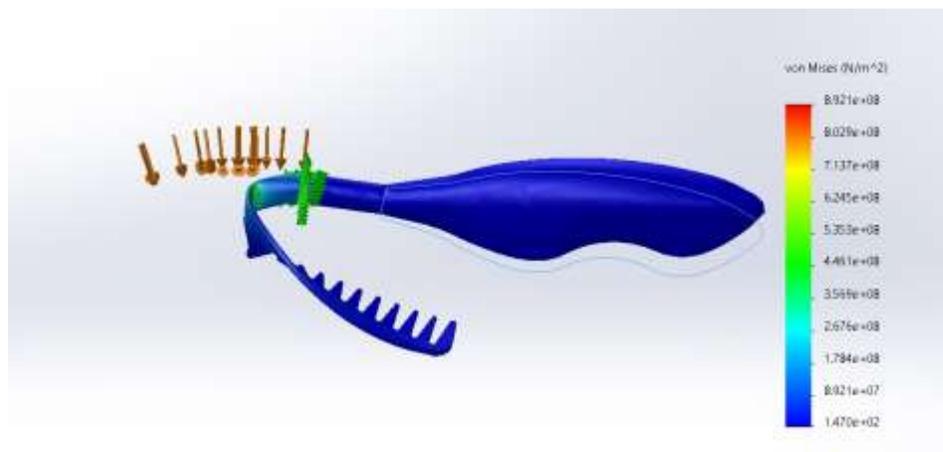
Para el análisis estático del mango con el cabezal del peine, se consideraron tres puntos potenciales de aplicación de fuerza sobre el peine:

- Punto 1: Parte superior del peine (canto del peine)
- Punto 2: Lado lateral del peine, aplicando la fuerza a lo largo de todo el lado derecho (la reacción sería equivalente si se aplicara en el lado izquierdo)
- Punto 3: Zona de los dientes del peine

Esta selección de puntos se realizó considerando las posibles formas en que un usuario podría interactuar con el peine y aplicar fuerza sobre él.

Figura 92.

Análisis Estático de tensión en el canto del peine.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

En el análisis, se observaron zonas marcadas con un color cercano al rojo. Para determinar si estas zonas representaban un problema potencial, se calculó el factor de seguridad (FS).

El factor de seguridad es un parámetro utilizado en el diseño mecánico para evaluar la capacidad de un componente o sistema para soportar cargas o esfuerzos sin sufrir fallas o deformaciones permanentes. La fórmula para calcular el factor de seguridad es la siguiente:

$$FS = \text{Tensión máxima} / \text{Limite elástico}$$

Donde:

- Limite elástico: Es el punto en el que un material comienza a deformarse plásticamente, significando que el material se deforma permanentemente cuando se aplica una fuerza superior a este límite.
- Tensión máxima: Es la tensión más alta experimentada por el componente o sistema bajo las cargas o esfuerzos aplicados.

Un factor de seguridad menor que 1 indica que el componente o sistema es capaz de soportar las cargas o esfuerzos aplicados sin fallar.

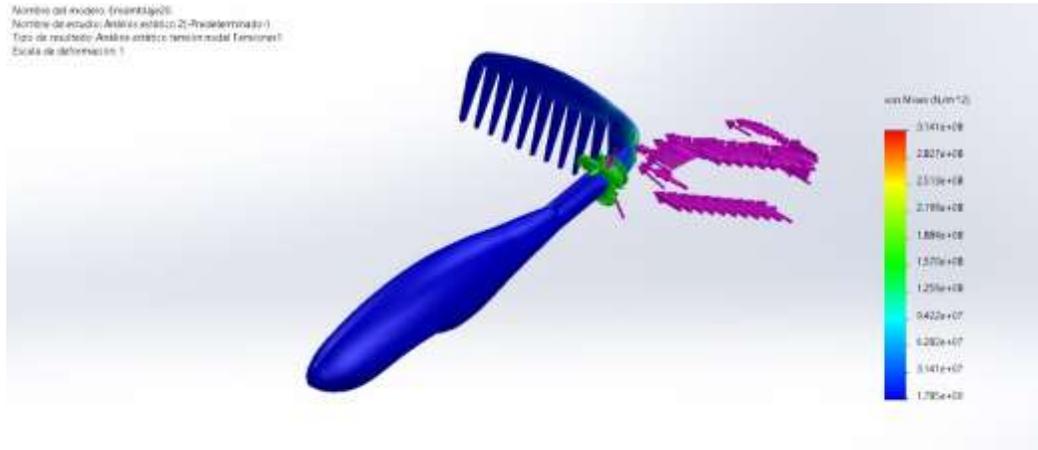
El material establecido para estos modelos es PP homopolímero el cual tiene un límite elástico de 230,000,000 Pa.

$$F_s = \frac{89210000 \text{ Pa}}{37000000 \text{ Pa}} = 3.8786$$

El resultado obtenido queda por arriba del límite que es 1, por lo que es correcto inferir que el modelo no soporta los materiales; teniendo inconvenientes al aplicar la fuerza en este punto.

Figura 93.

Análisis Estático del Peine realizando la fuerza desde el lateral.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

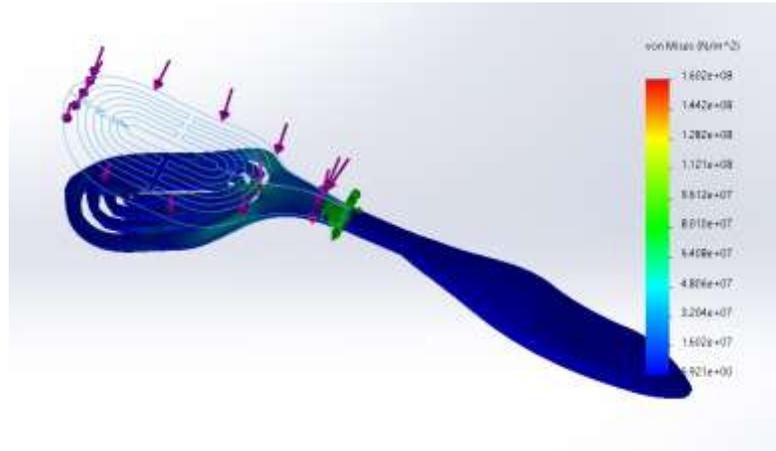
En este análisis se tomarán en cuenta los mismos valores sobre el límite elástico ya que es el mismo material, también se realizó con la misma fuerza ya que esta será una constante en cada uno de los análisis. Por lo que el factor de seguridad para este estudio es el siguiente

$$FS = \frac{317100000}{230000000} = 1.3786$$

Teniendo el mismo resultado que en anterior estudio se rectifica que tendrá inconvenientes debido a que supera el factor de seguridad.

Figura 95.

Análisis estático dispositivo multifuncional cabezal cepillo evaluación 2



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

El cálculo del factor de seguridad se realizará con datos anteriormente utilizados, para poder corroborar que este se menor a 1, teniendo como valor de la tensión máxima el mostrado en la figura 90.

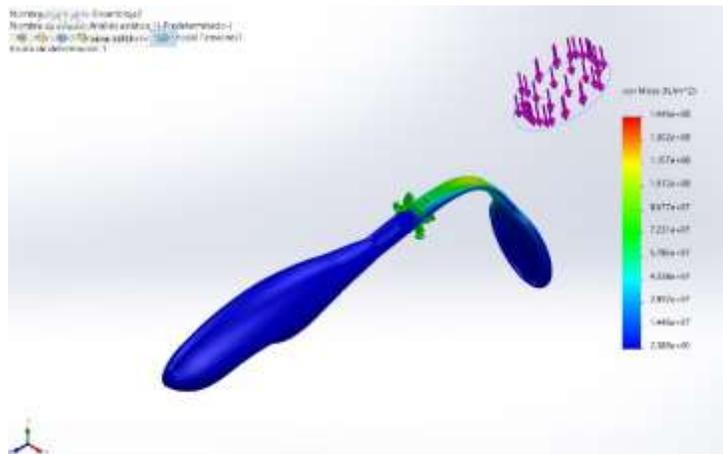
$$FS = \frac{160200000}{230000000} = 0.6965$$

Debido a que el factor de seguridad arrojó un valor menor a 1 podemos inferir que el dispositivo soporta la fuerza aplicada sin inconvenientes.

Realizando los estudios pertinentes hacia el dispositivo con el cabezal de cepillo y arrojando con éxito que en ninguno de los casos se sobrepasa él es factor de seguridad. Se concluye que el diseño es factible para su evaluación.

Figura 96.

Análisis estático del dispositivo multifuncional con cabezal esponja de baño.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

En la evaluación inicial del dispositivo con este cabezal, los soportes fijos se colocaron en la unión entre el cabezal y el mango. Si bien esta unión no es fija en el sentido de que el cabezal puede quitarse y ponerse, para los propósitos de este estudio se representó como una unión fija. La fuerza se aplicó en toda la parte superior del cabezal esponja de baño, pero debido a que tienen la misma geometría tanto como el lado inferior como el superior solo se hará un solo estudio de esto en comparación al anterior y como segundo estudio se realizará la aplicación de la fuerza en los cantos del cabezal.

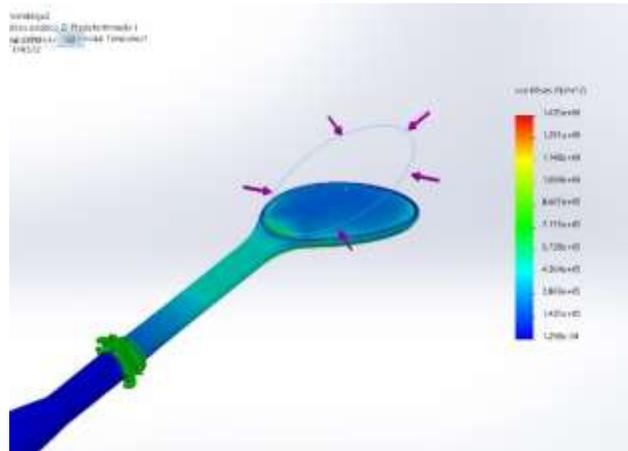
El cálculo del factor de seguridad se realizará con datos anteriormente utilizados, para poder corroborar que este se menor a 1, y con el valor de tensión máxima encontrado en la figura 91.

$$FS = \frac{144600000}{230000000} = 0.6286$$

Debido a que el factor de seguridad arrojó un valor menor a 1 podemos inferir que el dispositivo soporta la fuerza aplicada sin inconvenientes.

Figura 97.

Segundo Análisis estático del Dispositivo con el cabezal de esponja de baño.



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

El cálculo del factor de seguridad se realizará con datos anteriormente utilizados, para poder corroborar que este se menor a 1, teniendo como valor de la tensión máxima el mostrado en la figura 92.

$$FS = \frac{143500000}{230000000} = 0.6239$$

Debido a que el factor de seguridad arrojó un valor menor a 1 podemos inferir que el dispositivo soporta la fuerza aplicada sin inconvenientes.

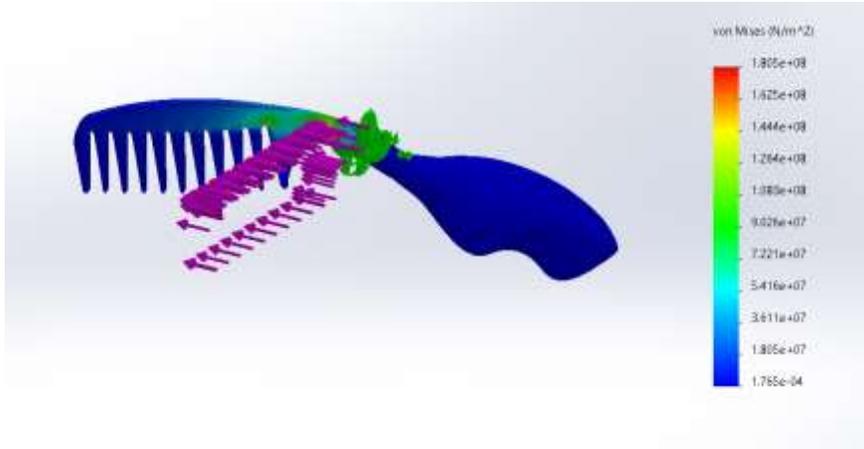
Realizando los estudios pertinentes hacia el dispositivo con el cabezal de esponja de baño y arrojando con éxito que en ninguno de los casos se sobrepasa él es factor de seguridad. Se concluye que el diseño es factible para su evaluación.

