



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

"Diseño de un juego de cubiertos con características ergonómicas para niños de 3 a 5 años de edad"

Tesis

Para obtener título de Ingeniero en Diseño

Presenta:

Belen Hernández Villalba

Codirectores:

Dra. Alejandra Velarde Galván

M.T.A.M. Armando Rosas González

Huajuapán de León, Oaxaca.

Junio 2019

Para Josefina Villalba
por siempre estar
gracias ma.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Josefina y Audencio por iluminar mi camino.

A mis hermanos Janet, Noe, Julio Eduardo y Leonor Nazaret, por sus consejos, apoyo y risas.

Al destino, por mis amigos: Nadia Jiménez, Rafael Lara, Miroslava Leyva, Ángeles Rodríguez, Stephanie Ramírez, Abril Meixueiro, Polo y Botones.

A Brenda Policarpo por el cariño de estos años.

A mis directores la Dr. Alejandra Velarde y al M.T.A.M. Armando Rosas por el tiempo, conocimiento y disposición.

Por último, a todos mis maestros de la Universidad Tecnológica de la Mixteca en especial a mis sinodales Lic. Jaqueline Estrada, Ing. Eruvid Cortés y M.C. Victor Cruz por su tiempo y sugerencias para revisar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Introducción	XV
CAPÍTULO I ASPECTOS PRELIMINARES	17
1.1 Antecedentes	19
1.2 Planteamiento del problema	21
1.3 Justificación.....	22
1.4 Objetivo general:.....	24
1.5 Objetivos específicos	24
1.6 Metas.....	24
1.7 Metodología	25
CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL.....	27
2.1 La mano.....	29
2.1.1 Estructura ósea.	31
2.1.2 Movimientos de la mano.....	33
2.1.3 Naturaleza del agarre de la mano	40
2.2 Los cubiertos	44
2.2.1 Análisis de materiales para cubiertos.....	44
a) Acero inoxidable de aleación fina.....	46
b) Aleaciones de aluminio	47
c) Materiales Sintéticos y Elastómeros	48
2.3 Ergonomía	49
2.3.1 Antropometría	49
2.3.2 Consideraciones ergonómicas para herramientas manuales.....	50
2.3.3 Análisis antropométrico de la mano	52
2.4 Diseño Sensorial	57
2.5 Impresión en 3D:.....	60
2.5.1 Modelado por Deposición Fundida (FDM)	61
2.5.2 Sinterizado Selectivo por Láser (SLS).....	61
2.5.3 Estereolitografía	62
CAPÍTULO III CONCEPTUALIZACIÓN	65
3.1 Perfil del usuario y entorno	67
3.2 Resultados del análisis antropométrico de la mano	69
3.3 Prueba de manejo de cubiertos	72
3.4 Análisis sensorial de los cubiertos	77
3.4.1 Análisis morfológico y sensorial de la cuchara.....	78
3.4.2 Análisis morfológico y sensorial del Tenedor	81
3.4.3 Análisis morfológico y sensorial del cuchillo.....	84
3.5 Análisis de productos similares en el mercado.....	87
3.6 Determinación de necesidades y requerimientos del usuario	93
3.7 Bocetos	99

3.8 Elaboración de modelos para pruebas ergonómicas y de usabilidad exploratorias.....	107
3.8.1 Pruebas exploratorias de Usabilidad y Ergonomía	114
3.9 Resultados de las pruebas exploratorias de Usabilidad y Ergonomía	122
CAPÍTULO IV FABRICACIÓN DE PROTOTIPO	127
4.1 Escaneo.....	129
4.2 Estereolitografía	136
4.3 Acabado.....	137
CAPÍTULO V EVALUACIÓN DE PROTOTIPO	143
5.1 Análisis de Elemento Finito.....	145
5.1.1 Análisis de Elemento Finito para la cuchara.....	146
5.1.2 Análisis de Elemento Finito para el tenedor.....	147
5.1.3 Análisis de Elemento Finito del cuchillo.....	148
5.2 Evaluación del prototipo con usuarios	152
5.2.1 Observaciones y resultados	158
CONCLUSIONES.....	161
ANEXOS	165
BIBLIOGRAFÍA	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Set de cubiertos común de la marca Volf	21
Figura 2. Estructura muscular:	30
Figura 3. Estructura ósea	32
Figura 4. Flexión de la muñeca 0 - 80°	33
Figura 5. Desviación cubital 0-30 °	33
Figura 6. Extensión de la muñeca 0 - 70°	34
Figura 7. Desviación radial 0-20 °	34
Figura 8. Flexión interfalángica proximal del dedo 0-100 °	35
Figura 9. Flexión de dedos interfalángicos distales 0 - 80°	35
Figura 10. Flexión metacarpo falángica del dedo 0-90°	36
Figura 11. Extensión del pulgar (separación radial) 0-60 ° la articulación interfalángica puede ser hiperextendida hasta 15 ° en algunas personas.....	36
Figura 12. Flexión del pulgar 0-50 ° en la articulación metacarpo falángica y 0-80 ° en la articulación interfalángica.	37
Figura 13. La superficie palmar del dedo meñique debe tocar la superficie palmar del dedo pulgar	37
Figura 14. Separación del dedo: los dedos deben separarse ligeramente del dedo más largo	38
Figura 15. Abducción del pulgar (abducción palmar).....	38
Figura 16. La separación del pulgar 0-40 ° el pulgar debe poder tocar el lado palmar del dedo índice.....	39
Figura 17. Aproximación del dedo: el dedo debe poder aducirse hacia el dedo largo para que se toquen mientras están completamente extendidos.	39
Figura 18. Agarre de fuerza	40
Figura 19. Agarre de fuerza	41
Figura 20. Agarre de fuerza	41
Figura 21. Prensa cilíndrica o prensa palmar supinada.....	42
Figura 22. Pinza cudrípode.....	43
Figura 23. Prensa digital pronada	43
Figura 24. Pinza trípode.....	43
Figura 25. Largo de la mano	52
Figura 26. Largo de la palma	53
Figura 27. Ancho de la mano.....	53
Figura 28. Diámetro de agarre.....	53
Figura 29. Lápiz	54
Figura 30. Vernier.....	54
Figura 31. Campana de Gauss	56
Figura 32. Atributos sensoriales que de acuerdo a sus propiedades y características están relacionados con la primer infancia	59
Figura 33. Modelación por Deposición Fundida.	61
Figura 34. Sinterizado Selectivo por Láser.....	62
Figura 35. Estereolitografía.....	62
Figura 36. Pieza terminada en Estereolitografía.....	63
Figura 37. Cuchara 1 de melamina.....	73
Figura 38. Cuchara 2 con mango de madera y cabeza de acero inoxidable	73

Figura 39. Cuchara 3 de poliestireno	73
Figura 40. Cuchara 4 de poliestireno	73
Figura 41. Tenedor 1 con cabeza de acero inoxidable y mango de melamina	73
Figura 42. Cuchillo 1 de poliestireno	73
Figura 43. Práctica con Cuchara 1, traslado de agua a la boca del usuario.....	74
Figura 44. Práctica con Cuchara 2 traslado del agua entre los platos	74
Figura 45. Práctica con Cuchara 3 traslado del agua entre los platos	74
Figura 46. Práctica con Cuchara 4 acarreo del agua.....	75
Figura 47. Práctica con tenedor y cuchillo, corte de zanahorias.....	75
Figura 48. Práctica con tenedor y cuchillo, corte de plátano	75
Figura 49. Práctica con Tenedor y Cuchillo	76
Figura 50. Cuchara.....	78
Figura 51. Tenedor.....	81
Figura 52. Cuchillo.....	84
Figura 53. Cubiertos comerciales.....	87
Figura 54 Cubiertos comerciales.....	88
Figura 55. Set de cubiertos marca Alessi.....	89
Figura 56. Set de cubiertos Tramontina.....	90
Figura 57. Set de cubiertos Zara Home.....	91
Figura 58. Set de cubiertos Tommee Tippee.....	92
Figura 59. Gráfica de las Características Generales encontradas en el estudio de campo.....	98
Figura 60. Bocetos de cabeza de cucharas elaborados en base a los cubiertos desechables	99
Figura 61. Boceto de cuchara elaborado en base a los cubiertos desechables	99
Figura 62. Boceto de cabeza de cuchillo elaborado en base a los cubiertos desechables	100
Figura 63. Bocetos de cabeza de tenedor elaborado en base a los cubiertos desechables	100
Figura 64. Bocetos de cuchara propuesta 1	101
Figura 65. Bocetos de cuchara propuesta 2	101
Figura 66. Bocetos de cuchara propuesta 3.....	102
Figura 67. Bocetos de cuchara propuesta 4.....	102
Figura 68. Bocetos de tenedor propuesta 1	103
Figura 69. Bocetos de tenedor Propuesta 2	103
Figura 70. Bocetos de Tenedor propuesta 3.....	104
Figura 71. Bocetos de Tenedor propuesta 4.....	104
Figura 72. Bocetos de Cuchillo propuesta 1	105
Figura 73. Bocetos de Cuchillo propuesta 2.....	105
Figura 74. Bocetos de Cuchillo propuesta 3.....	106
Figura 75. Bocetos de Cuchillo propuesta 4.....	106
Figura 76. Prototipo Propuesta 1 cuchara.....	108
Figura 77. Prototipo Propuesta 2 cuchara	108
Figura 78. Prototipo Propuesta 3 cuchara.....	109
Figura 79. Prototipo Propuesta 4 cuchara	109
Figura 80. Prototipo Propuesta 1 tenedor.....	110
Figura 81. Prototipo Propuesta 2 tenedor.....	110
Figura 82. Prototipo Propuesta 3 tenedor.....	111

Figura 83. Prototipo Propuesta 4 tenedor	111
Figura 84 Prototipo Propuesta 1 cuchillo	112
Figura 85. Prototipo Propuesta 2 cuchillo	112
Figura 86. Prototipo Propuesta 3 cuchillo	113
Figura 87. Prototipo Propuesta 4 cuchillo	113
Figura 88. Herramienta PrEmo©	115
Figura 89. Herramienta de evaluación	115
Figura 90. Ejercicio de trasladar agua de un recipiente a otro.....	116
Figura 91 Usaria usando un modelo de cucharas.	117
Figura 92. Usuario realizando práctica con tenedor.....	117
Figura 93. Usuario sosteniendo el tenedor	118
Figura 94. Usuario cortando plátano con un modelo de cuchillo	118
Figura 95. Usuario realizando práctica con cuchillo.	119
Figura 96. Pintando los mangos con pintura acrílica.	120
Figura 97. Usuario sujetando un cubierto.....	120
Figura 98. Usuario realizando la prueba de la huella.	121
Figura 99. Acoplamiento del área de la herramienta.....	121
Figura 100. Gráfica que muestra las preferencias de los usuarios al evaluar los modelos de la cuchara.....	122
Figura 101. Área de contacto del Modelo 1 de cuchara.....	123
Figura 102 Gráfica que muestra las preferencias de los usuarios al evaluar los modelos del tenedor.....	123
Figura 103. Área de contacto del Modelo 3 de tenedor.....	124
Figura 104. Gráfica que muestra las preferencias de los usuarios al evaluar los modelos del cuchillo.....	124
Figura 105. Área de contacto del Modelo 2 de cuchillo.....	125
Figura 106. Modelo del mango del tenedor usado para escanear.	129
Figura 107. Modelo del mango del cuchillo para escanear.	129
Figura 108. Modelo del mango del cuchara para escanear.	130
Figura 109. Escaner de luz estructurada de la marca Shining 3D.	130
Figura 110. Proyección del láser sobre el objeto para escanearlo.....	131
Figura 111. Escaneo del modelo utilizando luz estructurada	131
Figura 112. Prototipo digital de la cabeza de la cuchara.	132
Figura 113. Prototipo digital de la cabeza del tenedor.	132
Figura 114. Prototipo digital de la hoja del cuchillo.	132
Figura 115. Prototipo digital del tenedor.....	132
Figura 116. Prototipo de la cabeza cóncava y mango de la cuchara	133
Figura 117. Prototipo digital de la cuchara.....	133
Figura 118. Prototipo de la cabeza del tenedor y mango.....	134
Figura 119. Prototipo digital del tenedor.....	134
Figura 120. Prototipo digital de la hoja del cuchillo y mango.....	135
Figura 121. Prototipo digital del cuchillo.	135
Figura 122. Resina fotosensible de color rojo.	136
Figura 123. Impresión en estereolitografía.....	136
Figura 124 Cabezas de cubiertos impresas.	136
Figura 125. Impresión de mangos.....	137
Figura 126. Pieza impresa.....	137

Figura 127. Proceso de lijado de las piezas.	138
Figura 128. Acabado de las piezas después de lijar.	138
Figura 129 Prototipo de cuchillo sin lijar.	138
Figura 130. Prototipo de cuchara impreso en estereolitografía.	139
Figura 131. Prototipo de cuchara lijado.	139
Figura 132. Prototipo de tenedor lijado.	139
Figura 133. Prototipo de cuchillo lijado.	140
Figura 134. Prototipo de cubiertos acabado final.	140
Figura 135. Deformación en la cabeza de cuchara en la cara superior.	146
Figura 136. Tensión en la cabeza de cuchara en la cara superior.	146
Figura 137. Factor de seguridad en la cara superior.	146
Figura 138. Deformación en la cara superior.	147
Figura 139. Tensión en la cara inferior.	147
Figura 140. Tensión en la cara inferior.	147
Figura 141. Deformación en la cara superior.	148
Figura 142. Deformación en la cara lateral del cuchillo.	148
Figura 143. Tensión en la cara superior del cuchillo.	148
Figura 144. Tensión en la cara lateral del cuchillo.	148
Figura 145. Factor de Seguridad del Cuchillo.	149
Figura 146. Factor de Seguridad del Cuchillo.	149
Figura 147. Factor de Seguridad del Tenedor.	150
Figura 148. Factor de Seguridad del cuchillo.	150
Figura 149 Factor de Seguridad del Tenedor.	150
Figura 150. Factor de Seguridad del Tenedor.	151
Figura 151. Usuario realizando la práctica de evaluación con gelatina.	155
Figura 152. Práctica con el tenedor y fruta blanda.	155
Figura 153. Práctica con cuchara, ejercicio de pasar agua de un recipiente a otro.	156
Figura 154. Práctica con tenedor y cuchillo, corte de una crepa.	156
Figura 155. Ejercicio de corte con tenedor y cuchillo.	157
Figura 156. Ejercicio de seccionar fruta con ayuda del tenedor y cuchillo.	157
Figura 157. Prueba de la huella de la cuchara.	159
Figura 158. Prueba de la huella del tenedor.	159
Figura 159. Prueba de la huella del cuchillo.	160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología.	25
Tabla 2. Acero inoxidable.	46
Tabla 3. Aleación de aluminio.	47
Tabla 4. Materiales Sintéticos y Elastómeros.	48
Tabla 5. Valor de nivel de confianza.	56
Tabla 6. Características de Estudio Tradicional y Multisensorial de Usuarios.	57
Tabla 7. Niveles de recepción de información a través de los sentidos.	58

Tabla 8. Relación de los Sentidos de las Características perceptible.....	58
Tabla 9. Tipos de Impresión 3D.....	60
Tabla 10. Cubiertos y sus características según el IMSS	69
Tabla 11 . Resultados de Análisis Antropométrico de la mano.....	70
Tabla 12 . Resultados de Análisis Antropométrico de la mano.....	71
Tabla 13 Relación de Sentidos con los Atributos Sensoriales.....	77
Tabla 14 Relación del la cabeza cóncava con el Tacto	78
Tabla 15. Relación del la cabeza cóncava con el Tacto	79
Tabla 16. Relación de la Cabeza Cóncava con el sentido del Gusto	79
Tabla 17. Relación de la Cabeza cóncava con el sentido del Gusto	79
Tabla 18. Relación de la Cabeza cóncava con el sentido de la Vista	80
Tabla 19 Relación del Mango con el sentido de la Vista.....	80
Tabla 20. Relación de la Cabeza con puntas con el sentido del Tacto.....	81
Tabla 21 Relación del Puente con el sentido del Tacto	82
Tabla 22 Relación del Puente con el sentido del Tacto	82
Tabla 23. Relación de la Cabeza con puntas con el sentido de la vista.....	82
Tabla 24. Relación del Mango con el Sentido de la Vista	83
Tabla 25 Relación del Puente con el sentido de la vista	83
Tabla 26 Relación de la Cabeza cóncava con el sentido de Gusto.....	83
Tabla 27. Relación de la Hoja con el sentido del Tacto.....	84
Tabla 28. Relación de la Virola con el sentido del Tacto.....	85
Tabla 29. Relación del Mango con el sentido del Tacto.....	85
Tabla 30 Relación de la Hoja con el sentido de la Vista.....	85
Tabla 31 Relación del Mango con el sentido de la Vista.....	86
Tabla 32 Relación de la Virola con el sentido de la Vista	86
Tabla 33 Relación de la Hoja con en sentido del Gusto	86
Tabla 34. Set de cubiertos Alessini	88
Tabla 35. Set de cubiertos Tramontina	89
Tabla 36. Set de cubiertos de Zara Home.....	90
Tabla 37. Set de cubiertos Tommee Tippee.....	91
Tabla 38. Relación de Usuarios y Necesidades	93
Tabla 39 Enunciados del cliente y Necesidades Interpretadas	94
Tabla 40. Necesidad interpretada con atributos relacionados.....	95
Tabla 41. Características Generales con unidades de medida.....	98
Tabla 42. Comparación de propuestas 1 y 2 bajo el Análisis de Elemento Finito.....	151
Tabla 43. Preguntas sobre el desarrollo infantil.....	153
Tabla 44. Perfil de los usuarios evaluados.	154
Tabla 45. Actividades evaluadas con los cubiertos	154
Tabla 46. Resultados de las preguntas hechas a los niños.	158
Tabla 47. Resultados de las preguntas hechas a los padres.....	158

Introducción

Los cubiertos son herramientas manuales que funcionan como extensiones de las manos y que las personas utilizan para alimentarse de una manera más higiénica y protocolaria.

Una herramienta manual se cataloga como “ergonómica” cuando es un objeto cómodo y seguro para desarrollar una tarea, adaptándose a las características de las manos sin provocar posturas que causen tensión muscular, presión de contacto dañino u otros rasgos de salud y seguridad. Cuando se utiliza una herramienta manual que no se ajusta a las características de las manos se corre el riesgo de sufrir lesiones o trastornos musculoesqueléticos, estos padecimientos son el resultado de realizar movimientos repetitivos en periodos cortos o largos de tiempo (NIOSH, 2004).

La influencia que tienen los cubiertos en la vida del hombre ha cobrado mayor presencia en los últimos años, aunque en un principio este tipo de objetos se limitaban a ser usados por clases sociales altas, en la actualidad se encuentran en la mayoría de los hogares. El ser humano está en la búsqueda constante de crear elementos que faciliten sus actividades cotidianas; los cubiertos ayudan a comer, cortar, preparar e ingerir alimentos.

En esta tesis se presenta la investigación de la cual se generó un set de tres cubiertos (cuchara, tenedor y cuchillo) con diseño ergonómico que son adecuados para las características morfológicas de niños de 3 a 5 años.

Así pues, en esta investigación se aplicaron pautas de diseño ergonómico para la generación de un set de cubiertos para niños de 3 a 5 años que se encuentran en etapa preescolar, reforzando la actividad alimenticia.

En este escrito se presentan 5 capítulos que describen el proceso de diseño del set de cubiertos. El Capítulo 1 presenta los antecedentes sobre los aspectos sensoriales que estimulan las actividades visomotoras. También se muestra el contexto que guarda la interacción entre los cubiertos y los niños en su vida cotidiana, actividades que ayudan al desarrollo y estimulación de sus capacidades físicas, psicológicas e intelectuales. Además, al final del capítulo se muestra la metodología que fue aplicada en la investigación, la cual se basó en la propuesta por Bruce Archer.

Para el capítulo 2 se incluye el marco conceptual que ayudó a entender el problema que se abordó, en donde se examinaron los atributos anatómicos y motrices de la mano, además de distintos productos que cumplen con una función similar y materiales que comúnmente se utilizan en la fabricación de cubiertos. Asimismo, se exponen aspectos ergonómicos y antropométricos para el desarrollo de cubiertos. En el Capítulo 3 se presenta el perfil del usuario, también se muestran los resultados de un estudio antropométrico realizado con un grupo de niños y de un análisis morfológico hecho con distintos modelos de cubiertos comerciales. Además, se presentan las necesidades y requerimientos que fueron identificados con base en las entrevistas hechas con usuarios directos e indirectos. Posteriormente, se muestran las propuestas iniciales del diseño del set de cubiertos que sirvieron para desarrollar modelos, con los cuales se efectuaron pruebas exploratorias de usabilidad y se mejoraron sus características.

El Capítulo 4 muestra el proceso de elaboración del prototipo final, el cual se realizó escaneando modelos de espuma con las características finales del set de cubiertos, para posteriormente obtener los modelos virtuales en un software CAD y efectuar una impresión en estereolitografía. Por último, se les dio el acabado requerido a los prototipos.

Finalmente, en el Capítulo 5 se presenta la evaluación final hecha con usuarios potenciales, la cual abarcó pruebas de usabilidad y pruebas del agarre manual efectuadas con los prototipos. También se hizo un Análisis de Elemento Finito con los modelos virtuales, lo cual sirvió para mejorar la resistencia mecánica y la estructura de los diseños propuestos.

CAPÍTULO I

ASPECTOS PRELIMINARES

1.1 Antecedentes

Desde su origen, el hombre ha procurado satisfacer sus necesidades básicas creando una serie de objetos, espacios y elementos gráficos que han facilitado su estilo y calidad de vida a lo largo de la historia. Todas estas necesidades han ido cambiando y cada vez se han hecho más específicas, los elementos que se han diseñado para satisfacerlas se conciben a partir de estudios que buscan que los usuarios tengan experiencias más satisfactorias, tanto física como psicológicamente.

En el diseño y desarrollo de productos, los diseñadores deben considerar diversos factores que influyen en las características de los objetos. Uno de estos aspectos es la Ergonomía, la cual incluye en los atributos funcionales, de seguridad, de usabilidad y comodidad de los productos (Kaljun y Dolšak, 2012). La cubertería engloba al conjunto de instrumentos o herramientas manuales que se ocupan para comer, cortar, preparar e ingerir alimentos; considerando especialmente a los tenedores, cuchillos y cucharas.

En el diseño de herramientas o instrumentos manuales se ha buscado la aplicación de pautas que permitan concebir objetos que sean adaptables a las distintas características de la población. En la mayoría de los casos esto resulta complicado de realizar, ya que existe variabilidad en las dimensiones antropométricas, en los hábitos y en las maneras de como las personas ejecutan sus actividades.

Existen investigadores e instituciones que se han ocupado de abordar diferentes aspectos relacionados al diseño de instrumentos y herramientas ergonómicas manuales. Por ejemplo, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha establecido la necesidad de proyectar herramientas manuales conforme a prescripciones ergonómicas, ya que las herramientas que son mal diseñadas y que no se ajustan a las características del trabajador o de las tareas que se ejecutan, pueden disminuir la productividad y tener consecuencias adversas en la salud (Chávez, 2012). Por su parte, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2016) de España se ha encargado de formular y publicar algunas guías generales de seguridad y Ergonomía para el diseño de herramientas e instrumentos manuales.

Por otro lado, Kuijt-Evers, Groenesteijn, de Loose, y Vink (2004) en la investigación denominada “Identificando los factores de confort en el uso de herramientas

manuales” proponen una lista de seis factores que deben considerarse en la concepción de herramientas manuales ergonómicas, los cuales son: Funcionalidad, postura y músculos, irritación y dolor de manos y dedos, irritación de la superficie de las manos, características de la manija y estética. Además, Khetan (2015) desarrolló el mango de un cuchillo tomando en cuenta las diferentes posturas que adopta la mano mientras realiza cortes. En la investigación se analizaron las diferentes partes de la mano y el brazo que determinan la precisión del corte al utilizar un cuchillo.

También, Rodríguez (2013) efectuó un rediseño de cubiertos para personas con discapacidades físicas o mentales, adquiridas o degenerativas. Esta investigación tuvo como objetivo mejorar las condiciones de manejo y alentar al uso de este tipo de cubertería para realizar de forma satisfactoria las Actividades de la Vida Diaria (AVD), las cuales se definen como el conjunto de acciones y conductas asociadas a ellas que una persona ejecuta todos los días o cotidianamente, para vivir de forma autónoma e integrada en su medio ambiente y cumplir su papel social.

En la investigación de campo realizada en la Hca. Cd. de Huajuapán de León, Oaxaca; se observó que las guarderías públicas no cuentan con juegos de cubiertos enfocados a niños de 3 a 5 años de edad. La normativa del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) señala que deberán utilizarse cucharas cafeteras de acero inoxidable para que los infantes comiencen con la etapa de alimentación independiente. Sin embargo, para el tenedor y cuchillo no hay una versión “pequeña” o adaptable a la antropometría de los menores. En su mayoría estos instrumentos cuentan con mediadas estandarizadas para personas adultas o percentiles antropométricos de manos que pertenecen al de otros países, siendo estos demasiado grandes, de gran peso, de materiales muy duros, filosos, sin colores, costosos y de riesgo para el uso de los niños.

El reglamento de las guarderías que se publica a nivel nacional recomienda la introducción del uso de la cuchara cafetera a partir de los dos años de edad, el uso de estos objetos tiene como consecuencia en algunos casos: desviamiento de los dientes, lastimaduras en las encías, golpes en la cara o en el cuerpo por su gran rigidez y falta de control motriz de los niños, además de considerarlas de gran peso y sin atracción emotiva para llamar la atención. También, se debe tener

mayor cuidado cuando el infante aprende a utilizar el tenedor y el cuchillo para evitar accidentes en el comedor (IMSS, 2016).