Con motivo de poder tener un diseño que cumpla con el factor de seguridad se tuvo que realizar una modificación al modelo del cabezal del peine ya que el valor de factor de seguridad del anterior diseño excedía el valor 1 ocasionando que este modelo tuviera fallas al momento de aplicarle las fuerzas al realizar la actividad, debido a esto se incrementó el

grosor del peine, con este nuevo modelo del cabezal se realizaron las mismas pruebas que al anterior arrojando los siguientes resultados.

Figura 98.

Primer Análisis estático del Dispositivo con el cabezal modificado,



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

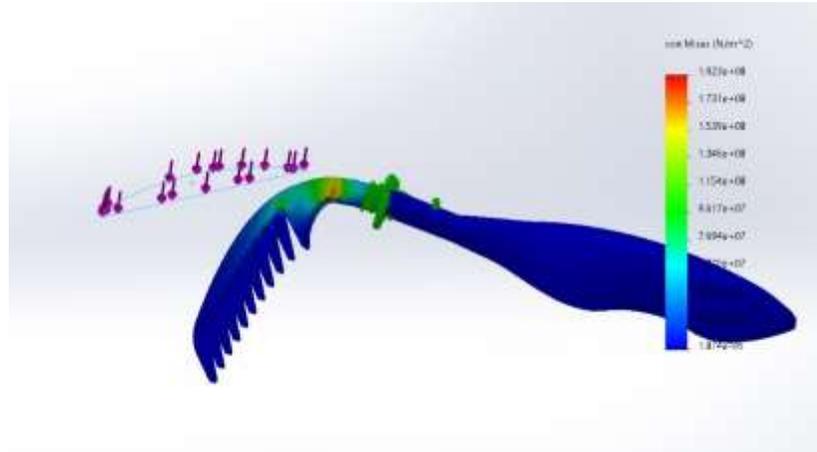
El cálculo del factor de seguridad se realizará con datos anteriormente utilizados, para poder corroborar que este se menor a 1, teniendo como valor de la tensión máxima el mostrado en la figura 93.

$$FS = \frac{180500000}{230000000} = 0.7847$$

Debido a que el factor de seguridad arrojó un valor menor a 1 podemos inferir que el dispositivo soporta la fuerza aplicada sin inconvenientes.

Figura 99.

Segundo Análisis estático del Dispositivo con el cabezal modificado



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

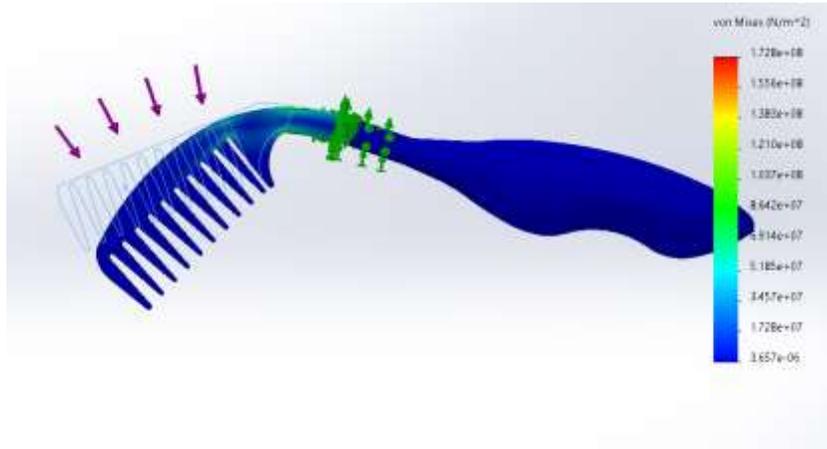
El cálculo del factor de seguridad se realizará con datos anteriormente utilizados, para poder corroborar que este se menor a 1, teniendo como valor de la tensión máxima el mostrado en la figura 94.

$$FS = \frac{180500000}{230000000} = 0.8360$$

Debido a que el factor de seguridad arrojó un valor menor a 1 podemos inferir que el dispositivo soporta la fuerza aplicada sin inconvenientes.

Figura 100.

Tercer Análisis estático del Dispositivo con el cabezal modificado



Fuente: Elaboración Propia. (2024).

El cálculo del factor de seguridad se realizará con datos anteriormente utilizados, para poder corroborar que este se menor a 1, teniendo como valor de la tensión máxima el mostrado en la figura 95.

$$FS = \frac{172800000}{230000000} = 0.7513$$

Debido a que el factor de seguridad arrojó un valor menor a 1 podemos inferir que el dispositivo soporta la fuerza aplicada sin inconvenientes.

Realizando los estudios pertinentes hacia el dispositivo con el cabezal del peine modificado y arrojando con éxito que en ninguno de los casos se sobrepasa él es factor de seguridad. Se concluye que el diseño es factible para su evaluación.

5.2 Evaluación del prototipo con usuarios.

A pesar de que una evaluación previa con un prototipo similar arrojó un alto porcentaje de similitud con el prototipo actual, es de suma importancia realizar una nueva evaluación con usuarios. Esta evaluación proporciona información invaluable sobre la usabilidad, funcionalidad y aceptación general del dispositivo por parte de los usuarios potenciales.

Las modificaciones tanto de diseño como funcionales implementadas en el prototipo actual justifican esta reevaluación. Incluso cambios aparentemente menores pueden tener un impacto significativo en la experiencia del usuario.

Se realizó una prueba de usabilidad con dos usuarias potenciales para evaluar el dispositivo multifuncional. El objetivo de la prueba era conocer sus opiniones sobre las características de usabilidad del dispositivo, incluyendo su tamaño, función y manipulación.

La prueba incluyó una variedad de tareas que las usuarias debían realizar con el dispositivo. Se recopilaron datos sobre el rendimiento de las usuarias, sus opiniones y los problemas de usabilidad que encontraron. Los datos se analizaron para identificar áreas de mejora en el diseño del dispositivo multifuncional.

5.2.1 Desarrollo de la evaluación

Para evaluar el prototipo fabricado, se acudió a las instalaciones del asilo “Casa del abuelo” en la Heroica ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, donde se contó con la colaboración de dos mujeres diagnosticadas con artritis reumatoide. La primera usuaria, de 91 años, presenta afectación en los dedos, cabello lacio y corto, y experimenta dificultades para realizar actividades debido al dolor causado por la enfermedad. La segunda usuaria, de 82 años, aunque con deformaciones menos evidentes en los dedos. Sin embargo, el dolor asociado a la enfermedad limita sus actividades de aseo e higiene personal.

Para llevar a cabo la evaluación del dispositivo con cada posible usuaria, se siguió un protocolo establecido (Anexo D). En primer lugar, se dispuso una mesa sobre la que se colocaron todas las piezas del dispositivo. A continuación, se realizó una introducción al proyecto, explicando su origen y las dificultades encontradas durante el proceso de diseño. Posteriormente, se solicitó a las usuarias que realizaran las actividades previstas para la evaluación.

A continuación, se presentan algunas fotografías capturadas durante las evaluaciones realizadas con ambas usuarias. Estas imágenes proporcionan evidencia visual del proceso de evaluación y permiten observar la interacción de las usuarias con el dispositivo.

Figura 101.

Usuaría colocando el cabezal esponja de baño.



Fuente: Propia (2024).

Figura 102.

Usuaría realizando el agarre del mango.



Fuente: Propia (2024).

Figura 103.

Usuaris realizando la actividad de peinado.



Fuente: Propia (2024).

Figura 104.

Usuaris realizando la actividad de cepillado.



Fuente: Propia (2024).

Figura 105.

Usuarias utilizando el dispositivo con el cabezal de esponja de baño.



Fuente: Propia (2024).

5.2.2 Resultados obtenidos.

En las matrices de ponderación generadas a partir de las pruebas de usabilidad realizadas con las dos posibles usuarias para este dispositivo teniendo en cuenta tres puntajes para evaluar la facilidad de uso. Se asignó un puntaje de 10 si el prototipo fue muy fácil de utilizar, 6 si el prototipo fue más o menos fácil de utilizar y 0 si el producto fue muy difícil de utilizar.

Primera prueba de usabilidad con las usuarias.

En la tabla 22 se pueden observar los puntajes otorgados por la primera posible usuaria.

Tabla 22.

Matriz de ponderación de prueba de usabilidad con la primera usuaria.

Prueba de usabilidad a la primera posible usuaria.			
Actividad/ Pregunta realizada	Grado de facilidad de uso.		
	10 (Muy fácil)	6 (Mas o menos fácil)	0 (Difícil)
Cambio de cabezal / ¿Qué tan fácil fue cambiar entre un cabezal y otro?	•		
Peinado / ¿Qué tan fácil fue realizar la actividad?	•		
Cepillado / ¿Qué tan fácil fue realizar la actividad?		•	
Tallado de cuerpo / ¿Qué tan fácil fue realizar la actividad?	•		
Total	36 puntos		

Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Las respuestas con los comentarios extras sobre cada actividad son los siguientes:

Actividad cambio de cabezal, puntaje obtenido 10: El cambio de cabezal fue más fácil de lo que creí, no se requiere tanta fuerza tanto para sacarlo como para meterlo.

Actividad peinada, puntaje 10: Se me hizo muy fácil, ya que lo largo del peine hizo que fuera más fácil realizar esta actividad.

Actividad cepillada, puntaje 6: pude realizar la actividad fácil, pero es una actividad ya no realizo mucho ya que como tengo el cabello corto no es necesario el cepillo, con el puro peine.

Actividad tallada del cuerpo, puntaje 10: Fue muy fácil, me ayudaría mucho, ya que no puedo llegar a todos lados como con este, mis hijas me hicieron un estropajo para que pudiera bañarme, pero aun así me cuesta.

Comentario final: “Creo que es un objeto que ayudaría a muchas personas, en especial creo que brinda oportunidades de un cambio, ya que si tuviera este tipo de cepillo tal vez no me hubiera cortado el cabello tan corto, muy buena idea hijo, que bueno que pensaste en nosotras.”

En la tabla 22 se pueden observar los puntajes otorgados por la segunda usuaria.

Tabla 23.

Matriz de ponderación de prueba de usabilidad con la segunda usuaria.

Prueba de usabilidad a la segunda posible usuaria.			
Actividad/ Pregunta realizada	Grado de facilidad de uso.		
	10 (Muy fácil)	6 (Mas o menos fácil)	0 (Difícil)
Cambio de cabezal / ¿Qué tan fácil fue cambiar entre un cabezal y otro?	•		
Peinado / ¿Qué tan fácil fue realizar la actividad?		•	
Cepillado / ¿Qué tan fácil fue realizar la actividad?	•		
Tallado de cuerpo / ¿Qué tan fácil fue realizar la actividad?	•		
Total	36 puntos		

Fuente: Elaboración Propia. (2024).

Las respuestas con los comentarios extras sobre cada actividad son los siguientes:

Actividad cambio de cabezal, puntaje obtenido 10: Es muy fácil, no me di cuenta de que tenía un lado específico de donde ponerlo, pero aun así lo pude meter.

Actividad peinada, puntaje 6: Fue fácil, solamente que a mí me gustaría más que los dientes del peine fueran más y más tupiditos.

Actividad cepillada, puntaje 10: Me gusto, casi no ocupo el cepillo, pero con este fue bastante fácil realizar la actividad.

Actividad tallada del cuerpo, puntaje 10: Me gustó mucho realizar esta actividad, fue muy fácil el poder llegar a tallarme casi todo mi cuerpo.

Comentario final: “Van a vender este producto o como lo podemos conseguir, me intereso mucho, más el que es para tallarse algo así me hace falta todos los días, es una muy buena idea, el mango me gusto que fuera tan ligero, solo este material lo siento un poco duro.

Finalmente, se establecieron las siguientes escalas para determinar el grado de cumplimiento del dispositivo multifuncional con las características de usabilidad:

- Muy fácil de usar: Puntuación de 26 a 40 puntos

- Más o menos fácil de usar: Puntuación de 11 a 25 puntos
- Muy difícil de usar: Puntuación de 0 a 11 puntos

De acuerdo con las puntuaciones obtenidas por las posibles usuarias, se verificó que el prototipo es fácil de utilizar, cumpliendo satisfactoriamente con las características de usabilidad.