Figura 1 . Set de cubiertos común de la marca Volf.
Fuente: <https://volf.com.ar/producto/set-de-cubiertos-deco-102-piezas/>

En la Figura 1 puede observarse un ejemplo de los utensilios similares utilizados en las guarderías, de derecha a izquierda en la imagen se muestra una cuchara cafetera; se aprecia la diferencia de dimensiones de dicho utensilio con respecto a cubiertos mostrados.

1.2 Planteamiento del problema

El desarrollo motor del niño de los 0 a los 6 años no puede ser entendido como algo que le condiciona, sino como algo que el niño va a ir produciendo a través de su deseo de actuar sobre el entorno y de ser cada vez más competente (Justo, 2001).

Según Herminia Watson (2008), en las edades de 3 a 5 años los niños y niñas realizan los movimientos con mayor orientación espacio-temporal y mejor desarrollo de las capacidades coordinativas, además de variadas acciones con su cuerpo de forma individual con y sin objetos, combinándolos en pequeños grupos. Logran organizar juegos y actividades motrices, vinculando las tareas

motrices con diversas construcciones organizadas por ellos, lo cual contribuye a enriquecer sus movimientos por iniciativa propia.

Para un niño es fundamental desarrollar características físicas, psicológicas, intelectuales y sociales. El estimular al sistema motriz mediante el uso de objetos que les resulten agradables a los niños desarrolla, según Piaget, la etapa pre operacional que está relacionada con las habilidades de memoria e imaginación. Los niños muestran coordinación muscular y viso-motora que se ve reflejada en: usar tijeras y finalmente cortar en línea recta, dibujar a una persona en 3 partes, vestirse solo, manejar bien la cuchara y el tenedor al comer, entre otras cosas (Paz, 2012).

De acuerdo a la investigación de campo desarrollada en la guardería "Margaret Mac Millán", se logró observar y verificar que según el Manual del Sistema de Información y Administración de Guarderías entregado por el IMSS (2016), estas instituciones no cuentan con el material adecuado para que los menores realicen actividades alimenticias; ya que carecen de cubiertos ergonómicos. El uso de cucharas cafeteras de acero inoxidable es la opción a la que se recurre y claro está que estos instrumentos no están diseñados para tal actividad. Hay que mencionar además, que de acuerdo con diversos estudios, el brindar un aspecto atractivo para que los usuarios logren tener interés en los nuevos objetos que se presentan en su vida es una parte medular de los proyectos, pues esto otorga mucho más empatía en los productos y mejora la relación usuario-objeto (Norman, 2005).

1.3 Justificación

La profesora Julia García Sevilla (2009) en su texto "Introducción a la Estimulación Cognitiva" menciona que a mediados del siglo XX hubo una gran cantidad de científicos que avalaron la existencia de plasticidad cerebral o neuroplasticidad, la cual se refiere a la capacidad adaptativa para modificar su propia organización estructural y funcionamiento en respuesta a los acontecimientos del entorno, esta afirmación brinda una visión más amplia para entender la estimulación cognitiva y fundamentar dos supuestos. El primer supuesto propone que el cerebro es susceptible a modificar su estructura y su funcionamiento bajo condiciones apropiadas. Si dichas condiciones se producen, aumenta el número de conexiones entre las neuronas. El segundo supuesto menciona que las diversas capacidades

que poseemos no dependen sólo de factores genéticos y hereditarios, sino del aprendizaje y de la interacción continua que el individuo establece con el ambiente. Esto es importante tenerlo en cuenta, ya que implica la posibilidad de modificar y mejorar hábitos con la práctica.

En el estado de Oaxaca existen diferentes guarderías pertenecientes al IMSS en las cuales se atiende el desarrollo integral de los niños, a través del cuidado y fortalecimiento de su salud, una sana alimentación y un programa educativo-formativo acorde a su edad y nivel de desarrollo. De acuerdo al estudio de campo realizado en la guardería "Margaret Mac Millan" de la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca; existe un manual entregado por el Sistema de Información y Administración de Guarderías, el cual rige a todas la guarderías del estado y menciona los instrumentos que deberán ser utilizados para realizar las actividades alimenticias, sin incluir las dimensiones con las que deberán diseñarse los cubiertos (2016).

El desarrollo de las habilidades en psicomotricidad fina son importantes para los niños, ya que sus logros en este campo abren la puerta a la experimentación y al aprendizaje sobre su entorno, (Roldán, 2016). En este proyecto de tesis se generó un juego de cubiertos con "características ergonómicas " que podrían propiciar el desarrollo de las habilidades mencionadas, reforzando sus experiencias en la alimentación.

1.4 Objetivo general:

Diseñar un juego de cubiertos con características ergonómicas dirigidos a niños de 3 a 5 años para estimular actividades alimenticias de manera protocolaria.

1.5 Objetivos específicos

- 1.- Investigar condicionantes y parámetros para el diseño de un set de cubiertos para niños de 3 a 5 años de edad.
- 2.- Generar el concepto de diseño utilizando herramientas creativas.
- 3.- Conceptualizar los cubiertos.
- 4.- Evaluar el set de cubiertos.

1.6 Metas

- 1.-Análisis antropométrico de manos en niños de 3 a 5 años de edad mediante un estudio de campo.
- 2.-Análisis de materiales normalizados para la fabricación de los cubiertos.
- 3.-Reporte de procesos y acabados normalizados del material seleccionado para el desarrollo de los utensilios.
- 4.-Lluvia de ideas.
- 5.-Elaboración de bocetos.
- 6.-Selección de idea.
- 7.-Elaboración de planos constructivos.
- 8.-Análisis y desarrollo en software de elemento finito para evaluar estándares de calidad y resistencia del material propuesto.
- 9.-Desarrollo final de la propuesta con acabados de los materiales y apariencia real.
- 10.-Construcción del prototipo.
- 11.-Evaluación de la interacción de los niños con los cubiertos.
- 12.-Conclusiones del proyecto.

1.7 Metodología

La metodología que se utilizó es una adaptación de la metodología de diseño propuesta por Bruce Archer (1964), la cual consta de las siguientes etapas:

Tabla 1. Metodología

METODOLOGÍA	
Pasos	Descripción
1.-Definición del problema y preparación del programa detallado.	Definir los alcances que tendrá el diseño del set de cubiertos con características ergonómicas. Realizar un reporte sobre los productos similares existentes y definir a los usuarios potenciales para poder realizar un reporte de requerimientos de diseño. Acudir a las instituciones especializadas para estar en contacto con los niños de la edad requerida y observar la manera en la que realizan sus actividades alimenticias.
2.-Obtener datos relevantes, preparar especificaciones y retroalimentación en esta fase.	Hacer una clasificación de la información de acuerdo a la pertinencia, tomando en cuenta aspectos como ergonomía, materiales y objetos similares.
3.-Análisis y síntesis de los datos para preparar propuestas de diseño.	Utilizar herramientas de diseño como lluvia de ideas para que en base a la información obtenida se puedan hacer bocetos a detalle y se seleccione la idea que mejor cumpla con los requerimientos de diseño e ingeniería mediante tablas
4.-Desarrollo de prototipos	Elaboración de planos, modelación 3D y construcción del prototipo.
5.- Preparar y ejecutar experimentos que validen el diseño	Someter el set de cubiertos a un grupo de estudio que interactúe y evaluar la respuesta ante la propuesta de diseño.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

Para resolver un problema el diseñador tiene como tarea recabar la información necesaria para plantear las bases que solucionarán el problema, este capítulo recaba distintos tópicos que servirán para brindar un panorama claro del contexto de la problemática que se atiende, se comienza describiendo la anatomía de la mano y sus movimientos más comunes, así como los diferentes tipos de agarres y para qué sirve cada uno de ellos, también se plantean las pautas que se usan para seleccionar herramientas manuales que ayuden a realizar las tareas, después se encuentra la normativa que rige los materiales grado alimenticio así como los materiales más comunes que se usan para este fin. Lo siguiente es la descripción de la ergonomía y la antropometría y cómo los estudios de estas influyen en el diseño de herramientas manuales. En la sección final de este capítulo se describe el diseño sensorial, de igual forma se describen los métodos más comunes de impresión 3D que existen para realizar los prototipos de la propuesta final.

2.1 La mano

Es importante para el diseñador conocer las características anatómicas del cuerpo humano y del entorno en el que se desarrolla para poder generar proyectos funcionales que logren adaptarse a las particularidades del usuario. Por ello, en este apartado se presentan las características anatómicas de la mano humana.

En esta sección se describen los aspectos anatómicos trascendentales de la mano y los movimientos que tiene permitida esta extremidad, es importante mencionar que cada mano está controlada por el hemisferio cerebral opuesto al de está. Al hemisferio izquierdo se le relaciona con habilidades como razonamiento, lenguaje hablado, lenguaje escrito, habilidad científica, habilidad numérica y el hemisferio derecho tiende a asociarse con la imaginación, sentido artístico, sentido musical, percepción tridimensional. El 90% de la población humana es diestra y solo un 10% es zurda. (ABC, 2012). Se estima que en México hay una población de aproximadamente 13 millones de zurdos de los 129 millones de habitantes (UNAM, 2016).

El esqueleto de la mano cuenta con dieciocho articulaciones y en sus movimientos participan más de treinta músculos alargados, cuyos tendones llegan a los dedos de la mano. Existen tendones flexores, extensores, pronadores (hacen girar la palma hacia adentro), supinadores (hacen girar la palma hacia afuera) y abductores (del

pulgar).

Un músculo principal de la mano es el ligamento anular del carpo que asegura los huesos de dicha región; por debajo pasan los tendones extensores y flexores que ligan el antebrazo con la mano. Todos estos elementos incluyen arterias y venas, que están envueltas por un tejido epitelial elástico llamado piel, como se presenta en la Figura 2.

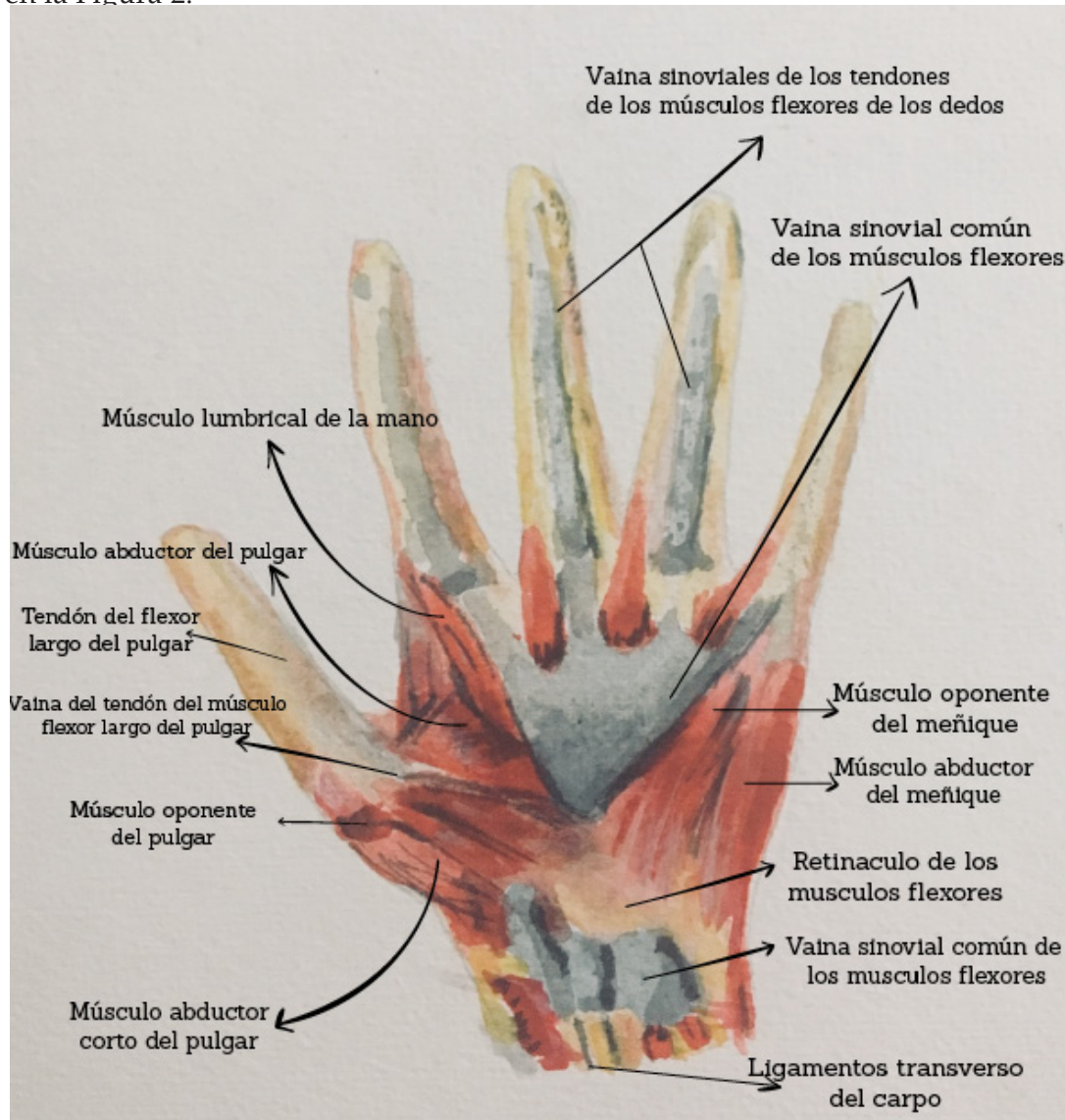


Figura 2. Estructura muscular.

Fuente: Elaboración propia con base en Rodríguez , 2011

La piel cubre exteriormente nuestro cuerpo para protegerlo y darle apariencia. En la parte dorsal de la mano, la piel es más fina y contiene las células epidérmicas, unos corpúsculos con coloración y presenta gran sensibilidad (Palacios, 2014).

Las células nerviosas especializadas o receptores sensoriales se clasifican de la siguiente manera:

a) Terminaciones nerviosas libres: estos receptores se localizan en todo el cuerpo y detectan el dolor y el tacto burdo.

b) Órganos terminales: son receptores especializados que identifican diferencias muy ligeras entre amplios grados de tacto y otras sensaciones.

Entre estos se encuentran:

- Corpúsculos de Meissner o corpúsculos del tacto: son un tipo de terminaciones nerviosas en la piel que son responsables de la sensibilidad del tacto suave. Este corpúsculo está implicado en la percepción de las sensaciones vibratorias ligeras y superficiales; en especial para los contactos ligeros y dinámicos, así como la detección de los objetos que estén en movimiento sobre la piel.

- Células de Merkel: Están implicadas en la percepción de las sensaciones vibratorias para detectar y localizar el contacto con la superficie de un objeto, apreciando su forma y su textura.

2.1.1 Estructura ósea.

El esqueleto, es decir, la estructura rígida de la mano, está constituida por la segunda fila del carpo, por los metacarpianos, las falanges y diversas articulaciones que los unen. La estructura ósea de la mano está formada por 27 huesos, ocho de los cuales (carpo escafoides, semianular, piramidal, pisiforme, trapecio, trapezoides, hueso grande, hueso ganchudo) están colocados en doble fila y participan en la articulación de la muñeca. Además, apoyan a los cinco huesos largos del metacarpo, los cuales se enganchan en el interior de la palma y se articulan con el esqueleto de los dedos. Los dedos están constituidos por huesos falanges (dos para el pulgar y tres para los restantes) como se muestra en la Figura 3.

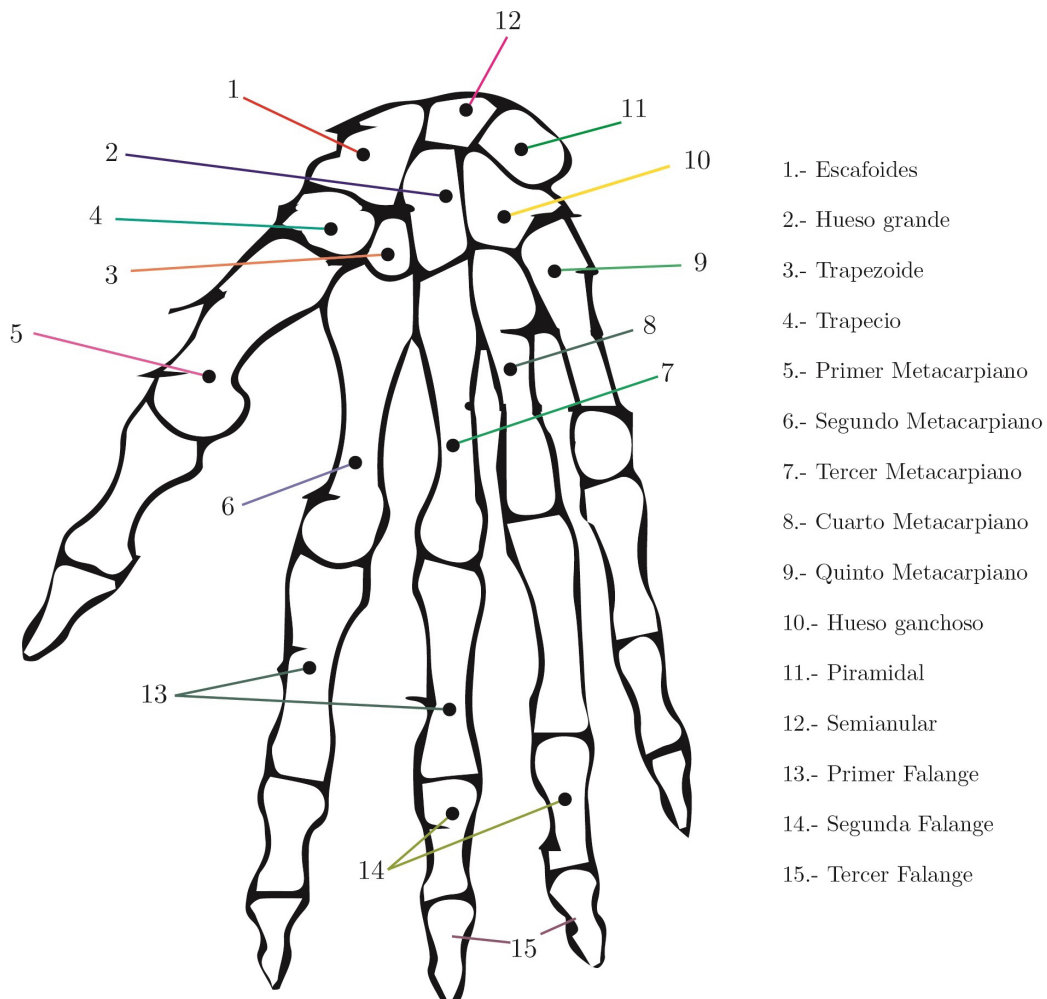


Figura 3. Estructura ósea
Fuente: Elaboración propia con base en Rodríguez , 2011

2.1.2 Movimientos de la mano

En las Figuras 4 a 17 se exponen el rango de movimientos de la muñeca y los dedos que deben ser tomados en cuenta para desarrollar objetos óptimos (Miller, DiCuccio y Davis, 2009).

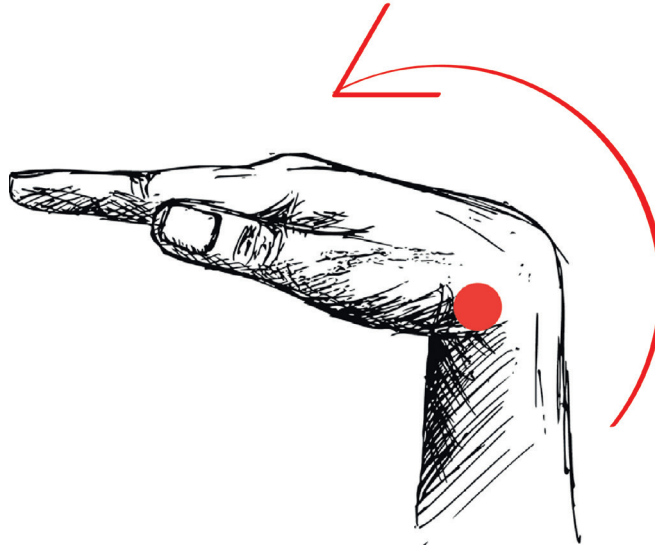


Figura 4. Flexión de la muñeca 0 - 80°
Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

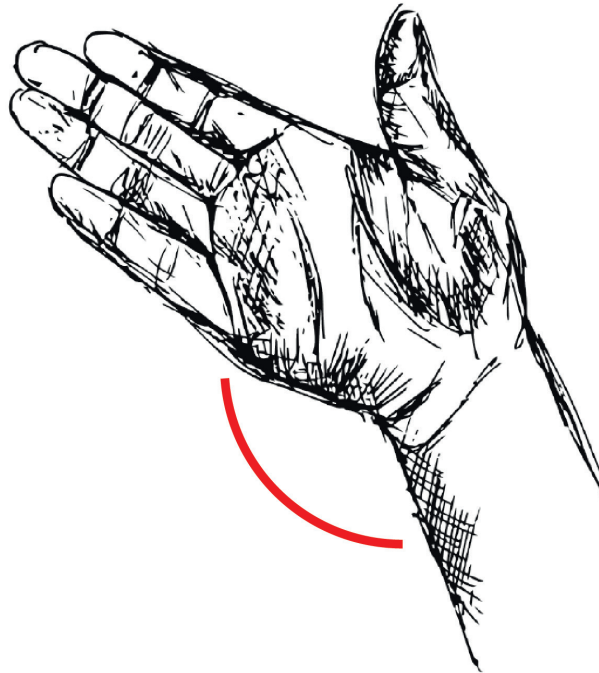


Figura 5. Desviación cubital 0-30 °
Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

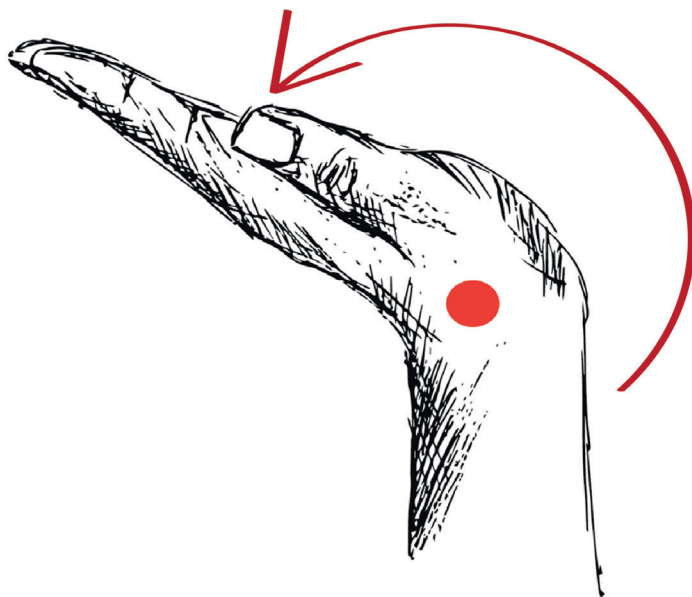


Figura 6. Extensión de la muñeca 0 - 70°
Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009



Figura 7. Desviación radial 0-20 °
Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

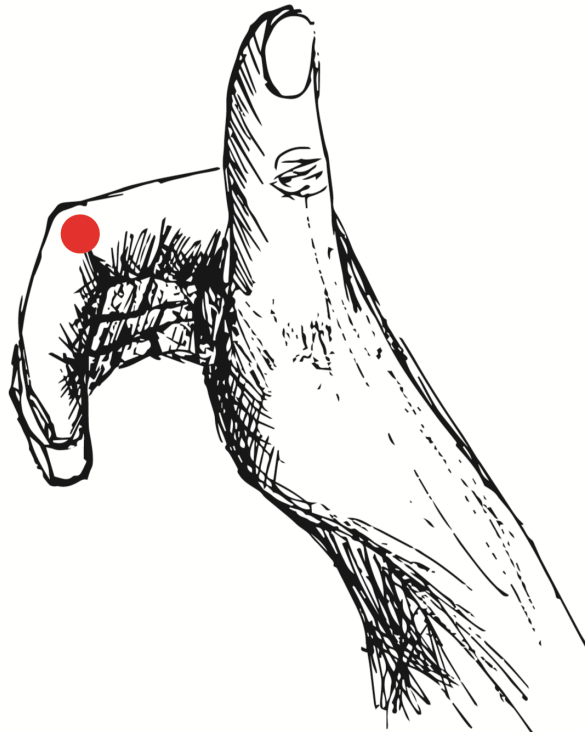


Figura 8. Flexión interfalángica proximal del dedo 0-100 °
Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

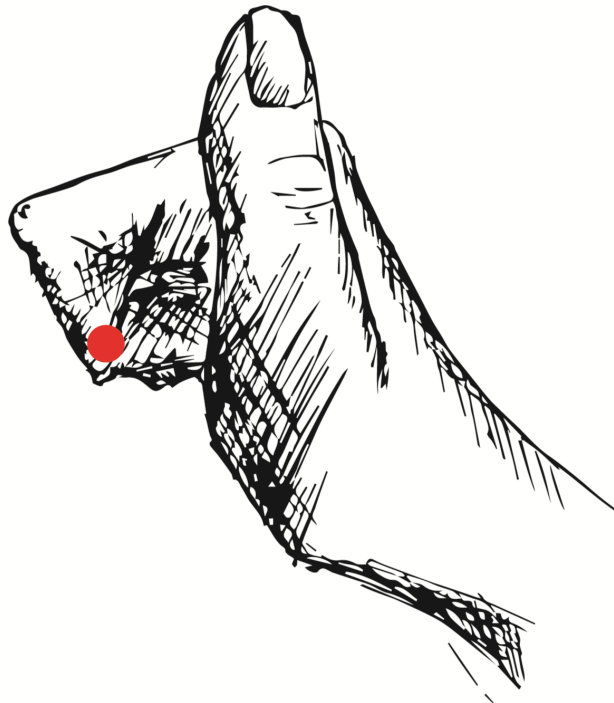


Figura 9. Flexión de dedos interfalángicos distales 0 - 80°
Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

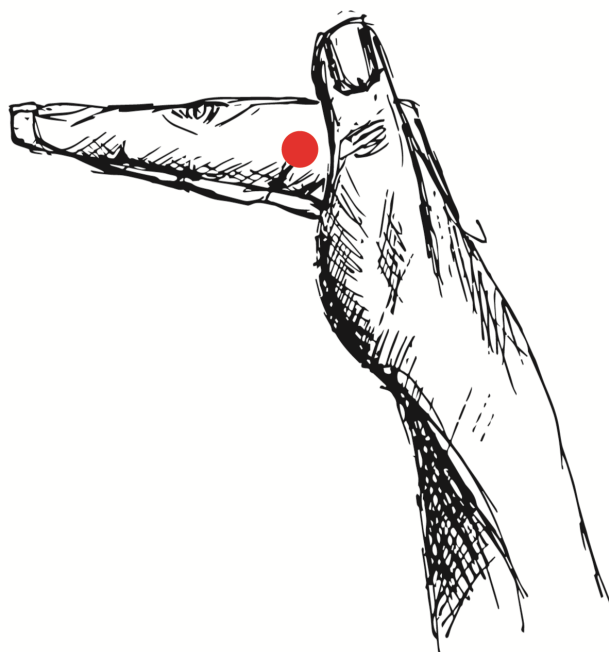


Figura 10. Flexión metacarpo falángica del dedo 0-90°
Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio, y Davis, 2009

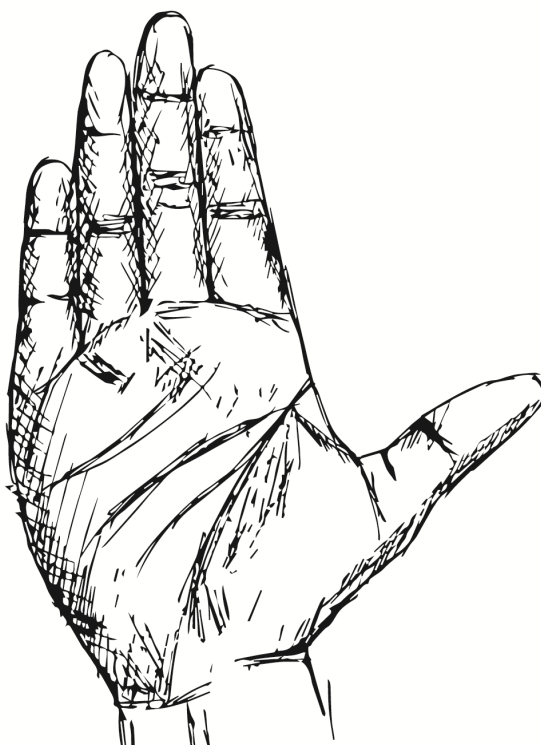


Figura 11. Extensión del pulgar (separación radial) 0-60 ° la articulación interfalángica puede ser hiperextendida hasta 15 ° en algunas personas.
Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009



Figura 12. Flexión del pulgar 0-50 ° en la articulación metacarpo falángica y 0-80 ° en la articulación interfalángica.

Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

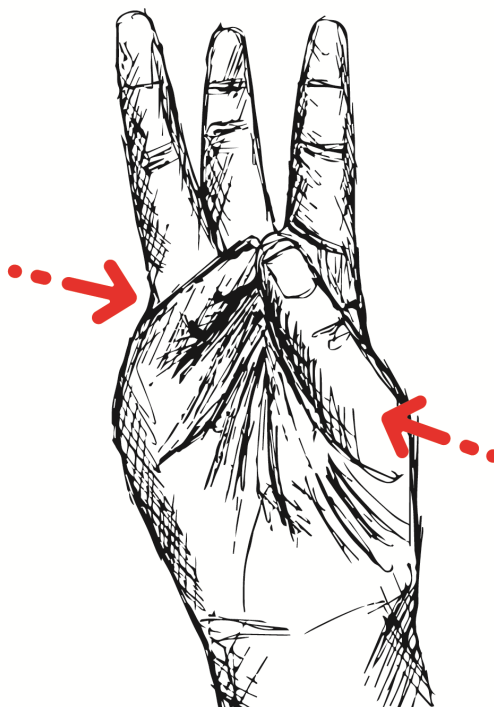


Figura 13. La superficie palmar del dedo meñique debe tocar la superficie palmar del dedo pulgar

Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

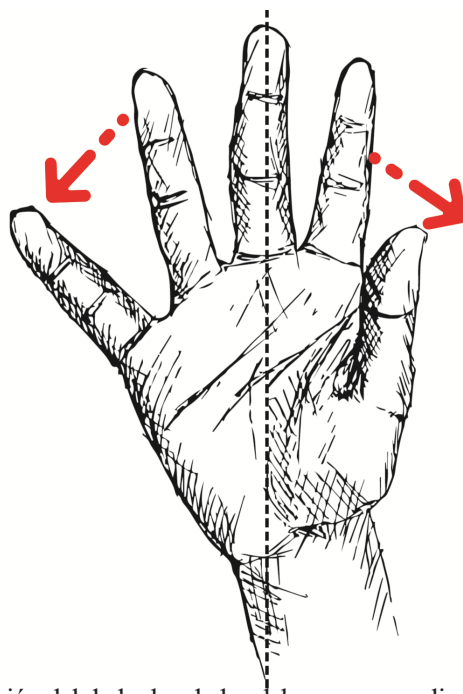


Figura 14. Separación del dedo: los dedos deben separarse ligeramente del dedo más largo

Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

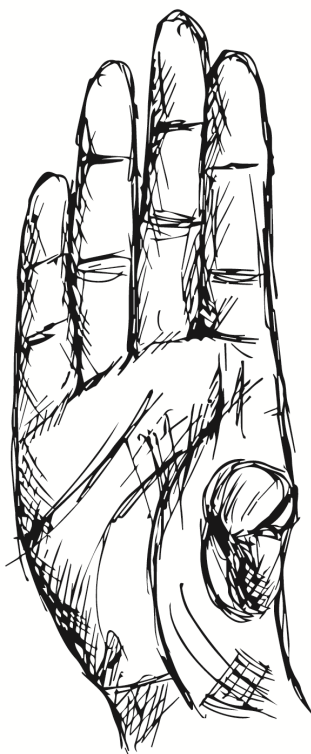


Figura 15. Abducción del pulgar (abducción palmar)

Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

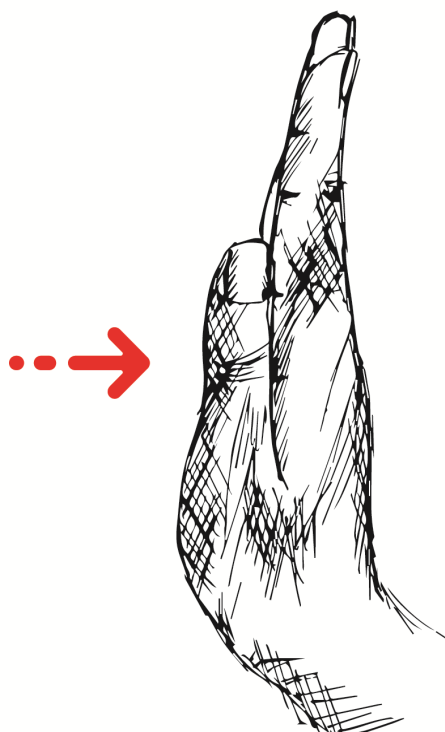


Figura 16. La separación del pulgar 0-40 ° el pulgar debe poder tocar el lado palmar del dedo índice.

Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

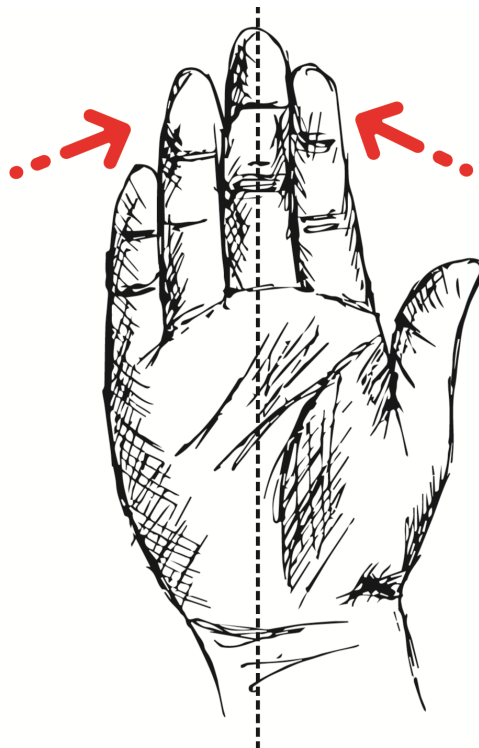


Figura 17. Aproximación del dedo: el dedo debe poder aducirse hacia el dedo largo para que se toquen mientras están completamente extendidos.

Fuente: Elaboración propia con base en Miller, DiCuccio y Davis, 2009

2.1.3 Naturaleza del agarre de la mano

John Russell Napier fue un primatólogo, paleoantropólogo y médico que en 1956 clasificó los patrones funcionales de la mano en agarres de fuerza y agarres de precisión.

- Los agarres de fuerza son aquellos en donde los dedos están flexionados en las tres articulaciones. El objeto se encuentra entre los dedos y la palma, el pulgar se aduce y queda posicionado sobre la cara palmar del objeto, hay una ligera desviación cubital y se realiza una ligera dorsiflexión para aumentar la tensión de los tendones flexores.
- Los agarres de precisión son aquellos utilizados para la manipulación de pequeños objetos entre el pulgar y las caras flexoras de los dedos; la muñeca se posiciona en dorsiflexión, los dedos permanecen semiflexionados y el pulgar se aduce y se opone. Los agarres de precisión se clasifican de acuerdo a las partes de las falanges utilizadas para soportar el objeto que se está manipulando, entre estos se encuentran: pinza terminal, pinza palmar, pinza lateral o de llave, pinza de pulpejo o cubital (Arias, 2012).

En la Figura 18 se encuentra el agarre de fuerza, el cual involucra la palma y los dedos y estos envuelven el objeto, en esta imagen se presenta un objeto circular. En las Figuras 19 y 20 se muestran también agarres de fuerza pero con prensa digital y prensa cilíndrica respectivamente.

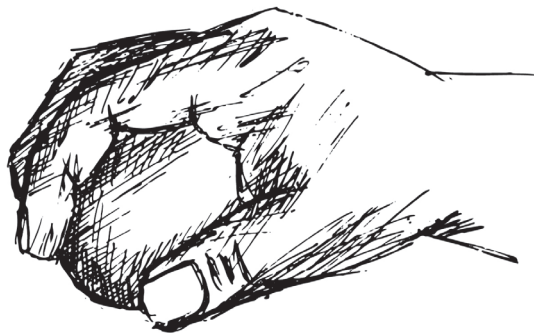


Figura 18. Agarre de fuerza.
Fuente: Arias, 2012

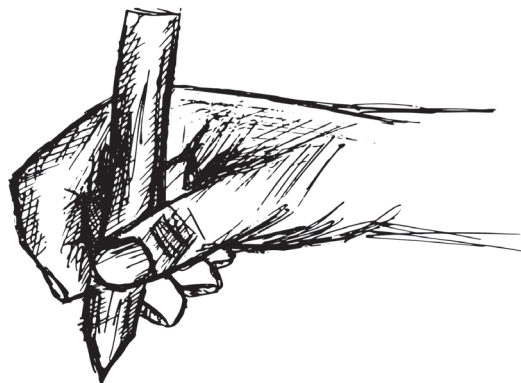


Figura 19. Agarre de fuerza.
Fuente: Arias, 2012

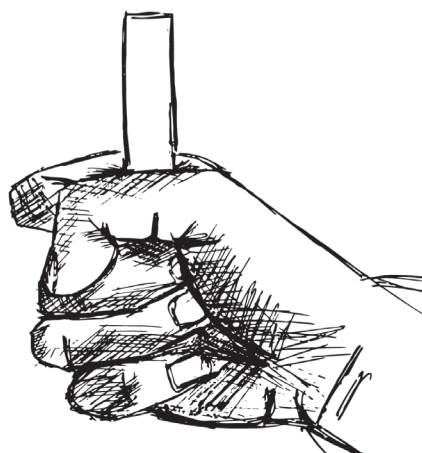


Figura 20. Agarre de fuerza.
Fuente: Arias, 2012

En los niños, el desarrollo del agarre se secciona comúnmente de acuerdo a la edad cronológica de la siguiente manera:

- Prensa cilíndrica o prensa palmar supinada: Aparece entre el año y año y medio. Se emplea toda la mano para sujetar la herramienta y el movimiento procede de segmentos proximales (se mueve el hombro y el brazo para mover la mano). Se trata de un agarre estático (Figura 21).
- Pinza cuadrípode: Aparece a los 3 años y medio o 4 años. En la Figura 22 se aprecia como los cuatro dedos participan en el agarre del objeto. Ahora el movimiento procede de la muñeca y la mano, hay mayor estabilidad del hombro y codo. Inicialmente es un agarre estático aunque puede evolucionar y convertirse en dinámico.

- Prensa digital pronada: Aparece entre los 2 y 3 años. Los dedos sujetan la herramienta, el hombro comienza a ser más estable y entonces los movimientos proceden de segmentos más distales (codo y antebrazo). Se trata de un agarre estático (Figura 23)

- Pinza trípode: Aparece entre los 4 años y medio, desarrollándose y perfeccionándose hasta los 7 años. En ella participan el dedo pulgar, índice y medio. Inicialmente los tres dedos funcionan de manera unitaria, para posteriormente madurar hacia una pinza trípode dinámica (Figura 24).

Los agarres antes mencionados están dirigidos para el uso de herramientas manuales, en este caso para cubiertos (Schwellnus, 2012).

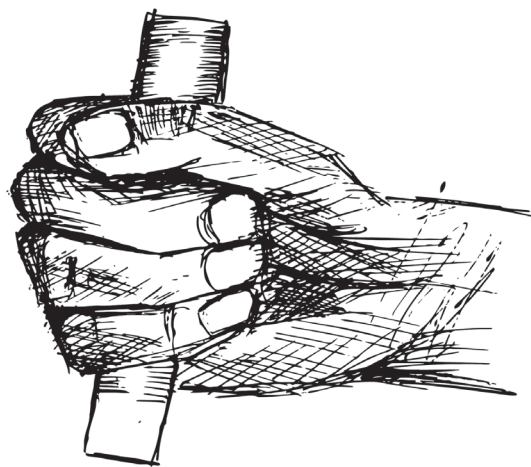


Figura 21. Prensa cilíndrica o prensa palmar supinada.
Fuente: Elaboración propia con base en Schwellnus, 2012

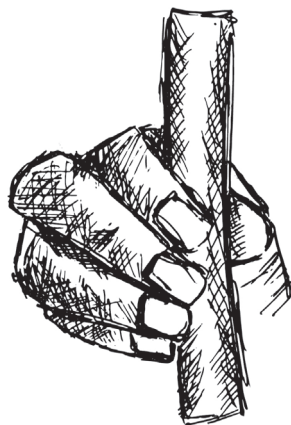


Figura 22. Pinza cudrípode.
Fuente: Elaboración propia con base en Schweltnus, 2012

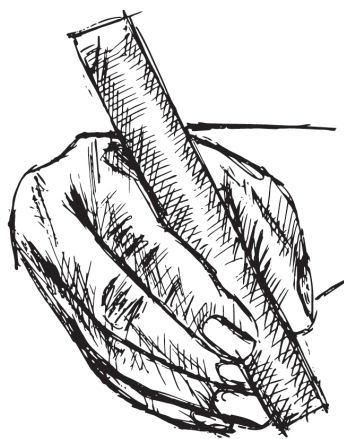


Figura 23. Prensa digital pronada.
Fuente: Elaboración propia con base en Schweltnus, 2012



Figura 24. Pinza trípode.
Fuente: Elaboración propia con base en Schweltnus, 2012

2.2 Los cubiertos

La cubertería incluye distintos cuchillos, cucharas y tenedores con diferentes dimensiones de acuerdo al tipo de alimento que se va a ingerir (Carlbom, 2019). En este proyecto se desarrolló un set de cubiertos para niños de 3 a 5 años de edad, el cual esta constituido por una cuchara, un tenedor y un cuchillo. Cada cubierto tiene un elemento en común llamado mango, a través del cual se toma el objeto. La cuchara incluye una cabeza cóncava que sirve para depositar el alimento, el tenedor por su parte tiene una cabeza con puntas que ayudan a sostener el alimento y el cuchillo tiene un extremo llamado hoja que tiene el filo necesario para realizar cortes a los alimentos.

2.2.1 Análisis de materiales para cubiertos

Se realizó una investigación para conocer los materiales utilizados para fabricar este tipo de objetos, así como las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, además de las normas aplicables alrededor del mundo.

Un requisito que es necesario cubrir es que el tipo de material aplicado en el diseño de la propuesta sea grado alimenticio, por lo tanto se deben tomar en cuenta las normas que existen alrededor del mundo. Entre las características más importantes que debe cumplir el material seleccionado es que no deben desprender material que pueda resultar nocivo para la salud del usuario.

Los materiales que se usan en cocina también deberán contar con superficies lisas, resistentes a golpes o ralladuras y no permitir la absorción, o cualquier evento que pueda suponer un contexto positivo para el desarrollo de bacterias.

Es importante mencionar que se retomaron algunas recomendaciones concernientes al diseño de juguetes para niños, como por ejemplo, la ausencia de elementos punzo-cortantes, la falta de piezas desprendibles o desarmables y de tamaño reducido que los niños puedan tragar fácilmente (Pheasant, 2003).

La normativa nacional e internacional exige seguir parámetros para el desarrollo de objetos que estarán en contacto con alimentos, como principio básico se tiene que cualquier material u objeto destinado a entrar en contacto directo o indirectamente con ellos debe ser lo suficientemente inerte para evitar cualquier tipo de transferencia de sustancias a los alimentos y que estos puedan influir de manera negativa en la salud humana, o para ocasionar una modificación

inaceptable en la composición de los productos alimenticios o una alteración de sus características organolépticas.

Las propiedades organolépticas son las características físicas de la materia según sean percibidas por los sentidos, por ejemplo sabor, textura, olor, color o temperatura. Estas propiedades son importantes en el ámbito alimentario debido a que respaldan criterios de calidad y seguridad en la industria.

Debido a que el conocimiento acerca de la elaboración de cubiertos es limitada, esta investigación se basó en materiales que son utilizados para el desarrollo de objetos como ollas, cucharones, entre otros; que están en contacto directo e indirecto con alimentos.

Para seleccionar los materiales que serán utilizados durante la producción o conservación de los alimentos, estos no deben desprender ni absorber sustancias nocivas ni alterar negativamente su sabor ni olor, tanto por contacto directo o indirecto. También, los materiales no deben reaccionar a productos de limpieza ni a sustancias químicas como desinfectantes. De aquí la importancia de que sean resistentes a la corrosión y desarrollados de manera que la superficie de tal objeto no sufra alteraciones.

Algunos de los materiales con mayor uso en la industria de alimentos son el acero inoxidable de aleación fina, aleaciones de aluminio y materiales sintéticos o elastómeros, estos deben cumplir la disposición 1935/2004/CE o la disposición sobre materiales sintéticos 10/2011 o las derivadas de la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (Food and Drugs Administration). Además, la capacidad de limpieza es un factor importante para seleccionar el material sintético apropiado, ya que las piezas no deben desprender ni absorber sustancias nocivas.

Se debe avalar el uso de materiales sintéticos en cada caso concreto, en conformidad con el cumplimiento de normas. En el reglamento (CE) N° 1935/2004 del Parlamento Europeo y del consejo sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto directo con alimentos expone que es conveniente fomentar en la comunidad la utilización de materiales y objetos reciclados, esto por razones de carácter ambiental, sin dejar de lado los requisitos para garantizar la seguridad de los alimentos y la protección del consumidor. A continuación, se anexa una lista

de materiales obtenidos del manual y catálogo de FESTO que pueden estar en contacto con alimentos, ya sea en etapa de producción, en su protección o como componente de alguna máquina que esté en contacto con ello

a) Acero inoxidable de aleación fina

El acero inoxidable es básicamente un acero de bajo carbono, el cual contiene un mínimo aproximado de 10,5% de cromo en peso, esto es lo que lo hace resistente a la corrosión. A continuación, en la Tabla 2 se muestran las variantes de la aleación de acero inoxidable de la SERIE 300 AISI, las cuales tienen un alto contenido de níquel y hasta un 2% de manganeso. También, pueden contener pequeños porcentajes de molibdeno, cobre, silicio, aluminio, titanio y niobio.

Tabla 2. Acero inoxidable

AISI	Apto para el contacto con productos alimentarios según la norma	Clase de Resistencia a la Corrosión (CRC)
ANSI 304	ANSI/NFS 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
ANSI 316	ANSI/NFS 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
ANSI 316L	ANSI/NFS 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
ANSI 316L	ANSI/NFS 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
ANSI 329	ANSI/NFS 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
ANSI 316Ti	ANSI/NFS 51	El titanio incrementa la CRC a 4.

Fuente : FESTO, 2013

b) Aleaciones de aluminio

El aluminio resiste el tipo de corrosión que causa en los aceros una degradación progresiva. La superficie expuesta del aluminio se combina con el oxígeno del aire para formar una película de óxido de aluminio (inerte). Aunque se usa de manera frecuente para recipientes de alimentos y bebidas, no está debidamente comprobada su toxicidad en los humanos (Maffia, 2013). En la Tabla 3 se muestran las variantes de aluminio que pueden estar en contacto con alimentos.

Tabla 3. Aleación de aluminio

Denominación	Apto para el contacto con productos alimentarios según la norma	Clase de Resistencia a la Corrosión CRC anodizado
AlCuMg1, AlCuMg2	-	1
Al99,5	ANSI/NFS 51	2
AlMgSi0,5	ANSI/NFS 51	3
AlMgSi0,7	ANSI/NFS 51	3
AlMgSi1	ANSI/NFS 51	3
AlMg1, AlMg3, AlMg5	ANSI/NFS 51	3

Fuente : FESTO, 2013

c) Materiales Sintéticos y Elastómeros

La tabla esta basada en el reglamento (UE) N° 10/2011 de la Comisión Europea sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos.

Tabla 4. Materiales Sintéticos y Elastómeros

Denominación	Conformidad dentro de un grupo posible según:	Residuos a ácidos diluidos	Resistencia a lejías diluidas
Polipropileno	FDA y/o 10/2011	±	+
Poliamida	FDA y/o 10/2011	-	0
Cloruro de polivinilo	-	±	±
Poli fluoruro de vinilideno	FDA y/o 10/2011	±	±
Polioximetileno	FDA y/o 10/2011	-	-
Polimetilmetacrilato	FDA y/o 10/2011	±	±
Policarbonato	FDA y/o 10/2011	±	-
Polietileno HD	FDA y/o 10/2011	±	±
Tereftalato de polietileno	FDA y/o 10/2011	0	-
Polieteretercetona	FDA y/o 10/2011	±	±
Polieteretetercetona	FDA y/o 10/2011	±	±
Caucho etileno – propileno – dieno	FDA	±	±

NOTA: - no resistente; 0: limitadamente resistente; +: resistente

Fuente: FESTO 201

2.3 Ergonomía

La Ergonomía es el campo de conocimientos multidisciplinarios que estudia las características, necesidades, capacidades, habilidades de los seres humanos analizando aquellos aspectos que afectan el diseño de productos o de procesos de producción. En todas las aplicaciones su objetivo común es: tratar de adecuar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas de manera que mejore la eficiencia, la seguridad y el bienestar de los consumidores, usuarios o trabajador (Villarreal, 2013).

El diseño ergonómico tiene como meta lograr que los usuarios de los objetos, máquinas o productos en general sean capaces de manipularlos con un estimado que va del 90 al 95% de los usuarios contemplados en un sector determinado, esto tomando en cuenta que existen casos extremos que probablemente pertenezcan al 5% restante (Pheasant, 2003). Por lo tanto, la ergonomía fue un factor importante en el desarrollo de esta investigación, ya que se debieron diseñar un juego de cubiertos con características ergonómicas que permitieran a los usuarios mejorar el uso de los mismos, evitando malas posturas, posibles accidentes o lesiones que afectaran negativamente su integridad física, mental o social.

2.3.1 Antropometría

Para la Real Academia Española (2017) la Antropometría se define como el estudio de las proporciones y medidas del cuerpo humano, a su vez, esta se divide en dos importantes ramas: la estática y la dinámica. La estática o estructural sirve para recabar información conforme a talla, peso, sexo, perímetros, profundidades, circunferencias entre otros y la Antropometría dinámica o funcional estudia al ser humano en movimiento y toma en cuenta aspectos como flexión, extensión, aducción, pronación y supinación. En este proyecto se tomaron ambas ramas en consideración.

En el diseño de productos se trabaja bajo la premisa de la operabilidad virtualmente universal de los productos de diseño es generalmente factible, lo que puede interpretarse como en general la funcionalidad es posible que se alcance de manera universal.

Las razones por las que un objeto limita su funcionalidad tienen mayor relación con un mal diseño que con las dimensiones humanas o las variaciones que pueden existir entre los mismos.

Se debe tomar en cuenta que los objetos diseñados para cumplir determinada función muchas veces serán maltratados o destruidos por los mismos usuarios debido a factores como incomodidad, mala elección de material, ineficiencia, etc.