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación describe el proceso de desarrollo de una propuesta de dispositivo multifuncional para higiene y aseo personal dirigido a mujeres con artritis reumatoide en situación funcional grado III.

Siguiendo la metodología de Ulrich y Eppinger, se abordaron los primeros cinco pasos de manera integral, estableciendo objetivos y metas claros desde el inicio del proyecto. Estos objetivos y metas se cumplieron satisfactoriamente, lo que demuestra la validez y eficacia de la metodología utilizada.

En la fase inicial de la tesis, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva para identificar las consideraciones ergonómicas, antropométricas, de materiales y funcionales necesarias para el diseño del dispositivo. A pesar de la limitada información disponible sobre el diseño de objetos específicos para este dispositivo, se decidió esbozar y elaborar modelos para realizar pruebas de usabilidad y funcionalidad con las usuarias.

El estrecho contacto con las posibles usuarias permitió concluir que las características geométricas del dispositivo debían incluir: Tamaños medianos a grandes, Formas circulares para facilitar el agarre, Formas orgánicas sin ángulos que pudieran causar molestias. Estas consideraciones de diseño se implementaron en el dispositivo final, lo que resultó en un producto cómodo y funcional que mejora significativamente la calidad de vida de las mujeres con artritis reumatoide.

La recopilación de los requisitos de diseño fue crucial para esta tesis, ya que a partir de ellos se generaron diversas propuestas de diseño tanto para el mango como para sus diferentes cabezales. Inicialmente, se bocetaron en papel todas las ideas y luego se crearon modelos de baja fidelidad. Estos modelos permitieron realizar una evaluación exploratoria de usabilidad. La evaluación reveló que se necesitaban cambios, principalmente en la unión entre el mango y los cabezales. Las propuestas iniciales no eran completamente funcionales.

Una vez que se hicieron las mejoras en el diseño del dispositivo, se construyó el prototipo, los cuales sirvieron para efectuar la evaluación final. Se analizaron distintas opciones en procesos de manufactura para su rápida generación, de la cual se optó por la impresión 3D, pero antes de esto se realizó el modelado de cada una de las partes de las que está compuesto el dispositivo.

Se utilizó el software CAD (SolidWorks ®) para crear modelos 3D y realizar un análisis de resistencia mecánica del modelo con sus diferentes cabezales. Esta evaluación reveló que uno de los modelos de cabezal necesitaba un ancho mayor, ya que no cumplía con el factor de seguridad adecuado.

En la evaluación final de usabilidad, las usuarias potenciales opinaron que el prototipo era agradable, funcional, seguro, útil, cómodo y atractivo. Además, se cumplieron todas las metas propuestas, incluida la satisfacción de brindar a los usuarios un producto que satisface sus necesidades.

El desarrollo de este dispositivo multifuncional representa un avance significativo en el campo de la asistencia técnica para personas con artritis reumatoide. El dispositivo tiene el potencial de mejorar su calidad de vida al facilitarles las tareas de higiene y aseo personal, promoviendo así su autonomía e independencia.

TRABAJOS A FUTURO

A partir de la investigación realizada en esta tesis, se podrían realizar los siguientes trabajos:

- Evaluar la eficiencia y eficacia del dispositivo multifuncional para aseo e higiene personal en un universo más amplio de usuarios. Esto implicaría ampliar el estudio a un grupo más grande de participantes, incluyendo diferentes materiales en la fabricación del producto.
- Registrar la patente del diseño desarrollado y su producción a mayor escala. Esto permitiría proteger la propiedad intelectual del dispositivo y facilitar su comercialización a un público más amplio.

Es importante destacar que la mayoría de las mujeres encuestadas y evaluadas mostraron un gran interés en adquirir el dispositivo, lo que sugiere un potencial mercado para este producto.

REFERENCIAS

- Álvarez, B. (2005). El libro de la artritis reumatoide. Ediciones Diaz de Santos S. A. https://books.google.com.mx/books?id=WcmWFbQCVLAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
- Álvarez, B. (2005). El libro de la artritis reumatoide. Ediciones Diaz de Santos S. A. https://books.google.com.mx/books?id=WcmWFbQCVLAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
- Amazon Mexico (2023). Slick – Loofah con asa, esponja de lufa. https://www.amazon.com.mx/Slick-esponja-espalda-suministrosestopajo/dp/B08KTP75BD/ref=sr_1_10?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=1SU28TWTFQ0YA&keywords=estropajo+con+mango+largo&qid=1676258175&s=hpc&srefix=estropajo+con+mango+largo+%2Chpc%2C184&sr=1-10
- Amazon México (2023). Juego de Cepillo Y Peine de Mango Largo. https://www.amazon.com.mx/Cepillo-Personas-Mayores-MovilidadLimitada/dp/B09GBLHD9W/ref=sr_1_1?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=2XVA0AAVEBCT1&keywords=Peine+de+mango+largo+para+personas+mayores+con+movilidad+reducida.&qid=1674524990&srefix=peine+de+mango+largo+para+personas+mayores+con+movilidad+reducida+%2Caps%2C173&sr=8-1
- American Academy of Dermatology. (2020). Skin care for men. Recuperado de <https://www.aad.org/public/everyday-care/skin-care-basics/care/men>
- American Dental Association (ADA). (2021). Brushing Your Teeth. Recuperado de <https://www.mouthhealthy.org/en/az-topics/b/brushing-your-teeth> 43
- Anaya, J., Delgado-Vega, A., Martín, J., Granados, J. Epidemiología genética de la artritis reumatoide: ¿qué esperar de América Latina? Biomédica vol.26 no.4 Epidemiología genética de la artritis reumatoide: ¿qué esperar de América Latina? (scielo.org.co)
- Ávila, R., Prado, L. y González (2007). Dimensiones Antropométricas de población latinoamericana (2da. Ed.) Universidad de Guadalajara.
- Armenteros, R., Gómez, A., Hernández, C., Molinero, C., Prada, D., Reye, Y., Solís, U. Evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con artritis reumatoide en el Centro de Reumatología Rev Cuba Reumatol vol.17 no.1 Evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con artritis reumatoide en el Centro de Reumatología (sld.cu).
- ASTM F2075-15, Standard Specification for Engineered Wood Fiber for Use as a Playground Safety Surface Under and Around Playground Equipment. (2015). <https://www.astm.org/Standards/F2075.htm>
- Aureal, M., Coury, F., Machuca, I. (2020). Rheumatoid Arthritis in the View of Osteoimmunology, Biomecules vol 11, no.48 <https://doi.org/10.3390/biom11010048>
- Battle-Gualda, E., Chalmeta, C.,(2002). Calidad de vida en la artritis reumatodie Revista Española de Reumatología Vol. 1. Num. S1. Pag. 9-21. <https://www.elsevier.es/esrevista-revista-espanola-reumatologia-29-articulo-calidad-vida-artritis-reumatoide13040337>

Bernal, A., Gallegos, R., Paz, G. (2021). Perfil del estilo de vida y actividad inflamatoria en personas con artritis reumatoide *Enferm. univ* 17 (2).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-70632020000200121&script=sci_arttext#aff1

Camacho, K., Martínez, T., Ortiz, L., Urbina, K. (2019). Artritis reumatoide en el adulto mayor. *Rev Cuba Reumatol* vol.21 no.3 La Habana.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1817-59962019000300007&script=sci_arttext&lng=pt44

Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (2021). El lavado de las manos en la comunidad: Lasa manos limpias salvan vidas. Preguntas frecuentes sobre la higiene de las manos | El lavado de las manos | CDC

Chalapud-Narváez, L., Molano-Tobar, D., Molano-Tobar, N. (2022). Percepción de actividad física en mujeres con artritis reumatoide en Popayán, Colombia.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2665-20562022000200050

Chiriboga, P. (2021). Terapia Manual en el dolor crónico por Artritis Reumatoide [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo].
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7811/1/6.%20TRABAJO%20DE%20TITULACION%20PAUL%20ADRIAN%20CHIRIBOGA-TER-FISC.pdf>

Colgate. (2021). Dental hygiene: Brushing and flossing your teeth. Recuperado de <https://www.colgate.com/en-us/oral-health/basics/brushing-and-flossing/dental-hygienebrushing-and-flossing-your-teeth>

Conartritis (2020). El 42% de las personas con artritis reumatoide necesita ayuda para realizar las actividades cotidianas. Coordinadora Nacional de Artritis. El 42% de las personas con artritis reumatoide necesita ayuda para realizar las actividades cotidianas - ConArtritis

Davis, A., DiCuccio, K., Miller, A., (2009). The 3 Minute Musculoskeletal & Peripheral Nerve Exam. Estados Unidos: DemosMedical

Combe B, Lukas C, Morel J. Artritis reumatoide del adulto: epidemiología, clínica y diagnóstico. *EMC-Aparato locomotor*. 2015; 48(4): 1-17. [https://doi.org/10.1016/S1286-935X\(15\)74992-](https://doi.org/10.1016/S1286-935X(15)74992-)

Dul, J. y Weerdmeester, B. *Ergonomic for beginners* (2001) : A quick reference guide (2nd ed.) Taylor & Francis Inc.

Dapozo, G., Estayno, M., Greiner, C., Mascheroni, M. (2013). Una propuesta tecnológica para contribuir a la evaluación de la usabilidad del software, *Ingeniería de usabilidad* 1(4). <https://doi.org/10.18294/relais.2013.125-134>

Freire Salazar, S. (2022) Implementación de una guía Educativa para la promoción de hábitos y estilos de vida saludables en niños de edad escolar, parroquia Cacha, diciembre 2021 – enero 2022 [Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. 20T01601.pdf (epoch.edu.ec)

Freivalds, A. y Niebel (2009). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Duodécima edición McGRAW-HILL/Interamericana editores, S.A. de C.V.

Flores, C. (2001). *Ergonomía par el diseño*. D. R. Librería S.A. de C.V.

Gaetan, G., Martin, A., Saldaño, V., Vilte, D. (2015) IDENTIFICANDO BARRERAS EN LA INTERACCIÓN CON FACEBOOK: UNA EX PERIENCIA CON ADULTOS MAYORES DE

LA PATAGONIA AUSTRAL Informe Científico Técnico UNPA, ISSN-e 1852- 4516, Vol. 7, Nº. 2, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5179332> 45

Gil, R., Prada, D., Hernández, C., Gomez, A., Reyes, Y., Solis, U., Molinero, C. (2015). Evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con artritis reumatoide en el Centro de Reumatología Rev Cuba Reumatol vol.17 no.1 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-59962015000100008

Gómez-Ramírez OJ, Carrillo-González GM. (2020) Indagación narrativa y calidad de vida en mujeres con artritis reumatoide. Rev. Fac. Med. 2020;68(3). doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v68n3.75195>.

Grupo de Diseño disciplinas sociomédicas. (2007) La higiene personal y la salud. Salud Comunitaria y familiar vol 2. https://www.researchgate.net/profile/Alina-M-SegredoPerez/publication/303365752_La_higiene_personal_y_la_salud/links/573e3f3e08ae298602e6e1f8/La-higiene-personal-y-la-salud.pdf

Gonçalves, K., Ribeiro-Samora, G., Kakehasi, A., Paccini, L. (2019). Handgrip strength and functional performance in middle-aged and older women with rheumatoid arthritis. DOI: 10.1590/1809-2950/17021426042019

Harvard Health Publishing. (2021). Nutrition and Health. Recuperado de <https://www.health.harvard.edu/topics/nutrition-and-health>
<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/17697/1/20T01601.pdf>
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/66113/HIGIENE%20PERSONAL%20DEL%20ADULTO%20MAYOR-split-merge.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

ISO 11240:2013(en), Brushware — Bristle brushes. (2013). <https://www.iso.org/standard/54987.html>

Fernández, L.C., Vázquez, B., Fernández L., Moreno, P., Fruns, I., Liso, J. (2008). Calidad de vida en pacientes con artritis reumatoide en tratamiento ambulatorio con anti-TNF, *Farmacia Hospitalaria*, vol. 32. 3, <https://www.redalyc.org/pdf/3659/365961777007.pdf>

Mayo Clinic. (2021). Daily cleansing tips for sensitive skin. Recuperado de <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/atopic-dermatitis-eczema/in-depth/skincare/art-20048237>

Medical News Today. (2020). Hair care tips and remedies. Recuperado de <https://www.medicalnewstoday.com/articles/320521> 46

Molano, N., Vélez, R., Villaquirán, A. (2020). Actividad física en mujeres con artritis reumatoide (Popayán, Colombia). <https://revia.areandina.edu.co/index.php/IA/article/view/1593>

Moore, K., Dailey, A., Agur, A. (2013). Anatomía con orientación clínica (7a ed.) Lippincott Williams & Wilkins.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). Lavado de manos. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/q-a-hand-hygiene-and-covid-19>

Pérez Recalde, M. (2021) Productos de apoyo para personas con artritis reumatoide: revisión sistemática [Tesis de grado, Universidad de Oviedo].