2.3.2 Consideraciones ergonómicas para herramientas manuales

Los cubiertos se comportan como herramientas manuales que ayudan a realizar una tarea, por ello se tomaron en cuenta algunas consideraciones y guías para la elección de las herramientas manuales, ya sean motorizadas o no energizadas. Estas en su mayoría están respaldadas por estudios ergonómicos y antropométricos que ayudan a una mejor elección y diseño.

En el Manual de Herramientas publicado por el Ministerio de Empleo y Seguridad Social (2016) del Gobierno de España se presentan los criterios ergonómicos y de seguridad para la selección de una herramienta, además de las medidas antropométricas que deben ser tomadas en cuenta para su diseño.

Para realizar este proyecto se eligieron las medidas antropométricas de la mano incluidas en el libro “Dimensiones antropométricas de población latinoamericana” (Ávila, Prado, y González, 2007) y en el Manual de Medidas Antropométricas (Camanate, Moncada, y Borjas, 2014), las cuales son: Largo total de la mano, largo de la palma, ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar y diámetro de agarre (anillo formado por el dedo índice y el pulgar).

De acuerdo con el “Manual de Medidas Antropométricas” emitido por el Programa de Salud, Trabajo y Ambiente (SALTRA), estas medidas son las que normalmente se requieren para el diseño de equipo como instrumentos, herramientas, máquinas manuales, diseños de mandos manuales, etc.

Además, se tomaron en cuenta otras consideraciones para el diseño de mangos, cuyo propósito es facilitar la transmisión de fuerza desde el sistema músculo esquelético del usuario a la herramienta u objeto usado en el desempeño de la tarea o propósito.

Las guías indican que una manera de optimizar la fuerza para usar los cubiertos

consiste en mejorar el diseño del mango. Para el uso de cubiertos es claro que la cantidad de fuerza aplicada es más importante al utilizar los cuchillos, ya que debe emplearse una fuerza mayor a la aplicada en cucharas y tenedores.

De acuerdo a la investigación de campo hecha, se encontró que los niños que utilizan los cuchillos para cortar sus alimentos se limitan normalmente a cortar frutas y vegetales (alimentos blandos).

Según Pheasant (2003) las pautas a considerar para el diseño de herramientas manuales son las siguientes:

I. La fuerza se ejerce de manera más eficaz cuando la mano y el mango interactúan en compresión, en lugar de cortar; por lo tanto, es mejor ejercer un empuje perpendicular al eje en un mango cilíndrico que a lo largo del eje.

II. Todos los bordes filosos u otras características de la superficie que causan puntos calientes de presión cuando se efectúa el agarre, deben ser eliminados. Estas restricciones incluyen:

- a) Forma de dedo (a menos que esté diseñado teniendo en cuenta factores antropométricos).
- b) Los extremos de herramientas como pinzas pueden clavarse en la palma. (si el mango es corto).
- c) Los bordes de superficies para la aplicación de etiquetas.
- d) 'Puntos de pellizco' partes móviles que pueden existir en el mango.

III- Los mangos de sección transversal circular (y diámetro apropiado, por ejemplo de 30-55 mm) serán más cómodos de agarrar ya que no habrán puntos calientes, aunque las secciones rectangulares o poliédricas son más populares en el mercado, pero serán menos cómodas. En general, los bordes deben ser redondeados y pese a que no se tiene cifras exactas, un radio mínimo de curvatura de aproximadamente 25 mm será razonable.

IV- La calidad de la superficie no debe ser tan suave que pueda resultar resbaladiza ni tan áspera como para ser abrasiva. Las propiedades de fricción en relación mano-mango son complejas, ya que la piel es visco

elásticamente deformable y lubricada. Por ejemplo, las manijas de madera extremadamente bien barnizadas dan mejores resultados que las de metal o plástico de suavidad similar. Algo parecido ocurre con el caucho.

2.3.3 Análisis antropométrico de la mano

En el libro “Dimensiones Antropométricas Población Latinoamericana” se presentá el estudio para la población mexicana realizado en la ciudad Guadalajara, las medidas antropométricas de interés fueron calculadas con una muestra 580 niños de entre 2 y 5 años, debido a esto se tomó la decisión de realizar un estudio antropométrico con la población de la ciudad de Huajuapán de León, ya que no se encontraron tablas antropométricas que incluyeran la información necesario de acuerdo a la edad de los usuario potenciales. Realizar estudios antropométricos es muy importante en proyectos ergonómicos de diseño, pues estos proporcionarán la información necesaria para el dimensionamiento de los objetos.

Este tipo de estudios debe tener especial cuidado en la toma de datos, ya que aunque existe un error admisible, este debe ser lo más fiel a la realidad pues el producto final debe cumplir los requerimientos mínimos de diseño.

Efectuar estudios de esta clase resulta de relevancia, debido a las diferencias antropométricas que se presentan alrededor del mundo, además, la mayoría de los productos que se fabrican están basados en medidas antropométricas de países distintos a México

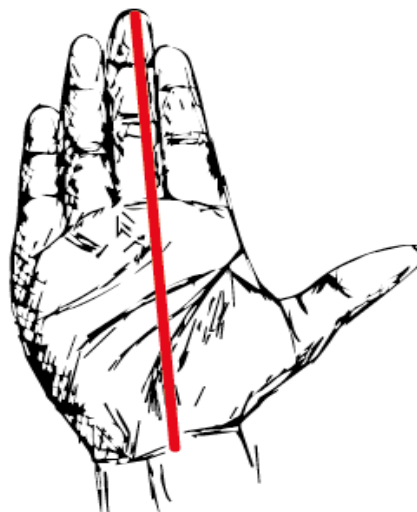


Figura 25. Largo de la mano
Fuente: Elaboración propia con base en Ávila, Prado & González, 2007

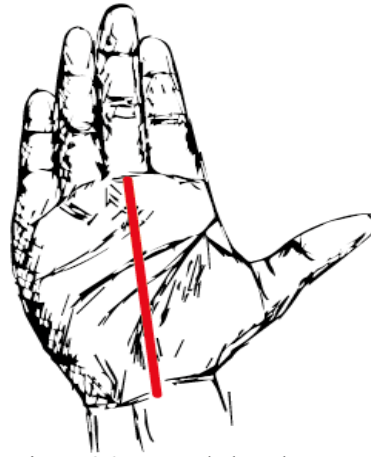


Figura 26. Largo de la palma
Fuente: Elaboración propia con base en Ávila, Prado & González, 2007



Figura 27. Ancho de la mano
Fuente: Elaboración propia con base en

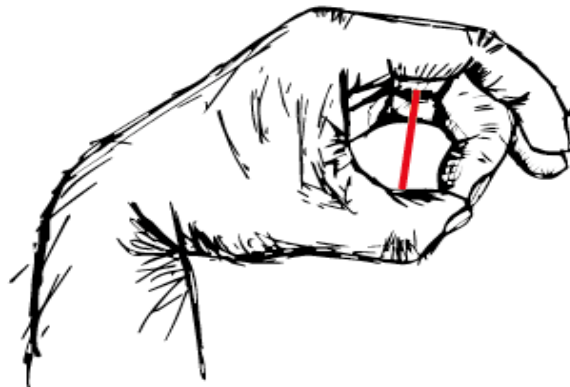


Figura 28. Diámetro de agarre.
Fuente: Elaboración propia con base en Ávila, Prado & González, 2007

Existe una posibilidad mínima de que las medidas de la población se repitan, pues siempre hay una diferencia mínima, por ello los estudios antropométricos están dirigidos a un determinado grupo de la población. En esta investigación se colaboró con niños de la ciudad de Huajuapán de León que se encontraran en un rango de entre 3 a 5 años de edad y que no tuvieran características especiales.

El estudio de campo antropométrico se realizó en el preescolar “Aurora Gasga”, con clave 20DJN0068A, se calculó una muestra de tipo probabilística y se seleccionaron a los niños de manera aleatoria. Para realizar la toma de medidas antropométricas se aseguró que los niños no portaran objetos en las manos ni en las muñecas, además, de que la ropa que usaran fuera una playera o camisa de manga corta para evitar que las prendas entorpecieran la actividad.

Este estudio se realizó bajo la supervisión de las profesoras y personal administrativo que ahí labora para mantener a los niños familiarizados con el ambiente y así evitar incomodidades que pudieran provocar algún tipo de indisposición por parte de los menores.

El lugar donde se realizó el estudio fue en una zona despejada del salón de clases y se le pidió a los niños que uno a uno fueran acercándose para agilizar la actividad. Para hacer las mediciones se contó con el apoyo de dos colaboradoras pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Diseño, antes de comenzar la actividad se les explicó el protocolo para realizar el estudio. La Colaboradora 1 tuvo como tarea llamar a los niños uno a uno, revisar que los pequeños no contaran con



Figura 29. Lápiz
Fuente: Elaboración propia



Figura 30. Vernier.
Fuente: Elaboración propia

objetos en las extremidades superiores que pudieran entorpecer la actividad. La Colaboradora 2 se encargó de hacer las anotaciones correspondientes en las cédulas antropométricas.

Por convención internacional, las medidas sólo fueron tomadas en el lado derecho (Camanate, Moncada & Borjas, 2014) y se realizaron marcas con un bolígrafo para señalar la sección de la mano que se debió medir.

Los instrumentos que sirvieron como apoyo en el estudio antropométrico fueron un Lápiz (Figura 28) y un Vernier (Figura 29). Las medidas fueron tomadas dos veces para evitar un error significativo al momento de hacer el cálculo de los percentiles de cada medida antropométrica de la mano. En el Anexo A se muestra la cédula antropométrica realizada para la anotación de los datos.

El tamaño de muestra sirvió para identificar cuántos sujetos se necesitaron para realizar el estudio y analizar los datos de manera concreta. La formula 2.1 describe las variables utilizadas para calcular la muestra, donde N se define como el tamaño de la muestra, α representa el nivel de confianza o riesgo que se acepta para una equivocación una vez presentados los resultados, es muy común que a este se le asigne un valor de .05.

Donde:

$$n = \frac{N}{1 + \left(\frac{e^2(N-1)}{Z^2 \alpha / 2pq} \right)}$$

N = Tamaño de la población

α = Error de la muestra (0.05)

p = Probabilidad de éxito, en este caso es la probabilidad de que uno de los niños seleccionados tenga una edad de entre 3 y 5 años (.95)

q = Probabilidad de fracaso, en este caso es la probabilidad de que uno de los niños seleccionados no tenga una edad de entre 3 y 5 años (.05)

Z_{α} = Valor del nivel de confianza de acuerdo a la Tabla 2.4

Tabla 5. Valor de nivel de confianza .

P	Z
1 y 99	2.326
2.5 y 27.5	1.96
3 y 97	1.88
5 y 95	1.645
10 y 90	1.28
15 y 85	1.04
20 y 80	0.84
25 y 75	0.67
30 y 70	0.52
40 y 60	0.25
50	0

Fuente: Hines & Montgomery, 1996

$$P = \bar{X} \pm Z\sigma$$

Formula 2

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Formula 3

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Formula 4

Realizar esta fase fue importante porque se pudo ajustar el comportamiento de los datos con la distribución normal, cuya gráfica es conocida como la Campana de Gauss (Figura 31).

También, se calcularon los percentiles (Formula 2), los cuales son una medida de posición usada en Estadística para interpretar los datos ordenados de menor a mayor. Para ello, se requirió calcular la media (Formula 3) y la desviación estándar (Formula 4) de cada una de las dimensiones antropométricas. Se tomaron las medidas a un total de 68 niños, cada prueba tuvo una duración de aproximadamente 5 minutos y se realizaron en un total de 3 días.

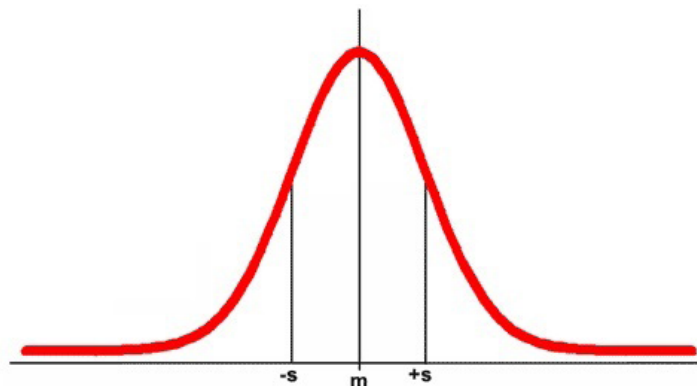


Figura 31. Campana de Gauss

Fuente: Gámez 2013

2.4 Diseño Sensorial

En un principio el diseño se había limitado a definir la funcionalidad del objeto en relación a sus proporciones físicas, dejando a la Ergonomía como elemento clave en la elaboración de nuevos objetos. Hoy en día se tienen dos grandes caminos que consideran a los sentidos como elementos prioritarios en el diseño de objetos, espacios y servicios. Por un lado existe el Experience Design y por otro el Emotional Design.

El Experience Design o Diseño de la Experiencia se define como la práctica de diseñar productos, procesos, servicios, eventos y ambientes que tiene el objetivo principal de asegurar la calidad en la experiencia del consumidor-usuario, para generar soluciones culturalmente relevantes que tienen menor énfasis en mejorar la funcionalidad del diseño (Aarts y Marzano, 2003).

El Emotional Design fue concebido por el profesor en ciencias cognitivas Donald Norman, plantea que las emociones tienen un rol crucial en la habilidad humana para entender el mundo e influye enormemente en cómo las personas aprenden nuevas cosas. Por ejemplo, Norman explica que los objetos estéticamente placenteros parecen ser más afectivos y tener más virtudes para el usuario, gracias a su aspecto y estética (Norman, 2005). Lo anterior es una consecuencia de la afinidad que el usuario siente con el objeto y a la información de una conexión emocional con el producto (Rodríguez y otros, 2014). También en el libro “Diseño Centrado en el Usuario. Métodos de Interacciones” se mencionan las principales características y por consiguiente, las diferencias entre el enfoque multisensorial del usuario y el tradicional, que había sido aplicado principalmente desde el punto de vista Ergonómico.

En el Tabla 6 se describe los aspectos del enfoque multisensorial que permiten conocer y caracterizar la dimensión afectiva en el estudio del usuario.

Tabla 6. Características de Estudio Tradicional y Multisensorial de Usuarios.

Estudio tradicional del usuario	Estudio multisensorial del usuario
Vínculo: Principalmente Físico	Vínculo Integral: Físico y Emocional
Medidas corporales Procesos cognitivos	Sentidos, sensaciones, emociones sentimientos, cuerpo
Facilidad de uso	Placer y facilidad de uso
Belleza de la forma	Belleza de la interacción

Fuente: Rodríguez, y otros, 2014

Arnold (1970) afirma que los sentidos intervienen en todos los aspectos. Desde el nivel básico perceptivo, un elemento será valorado por el individuo a través de la calificación de la sensación en sí, de su cualidad e intensidad, es decir, será evaluado por el individuo aún antes de que el elemento sea identificado y apreciado.

Bedolla (2002) estableció los niveles de recepción de información que se tiene a través de los sentidos y la valoración que brinda el usuario (Tabla 7).

Tabla 7. Niveles de recepción de información a través de los sentidos

Nivel	Experiencia	Estructura	Valoración
Básico	Sensorial perceptiva	Sistemas sensoriales Córtex cerebral	Primera evaluación del individuo de agrado/ desagrado a través de la apreciación de la intensidad de la sensación
Superior	Emociones Sentimientos y otros procesos cognitivos	Sistemas sensoriales Córtex cerebral Sistema límbico Rasgos innatos Memoria Experiencias	Evaluación de agrado/ desagrado afectivo/ cognitivo de la experiencia originada por los procesos sensoriales y elementos memorísticos

Fuente: Rodríguez, y otros, 2014

A medida que los niños se desenvuelven, comienzan a explorar su entorno a través de experiencias sensoriales que los ayudan a desarrollar nuevas emociones. A continuación, se muestra la Tabla 8 que relaciona los sentidos con las percepciones que detecta cada uno de ellos.

Tabla 8. Relación de los Sentidos de las Características perceptible

Sentido	Características perceptibles
Tacto	Textura, forma, temperatura,
Oído	Música, ruidos, lenguaje
Vista	Color, forma, distancia, tamaño
Gusto	Sabores
Olfato	Olores

Fuente: Elaboración propia.

La doctora Bedolla (2002) menciona que los niños pasan por un periodo de crecimiento en el cual el sistema nervioso y algunos órganos sensoriales periféricos están formándose aún, sobre todo durante los primeros años de la infancia, así que normalmente la estimulación sensorial se dirige a los más pequeños. De acuerdo con la investigación, se hace una clasificación de los atributos sensoriales de acuerdo a sus propiedades y características relacionadas con la primera infancia que abarca de 0 a 6 años (Figura 32).

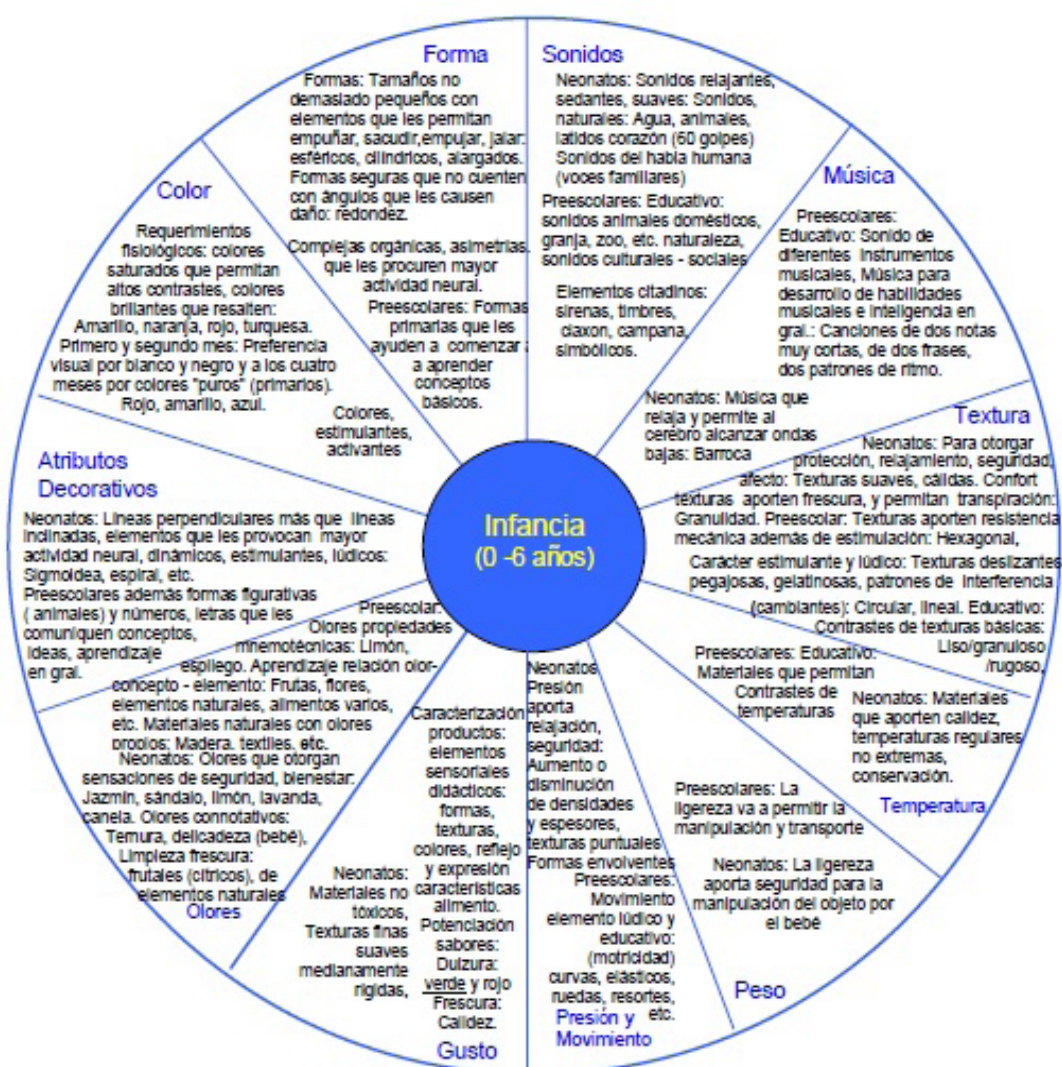


Figura 32. Atributos sensoriales que de acuerdo a sus propiedades y características están relacionados con la primer infancia

Fuente: Bedolla, 2002

2.5 Impresión en 3D

La impresión 3D o manufactura aditiva, es un grupo de tecnologías de fabricación que partiendo de un modelo digital, permiten manipular de manera automática distintos materiales y agregarlos capa por capa de forma muy precisa para construir un objeto en tres dimensiones. Para lograr una impresión digital primero debe cumplirse con la Modelación Digital: Crear un modelo 3D de la idea que se tiene en mente. Para ello se utiliza un software CAD (Diseño Asistido por Computadora)(López, 2016). Aunque también puede crearse un archivo CAD a partir del escaneo 3D.

El siguiente paso es la exportación, donde se genera un archivo en el formato STL (Lenguaje de Triangulo Estándar) que contenga la información geométrica necesaria para representar el modelo digital.

Existe una gran diversidad de métodos disponibles para la impresión 3D, sus principales diferencias se encuentran en la forma en la que se usan las diferentes capas para crear piezas. Algunos métodos como el Modelado por Deposición Fundida (FDM, *Fused Deposition Modeling*) o el Sinterizado Selectivo por Láser (SLS, *Selective Laser Sintering*) funden o ablandan el material para producir las capas, mientras que otros procesos depositan materiales líquidos que son tratados con diferentes tecnologías (López, 2016). En la Tabla 9 se describe los diferentes tipo de impresión 3D.

Tabla 9. Tipos de Impresión 3D

TIPO	TECNOLOGÍAS	MATERIALES
Extrusión	Modelado por Deposición Fundida (FDM)	Termoplásticos (PLA, ABS), metales eutécticos, materiales comestibles
Hilado	Fabricación por Haz Electrones (EBF3)	Casi cualquier aleación de metal
Granulado	Sinterizado de Metal por Láser (DMLS)	Casi cualquier aleación de metal
	Fusión por Haz de Electrones (EBM)	Aleación de titanio
	Sinterizado Selectivo por Calor (SHS)	Polvo termoplástico
	Sinterizado Selectivo por Láser (SLS)	Termoplásticos, polvos metálicos, polvos cerámicos
	Proyección Aglutinante	Yeso
Laminado	Laminado de Capas (LOM)	Papel, papel aluminio, capa de plástico
Fotoquímicos	Estereolitografía (SLA)	Fotopolímeros y resinas fotosensibles
	Fotopolimerización por Luz Ultravioleta (SGC)	Fotopolímeros y resinas fotosensibles

Fuente: López, 2016.

2.5.1 Modelado por Deposición Fundida (FDM)

Consiste en depositar polímero fundido sobre una base plana, capa por capa. En la Figura 33 se muestra como el material, que inicialmente se encuentra en estado sólido almacenado en rollos, se funde y es expulsado por una boquilla en minúsculos hilos que se van solidificando conforme van tomando la forma de cada capa.



Figura 33. Modelación por Deposición Fundida.
Fuente: 3D Printing Industry

2.5.2 Sinterizado Selectivo por Láser (SLS)

Consiste en la colocación de una fina capa de material en polvo en un recipiente, a una temperatura ligeramente inferior a la de fusión del material. En la Figura 34 se observa como un láser sinteriza las áreas seleccionadas causando que las partículas se fusionen y solidifiquen. Se van añadiendo y sintetizando sucesivas capas de material hasta obtener el prototipo deseado. El polvo no solidificado actúa de material de soporte y puede ser reciclado para posteriores trabajos

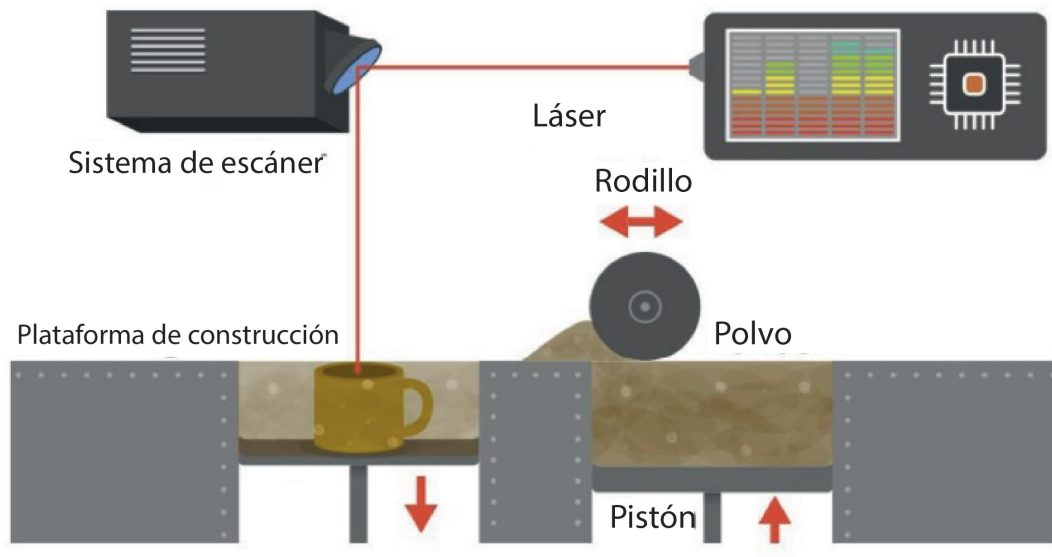


Figura 34. Sinterizado Selectivo por Láser
Fuente: 3D Printing Industry

2.5.3 Estereolitografía

Consiste en la aplicación de un haz de luz ultravioleta a una resina líquida (contenida en un cubo) sensible a la luz. La luz ultravioleta va solidificando la resina capa por capa. La base que soporta la estructura se desplaza hacia abajo para que la luz vuelva a ejercer su acción sobre el nuevo baño, así hasta que el objeto alcance la forma deseada. En este tipo de impresión se encuentran una bandeja de resina, una plataforma móvil (eje Z), un sistema de raspado (eje X), un láser UV, óptica de enfoque y un espejo galvanométrico (ejes X e Y).