<https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/63248> Roque Latorre, P. (2018). Educación para la salud (2a. ed.). Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/40540>

Roque Latorre, P. (2018) Educación para la salud. Grupo Editorial Patria

- Rodríguez, D., Ruiz, C., Nieto, M., Leuro, S., Gómez, M. (2020). La manp. Aspectos anatomicos I. Generalidades, osteología y artrología. Morfolia – Vol. 12 – No. 1.
- Reyes, J. y Valdes, R. Higiene personal del adulto mayor [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Del Estado de Mexico]. HIGIENE PERSONAL DEL ADULTO MAYOR-split-merge.pdf (uaemex.mx)
- Kapandji, A. (2006). Fisiología articular. Esquemas comentados de mecánica humana (6ta ed.) Medica panamericana.
- Krug, S. (2006). *No me hagas pensar, Una aproximación a la usabilidad en la web* (J. Diaz, Trad. segunda edición) Pearson Prentice Hall.
- Suavinex (2023) Tipos de esponjas de baño: las mejores esponjas para bebe, Living Suavinex Magazine <https://www.suavinex.com/livingsuavinex/tipos-de-esponjas-de-bano-las-mejores-esponjas-para-bebe/>
- UNICEF. (2020). Consejos de limpieza e higiene para mantener el coronavirus (COVID-19) fuera de tu hogar. In Unicef.Org (p. 9). <https://www.unicef.org/lac/historias/consejos-delimpieza-e-higiene-para-mantener-elcovid19-fuera-de-tu-hogar#higienepersona>
- UNAM (2022). Personas zurdas se adaptan al mundo de los diestros. Personas zurdas se adaptan al mundo de los diestros (unam.mx)
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S.D. (2013) Diseño y desarrollo de productos. McGraw-Hill Interamericana
- World Health Organization (WHO). (2021). Physical Activity. Recuperado de <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/physical-activity>

ANEXOS

ANEXO A. Entrevista a Mujeres con Artritis Reumatoide

Guion de la primera entrevista.

Hola, me presto soy Luis Mario Espinosa Ortiz, soy alumno de decimo semestre de la carrera de ingeniería en Diseño en la Universidad Tecnológica de la Mixteca. El motivo de esta entrevista es con motivo del desarrollo de mi tesis titulada “Diseño de un dispositivo multifuncional para la higiene y aseo personal dirigido a mujer con artritis reumatoide en una situación funcional Grado III”,

Agradezco su tiempo y su disposición para participar.

Antecedes.

¿Me podría hablar un poco sobre su condición de AR?

¿Cómo es que esta enfermedad ha afectado su vida cotidiana?

¿Ha presentado dificultades para poderse cepillar, peinarse el cabello y poder realizar el tallado de cuerpo al momento de bañarse?

(Si la respuesta es sí) ¿Cómo ha tratado de superarlas?

Me podría hablar un poco sobre la experiencia actual utilizando cepillos para el cabello.

¿Qué aspectos del cepillo le resultan más incómodos o difíciles de usar?

¿Cuál es el cepillo que prefiere? Un cepillo de cerdas suaves o uno de cerdas duras

¿Qué características tendría un cepillo para el cabello para facilitar la actividad cotidiana?

¿Algún material que le gustaría que este dispositivo tuviera?

¿De los distintos cepillos que ha utilizado tiene un diseño que le guste más?

¿Qué forma le resultaría más cómodo para sostener y usar el cepillo de cabello?

¿Alguna sugerencia o comentario sobre el desarrollo de este dispositivo?

¿Me podría hablar de las necesidades específicas que necesita con respecto al cuidado del cabello y qué importancia tiene para usted?

Agradezco nuevamente por su tiempo y su disposición

Créame que sus sugerencias y requerimientos se tendrán en cuenta para el desarrollo de mi tesis, muchas gracias.

Respuestas de la primera entrevista

Guion de entrevista.

Hola, me presto soy Luis Mario Espinosa Ortiz, soy alumno de décimo semestre de la carrera de ingeniería en Diseño en la Universidad Tecnológica de la Mixteca. El motivo de esta entrevista es con motivo del desarrollo de mi tesis titulada “Diseño de un dispositivo multifuncional para la higiene y aseo personal dirigido a mujer con artritis reumatoide en una situación funcional Grado III”,

Agradezco su tiempo y su disposición para participar.

Nombre de la entrevistada:

- Primera Entrevistada
- Segunda Entrevistada
- Tercera Entrevistada

Edad:

- 54 años
- 45
- 60

Antecedes.

¿Me podría hablar un poco sobre su condición de AR?

- Padezco de la enfermedad desde hace 23 años, el dolor en las articulaciones es persistente en la vida cotidiana, e incrementa cuando hace frio y llueve.
- El doctor me explico que tengo una infección en mis articulaciones, que es una enfermedad que voy a tener toda la vida, que es algo que ya no se cuera, pero el tratamiento que me da es para quitarme el dolor y el entumecimiento de mis manos, mis dedos y los codos.
- Mi diagnostico fue hace 10 años tras sufrir una condición sistémica y autoinmune.

¿Cómo es que esta enfermedad ha afectado su vida cotidiana?

- Es limitante para mi trabajo y para las actividades domésticas, teniendo una dependencia a otras personas, ya que en ocasiones no me puedo valer por mí misma, mis sueños se truncan, me gustaría viajar, pero no puedo, porque tengo dificultades al caminar. Dejé de ejercer mi profesión de maestra y tuve que emplear en otra área que es la administrativa.
- " Ya me afectó mucho mi hijo, ya no puedo lavar muchos trastes, me duele mucho mis manos en las mañanas cuando hay sereno, ya no puedo usar suéteres de botones, cocinar me cansa mucho ya mis zapatos son de meter o chanclitas"
- Afecto en mi desarrollo profesional y en la maternidad actualmente.

¿Ha presentado dificultades para poderse cepillar, peinarse el cabello y poder realizar el tallado de cuerpo al momento de bañarse?

- No me puedo peinar, por lo que tuve que cortarme el cabello. A veces mi esposo me peina, hay días en los que no me puedo bañar, tengo dificultades al momento de desvestirme y vestirme, realizo las acciones, pero el tiempo en las que las realizo es prolongado, el peinado no lo realizo, pero el cepillado del cabello sí lo realizo.
- "Ya solo puedo bañarme con agua calientita, el agua fría me entume, para peinarme me tiene que ayudar mi hija por qué ya no le alcanzó todo mi cabello, se me va la fuerza de la mano, cómo si se me engarotara "
- Si algunas veces

¿Cómo ha tratado de superarlas?

- Con ayuda de tratamiento médico durante los 23 años de padecimiento, también busque ayuda en la medicina naturista, yerbas, masajes.
- He asistido a sesiones de fisioterapia y psicóloga.
- "Me baño con agua calientita para aflojar mis manos y me ayuda mi hija a cepillar y abotonarme si se me engarrotan los dedos"

Me podría hablar un poco sobre la experiencia actual utilizando cepillos para el cabello.

- No utilizo cepillos, utilizo peine debido a que mi cabello es chino, utilizo un peine especial con dientes grandes para desenredar mi cabello.
- " ya tiene muchos años que no agarro un cepillo mi hijo, son muy delgaditos y mi mano no da para cerrarlo bien y mucha fuerza para mí, por qué tengo mucho cabello y no alcanzo"

- En realidad, ha sido buena, compro cepillos para el cabello de madera.

¿Qué aspectos del peine le resultan más incómodos o difíciles de usar?

- Cuando el peine está muy pequeño no lo puedo agarrar, debe estar mediano
- "Es muy delgadito el cepillo y mi mano no da para agarrarlo"
- El mango del cepillo en ocasiones es muy corto

¿Cuál es el cepillo que prefiere? Un cepillo de cerdas suaves o uno de cerdas duras

- Cerdas suaves
- " Siempre me peinan con un cepillo de plástico durito"
- Prefiero un cepillo de cerdas suaves

¿Qué características tendría un cepillo para el cabello para facilitar la actividad cotidiana?

- Que sea grande y largo, y que sea eléctrico.
- "Que sea más gruecito y que no pese mucho por qué me canso mucho"
- Mango largo, cerdas suaves y que sea ligero.

¿Algún material que le gustaría que este dispositivo tuviera?

- Algo suave
- "De plástico o de madera estaría bien, para que no se me resbale"
- Algo que no se sienta frío

¿De los distintos cepillos que ha utilizado tiene un diseño que le guste más?

- Peine grande, de dientes grandes y separados
- "Creo que no jajajaja(se ríe), siempre ocupan el que esté a la mano, casi siempre es el de mi hija"
- Con el mango alargado y de forma esférica

¿Qué forma le resultaría más cómodo para sostener y usar el pine de cabello?

- Con la mano de manera horizontal.
- "Que se amolde a mi mano, para que no me cuentes mucho agarrarlo y que no se me suelte"
- Que sea un mango en forma circular u ovalada

¿Alguna sugerencia o comentario sobre el desarrollo de este dispositivo?

- Haría grande con cerdas grande y con una base para sostenerlo
- Que sea barato jajaja (se ríe)

- Tomar en cuenta el nivel socioeconómico y el desarrollo social de las personas que van a utilizar este dispositivo

¿Me podría hablar de las necesidades específicas que necesita con respecto al cuidado del cabello y qué importancia tiene para usted?

- Mucho porque es la imagen de una persona, y debemos de ir presentable a un lugar
- A mí me gusta mucho mi cabello, me gustaría peinármelo diario, pero no puedo, si no me ayudará mi hija creo que si me lo cortaría jajajajaj (se ríe)
- En realidad, no tengo mucho cuidado en especial, solo lo cotidiano, champo, acondicionador y crema para peinar

Agradezco nuevamente por su tiempo y su disposición

Créame que sus sugerencias y requerimientos se tendrán en cuenta para el desarrollo de mi tesis, muchas gracias.

ANEXO B. Entrevista a Fisioterapeuta.

Guion de entrevista.

Entrevista a fisioterapeuta.

Buenos días/tardes, gracias por concederme esta entrevista. Me gustaría hablar con usted sobre la enfermedad de artritis reumatoide y cómo puede afectar la vida de los pacientes, así como obtener su opinión sobre qué aspectos debería tener en cuenta al diseñar un peine para mujeres con artritis reumatoide. ¿Está usted dispuesto/a a responder algunas preguntas?

1. ¿Podría proporcionar una breve explicación sobre la artritis reumatoide y cómo afecta a los pacientes?

2. ¿Qué síntomas pueden experimentar los pacientes con artritis reumatoide y cómo pueden afectar su calidad de vida?
3. ¿Existen tratamientos efectivos para la artritis reumatoide y cuáles son los beneficios y limitaciones de estos tratamientos?
4. ¿Cómo puede la fisioterapia ayudar a los pacientes con artritis reumatoide a mejorar su movilidad y reducir el dolor?
5. ¿Cuáles son los aspectos clave que deben tenerse en cuenta al diseñar un peine para mujeres con artritis reumatoide?
6. ¿Cuáles son los principales problemas que las personas con artritis reumatoide enfrentan al peinarse?
7. ¿Qué tipo de cambios en la ergonomía del peine serían más beneficiosos para una persona con artritis reumatoide?
8. ¿Hay algún tipo de material que sería más fácil de agarrar o sostener para alguien con artritis reumatoide?
9. ¿Existen características específicas de diseño que serían útiles para una persona con artritis reumatoide al usar un peine?
10. ¿Crees que un peine con una forma diferente a la convencional sería más fácil de usar para una persona con artritis reumatoide?
11. ¿Cómo podría un peine adaptado para personas con artritis reumatoide mejorar su calidad de vida?
12. ¿Hay algún otro tipo de herramienta para el cuidado personal que podría ser útil para las personas con artritis reumatoide?
13. ¿Crees que una herramienta como un peine adaptado sería fácilmente aceptada y utilizada por las personas con artritis reumatoide?
14. ¿Hay algún consejo o recomendación adicional que pueda ofrecer para diseñar un peine para mujeres con artritis reumatoide?

Respuestas brindadas por el Licenciado en Terapia Física Feliz Manuel Ortiz Contreras

1. La artritis reumatoide es una enfermedad autoinmune, en donde el sistema que nos protege de infecciones, el sistema inmune ataca los tejidos bandos que componente

a las articulaciones, esto provoca episodios inflamatorios constantes que limite el movimiento y generan dolor, generalmente empiezan a atacar las articulaciones más lejanas y pequeñas, por ejemplo: dedos, muñecas, codos y en algunos casos cadera y rodillas.

2. A pesar de que sus síntomas sean mayormente en articulaciones también llegan a afectar órganos internos como riñones eh hígados de manera más común
3. Presentan dolor, inflamación articular, anquilosis, rigidez articular, disminución de la movilidad, perdida de la función, disminución de la participación en las actividades de la vida cotidiana, del aseo personal y laboral.
4. Existen tratamientos de manera alópata que ayudan a disminuir el exceso de cortisol y paliar el dolor y la inflamación, también existe la dosificación de ejercicio terapéutico y la terapia ocupacional en la adaptación de material para desempeñar las cotidiana y actividades laborales, así como la reeducación de los patrones de movimiento, así como muchas otras herramientas como la analgesia con agentes físicos, hidroterapia por mencionar algunas
5. Se deben tomar a consideración el material del que está echo, que sea un metal ligero, con un acabado antideslizante, que el material no tienda a ser frío. Con un mango largo y una pequeña curva, para así facilitar el movimiento y alcance, que las cerdas sean gentiles en todo tipo de cabello y que pueda ser accesible.
6. El rango de movimiento que esté presenta, ya que implica todo el miembro superior, así como la prensión gruesa para poder sostener el mago del cepillo y poder imprimir la fuerza suficiente para poder deslizarlo en todo el cabello.
7. Que el brazo de palanca que ejerce el peine tenga una curvatura y desviación hacia posterior para poder facilitar el movimiento y no comprometer la articulación del codo o el hombro en presencia de dolor
8. Podría ser de corcho que es un material ligero, resistente y rugoso para mejorar el agarre, en algún tipo de madera que contemple estás características
9. Para un peine individualizado se tendría que hacer una valoración funcional para comprender el movimiento limitante y así poder facilitarlo, pero de manera muy general se recomienda una curvatura que compense el alcance para el recorrido final y un mango largo
10. El tamaño del mango del cepillo puede ser en progresión en forma de cono para poder tomarlo de manera más fácil, también con una superficie de verdad un poco más grande para poder abarcar mayor área en un menos movimiento, tomando a considerar que el tamaño no haga muy pesado el peine.

11. Claro, con el hecho de darle a nuestro paciente un paradigma de independencia, en donde ella pueda realizar sus actividades de aseo personal sin necesidad de pedirle ayuda a un familiar, con eso ayudamos enormemente en la calidad de vida de nuestra paciente, desde un hábito fisio, psicológico y social.
12. Por el mismo problema de la pérdida de la función motriz fina, en cuestiones de la apertura de recipientes pequeños o bolsas de plástico podríamos presentar una dificultad para poderlos abrir, cómo botes de pastillas o roscas muy pequeñas.
13. En casos de artritis reumatoide muy avanzada, se podría optar por una mesa de apoyo para cocina, en donde se puedan diseñar sujetadores de frascos, sujetadores de vegetales o frutas, una guillotina, por poner algunos ejemplos
14. Para no sonar muy repetitivo, deben de ayudar a completar el rango de movimiento, que sea cómodo, que los materiales sean adecuados que no pese mucho, que pueda ser costeable para la mayoría de las pacientes.

ANEXO C. Primera prueba de Usabilidad

Guion del Cuestionario (Primera Parte)

¿Qué edad tiene?

R=

¿Cuál es su ocupación?

R=

¿Con que Frecuencia utiliza cepillos y peines para el cabello?

(Hay que decir que opciones existen)

- Siempre
- Regular
- A veces
- Nunca

¿Cómo describiría la comodidad del mango 1 al sostenerlo?

(Hay que decir que opciones existen)

- Muy incomodo
- Incomodo
- Algo incomodo
- Neutro
- Algo cómodo
- Cómodo
- Muy cómodo

¿Qué tan fácil le resultó manejar el cepillo/peine con este mango (1)?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil
- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Noto alguna característica única o destacada del mango durante su uso?

R=

¿Considera que el mango (1) se adapta bien a la forma de su mano?

R=

¿Cree que el diseño del mango facilita el peinado cepillado del cabello, así como la otra actividad?

- Si
- No
- Mas o menos

¿Hubo alguna dificultad o incomodidad al utilizar el mango durante el peinado?

R=

Si ha utilizado otros cepillos/peines ¿Cómo se compara la experiencia con este mango en términos de comodidad y facultad de uso?

- Mejor

- Igual
- Peor

En una escala del 1 al 10, ¿Cómo calificarías la funcionalidad y comodidad del mango (1) propuesto? (Siendo el 10 la mejor puntuación)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

¿Hay alguna sugerencia o comentario adicional que te gustaría compartir sobre el mango y su funcionalidad?

R=

¿Cómo describiría la comodidad del mango 2 al sostenerlo?

(Hay que decir que opciones existen)

- Muy incomodo
- Incomodo
- Algo incomodo
- Neutro
- Algo cómodo
- Cómodo
- Muy cómodo

¿Qué tan fácil le resultó manejar el cepillo/peine con este mango (2)?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil

- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Noto alguna característica única o destacada del mango durante su uso?

R=

¿Considera que el mango (2) se adapta bien a la forma de su mano?

R=

¿Cree que el diseño del mango facilita el peinado cepillado del cabello, así como la otra actividad?

- Si
- No
- Mas o menos

¿Hubo alguna dificultad o incomodidad al utilizar el mango durante el peinado?

R=

Si ha utilizado otros cepillos/peines ¿Cómo se compara la experiencia con este mango en términos de comodidad y facultad de uso?

- Mejor
- Igual
- Peor

En una escala del 1 al 10, ¿Cómo calificarías la funcionalidad y comodidad del mango (2) propuesto? (Siendo el 10 la mejor puntuación)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

- 10

¿Hay alguna sugerencia o comentario adicional que te gustaría compartir sobre el mango y su funcionalidad?

R=

¿Qué mango prefiere?

- Mango 1
- Mango 2

Respuestas del Cuestionario (Primera Parte)

¿Qué edad tiene?

- 52
- 78
- 65

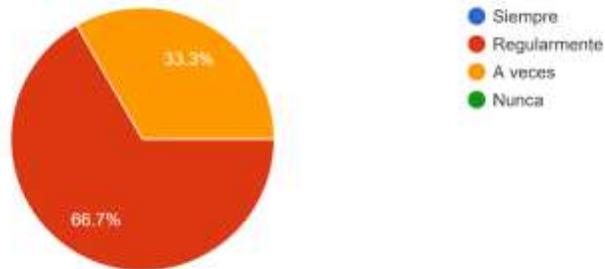
¿Cuál es su ocupación?

- Maestra y ama de casa
- Sin ocupación
- Ama de casa

¿Con que Frecuencia utiliza cepillos y peines para el cabello?

Con que frecuencia Utiliza cepillos y peines para el cabello

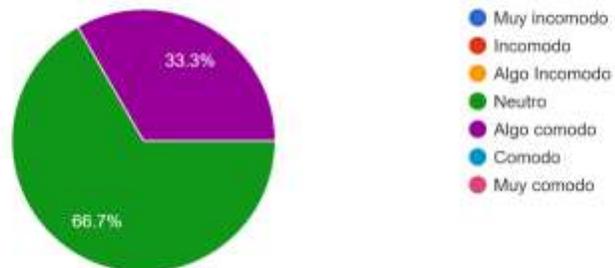
3 respuestas



¿Cómo describiría la comodidad del mango 1 al sostenerlo?

Como describirías la comodidad del mango 1 al sostenerlo

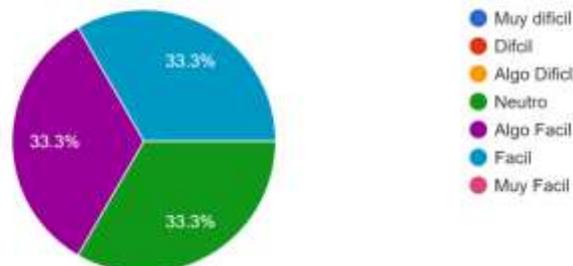
3 respuestas



¿Qué tan fácil le resultó manejar el cepillo/peine con este mango (1)?

¿Qué tan fácil le resultó manejar el cepillo/peine con este mango 1?

3 respuestas



¿Noto alguna característica única o destacada del mango durante su uso?

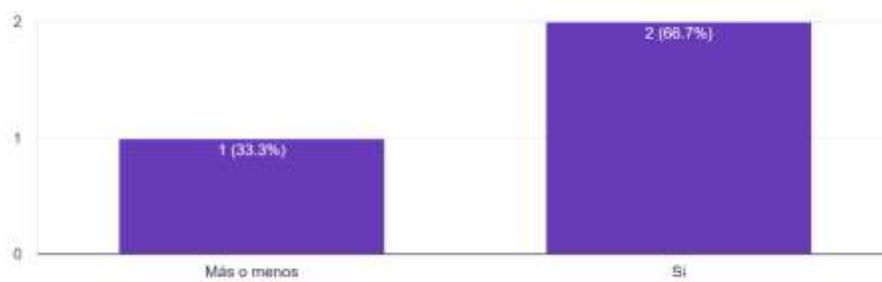
- Creo que está un poco grande el mango me costó un poco tomarlo
- Que el mango es muy grande
- Pare un mango (la fruta)

¿Considera que el mango (1) se adapta bien a la forma de su mano?

- Mas o menos
- No tanto
- Se me hizo bastante ancho

¿Cree que el diseño del mango facilita el peinado cepillado del cabello, así como la otra actividad?

¿Cree que el diseño del mango facilita el peinado o cepillado del cabello?
3 respuestas

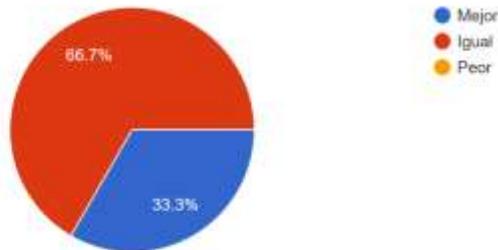


¿Hubo alguna dificultad o incomodidad al utilizar el mango durante el peinado?

- No
- No
- Si me costó tomarlo por la parte más ancha

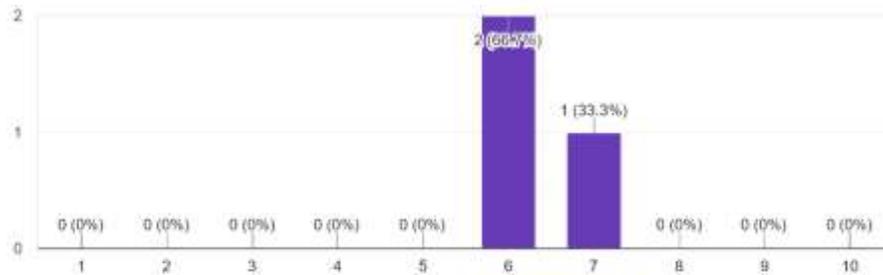
Si ha utilizado otros cepillos/peines ¿Cómo se compara la experiencia con este mango en términos de comodidad y facultad de uso?