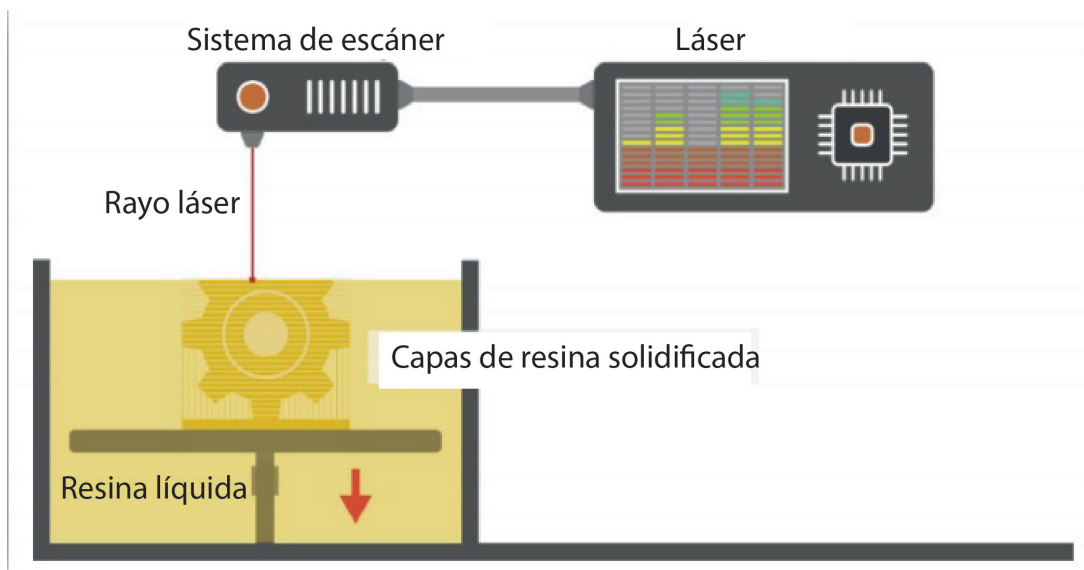


Figura 35. Estereolitografía
Fuente: 3D Printing Industry

El rayo láser barre la superficie de la resina líquida de acuerdo con el modelo 3D digital suministrado a la impresora. Una vez que la primera capa de material ha solidificado, la plataforma desciende un nivel, que corresponde al grosor de una capa de impresión, y una nueva sección se solidifica. Hay tantos ciclos de impresión como capas hay para obtener el volumen completo de la pieza.

En algunos modelos de máquinas, la producción de la pieza se realiza en reversa. La plataforma se sumerge en la bandeja de resina después de cada capa solidificada mientras que el láser actúa de abajo hacia arriba. Después de terminar la impresión, se pasa a la etapa de la limpieza con un disolvente (generalmente va a eliminar el exceso de resina no solidificada (3DNATIVES, 2017).

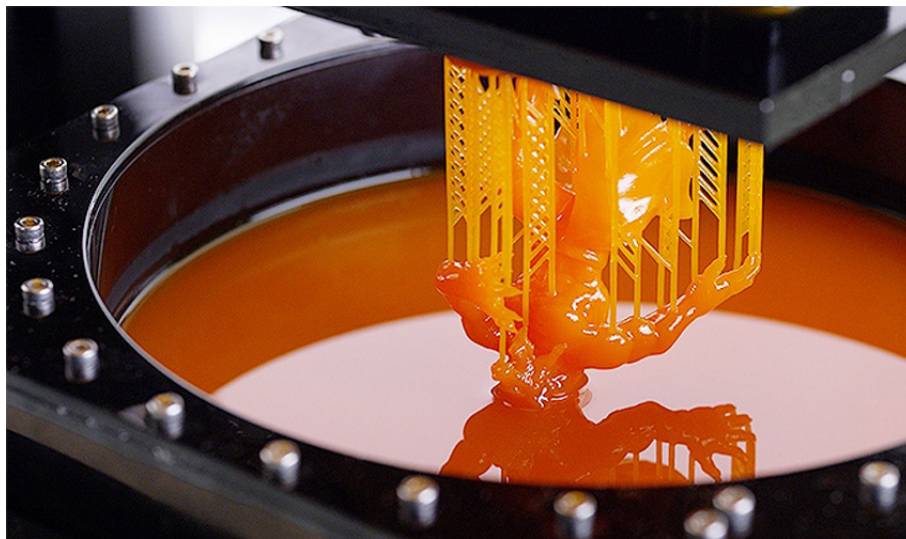


Figura 36. Pieza terminada en Estereolitografía.
Fuente: 3DNATIVE, 2012

CAPÍTULO III

CONCEPTUALIZACIÓN

En este capítulo se encuentran todos los aspectos relacionados con la conceptualización del proyecto. En un principio se presentan aspectos del contexto en el que los usuarios se desenvuelven, posteriormente, se muestran los resultados del estudio antropométricos realizados en niños de 3 a 5 años. Además, se analizaron las características de algunos productos similares existentes en el mercado. Para determinar los requerimientos de diseño, se entrevistó a padres de familia para encontrar las características más importantes que consideran al adquirir cubiertos para menores. Para finalizar, se realizaron algunos ejercicios en donde los niños mostraron las posturas y agarres que utilizan al usar los cubiertos. Con la información recabada, se establecieron los requerimientos de diseño, se desarrollaron los bocetos y modelos de las ideas generadas.

3.1 Perfil del usuario y entorno

Jean Piaget propone los siguientes cuatro períodos para la producción del desarrollo Cognitivo: período sensomotor, preoperacional, de operaciones concretas y período de las operaciones formales (Torres, 2005).

En esta investigación se analizaron particularmente las características de la Etapa preoperacional, la cual a su vez se divide en las siguientes dos etapas:

- 1.-Etapa preconceptual (2 a 4 años): En ella los niños imitan y realizan representaciones simbólicas en sus actividades.
- 2.-Etapa prelógica o intuitiva (4 a 7 años): En ella los niños descubren el mundo mediante pruebas de ensayo y error, pero aún no realizan un análisis previo de las acciones y sus posibles consecuencias que les permita decidir con determinación. Siguen viendo al mundo sólo desde su perspectiva y les resulta extremadamente difícil considerar las situaciones fuera de su Yo.

Además de lo expuesto en la Figura 32, Solorio (2013) menciona que los niños de tres a cuatro años aprenden mucho y expresan interés en el mundo que los rodea. Les gusta tocar, probar, oler, oír y experimentar por su cuenta. Ellos aprenden a través de la experimentación y de las acciones, se mantienen ocupados desarrollando habilidades, usando el idioma y luchando por obtener un mejor control interno de sus acciones.

En general, la capacidad de pensar en objetos, hechos o en personas ausentes marca el comienzo de la Etapa preoperacional. Además, los niños muestran mayor habilidad para emplear símbolos, gestos, palabras, números e imágenes con los cuales representan cosas reales del entorno (Meece, 2001).

En esta etapa, la mayoría de los niños acude a un preescolar o a una guardería. A continuación, se describen los propósitos que pretenden cumplir estas instituciones.

A. Preescolar:

La educación preescolar es el primer nivel de la Educación Básica, se atienden a niños de 3 a 5 años con 11 meses de edad. Se pretende que los niños vivan experiencias que contribuyan a sus procesos de desarrollo y aprendizaje para que paulatinamente desarrollen su afectividad, adquieran confianza para expresarse, desarrollen el gusto por la lectura, utilicen el razonamiento matemático, se interesen en la observación de fenómenos naturales, adquieran valores y principios indispensables para la convivencia, usen su imaginación, sean creativos, posean iniciativa para expresarse con lenguajes artísticos, mejoren sus habilidades de coordinación y desplazamiento (Gobierno de México, 2017).

B. Guardería:

En el servicio de guardería se atiende el desarrollo integral de los niños a través del cuidado y fortalecimiento de su salud, además se brinda una sana alimentación y un programa educativo-formativo acorde a su edad y nivel de desarrollo (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2017).

Para el caso de las guarderías, se necesitan cubiertos para que los niños puedan alimentarse en los horarios asignados en cada una de las instituciones. En la Tabla 10 se observan los requerimientos solicitados por el Reglamento de guarderías perteneciente al IMSS, donde se especifica que debe utilizarse acero inoxidable en la fabricación de cubiertos, además, los utensilios deben ser fáciles de manejar y tener una medida proporcional al tamaño de los usuarios.

Tabla 10. Cubiertos y sus características según el IMSS

Imagen	Medida	Cubierto	Edad recomendada para su uso
	19.5 cm	Cuchara de soda	De 6 a 11 meses 29 días
	16 cm	Cuchara cafetera	12 meses en adelante
	20 cm	Tenedor	3 años 1 mes
	22 - 24 cm	Cuchillo	3 Años 7 meses

Fuente: Elaboración propia

3.2 Resultados del análisis antropométrico de la mano

La Tabla 11 muestra las medidas antropométricas tomadas a 86 niños entre 3 y 5 años, estas medidas fueron: Largo de la mano, ancho de la palma, largo de la palma y diámetro de agarre. Las medidas fueron tomadas 2 veces para obtener la desviación estándar.

Cuando se realiza el tratamiento de datos estadísticos, se debe tomar en cuenta que no se debe usar el percentil 50 ni el promedio para la aplicación de los valores en el diseño, pues no se está abarcando a la mayoría de la población y los resultados podrían resultar engañosos (Flores, 2001).

Tabla 11. Resultados de Análisis Antropométrico de la mano

N° de sujeto	Edad	Largo de la mano 1	Largo de la mano 2	Ancho de la palma 1	Ancho de la palma 2	Largo de la palma 1	Largo de la palma 2	Diámetro de agarre 1	Diámetro de agarre 2
1	4.6	10.2	10.2	3.6	3.8	5.1	5.2	1.9	1.8
2	4.2	9.8	10	3.9	4	5.4	5.4	2.8	2.9
3	4.6	9.9	10	4.2	4.1	5.1	5	2.3	2.4
4	4.6	10.2	10.3	5.7	5.8	5.3	5.4	2.2	2.3
5	4.6	10.8	10.7	5.2	5.2	6.5	6.5	2.4	2.5
6	4.6	10.9	11	4.7	4.8	6.7	6.6	3	3.1
7	4.7	11.3	11.3	5.3	5.3	6.3	6.3	3	3.2
8	4.6	12	11.9	5.3	5.2	7.1	7.1	2.8	3.1
9	4.1	9.4	9.4	3.4	3.3	5.2	5	2.5	2.3
10	4.8	10.1	10.1	5.5	5.5	5.1	5.2	2.2	2.4
11	4	10.2	10.2	4.8	4.9	6	6	2.3	2.1
12	4.5	10.4	10.3	4.9	4.9	6.6	6.7	3.1	3.1
13	4.4	11.3	11.5	5.5	5.4	6.5	6.5	2.9	2.8
14	4.5	10.9	10.9	5.1	5.1	6.1	6	3.2	3.2
15	4.2	11.3	11.3	5.2	5.1	6.5	6.5	3	2.9
16	4.2	12.2	12.2	5.5	5.5	7.3	7.5	3.3	3.3
17	4.2	10.2	10.1	5.1	5.1	6.8	6.8	3.4	3.2
18	4.7	9.7	10	5.2	5.2	6.9	6.9	3.1	3
19	4	11.6	11.5	5.9	5.8	6.2	6.3	3	2.9
20	4.1	11.3	11.3	5.2	5.3	6.4	6.4	3.2	3.2
21	4	10.4	10.3	5	4.9	6.3	6.4	2.6	2.6
22	4.1	10.6	10.6	4.9	4.9	6.3	6.3	2.8	2.9
23	4.5	10.9	10.8	4.8	4.8	6	6	2.7	2.8
24	4.2	11.3	11.3	4.7	4.8	6.4	6.5	3.2	3.1
25	4.6	10.2	10.2	3.7	3.8	5.2	5.2	1.9	1.8
26	4.2	9.8	10	3.9	4	5.4	5.4	2.8	2.9
27	4.5	10.4	10.4	4.6	4.7	5.5	5.6	2.3	2.3
28	4.6	10.3	10.3	5.9	5.8	5.3	5.4	2.4	2.4
29	3	10.6	10.6	5	4.9	5.8	6	2.1	2
30	3.7	11.2	11.4	5.1	5.1	6.4	6.4	1.9	1.8
31	3.1	10	9.9	5.2	5.1	6.1	6	1.4	1.3
32	3.6	11.2	11.2	5.1	5.2	6.9	6.9	1.9	1.8
33	3.5	11.6	11.6	5.2	5.2	6.8	7	1.8	1.9
34	3.9	10.8	10.8	5	4.9	6.3	6.3	1.6	1.5
35	3.4	9.4	9.4	5.1	5	5.6	5.6	1.8	1.9
36	3.3	11.1	11.1	5.9	6	6.8	6.8	2.1	2.1
37	3.6	10.7	10.9	5.2	5.3	6.3	6.4	2.2	2.2
38	3.1	10.6	10.5	4.7	4.7	6.3	6.3	1.6	1.5
39	3	11.2	11.2	4.6	4.8	5.7	5.7	2.4	2.5
40	3.6	9.8	10	4.5	4.7	6.1	6.2	1.6	1.5
41	3.5	10.6	10.7	4.4	4.5	6.1	6	1.8	1.9
42	3.6	11.3	11.3	4.9	4.8	6.5	6.6	2.2	2.2

43	3.4	10.4	10.3	5.2	5.1	6	5.9	1.9	1.8
44	3.5	10.5	10.4	5	4.9	5.9	5.9	2.1	2.1
45	3.2	11.8	11.9	5.3	5.4	6.7	6.8	1.7	1.7
46	3.7	11.5	11.7	5.1	5.3	6.8	6.8	1.5	1.6
47	3.1	10.1	10.2	5.2	5	5.7	5.8	1.9	1.8
48	3.7	11.1	11.2	5.3	5.2	6.3	6.4	1.6	1.7
49	3.5	11.2	11.1	5	5.1	6.1	6.2	1.9	1.8
50	3.1	11	10.9	5.2	5.1	6.3	6.3	1.6	1.8
51	3.2	10	9.9	5.1	5.1	6.1	6.2	1.7	1.6
52	3.6	10.5	11.6	4.9	5.1	6.5	6.6	2.4	2.3
53	3	9.8	10	4.8	4.8	5.5	5.5	2	1.9
54	3.5	10	10.1	5	4.9	5.4	5.4	1.4	1.5
55	3.2	9.8	9.9	5.1	5	5.6	5.5	1.5	1.3
56	3.1	9.8	9.8	4.5	4.4	6.1	5.9	2.1	1.9
57	3.1	10.1	10.2	5.4	5.3	6	6	1.7	1.8
58	3	9.7	9.8	4.6	4.9	6.2	6.1	2	1.9
59	3.6	11.3	11.3	5.2	5.3	6.3	6.4	2.1	2.2
60	3	10.5	10.6	5.1	5.3	6.4	6.3	2	1.8
61	3.2	9.9	9.8	5	4.9	5.6	5.5	1.5	1.4
62	3.4	10.8	10.9	5.2	5.1	5.6	5.6	1.5	1.5
63	3.5	10.8	10.8	5.4	5.4	6.4	6.3	1.9	1.9
64	3.2	10.5	10.6	4.9	4.8	6.3	6.4	1.8	1.7
65	3.5	10.1	10.2	5.2	5.3	6.1	6	1.5	1.4
66	3.2	11	10.9	5.5	5.4	6.5	6.6	1.4	1.4
67	3.1	10.2	10.3	5.2	5.1	5.8	5.7	1.7	1.7
68	3.1	11.3	11.2	5.2	5.2	6.7	6.8	1.9	1.8

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12 se encuentran los resultados de las cuatro medidas antropométricas de la mano que fueron requeridas para el desarrollo del proyecto. Se utilizó la Formula 2.2 para hacer el cálculo de los percentiles.

Tabla 12. Resultados de Análisis Antropométrico de la mano

Partes de la mano	Promedio	D. E.*	P. 5**	P. 50***	P. 95****
Largo de la mano (cm)	10.63	0.64	9.57	10.63	11.69
Ancho de la mano (cm)	4.99	0.48	4.20	4.99	5.78
Diámetro de agarre 1 (cm)	2.18	0.57	1.34	2.18	3.13
Largo de la palma de la mano (cm)	6.13	0.54	5.26	6.13	7.00

Fuente: Elaboración propia

Desviación estándar* - Percentil**5 - Percentil*** 50 - Percentil**** 95

3.3 Prueba de manejo de cubiertos

En la investigación se realizó una práctica con los usuarios y los cubiertos que usan habitualmente. Se trabajó con tres niños a los que se les pidió que utilizaran distintos cubiertos comunes que pueden encontrarse en casa para realizar algunos ejercicios como pasar agua con una cuchara de un plato a otro y llevarse el agua a la boca. Esta prueba se efectuó para observar la posición y el agarre con que manejan la cuchara. También se les pidió que cortaran alimentos como verduras y frutas de consistencia suave utilizando un tenedor y un cuchillo.

En la Figura 37 se observa la Cuchara 1 usada en el estudio, esta cuchara se caracteriza por tener una cabeza cóncava ancha y poco profunda. Tiene un mango de 11 cm de largo plano con, un ancho de 1 cm al inicio y 0.6 cm al llegar al puente. Posee gráficos en colores verde, morado, negro y blanco.

La Cuchara 2 de la Figura 38 pertenece a un set de cubiertos enfocado a usuarios adultos, es una cuchara sopera con cabeza cóncava amplia y ovalada de acero inoxidable, el mango por otra parte es de madera con un largo de 12 cm, sin contar el puente. El grosor es de aproximadamente 1 cm, el mango no es cilíndrico, tiene aristas rectas y vértices redondeados.

En la Figura 39 se muestra la Cuchara 3, está hecha de poliestireno, tiene una cabeza pequeña en relación a los modelos anteriores. Tiene bordes delgados que podrían resultar peligrosos; el mango se produjo con el mismo material que la cabeza, es un objeto suave cuyo mango posee algunas rebabas.

La Cuchara 4 que se encuentra en la Figura 40 es el modelo más pequeño de todos los analizados, tiene geometrías curvas, una cabeza pequeña y ovalada. El mango es plano y ancho, este modelo está dirigido a niños.

Para las pruebas hechas con el tenedor se ocupó un solo modelo presentado en la Figura 41. Se observó que es un objeto pesado, con grandes dimensiones en relación al usuario.

En la figura 42 se presenta el modelo de Cuchillo que fue usado en las pruebas, es un cubierto hecho de poliestireno, tiene un dentado suave en la mayor parte de la hoja. En su parte superior existe un área que permite colocar el dedo índice para ejercer mayor presión al cortar.



Figura 37. Cuchara 1 de melamina
Fuente: *Elaboración propia*

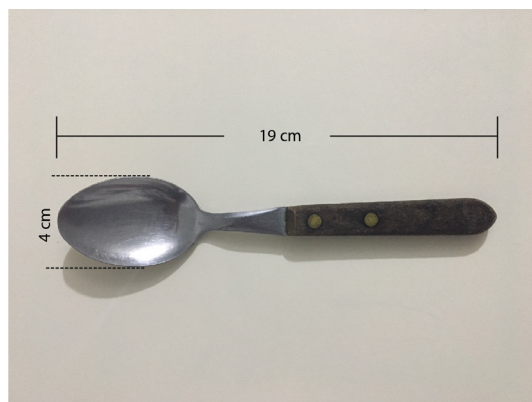


Figura 38. Cuchara 2 con mango de madera y
cabeza de acero inoxidable
Fuente: *Elaboración propia*

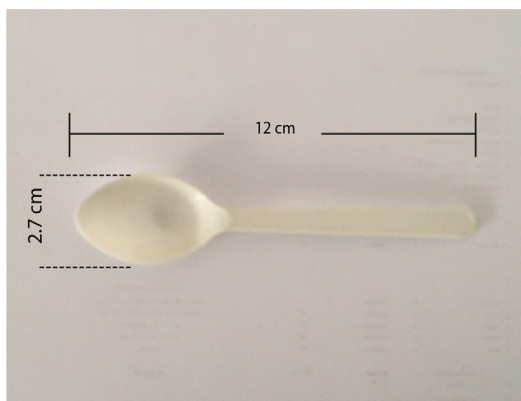


Figura 39. Cuchara 3 de poliestireno
Fuente: *Elaboración propia*

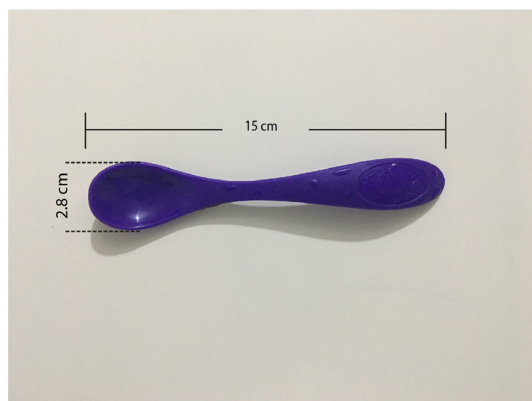


Figura 40. Cuchara 4 de poliestireno
Fuente: *Elaboración propia*

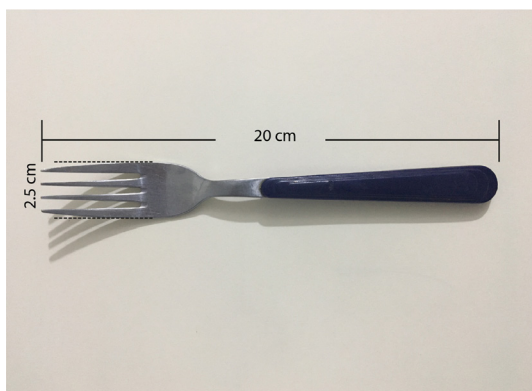


Figura 41. Tenedor 1 con cabeza de acero
inoxidable y mango de melamina
Fuente: *Elaboración propia*

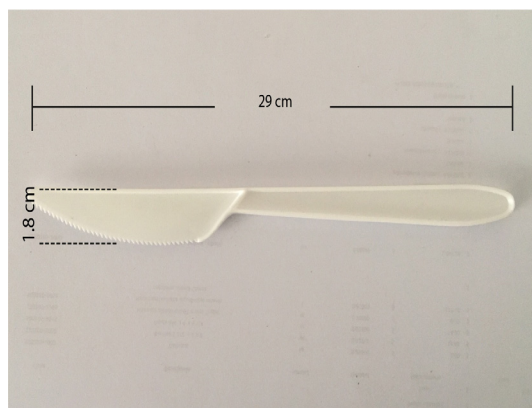


Figura 42. Cuchillo 1 de poliestireno
Fuente: *Elaboración propia*

La práctica comenzó con la Cuchara 1 (Figura 43). El agarre que hicieron los usuarios fue en prensa digital pronada. La sujeción fue realizada con éxito por todos los sujetos, no se derramó el agua al ser trasladada de un plato a otro. Se observó incomodidad en los usuarios ya que la cabeza ancha permitió contener una cantidad significativa de líquido, lo cual generó un mayor esfuerzo en el agarre. Además, los usuarios tomaron de un extremo la cuchara, esto también incrementó la fuerza en el agarre.

En la Figura 44 se muestra el ejercicio hecho con la Cuchara 2. El modelo es de metal-madera, lo cual resultó pesado para el usuario. Los usuarios aplicaron un agarre de pinza trípode. Se observó que fue necesario hacer este agarre debido al peso de la cuchara. El usuario sujetó el mango en un extremo, lo cual dificultó la estabilidad del contenido. La cabeza de la cuchara es grande en relación al tamaño de la boca del usuario.

La Cuchara 3 presentada en la Figura 45 fue sujeta con un agarre tipo pinza trípode, ya que el mango es delgado y corto. El



Figura 43. Práctica con Cuchara 1, traslado de agua a la boca del usuario
Fuente: Elaboración propia



Figura 44. Práctica con Cuchara 2 traslado del agua entre los platos
Fuente: Elaboración propia



Figura 45. Práctica con Cuchara 3 traslado del agua entre los platos
Fuente: Elaboración propia



Figura 46. Práctica con Cuchara 4 acarreo del agua
Fuente: Elaboración propia



Figura 47. Práctica con tenedor y cuchillo, corte de zanahorias
Fuente: Elaboración propia



Figura 48. Práctica con tenedor y cuchillo, corte de plátano
Fuente: Elaboración propia

usuario no presentó dificultad para realizar los ejercicios, la cabeza cóncava tiene una adecuada relación con el tamaño de la boca del usuario. En la Figura 46 se muestra el uso de la cuchara 4, la geometría del mango proporciona un agarre de pinza cilíndrica. La cabeza resultó adecuada al tamaño de boca del usuario. La práctica no presentó dificultades.

En la Figura 47 se observa la práctica realizada con el tenedor y cuchillo, en estos ejercicios se le pidió al usuario que cortara algunos alimentos, en este caso fueron: zanahorias hervidas y plátanos. También se le pidió que los consumiera.

Para sujetar el cuchillo se utilizó un agarre de pinza digital pronada (Figura 48) y el dedo índice sirvió para dar fuerza y guía al corte y fue colocado en el borde de la hoja de cuchillo que tiene un área más grande de 3 mm. El mango resultó largo en relación a la mano del usuario.

El tenedor fue sujetado con un agarre de presa cilíndrica, al igual que en el mango del cuchillo se observó un mango prolongado, la



Figura 49. Practica con Tenedor y Cuchillo
Fuente: Elaboración propia

cabeza del tenedor es amplia y pesada. Los cubiertos realizaron su función con éxito pero se observó incomodidad de parte del usuario pues los mangos eran grandes para sus manos.

Durante las prácticas con los niños se observaron diferentes factores que impedían un ejercicio completamente satisfactorio, es un hecho que todos los cubiertos cumplieron la función para la cual están destinados.

La mayoría de las observaciones se realizaron con datos respecto al mango que tenían que ver con:

- Largo del mango
- Peso del mango
- Tipo de material
- Forma del mango

De acuerdo con el estudio antropométrico presentado en la Tabla 11 se tomaron en cuenta los percentiles calculados para elaborar los bocetos.

El diámetro del mango fue determinado por el percentil 5 del diámetro de agarre que fue de 1.34, cm lo que ayudó a definir diámetros no menores a estos, el largo del los mangos se determinó por el percentil 95 de largo de la palma de la mano, que fue de 7.00 cm.

No se debe usar el percentil 50 ni el promedio para la aplicación de los valores en el diseño, pues no se está abarcando a la mayoría de la población y los resultados podrían resultar engañosos (Flores, 2001).

3.4 Análisis sensorial de los cubiertos

La doctora Bedolla (2002) explica en su tesis "Diseño Sensorial" que la información que se recibe a través de los sentidos es procesada y combinada entre sí en la corteza cerebral, dando como resultado emociones, decisiones y creaciones. No obstante, cuanto más sea o haya sido la actividad sensorial más extensa será la reserva mental.

Los sentidos son la fuente básica de la información que llega del mundo exterior y ayudan a estimular la corteza cerebral para desarrollarse con normalidad. Entre los aspectos que se analizaron en esta tesis se tuvo la búsqueda de información referente a la estimulación cognitiva en los menores, a través del uso de los cubiertos, por lo cual fue necesario incluir aspectos sensoriales para su diseño.

En la Tabla 13 se muestra la relación que tienen los sentidos con los atributos sensoriales, se excluyeron los aspectos relacionados con los sentidos del oído y olfato por no tener aplicación en el proyecto. En el la sección 3.3.1, se detalla la relación de los atributos sensoriales y las partes de los cubiertos que fueron diseñados.

Tabla 13 Relación de Sentidos con los Atributos Sensoriales

Sentido	Atributo sensorial
Vista	Forma Dimensión Color Textura Relieves
Tacto	Peso Forma Dimensión Textura Relieves
Gusto	Sabor

Fuente: Elaboración propia

3.4.1 Análisis morfológico y sensorial de la cuchara

Como se muestra en la Figura 50, la cuchara es una herramienta manual que cuenta con un mango, un puente y una cabeza cóncava donde se deposita el alimento.

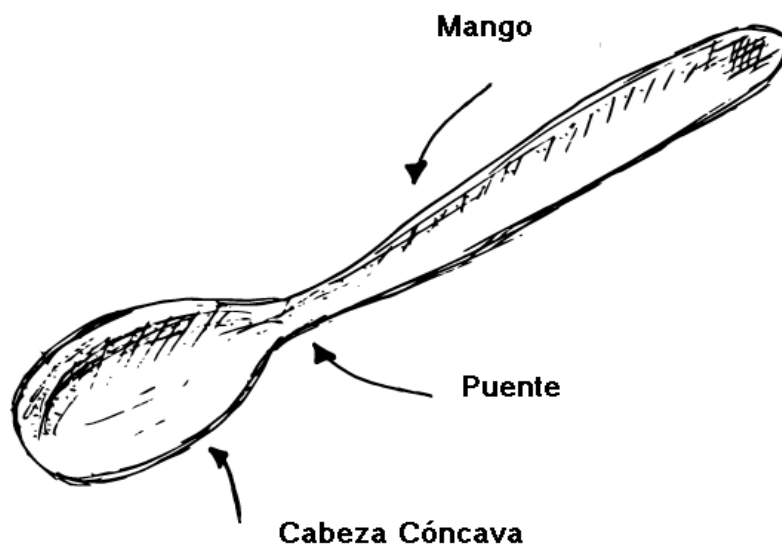


Figura 50. Cuchara
Fuente: Elaboración propia

En las Tablas 14 a 19 se muestran las relaciones que deben existir entre las partes de la cuchara, algunos atributos sensoriales y especificaciones para su diseño.

Tabla 14 Relación del la cabeza cóncava con el Tacto

Tacto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Cabeza cóncava	Peso	Ligero
	Forma	La forma tiene que evitar puntas o partes desprendibles que los niños puedan tragar.
	Dimensión	La dimensión será determinada por el estudio antropométrico
	Textura	Acabado liso para evitar lesiones en la boca.
	Relieves	Sin relieves.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Relación de la cabeza cóncava con el Tacto

Tacto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Mango	Peso	Ligero
	Forma	La forma tiene que evitar puntas o partes desprendibles que los niños puedan tragar.
	Dimensión	La dimensión será determinada por el estudio antropométrico
	Textura	Evitar formas que puedan generar marcas en la piel o presión
	Relieves	Formas que ayuden al usuario a colocar las manos de manera adecuada.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Relación de la Cabeza Cóncava con el sentido del Gusto

Tacto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Puente	Color	Los colores deben ser atractivos para los niños y ser neutros
	Forma	Formas agradables y que brinden una guía para el usuario
	Dimensión	El tamaño será determinado por el análisis antropométrico.
	Textura	Texturas suaves
	Relieves	Relieves que guíen a los usuarios a optimizar el uso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Relación de la Cabeza cóncava con el sentido del Gusto

Gusto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Cabeza cóncava	Material	Materiales que no afecten las propiedades organolépticas de los alimentos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Relación de la Cabeza cóncava con el sentido de la Vista

Vista		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Cabeza cóncava	Color	Los colores deben ser atractivos para los niños y ser neutros
	Forma	Formas agradables
	Dimensión	El tamaño será determinado por el análisis antropométrico.
	Textura	Texturas suaves
	Relieves	Sin relieves

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Relación del Mango con el sentido de la Vista

Vista		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Mango	Color	Los colores deben ser atractivos para los niños y ser neutros
	Forma	Formas agradables
	Dimensión	El tamaño será determinado por el análisis antropométrico.
	Textura	Texturas suaves
	Relieves	Relieves intuitivos para la colocación de las manos.

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Análisis morfológico y sensorial del Tenedor

Como se muestra en la Figura 51, este utensilio al igual que la cuchara cuenta con un mango, un puente y la cabeza con puntas. A diferencia de la cuchara, el puente resulta útil para su uso, pues sirve de apoyo.

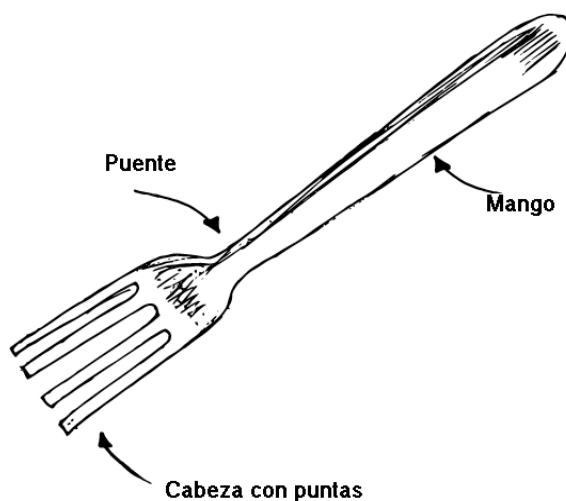


Figura 51. Tenedor
Fuente: Elaboración propia

En las tablas 20 a 26 se muestran las relaciones que deben existir entre las partes del tenedor, algunos atributos sensoriales y especificaciones para su diseño.

Tabla 20. Relación de la Cabeza con puntas con el sentido del Tacto

Tacto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Cabeza con puntas	Peso	Ligero
	Forma	La forma tiene que evitar puntas o partes desprendibles que los niños puedan tragar.
	Dimensión	La dimensión será determinada por el estudio antropométrico
	Textura	Acabado liso para evitar lesiones en la boca. Evitar filo
	Relieves	Sin relieves.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Relación del Puente con el sentido del Tacto

Tacto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Puente	Peso	Ligero
	Forma	Forma que ayude a embonar los dedos para apoyo
	Dimensión	La dimensión será determinada por el estudio antropométrico
	Textura	Evitar formas que puedan generar marcas en la piel o presión
	Relieves	Realces que ayuden al usuario a colocar los dedos en el puente de manera natural

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Relación del Puente con el sentido del Tacto

Tacto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Mango	Peso	Ligero
	Forma	La forma tiene que evitar puntas o partes desprendibles que los niños puedan tragar.
	Dimensión	La dimensión será determinada por el estudio antropométrico
	Textura	Evitar formas que puedan generar marcas en la piel o presión
	Relieves	Formas que ayuden al usuario a colocar las manos de manera adecuada.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Relación de la Cabeza con puntas con el sentido de la vista

Vista		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Cabeza con puntas	Color	Los colores deben ser atractivos para los niños y ser neutros
	Forma	Formas agradables
	Dimensi ón	El tamaño será determinado por el análisis antropométrico.
	Textura	Texturas suaves
	Relieves	Sin relieves

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Relación del Mango con el Sentido de la Vista

Vista		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Mango	Color	Los colores deben ser atractivos para los niños y ser neutros
	Forma	Formas agradables
	Dimensión	El tamaño será determinado por el análisis antropométrico.
	Textura	Texturas suaves
	Relieves	Relieves intuitivos para la colocación de las manos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Relación del Puente con el sentido de la vista

Vista		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Puente	Color	Los colores deben ser atractivos para los niños y ser neutros
	Forma	Formas agradables y que brinden una guía para el usuario
	Dimensión	El tamaño será determinado por el análisis antropométrico.
	Textura	Texturas suaves
	Relieves	Relieves que guíen a los usuarios a optimizar el uso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Relación de la Cabeza cóncava con el sentido de Gusto

Gusto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Cabeza cóncava	Material	Materiales que no afecten las propiedades organolépticas de los alimentos.

Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Análisis morfológico y sensorial del cuchillo

Como se observa en la Figura 52, el cuchillo que forma parte de un set de cubiertos está conformado por un mango, la virola y la hoja, que es donde se encuentra el filo.

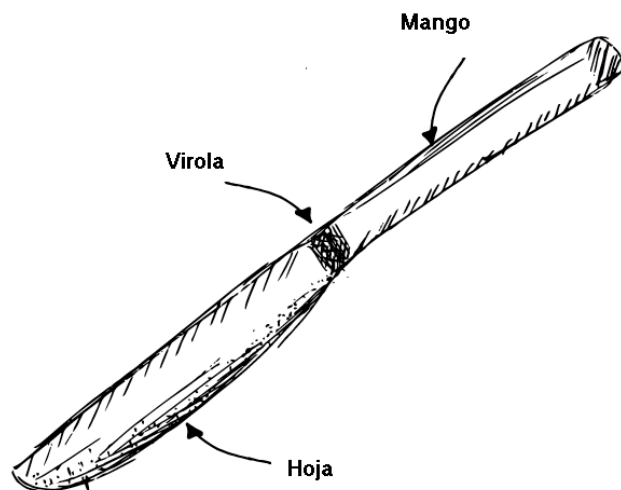


Figura 52. Cuchillo
Fuente: Elaboración propia

En las Tablas 27 a 33 se muestran las relaciones que deben existir entre las partes del cuchillo, algunos atributos sensoriales y especificaciones para su diseño.

Tabla 27. Relación de la Hoja con el sentido del Tacto

Tacto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Hoja	Peso	Ligero
	Forma	La forma tiene que evitar puntas o partes desprendibles que los niños puedan tragar.
	Dimensión	La dimensión será determinada por el estudio antropométrico
	Textura	Acabado liso sin filo
	Relieves	Relieves para ayudar con el corte de los alimentos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Relación de la Virola con el sentido del Tacto

Tacto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Virola	Peso	Ligero
	Forma	Forma que ayude a embonar los dedos para apoyo
	Dimensión	La dimensión será determinada por el estudio antropométrico
	Textura	Evitar formas que puedan generar marcas en la piel o presión
	Relieves	Realces que ayuden al usuario a colocar los dedos en el puente de manera natural

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Relación del Mango con el sentido del Tacto

Tacto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Mango	Peso	Ligero
	Forma	La forma tiene que evitar puntas o partes desprendibles que los niños puedan tragar.
	Dimensión	La dimensión será determinada por el estudio antropométrico
	Textura	Evitar formas que puedan generar marcas en la piel o presión
	Relieves	Formas que ayuden al usuario a colocar las manos de manera adecuada.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30 Relación de la Hoja con el sentido de la Vista

Vista		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Hoja	Color	Los colores deben ser atractivos para los niños y ser neutros
	Forma	Formas suave
	Dimensión	El tamaño será determinado por el análisis antropométrico.
	Textura	Texturas suaves
	Relieves	Sin relieves ni bordes filosos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 Relación del Mango con el sentido de la Vista

Vista		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Mango	Peso	Peso ligero
	Forma	La forma tiene que evitar puntas o partes desprendibles que los niños puedan tragar
	Dimensión	La dimensión será determinada por el estudio antropométrico
	Textura	Evitar formas que puedan generar marcas en la piel o presión
	Relieves	Realces que ayuden al usuario a colocar las manos de manera adecuada.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32 Relación de la Virola con el sentido de la Vista

Vista		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Virola	Color	Los colores deben ser atractivos para los niños y ser neutros
	Forma	Formas agradables y que brinden una guía para el usuario
	Dimensión	El tamaño será determinado por el análisis antropométrico.
	Textura	Texturas suaves
	Relieves	Relieves que guíen a los usuarios a optimizar el uso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 Relación de la Hoja con el sentido del Gusto

Gusto		
Parte	Atributos sensoriales	Especificaciones
Hoja	Material	Materiales que no afecten las propiedades organolépticas de los alimentos.

Fuente: Elaboración propia

3.5 Análisis de productos similares en el mercado

Analizar productos similares a los que se desarrollarán y que existen en el mercado, es importante para mejorar el panorama de la investigación y enriquecer la información que se recaba. Se partió de la premisa que el set de cubiertos por diseñar en esta investigación se compondría de los siguientes tres elementos: Tenedor, cuchara y cuchillo. Se hizo una búsqueda de sets de cubiertos comerciales diseñados para niños. Se examinó cada set de cubiertos para identificar los elementos que lo componen, sus materiales, dimensiones, formas, colores entre otros aspectos. No se encontró algún set de cubiertos que estuviera diseñado y fabricado específicamente para niños en México. Es por esto que se investigaron los modelos y marcas extranjeras que son distribuidos en el país. En una investigación de campo realizada en algunas plazas comerciales se encontraron los sets de cubiertos de Zara y Tramontina que se muestran en las Figuras 53 y 54.



Figura 53. Cubiertos comerciales
Fuente: Elaboración propia.

De los cuatro sets de cubiertos que se analizaron todos son de marcas extranjeras, en solo uno se mostró la información referente a la edad "ideal" para la cual están dirigidos. En ninguno de los sets se especifica si pueden ser usados de manera independiente por los niños o con el apoyo de un adulto, tampoco se indica si son ergonómicos. En la investigación de campo hecha se observó que en la mayoría de ocasiones los adultos utilizan los cubiertos para ayudar a los niños.



Figura 54 Cubiertos comerciales
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen los atributos de los sets de cubiertos que se analizaron para establecer una referencia en el proyecto que se desarrolló.

Como se observa en la Figura 55 el set de cubiertos Alessini pertenece a una reconocida marca de diseño italiano. Los cubiertos tienen un acabado metálico, lo cual les da un diseño sobrio y elegante. Los mangos tienen un perfil redondo con poco grosor, el puente del tenedor y cuchara tiene una figura ovalada. El tenedor tiene en las puntas laterales bordes más anchos y redondeados que en las puntas internas. El cuchillo posee una hoja con un dentado solo al inicio, el cual es suave; la punta de la hoja posee un radio pronunciado.

Tabla 34. Set de cubiertos Alessini

Set de cubiertos para niños Alessini	
Características	Especificaciones
Material	Acero inoxidable 18/10
Longitud	14 cm
Mango	El mango está ligeramente hundido para ofrecer un punto de sujeción adicional
Estilo	Diseño suave y perfilado
Seguridad	Puntas de tenedor y hoja de cuchillo redondeados para que sean inofensivos y puedan manejarse con tranquilidad
Color	Acero inoxidable con brillo

Fuente: Elaboración propia



Figura 55. Set de cubiertos marca Alessi
Fuente: https://www.alessi.com/es_es/alessini.html

Por otro lado, en la Figura 56 se presenta el set de cubiertos marca Tramontina, la cual es una marca brasileña. Los cubiertos tienen un acabado metálico; su mango de los tres elementos es similar, teniendo un relieve con diferentes formas en su extremo. La parte central del mango se adelgaza, lo cual facilita el agarre para usuarios con manos pequeñas. La cabeza del tenedor es pequeña con respecto a los otros modelos, sus puntas son redondeadas, similares en tamaño y uniformes. La cabeza del cuchillo posee una hoja de geometría ligeramente rectangular, cuyo dentado es suave y sólo se encuentra al principio de la hoja. La cabeza de la cuchara tiene la forma de un trapecio invertido, con el lado corto en dirección del puente. Los vértices del trapecio tienen un redondeo pronunciado.

Tabla 35. Set de cubiertos Tramontina

Set de cubiertos para niños Tramontina	
Características	Especificaciones
Material	Acero inoxidable 18/10
Longitud	10.3 cm
Mango	Mango delgado al centro para agarre
Estilo	Diseño suave
Seguridad	Puntas de tenedor y hoja de cuchillo redondeados para que sean inofensivos y puedan manejarse con tranquilidad
Color	Acero inoxidable con brillo

Fuente: Elaboración propia



Figura 56. Set de cubiertos Tramontina

Fuente: <https://www.tramontina.com.br/es/p/66973005-19-juego-de-cubiertos-para-ninos-acero-inoxidable-3-pzas>

Como se observa en la Figura 57, el set de cubiertos de la marca Zara Home posee mangos hechos con ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), el cual es un material suave que evita el deslizamiento de las manos. Sus mangos tienen una forma cilíndrica, la cual se pudo comprobar en esta investigación es adecuada para herramientas manuales.

En comparación con los modelos anteriores, la cabeza del tenedor es un poco más grande, sus puntas externas son más anchas y con bordes redondeados; sus puntas interiores son más delgadas. La hoja del cuchillo es delgada, su dentado abarca casi la totalidad de la hoja y posee una forma rectangular con esquinas redondeadas. La cabeza de la cuchara es ovalada y sus bordes coinciden con el grosor del material. Las cabezas son delgadas, en la unión del puente y el mango existe una unión metálica que podría favorecer la acumulación de residuos y generación de bacterias.

Tabla 36. Set de cubiertos de Zara Home

Set de cubiertos para niños Zara Home	
Características	Especificaciones
Material	60% Acero inoxidable 40% Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
Mango	Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
Estilo	Diseño colorido
Seguridad	Puntas de tenedor y hoja de cuchillo redondeados
Color	Acero inoxidable con brillo

Fuente: *Elaboración propia*



Figura 57. Set de cubiertos Zara Home
Fuente: <https://www.zarahome.com/es/ni%C3%B1os/hora-de-comer/>

Como se observa el set de cubiertos de la marca Tommee Tippee, el cual tiene mangos de plástico con dos tonos de colores distintos en cada mango. Los mangos son robustos para un uso rudo, se especifica que pueden ser utilizados por niños de 12 meses de edad en adelante. Tienen un área circular amplia entre el mango y el puente, lo cual puede producir un mejor agarre. Las cabezas de los cubiertos son pequeñas y metálicas, están ensambladas a los mangos de plástico.

La cabeza del tenedor tiene 4 puntas del mismo y sus puntas centrales son ligeramente más largas que las externas.

La cabeza del cuchillo tiene una hoja corta con la punta redondeada y un dentado que resalta en comparación con los otros modelos.

La cabeza de la cuchara es cóncava, ovalada y ligeramente más delgada que en los modelos anteriores. (Figura 58)

Tabla 37. Set de cubiertos Tommee Tippee

Set de cubiertos para niños Tommee Tippee	
Características	Especificaciones
Material	Acero inoxidable libre de BPA Plástico
Mango	Mango de plástico
Estilo	Diseño colorido
Seguridad	Puntas de tenedor y hoja de cuchillo redondeados
Color	Acero inoxidable con brillo

Fuente: Elaboración propia



Figura 58. Set de cubiertos Tommee Tippee
Fuente: <https://www.tommeequippee.es/product/weaning/cutlery>

Como parte de la metodología, se analizaron los productos anteriormente presentados. Cabe señalar que en los cuatro sets de cubiertos se utilizó acero inoxidable en las cabezas; en los sets de cubiertos Zara Home y Tommee Tippee los mangos son de un material distinto al acero y utilizan un ensamble cabeza-mango. En el set de cubiertos de Zara Home se identificó un mango cilíndrico hecho a base de ABS, este material se caracteriza por sus altas resistencias al impacto y dureza. También, se identificó que los cuatro sets de cubiertos no tienen piezas desprendibles, esta cualidad es importante para evitar que los menores sufran algún percance.

3.6 Determinación de necesidades y requerimientos del usuario

La investigación de campo para identificar las necesidades de los usuarios, inició con las entrevistas realizadas a 17 madres de familia que pertenecen a distintos estratos sociales, con el objetivo de encontrar diversas opiniones referentes a la compra de cubiertos para menores. La entrevista fue guiada para responder las preguntas que se presentan en el Anexo B y tuvo como meta conocer las tres características principales que consideran o tomarían en cuenta las mamás al adquirir cubiertos.

Al ser una entrevista guiada pero sin respuestas cerradas, las preguntas se desarrollaron con naturalidad para propiciar un entorno de confianza y obtener respuestas veraces. Una vez realizadas las entrevistas, se elaboró una tabla donde se concentraron las respuestas tal y como las personas se expresaron para evitar la distorsión de la información.

La Tabla 38 muestra la información recopilada en las entrevistas en el orden en el que fueron dadas las respuestas, estas no tienen jerarquía.

Tabla 38. Relación de Usuarios y Necesidades

Usuario	Enunciado 1 del cliente	Enunciado 2 del cliente	Enunciado 3 del cliente
1	Precio	No sea peligroso en relación a la forma	Durable
2	Agradable	Bonito	No sea pequeño
3	Colores bonitos	Precio accesible	Fáciles de encontrar
4	Fáciles de manipular	Proporcionales a su cuerpo	Que no representen un riesgo si no tienen la vigilancia de un adulto
5	Funcionales	Colores atractivos	No sean peligrosos
6	Durable	Fácil de usar	Ligero
7	Resistente a golpes	Fácil de transportar	Colores bonitos
8	No resbaladizos	Seguros de usar	Con dibujos
9	Funcionales	Resistentes	Atractivos
10	Divertidos	Recreativos	Que los usen
11	Fáciles de manipular	Especiales para niños	Didácticos
12	Estimulen la actividad alimenticia	Fácil transporte	Atractivos
13	Accesibles en precio	Resistentes	Colores bonitos
14	Buena calidad	Fáciles de limpiar	Que se vean bien
15	Atractivos	Fácil de encontrar	Resistentes
16	Ligeros	Bonitos	Faciales de manipular
17	Precio accesible	Sin puntas ni filo	Atractivos

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso fue hacer la Tabla 39 de los enunciados del cliente eliminando los enunciados repetidos y relacionando a cada enunciado con la necesidad interpretada que muestre las posibles soluciones que el diseñador pueda encontrar.

Tabla 39 Enunciados del cliente y Necesidades Interpretadas

No.	ENUNCIADOS DEL CLIENTE	NECESIDAD INTERPRETADA
1	Que sea económico	•El set de cubiertos es económico
2	No es peligroso en relación a su forma	•Los cubiertos no tienen bordes filosos •Los cubiertos son de tamaño adecuado •Los cubiertos no tienen puntas
3	Son durables	•Los cubiertos están hechos de materiales durables
4	Lúdico	•Los cubiertos pueden utilizarse para jugar
5	Bonito	•Los cubiertos resultan atractivos para los niños
6	Colores bonitos	•Los cubiertos tienen colores llamativos
7	Precio Accesible	•Los cubiertos tienen precio accesible
8	Fáciles de manejar	•Los cubiertos son ergonómicos •Los cubiertos se agarran firmemente sin deslizamiento
9	Proporcionales a su cuerpo	•El set de cubiertos está diseñado para niños de 3 a 5 años
10	Que no representen un riesgo si no tienen la vigilancia de un adulto	•Los cubiertos no tienen piezas desprendibles •Los cubiertos no tienen puntas •Los cubiertos no tienen bordes filosos
11	Funcionales	•El set de cubiertos tiene un diseño que mejora la transmisión de fuerza durante su uso
12	Fáciles de usar	•Los cubiertos tienen un diseño que permite usarlos de forma intuitiva
13	Ligero	•El material de los cubiertos es ligero
14	Resistente a golpes	•Los cubiertos están hechos de materiales resistentes
15	Fácil de transportar	•Los cubiertos son ligeros •Los cubiertos están hechos de materiales resistentes
16	No resbaladizos	•Los cubiertos poseen texturas para un buen agarre •Los cubiertos están hechos de materiales no resbaladizos
17	Atractivos	•Los cubiertos tienen colores, texturas y formas que resultan llamativas para los niños
18	Recreativos	•Los cubiertos resultan entretenidos y divertidos para comer
19	Que los usen	•El set de cubiertos es cómodo al utilizarse •El set de cubiertos es atractivo para los usuarios •Los cubiertos son seguros para los usuarios
20	Didácticos	•El manejo de los cubiertos desarrolla la coordinación visual - motriz de los usuarios •Los cubiertos estimulan procesos sensoriales
21	Estimula la actividad alimenticia	•Los cubiertos son cómodos al utilizarlos •Los cubiertos son atractivos para el usuario
22	Buena calidad	•Los cubiertos están hechos con materiales durables •Los cubiertos están hechos con materiales grado alimenticio •Los cubiertos tienen un diseño atractivo y adecuado para los usuarios
23	Fáciles de limpiar	•Los cubiertos tienen acabados superficiales que no resguardan bacterias

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 40 se mencionan las necesidades interpretadas extraídas de la tabla anterior, a partir de ellas se derivaron un conjunto de atributos y los requerimientos que satisfacen a dichas necesidades.