Si has utilizado otros cepillos/peines, ¿cómo se compara la experiencia con este mango en términos de comodidad y facilidad de uso?
3 respuestas



En una escala del 1 al 10, ¿Cómo calificarías la funcionalidad y comodidad del mango (1) propuesto? (Siendo el 10 la mejor puntuación)

En una escala del 1 al 10, ¿cómo calificarías la funcionalidad y comodidad del mango propuesto?
3 respuestas



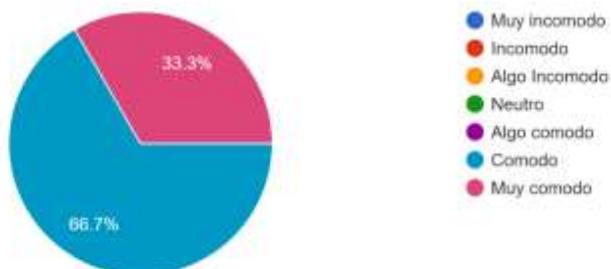
¿Hay alguna sugerencia o comentario adicional que te gustaría compartir sobre el mango y su funcionalidad?

- No
- Que fuera un poco más angosto
- Ninguna

¿Cómo describiría la comodidad del mango 2 al sostenerlo?

Como describirías la comodidad del mango 2 al sostenerlo

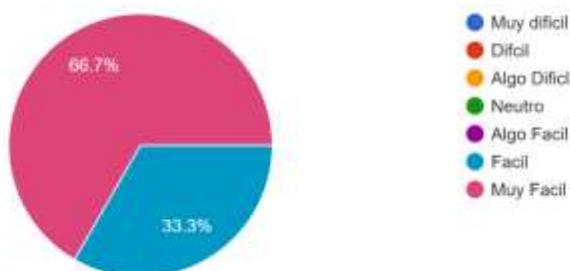
3 respuestas



¿Qué tan fácil le resultó manejar el cepillo/peine con este mango (2)?

¿Qué tan fácil le resultó manejar el cepillo/peine con este mango 1?

3 respuestas



¿Noto alguna característica única o destacada del mango durante su uso?

Se pudieron adaptar mis dedos

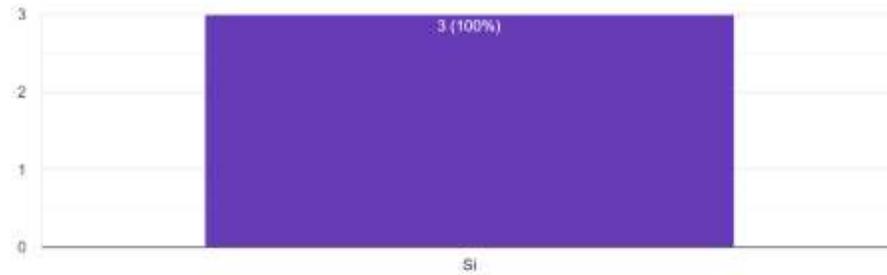
Es una forma diferente, pero se adapta a mi mano

Me es diferente, pensé que iba hacer incomodo

¿Considera que el mango (2) se adapta bien a la forma de su mano?

¿Consideras que el mango se adapta bien a la forma de tu mano?

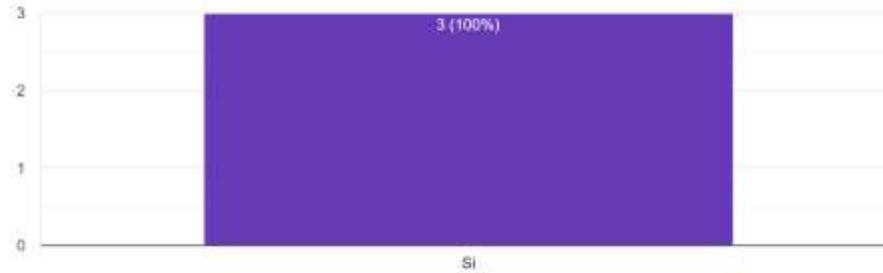
3 respuestas



¿Cree que el diseño del mango facilita el peinado cepillado del cabello, así como la otra actividad?

¿Cree que el diseño del mango facilita el peinado o cepillado del cabello?

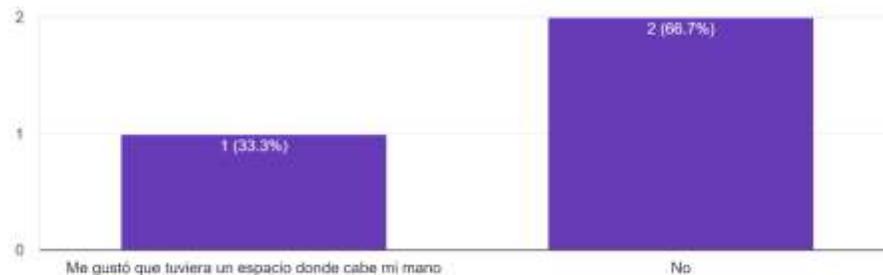
3 respuestas



¿Hubo alguna dificultad o incomodidad al utilizar el mango durante el peinado?

¿Hubo alguna dificultad o incomodidad al utilizar el mango durante el peinado?

3 respuestas



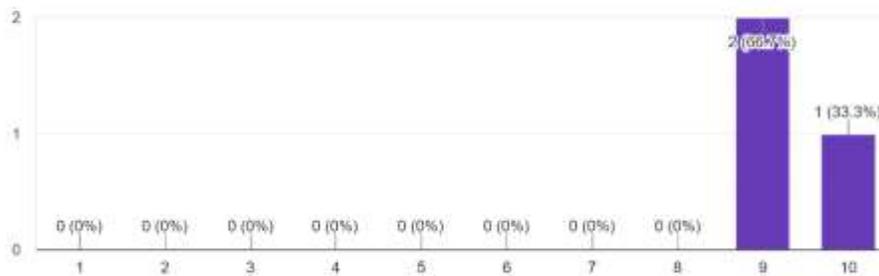
Si ha utilizado otros cepillos/peines ¿Cómo se compara la experiencia con este mango en términos de comodidad y facultad de uso?

Si ha utilizado otros cepillos/peines, ¿cómo se compara la experiencia con este mango en términos de comodidad y facilidad de uso?
3 respuestas



En una escala del 1 al 10, ¿Cómo calificarías la funcionalidad y comodidad del mango (2) propuesto? (Siendo el 10 la mejor puntuación)

En una escala del 1 al 10, ¿cómo calificarías la funcionalidad y comodidad del mango propuesto?
3 respuestas

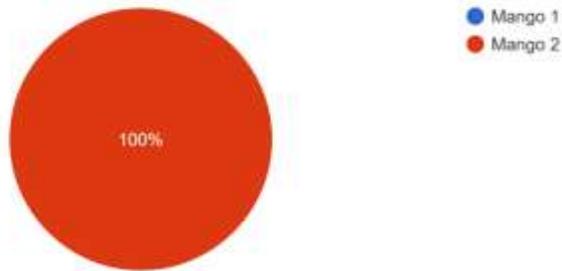


¿Hay alguna sugerencia o comentario adicional que te gustaría compartir sobre el mango y su funcionalidad?

- No
- No
- No

¿Qué mango prefiere?

Que mango prefiere
3 respuestas



Guion de formulario (Parte Dos).

¿Qué tan fácil le resulto el cepillado con el cepillo (1)?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil
- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Algún comentario sobre el cepillo (1)?

R=

¿Qué tan fácil le resulto el cepillado con el cepillo (2)?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil
- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Algún comentario sobre el cepillo (2)?

R=

¿Cuál de los dos cepillos le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

- Cepillo 1
- Cepillo 2

¿Qué tan fácil le resulto el peinado con el peine (1)?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil
- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Algún comentario sobre el peine (1)?

R=

¿Qué tan fácil le resulto el peinado con el peine (2)?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil
- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Algún comentario sobre el peine (2)?

R=

¿Cuál de los dos peines le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

- Peine 1
- Peine 2

¿Qué tan fácil le resulto realizar la actividad con el modelo de esponja (1)?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil
- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Algún comentario sobre el modelo de esponja (1)?

R=

¿Qué tan fácil le resulto realizar la actividad con el modelo de esponja (2)?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil
- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Algún comentario sobre el modelo de esponja (2)?

R=

¿Cuál de los modelos de esponja le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

- Modelo 1
- Modelo 2

¿Qué tan fácil le resulto realizar el cambio de cabezal con el modelo 1?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil
- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Algún comentario sobre el modelo de unión 1?

R=

¿Qué tan fácil le resulto realizar el cambio de cabezal con el modelo (2)?

- Muy difícil
- Difícil
- Algo difícil
- Neutro
- Algo fácil
- Fácil
- Muy fácil

¿Algún comentario sobre el modelo de unión 2?

R=

¿Cuál de los dos modelos de unión le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

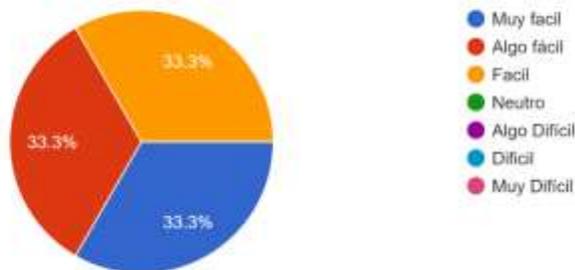
- Modelo 1
- Modelo 2
- Otra

Respuestas a la segunda parte del cuestionario

Guion de formulario (Parte Dos).

¿Qué tan fácil le resulto el cepillado con el cepillo (1)?

Que tan fácil le resulto el cepillado con el cepillo numero uno?
3 respuestas



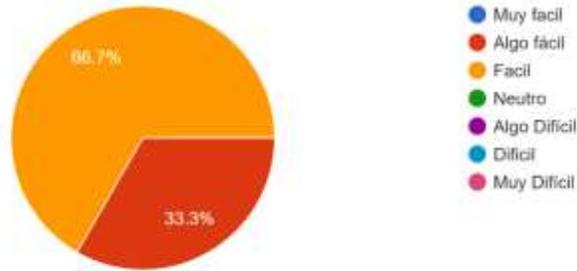
¿Algún comentario sobre el cepillo (1)?

- Siento que es como cualquier otro cepillo
- Me gusta se adapta bien a mi cabeza
- Ninguno

¿Qué tan fácil le resulto el cepillado con el cepillo (2)?

Que tan fácil le resulto el cepillado con el cepillo numero Dos?

3 respuestas



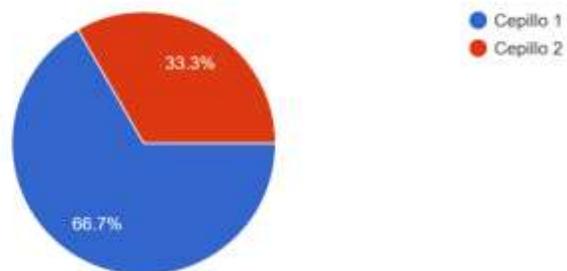
¿Algún comentario sobre el cepillo (2)?

- Es bueno y esta grande
- Un cepillo normal
- Ningún comentario

¿Cuál de los dos cepillos le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

Cual de los dos cepillos le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

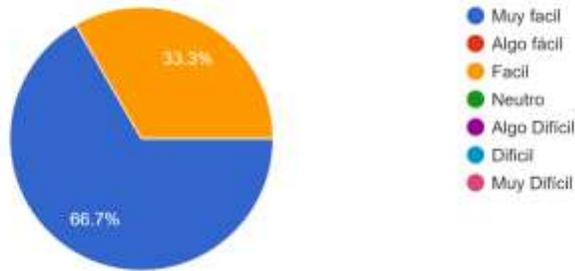
3 respuestas



¿Qué tan fácil le resulto el peinado con el peine (1)?

Que tan fácil le resulto el peinado con el peine numero uno?

3 respuestas



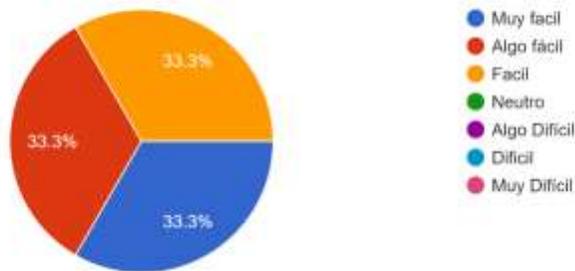
¿Algún comentario sobre el peine (1)?