Tabla 40. Necesidad interpretada con atributos relacionados

Necesidad interpretada	Atributo(s) relacionados	Requerimientos de diseño establecidos
-El set de cubiertos es económico	Precio	-----
Los cubiertos no tienen bordes filosos	Acabado Forma Textura	Aristas con redondeos. Aristas sin rebabas. Acabado superficial liso.
Los cubiertos son anatómicamente correctos en relación a la mano	Dimensión	Agarre de pinza. Geometrías orgánicas. Secciones transversales con amplio diámetro .
Los cubiertos son de tamaño adecuado	Dimensión	Longitud no menor al largo y ancho de la mano. Amplio diámetro de agarre Cabeza de cuchara: disminución de la cavidad y estrechamiento del cuerpo. Cabeza del cuchillo: Disminución de la longitud de la hoja. Cabeza del tenedor: Achatamiento de puntas, aumento en la longitud de las puntas y estrechamiento de la cabeza.
Los cubiertos no tienen puntas	Forma	Aristas con redondeos. Achatamiento de puntas.
Los cubiertos están hechos de materiales durables	Material	Acero inoxidable 316. ABS(Acrilonitrilo butadieno estireno).
Los cubiertos pueden utilizarse para jugar	Divertido	Geometrías orgánicas.
Los cubiertos resultan atractivos para los niños	Acabado Forma Dimensión Color	Geometrías orgánicas. Colores estimulantes y activantes. Texturas: lisas. Dimensiones menores a los cubiertos para adultos.
Los cubiertos tienen colores llamativos	Color	Colores estimulantes y activantes.
El set de cubiertos tiene precio accesible	Precio	-----
Los cubiertos se agarran firmemente sin deslizamiento	Textura Material Forma	ABS(Acrilonitrilo butadieno estireno). Longitud no menor al largo y ancho de la mano. Amplio diámetro de agarre

Los cubiertos son ergonómicos	Forma Dimensión	Longitud no menor al largo y ancho de la mano. Amplio diámetro de agarre Cabeza de cuchara: disminución de la cavidad y estrechamiento del cuerpo. Cabeza del cuchillo: Disminución de la longitud de la hoja. Cabeza del tenedor: Achatamiento de puntas, aumento en la longitud de las puntas y estrechamiento de la cabeza Aristas con redondeos. Achatamiento de puntas. Geometrías orgánicas
El set de cubiertos está diseñado para niños de 3 a 5 años	Forma Dimensión	Geometrías orgánicas. Longitud no menor al largo y ancho de la mano. Amplio diámetro de agarre
Los cubiertos no tienen piezas desprendibles	Estructura Forma	Unión permanente del mango con la cabeza.
Los cubiertos no tienen puntas	Forma	Achatamiento de puntas.
Los cubiertos no tienen bordes filosos	Forma	Redondeo de aristas.
El set de cubiertos tiene un diseño que mejora la transmisión de fuerza	Forma	Geometrías orgánicas. Mayor superficie de agarre en el mango.
Los cubiertos tienen un diseño que permite darle un uso de forma intuitiva	Forma Textura	Geometría indicativa.
Los cubiertos tienen cabezas con un tamaño adecuado	Forma Dimensión	Cabeza de cuchara: disminución de la cavidad y estrechamiento del cuerpo. Cabeza del cuchillo: Disminución de la longitud de la hoja. Cabeza del tenedor: Achatamiento de puntas, aumento en la longitud de las puntas y estrechamiento de la cabeza
El material de los cubiertos es ligero	Material	ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno). Acero Inoxidable 316.
Los cubiertos están hechos de materiales resistentes	Material	ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno). Acero Inoxidable 316.
Los cubiertos tienen colores, texturas y formas llamativas para los niños	Colores Formas Texturas	Geometrías orgánicas. Colores estimulantes y activantes. Texturas: lisas.
Los cubiertos resultan entretenidos y divertidos para comer	Colores Texturas Formas	Geometrías orgánicas. Colores estimulantes y activantes. Texturas: lisas.

El set de cubiertos es cómodo para utilizarse	Formas Materiales Dimensiones	Geometría indicativa.
Los cubiertos son seguros para las usuarios	Materiales Texturas Formas Dimensiones	ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno). Acero Inoxidable 316. Longitud no menor al largo y ancho de la mano. Amplio diámetro de agarre Cabeza de cuchara: disminución de la cavidad y estrechamiento del cuerpo. Cabeza del cuchillo: Disminución de la longitud de la hoja. Cabeza del tenedor: Achatamiento de puntas, aumento en la longitud de las puntas y estrechamiento de la cabeza Aristas con redondeos. Achatamiento de puntas.
El uso de los cubiertos desarrolla la coordinación visual – motriz de los usuarios	Forma de manejo	Amplio diámetro de agarre
Los cubiertos son seguros para las usuarios		Materiales grado alimenticio (Acrilonitrilo butadieno estireno) Acero Inoxidable 316) Textura: lisa Achatamiento de puntas y redondeo de aristas. Longitud no menor al largo y ancho de la mano. Amplio diámetro de agarre.
Los cubiertos estimulan procesos sensoriales	Colores Texturas Formas	Colores estimulantes y activantes. Textura: lisa. Geometrías orgánicas.
Los cubiertos están hechos con materiales grado alimenticio	Materiales	ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno). Acero Inoxidable 316.
Los cubiertos tienen acabados superficiales que no resguardan bacterias	Material Acabados	ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno). Acero Inoxidable 316. Acabado superficial liso.

Fuente: Elaboración propia

A partir de la información obtenida en la tabla anterior, se formuló un cuestionario incluido en el Anexo C para identificar el grado de importancia de cada uno de los atributos. Dicho cuestionario fue aplicado a una muestra de madres de familia de los niños que acuden al preescolar “Aurora Gasga”, debido a que ellas se encargan de recoger a sus hijos al término del horario escolar y porque en ellas generalmente recae la responsabilidad al adquirir los productos que utilizarán los niños. Los resultados de la aplicación de las encuestas se muestran en la Figura 59.

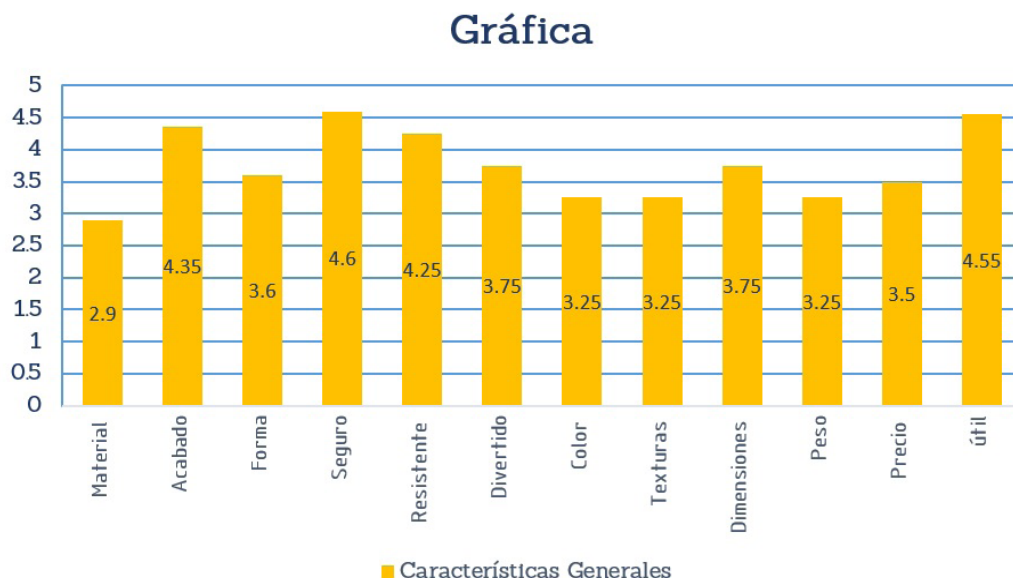


Figura 59. Gráfica de las Características Generales encontradas en el estudio de campo
Fuente: Elaboración propia

Para finalizar, en la Tabla 41 se interpretaron las características generales y cómo se definen en función de las unidades. Muchas de estas características generales se relacionaron con normas.

Tabla 41. Características Generales con unidades de medida

Características generales	Unidades
Material	Norma
Acabado	Norma
Forma	Cualitativo
Seguro	Norma
Resistente	kN
Divertido	Subjetivo
Color	Subjetivo
Texturas	Subjetivo
Dimensiones	Milímetros
Peso	Gramos
Útil	Subjetivo

Fuente: Elaboración propia

3.7 Bocetos

El boceto como herramienta creativa busca plasmar una idea. En esta sección se crearon diferentes propuestas de diseño, en las Figuras 60 a 63 se muestran los bocetos de las cabezas de los cubiertos que se basaron en las medidas estándar de las cabezas de cubiertos desechables utilizados durante las pruebas de manejo, esto debido a que no presentaron inconvenientes en los ejercicios y las medidas resultaron proporcionales a los usuarios. Posteriormente, se idearon las propuestas de los mangos tomando como base distintos modelos hechos en plastilina que cubrieron los requerimientos de diseño, como los son formas curvas y lisas. Se dibujaron 4 mangos para cucharas, 4 mangos para cuchillos y 4 mangos para tenedores que se muestran en las Figuras 64 a 76.



Figura 60. Bocetos de cabeza de cucharas elaborados en base a los cubiertos desechables

Fuente: Elaboración propia



Figura 61. Boceto de cuchara elaborado en base a los cubiertos desechables

Fuente: Elaboración propia

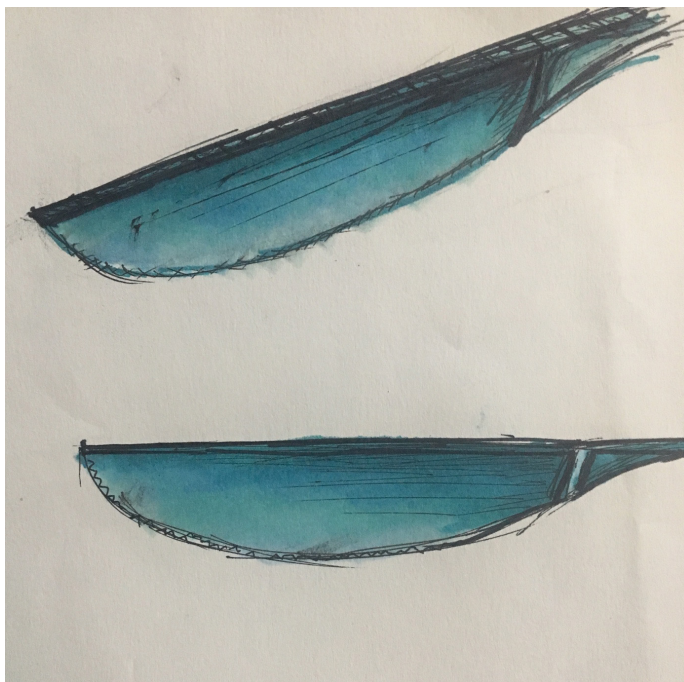


Figura 62. Boceto de cabeza de cuchillo elaborado en base a los cubiertos desechables
Fuente: Elaboración propia

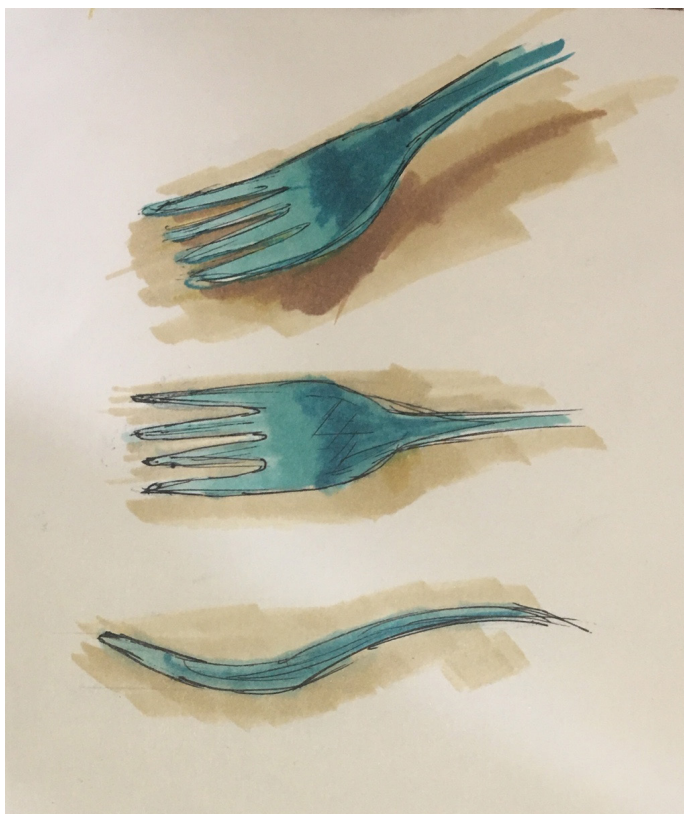


Figura 63. Bocetos de cabeza de tenedor elaborado en base a los cubiertos desechables
Fuente: Elaboración propia