- Me gusto, ya que no tengo mucho cabello se sentía cómodo
- Me ayudo por que mi cabello es rizado
- Es ligero

¿Qué tan fácil le resulto el peinado con el peine (2)?

Que tan fácil le resulto el peinado con el peine numero Dos?

3 respuestas



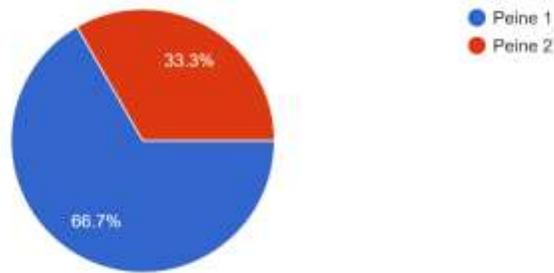
¿Algún comentario sobre el peine (2)?

- Es dificil porque los dos me gustaron
- Creo que es una buena opción, pero la primera opción me gusto mas
- Este fue el que más me gusto

¿Cuál de los dos peines le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

Cual de los dos peines le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

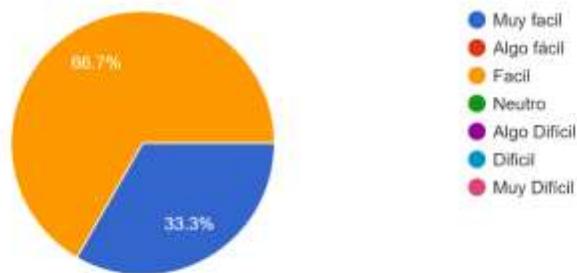
3 respuestas



¿Qué tan fácil le resulto realizar la actividad con el modelo de esponja (1)?

Que tan fácil le resulto realizar la actividad con el modelo de esponja numero Uno?

3 respuestas



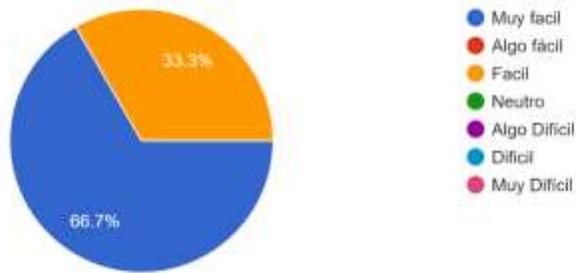
¿Algún comentario sobre el modelo de esponja (1)?

- Me gusta que tuviera cerda como cepillo de dientes
- Es bueno que tenga dos opciones de tallado al mismo tiempo
- Es buena opción

¿Qué tan fácil le resulto realizar la actividad con el modelo de esponja (2)?

Que tan fácil le resulto realizar la actividad con el modelo de esponja numero Dos?

3 respuestas



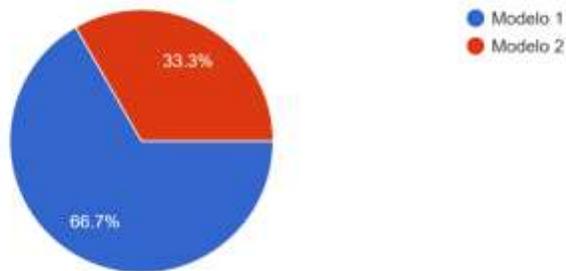
¿Algún comentario sobre el modelo de esponja (2)?

- Solo que es muy suave
- Nunca he ocupado ese tipo de esponja
- Me agrado

¿Cuál de los modelos de esponja le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

Cual de los dos modelos de esponja le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

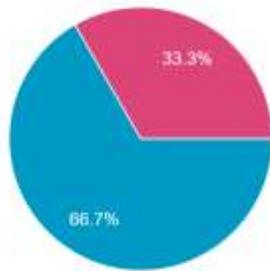
3 respuestas



¿Qué tan fácil le resulto realizar el cambio de cabezal con el modelo 1?

Que tan fácil le resulto realizar el cambio de cabezal con el modelo numero uno?

3 respuestas



¿Algún comentario sobre el modelo de unión 1?

Me costó empezar a girarlo

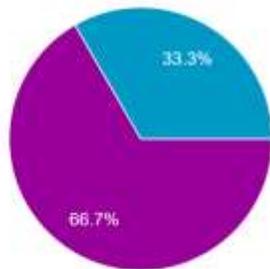
Me costó mucho trabajo dar tantas vueltas

Creo que el número de vueltas son demasiadas

¿Qué tan fácil le resulto realizar el cambio de cabezal con el modelo (2)?

Que tan fácil le resulto realizar el cambio de cabezal con el modelo numero dos?

3 respuestas



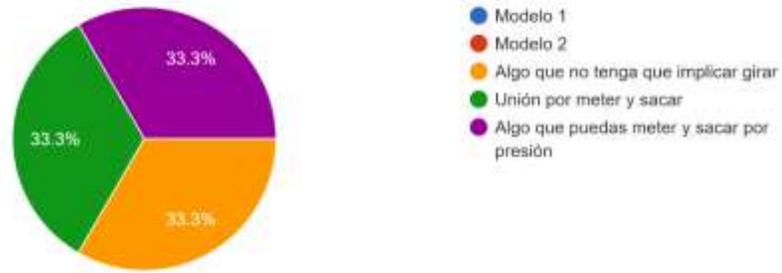
¿Algún comentario sobre el modelo de unión 2?

- Es fácil el comienzo, pero aún no me acostumbro
- Aunque fue más fácil que el primero me sigue costando
- Se me hacen complicada las uniones

¿Cuál de los dos modelos de unión le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

Cual de los dos modelos de unión le ayudo a realizar de mejor manera la actividad?

3 respuestas



ANEXO D. Protocolo de prueba de usabilidad

Protocolo de prueba de usabilidad

Protocolo para realizar una prueba de usabilidad a un cepillo con 3 cabezales distintos

Objetivo: Evaluar la facilidad de uso, la eficacia y la satisfacción general del dispositivo multifuncional

Participantes: Dos posibles usuarias

Materiales:

- Mango
- Cabezal Cepillo
- Cabezal peine
- Cabezal esponja de baño
- Tareas de limpieza específicas para cada cabezal
- Superficies de prueba (Mesa)
- Cuestionario de comentarios

Procedimiento:

1. Introducción: Da la bienvenida a los participantes y se explica el propósito de la prueba de usabilidad.
2. Demostración del producto: Muestra a los participantes el dispositivo y se explica las características y funciones de cada cabezal.
3. Tareas de limpieza: Se pide a los participantes que realicen tareas de limpieza específicas utilizando cada uno de los cabezales. Observa su desempeño y se toma notas sobre cualquier dificultad o problema que encuentren.
4. Cuestionario de comentarios: Después de que los participantes hayan completado las tareas de limpieza, se pide que completen un cuestionario que evalúe su facilidad de uso, eficacia y satisfacción general con el cepillo.

Medidas:

- Facilidad de uso: Se medirá la facilidad de agarre, maniobrabilidad y uso general del dispositivo.

- Eficacia: Se medirá la capacidad del dispositivo para limpiar eficazmente diferentes superficies.
- Satisfacción general: Se medirá el nivel general de satisfacción de los participantes con el cepillo.

Questionario

¿Qué tan fácil fue cambiar entre un cabezal y otro?

¿Qué tan fácil fue realizar la actividad de peinado?

¿Qué tan fácil fue realizar la actividad de cepillado?

¿Qué tan fácil fue realizar la actividad de tallado del cuerpo?

ANEXO E. Planos Constructivos

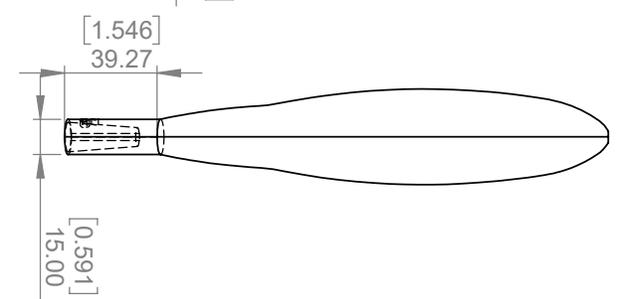
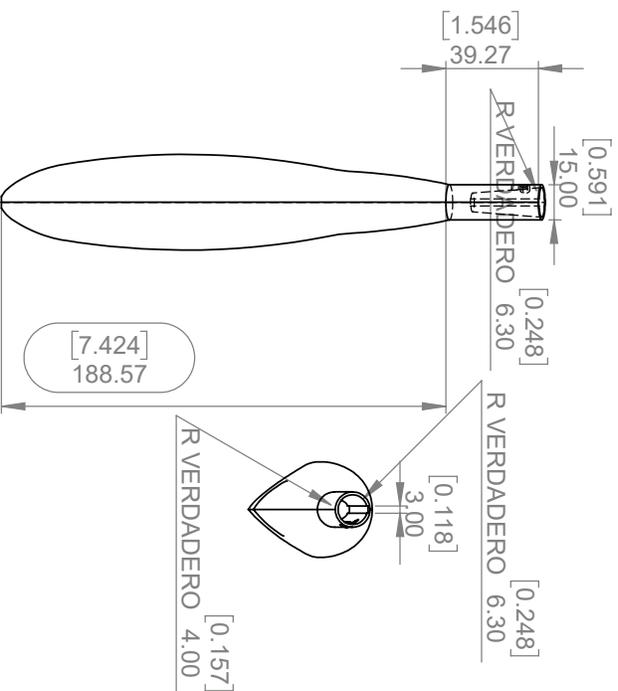
2

1

ISOMÉTRICO



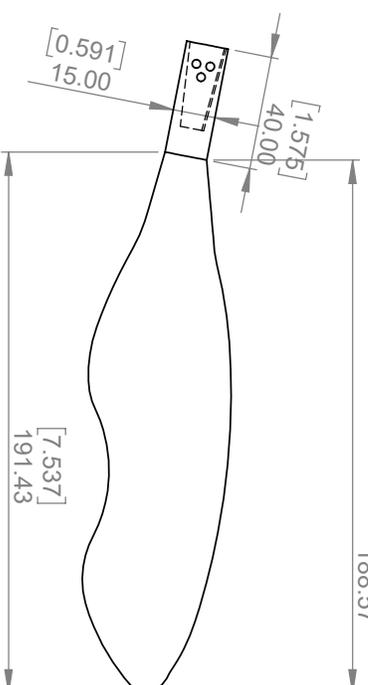
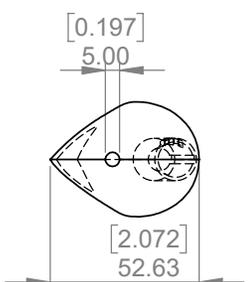
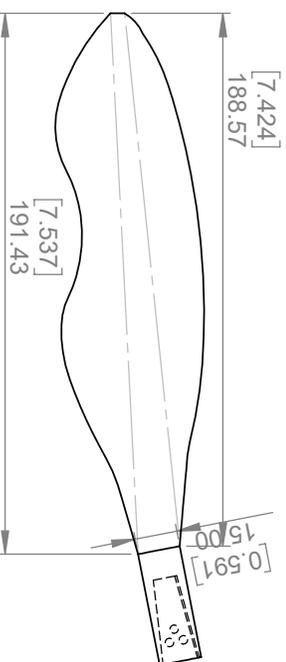
B



IZQUIERDA [7.424] 188.57

A

A



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

INGENIERIA EN DISEÑO

Fecha: 13/05/2024
Anotación: mm (in)

Dibujó: Luis Mario Espinosa Ortíz

Autorizó:

Proyección:



Proyecto: *Diseño de un dispositivo multifuncional para la higiene y aseo personal dirigido a mujeres con artritis reumatoide en situación funcional grado III*

Título: VISTAS Y ISOMÉTRICO DEL MANGO PARA EL DISPOSITIVO

Tamaño de hoja: Pieza:

ESCALA: 1:2 **A** **4. MANGO**

Material: Varios

HOJA 1

2

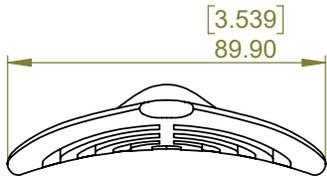
1



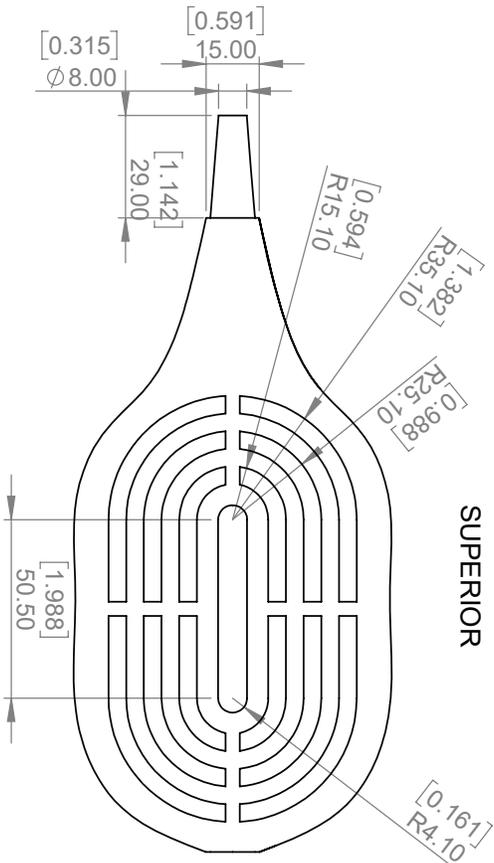
2

1

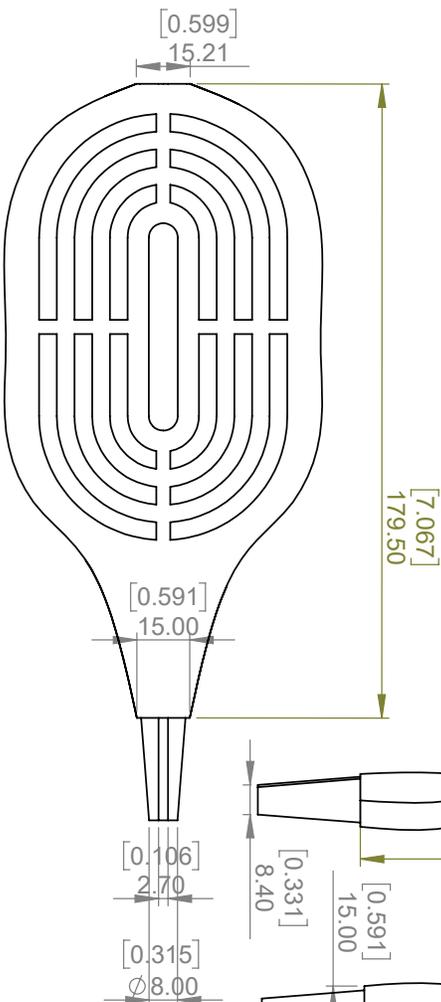
IZQUIERDA



SUPERIOR



ISOMÉTRICO



B

B

A

A

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

INGENIERIA EN DISEÑO

Fecha: 13/05/2024
Anotación: mm (in)

Dibujó: Luis Mario Espinosa Ortiz

Autorizó:

Proyección:



Proyecto: *Diseño de un dispositivo multifuncional para la higiene y aseo personal dirigido a mujeres con artritis reumatoide en situación funcional grado III*

Título:
VISTAS Y ISOMÉTRICO DEL CABEZAL CEPILLO

Tamaño de hoja:

A

Pieza:

2.- Cabezal Cepillo.

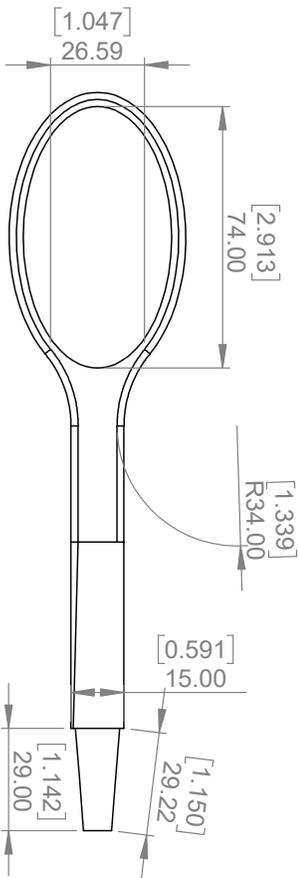
Material: Varios

HOJA 1

2

1

SUPERIOR EL CEPILLO DE BAÑO



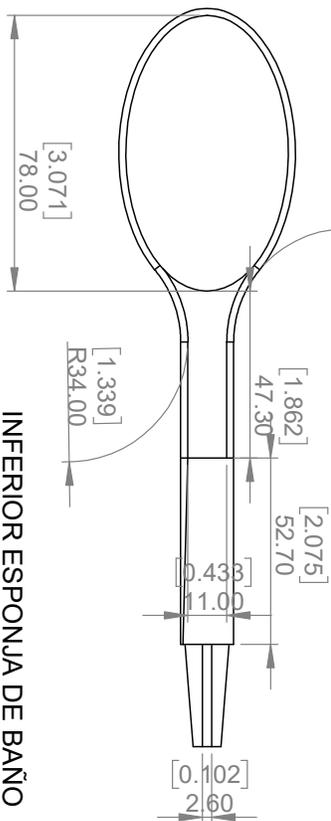
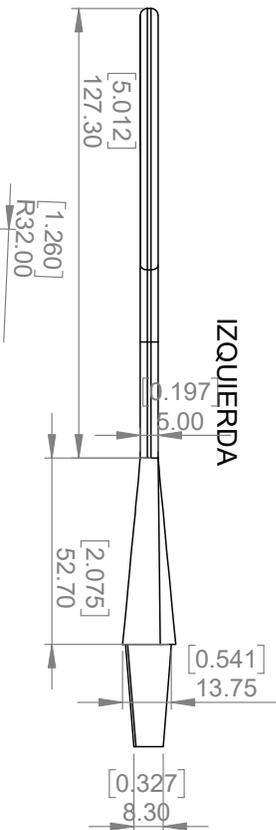
ISOMÉTRICO



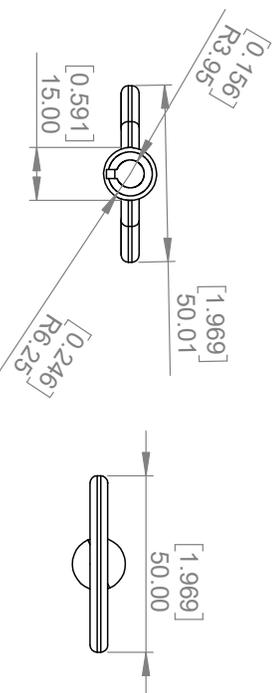
B

B

IZQUIERDA



INFERIOR ESPONJA DE BAÑO



A

A

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

INGENIERIA EN DISEÑO

Fecha: 13/05/2024
Anotación: mm (in)

Dibujó: Luis Mario Espinosa Ortiz

Autorizó:

Proyección:



Proyecto: *Diseño de un dispositivo multifuncional para la higiene y aseo personal dirigido a mujeres con artritis reumatoide en situación funcional grado III*

Título: **VISTAS Y ISOMÉTRICO DEL CABEZAL ESPONJA DE BAÑO**

Tamaño de hoja:

A

Pieza:

3. CABEZAL ESPONJA

Material: Varios

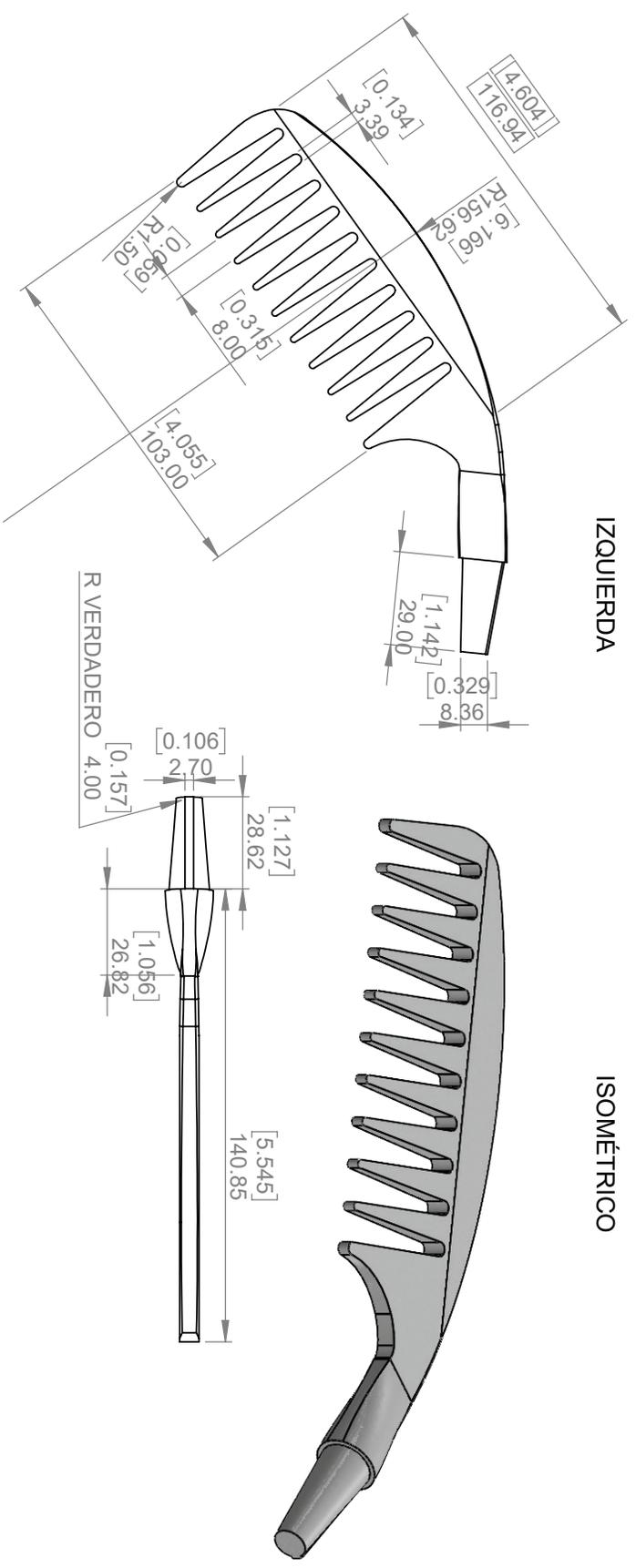
HOJA 1

2

1

IZQUIERDA

ISOMÉTRICO

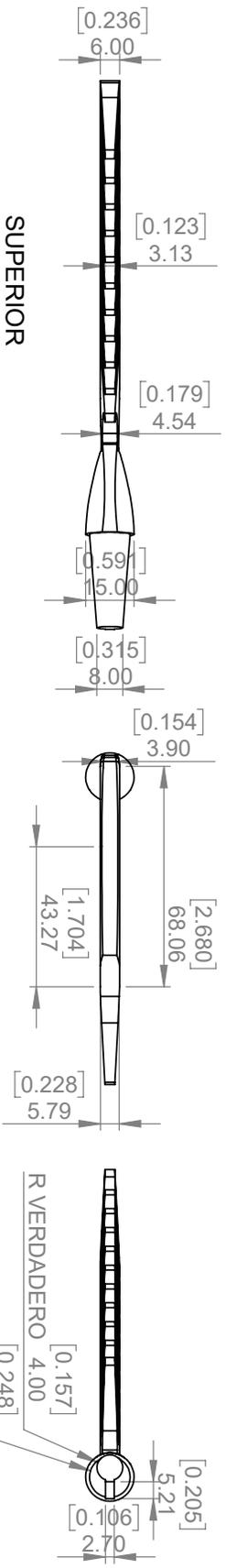


B

B

A

A



SUPERIOR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Proyecto: *Diseño de un dispositivo multifuncional para la higiene y aseo personal dirigido a mujeres con artritis reumatoide en situación funcional grado III*

INGENIERIA EN DISEÑO

Fecha: 13/05/2024
Anotación: mm (in)

Dibujó: Luis Mario Espinosa Ortiz

Autorizó:

Proyección:



Título:
VISTAS Y ISOMETRICO DEL CABEZAL DE PEINE

Tamaño de hoja:

A

Pieza:

1.- Cabezal peine.

Material: Varios

HOJA 1

2

1