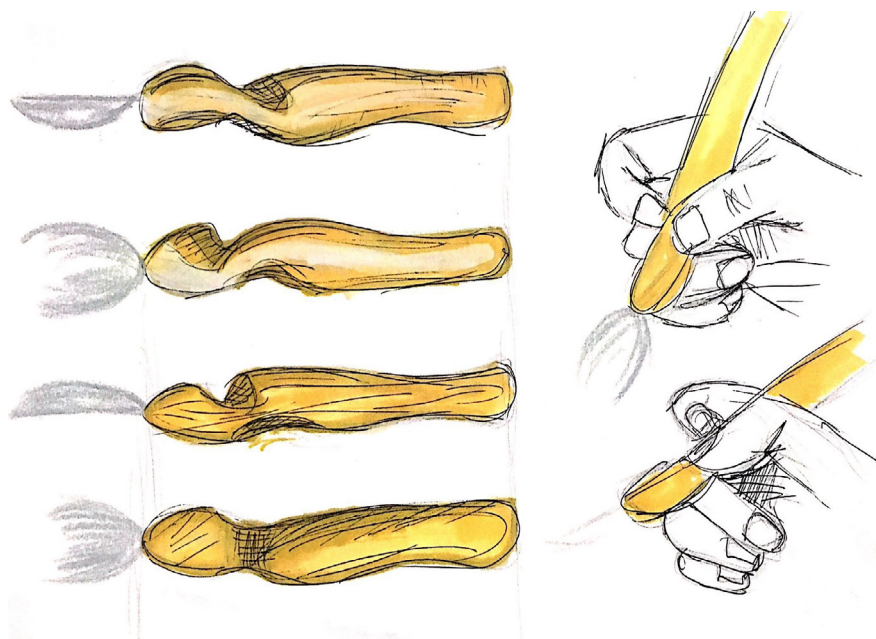


Figura 64. Bocetos de cuchara propuesta 1
Fuente: Elaboración propia

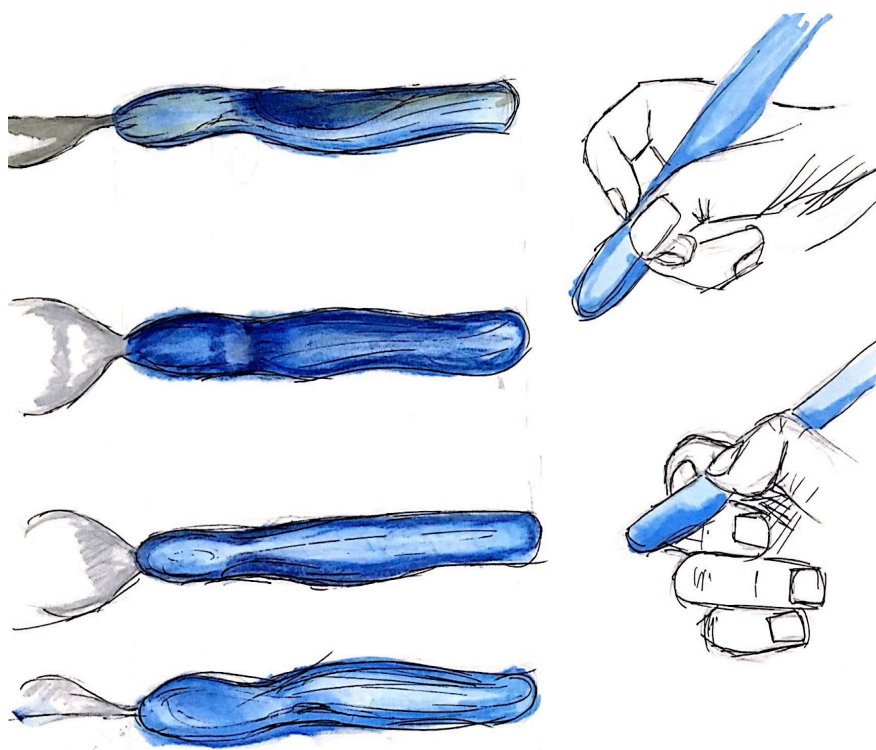


Figura 65. Bocetos de cuchara propuesta 2
Fuente: Elaboración propia

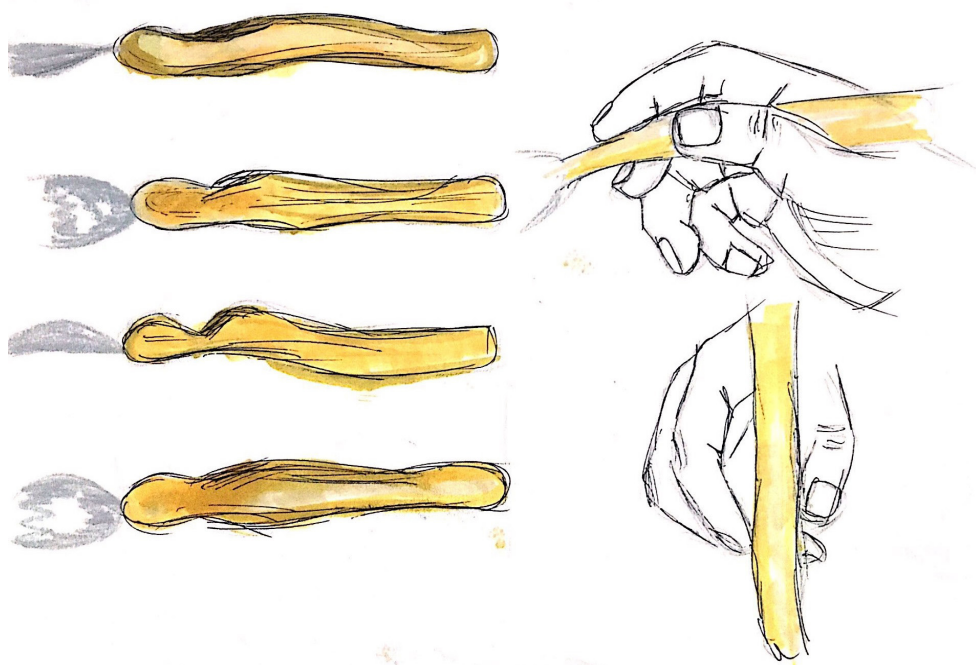


Figura 66. Bocetos de cuchara propuesta 3
Fuente: Elaboración propia

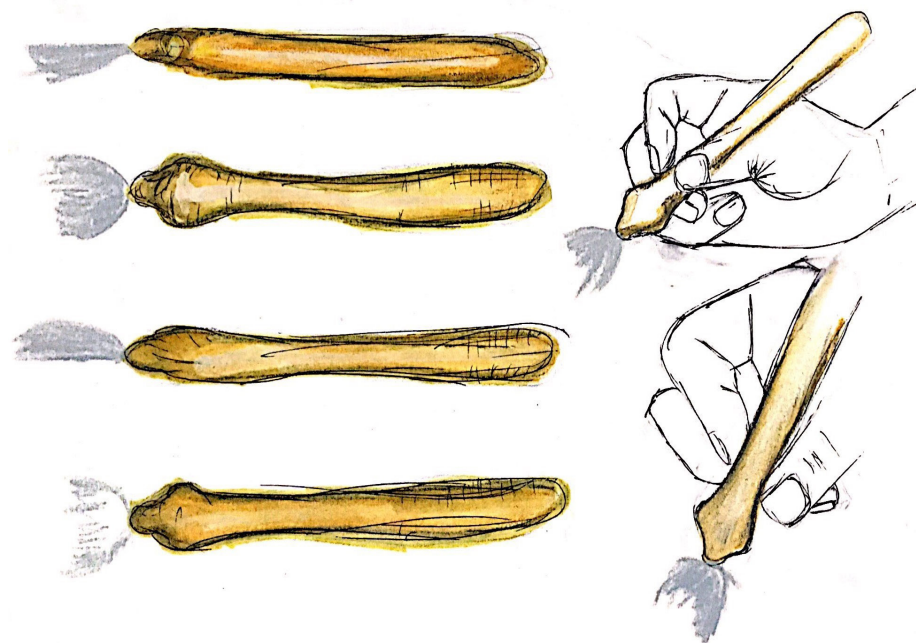


Figura 67. Bocetos de cuchara propuesta 4
Fuente: Elaboración propia

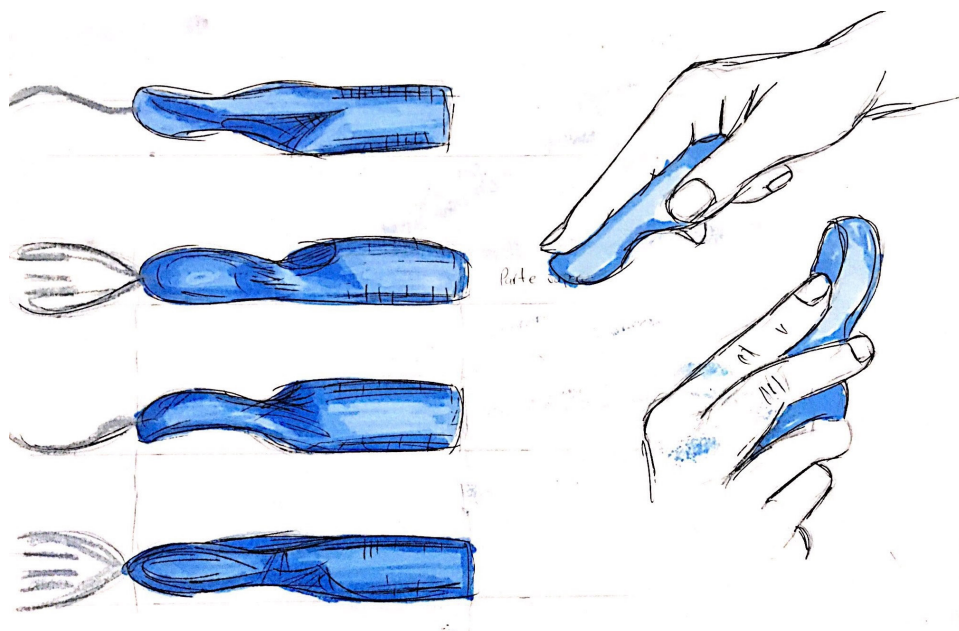


Figura 68. Bocetos de tenedor propuesta 1
Fuente: Elaboración propia

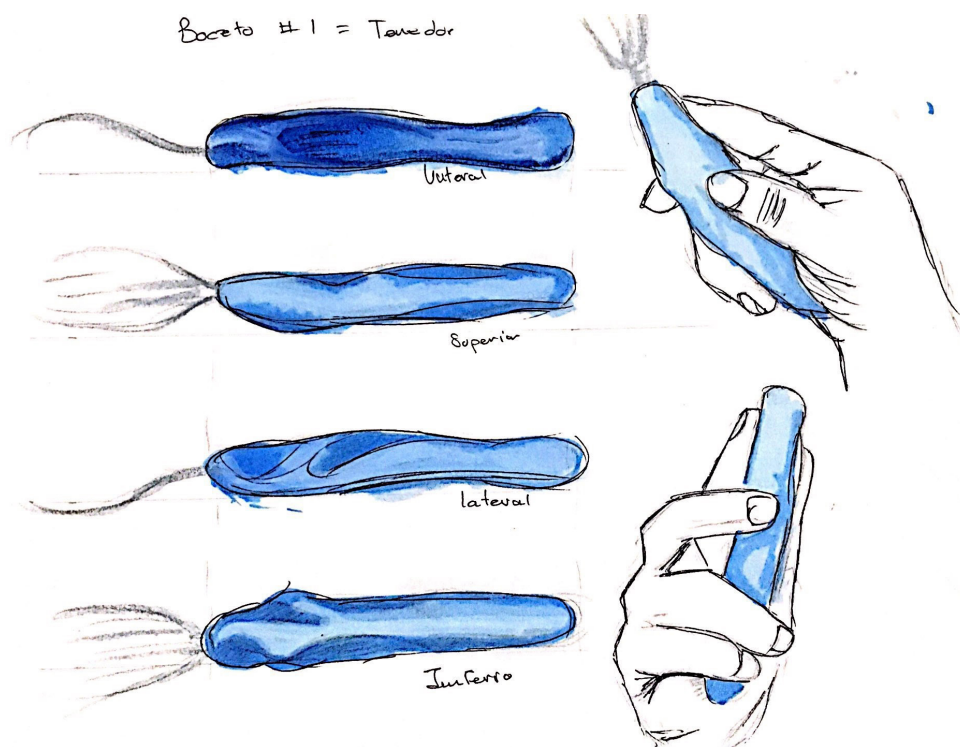


Figura 69. Bocetos de tenedor Propuesta 2
Fuente: Elaboración propia

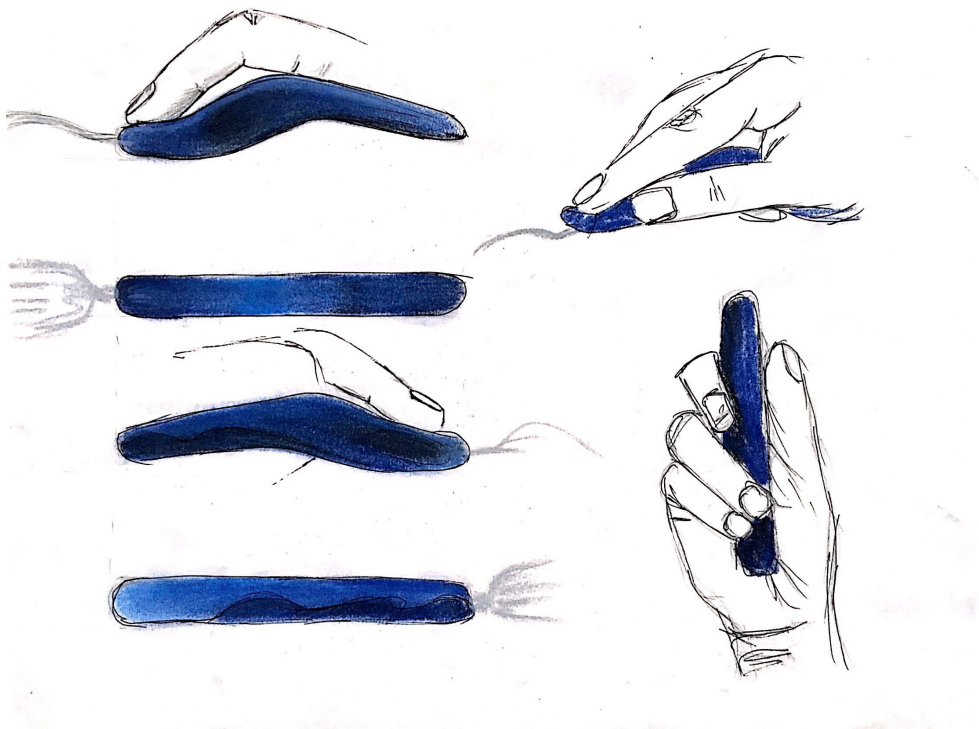


Figura 70. Bocetos de Tenedor propuesta 3
Fuente: Elaboración propia

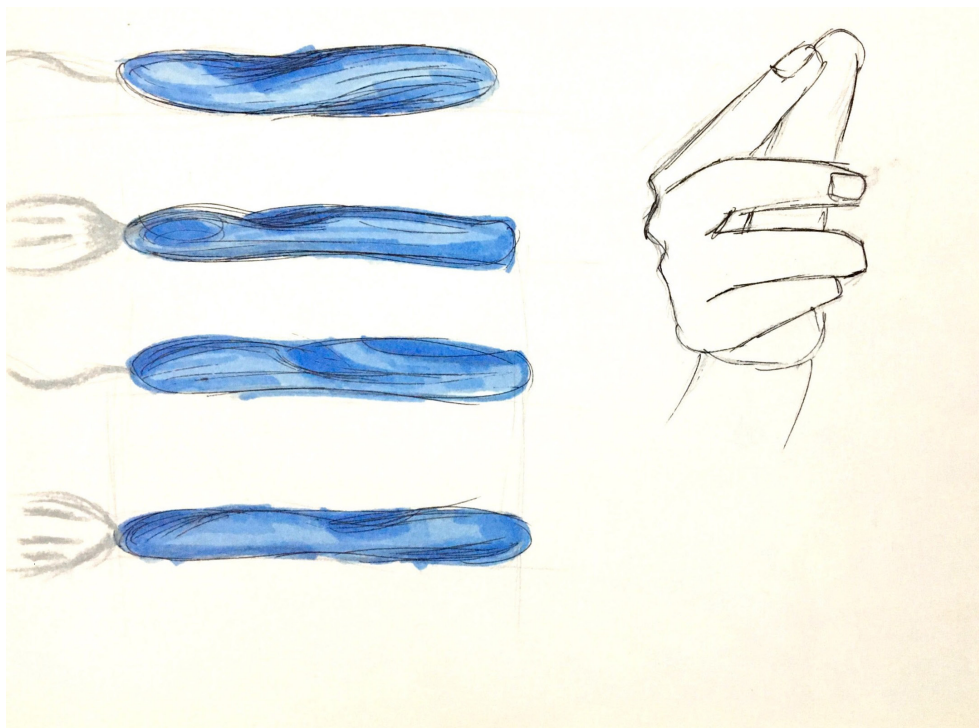


Figura 71. Bocetos de Tenedor propuesta 4
Fuente: Elaboración propia

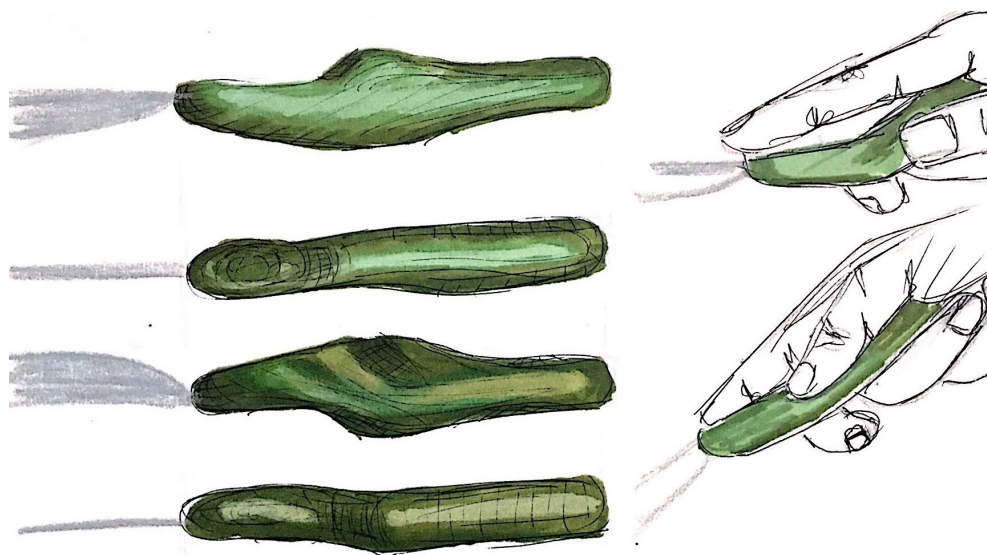


Figura 72. Bocetos de Cuchillo propuesta 1
Fuente: Elaboración propia

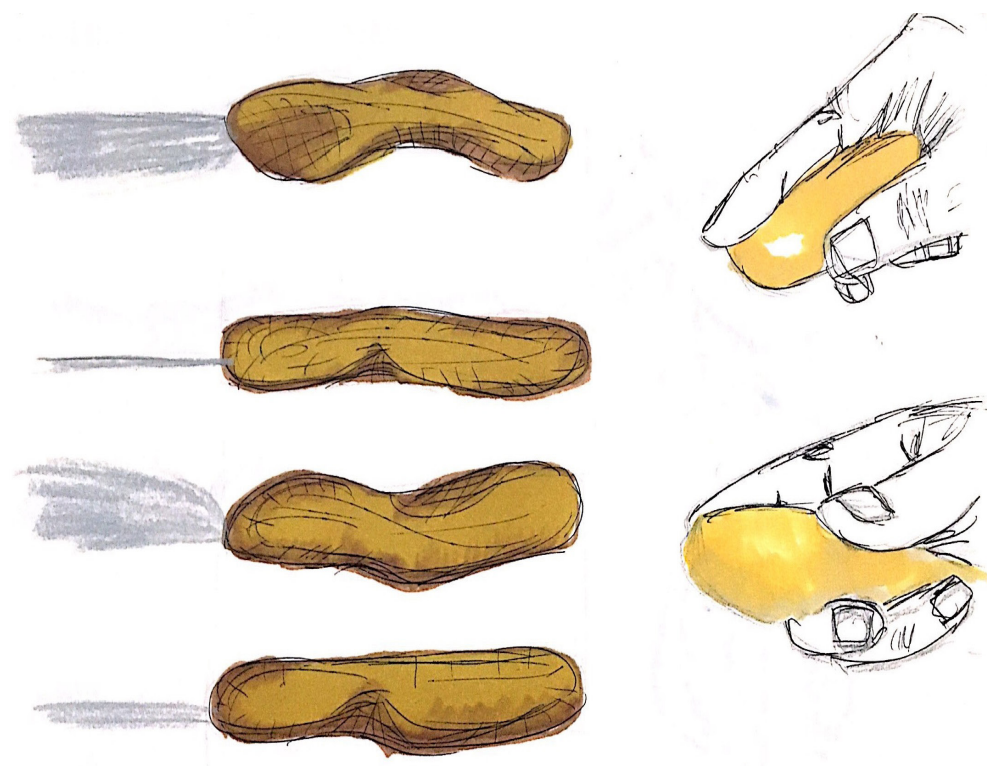


Figura 73. Bocetos de Cuchillo propuesta 2
Fuente: Elaboración propia

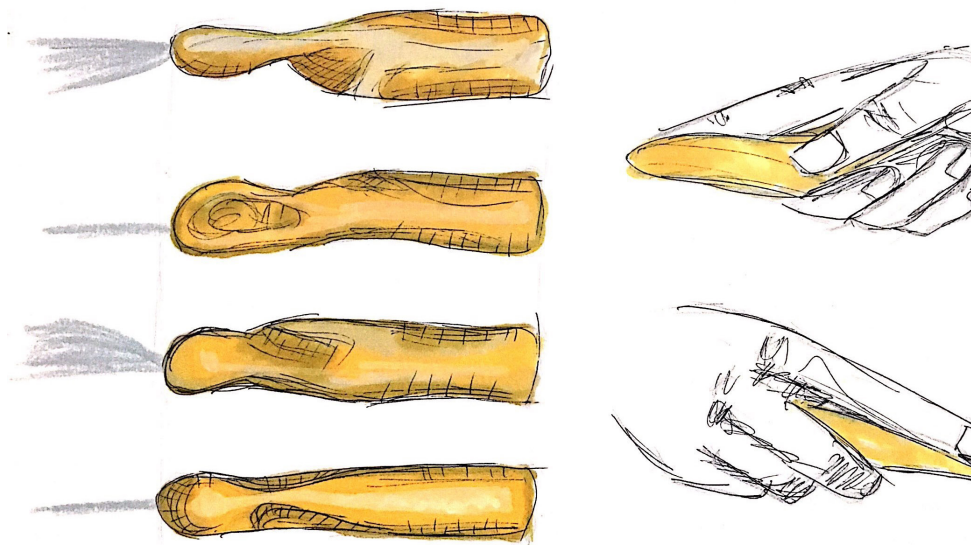


Figura 74. Bocetos de Cuchillo propuesta 3
Fuente: Elaboración propia

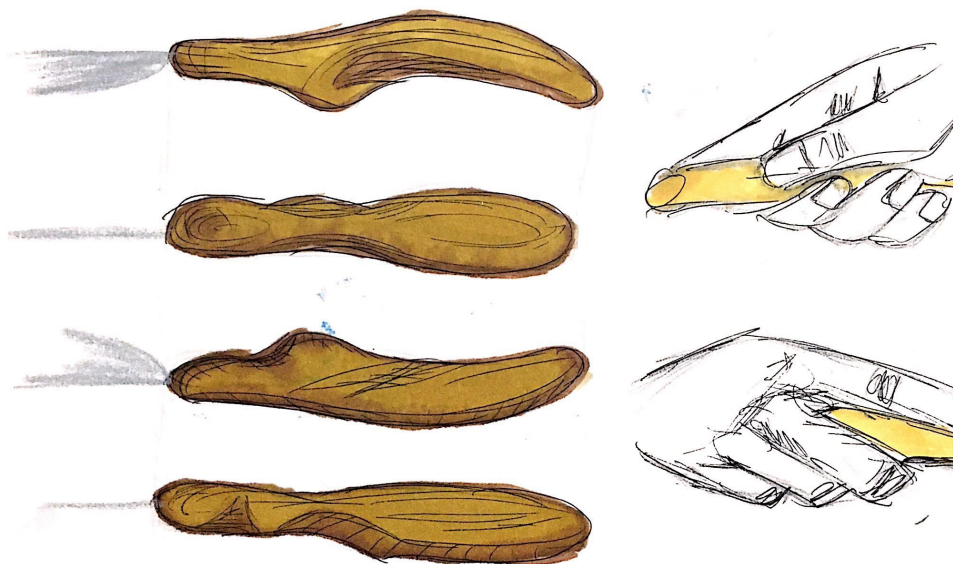


Figura 75. Bocetos de Cuchillo propuesta 4
Fuente: Elaboración propia

3.8 Elaboración de modelos para pruebas ergonómicas y de usabilidad exploratorias

La realización de un modelo permite al diseñador visualizar las características físicas y funcionales de los objetos para así brindar una mejor solución al problema que se presenta. En la metodología aplicada representó un primer acercamiento entre el usuario y la posible solución, siendo así una fase importante para evaluar y corregir los avances que se tuvieron hasta este punto.

En este caso los modelos de cubiertos incluyeron características ergonómicas y funcionales o de usabilidad, estos modelos fueron hechos con materiales que ayudaron a realizar formas orgánicas y curvas para mejorar el agarre, esta fase tuvo como fin encontrar las formas ideales que deberán tener los modelos para de ahí marcar una pauta en relación a su forma.

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

- Espuma a base de resina fenólica
- Laca
- Pegamento blanco
- Pintura acrílica
- Resanador automotriz
- Lijas

Para la elaboración de los modelos de las cabezas de los cubiertos se utilizó un software de modelación para después usar la impresión 3D, debido a que esta parte de los modelos debió ser mucho más resistente y al modelarla manualmente se distorsionarían las medidas propuestas para su elaboración.

Una vez que se tuvieron ambas partes de los modelos (cabeza y mango) se unieron con resanador automotriz para fijar los elementos y permitir su uso.

Basado en los bocetos presentados con anterioridad donde resaltan las formas orgánicas, se tomó la decisión de utilizar la espuma a base de resina fenólica la cual resultó fácil de modelar.

Se realizaron 12 modelos diferentes, 4 de cucharas, 4 de tenedores y 4 de cuchillos.

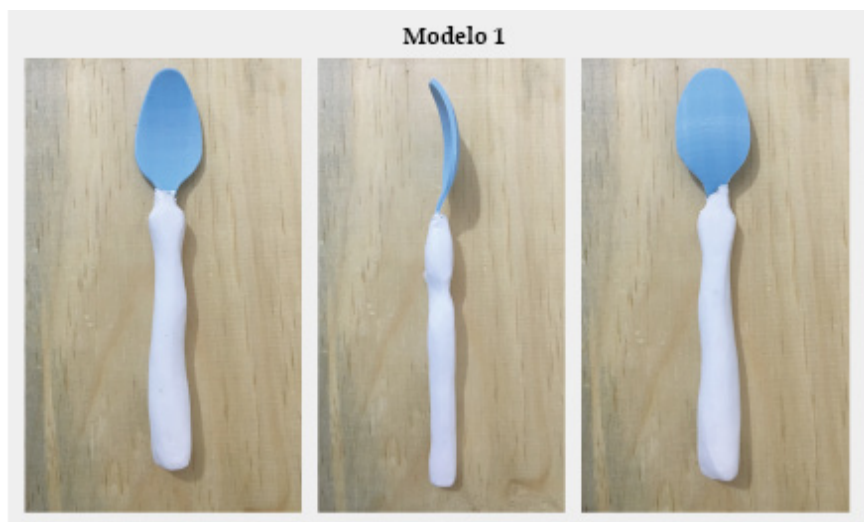


Figura 76. Prototipo Propuesta 1 cuchara
Fuente: Elaboración propia

El modelo número 1 presenta características orgánicas con el diámetro más grande de 1.8 cm y el más chico de 1.2 cm, sus formas prevén una forma natural de agarre en pinza que permitan el manejo intuitivo de la cuchara. Su largo total es de 17.8 cm. (Figura 76)

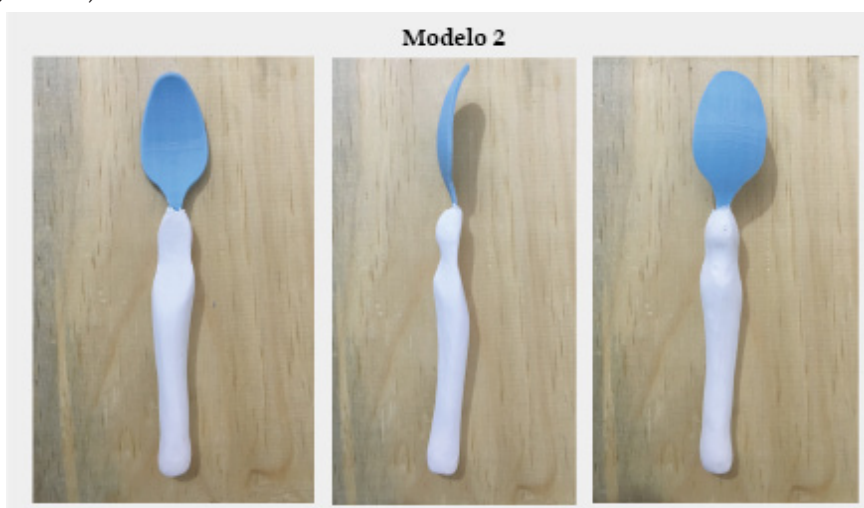


Figura 77. Prototipo Propuesta 2 cuchara
Fuente: Elaboración propia

El modelo número 2 presentado en la Figura 77 tiene un diámetro mayor de 1.9 cm y un diámetro menor de 0.9 cm, con una forma cilíndrica al inicio y formas curvas del otro extremo que permiten el posicionamiento de los dedos. Su largo total es de 18.2 cm.

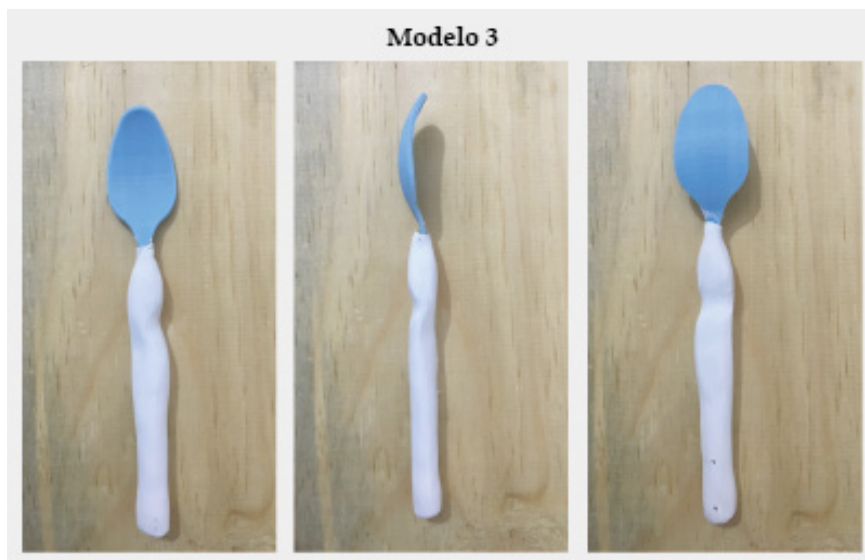


Figura 78. Prototipo Propuesta 3 cuchara
Fuente: Elaboración propia

En el modelo 3 con diámetro mayor de 1.7 cm, y diámetro menor de 1 cm presenta una forma cilíndrica al inicio y formas curvas entre la cabeza y el puente lo que ayuda a la posición de la mano. Su largo total es de 19 cm (Figura 78).

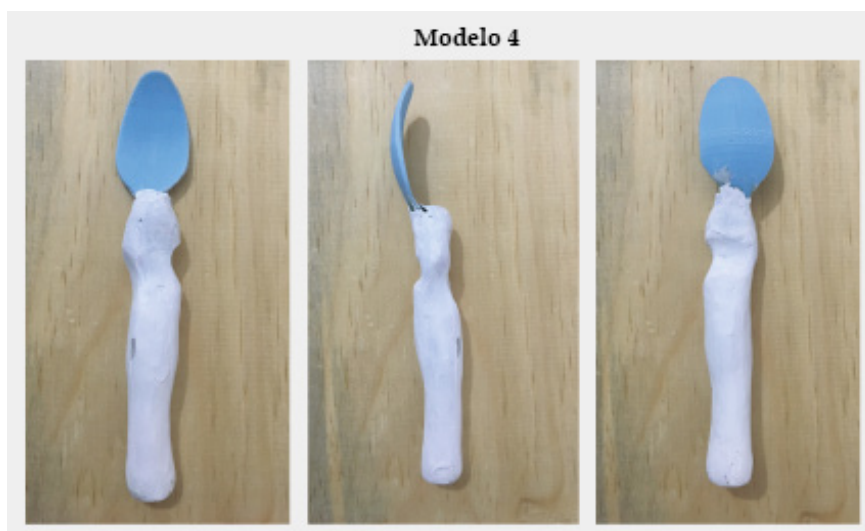


Figura 79. Prototipo Propuesta 4 cuchara
Fuente: Elaboración propia

El modelo 4 que se muestra en la Figura 79 tiene un mango mucho más grueso con un diámetro mayor de 2.2 cm y un diámetro mínimo de 1 cm, este mango tiene la intención de brindar un mejor agarre. Su largo total es de 17.5 cm.

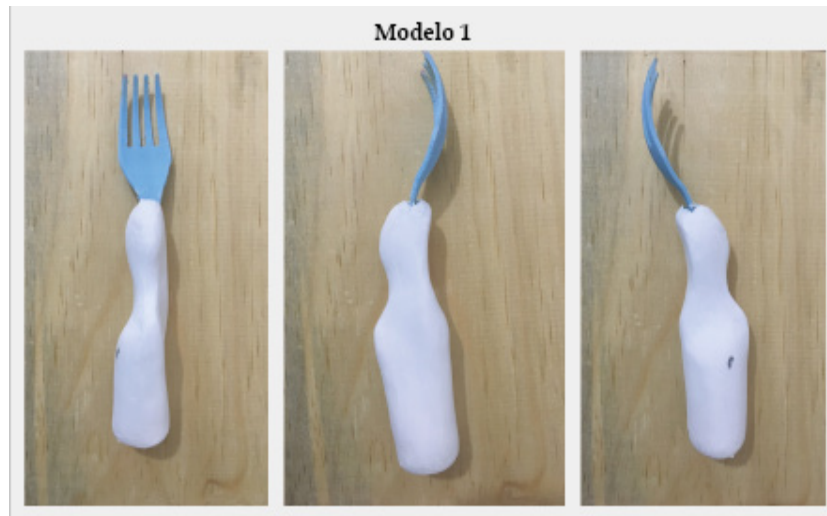


Figura 80. Prototipo Propuesta 1 tenedor
Fuente: Elaboración propia

En el modelo número 1 del tenedor (Figura 80), se tiene un mango con diámetro mayor de 3.2 cm y un diámetro menor de 1.5 cm. Este modelo presenta formas orgánicas con la intención de mejorar el agarre y brindar comodidad al usuario y con esto permitir un mejor uso, tiene características que permiten colocar los dedos de manera intuitiva al hacer el agarre. Su largo total es de 16.2 cm.

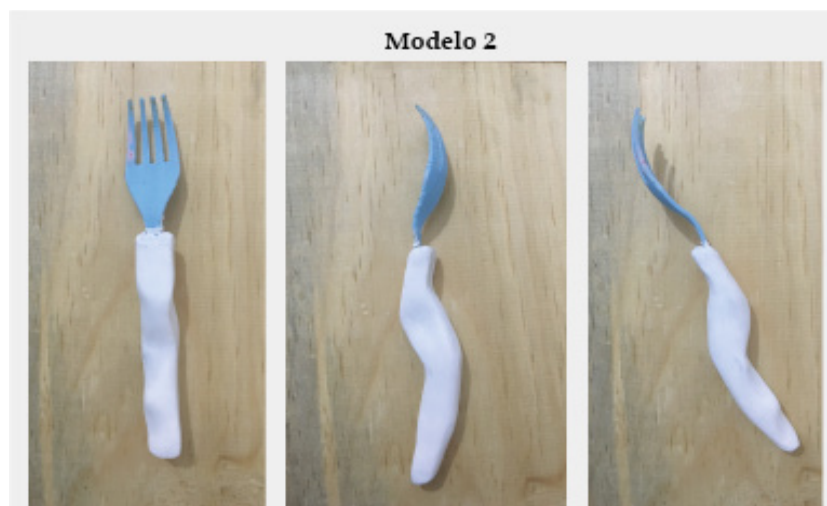


Figura 81. Prototipo Propuesta 2 tenedor
Fuente: Elaboración propia

El modelo número 2, con un diámetro mayor de 2 cm y un diámetro menor de 1.4 cm, presenta una forma basada en la naturaleza del agarre y que presenta formas geométricas que ayudan a identificar la posición en la que debe ser sujetado, tiene algunas formas cuadradas, pero con redondeo al final para brindar seguridad. Su largo total es de 17.5 cm.

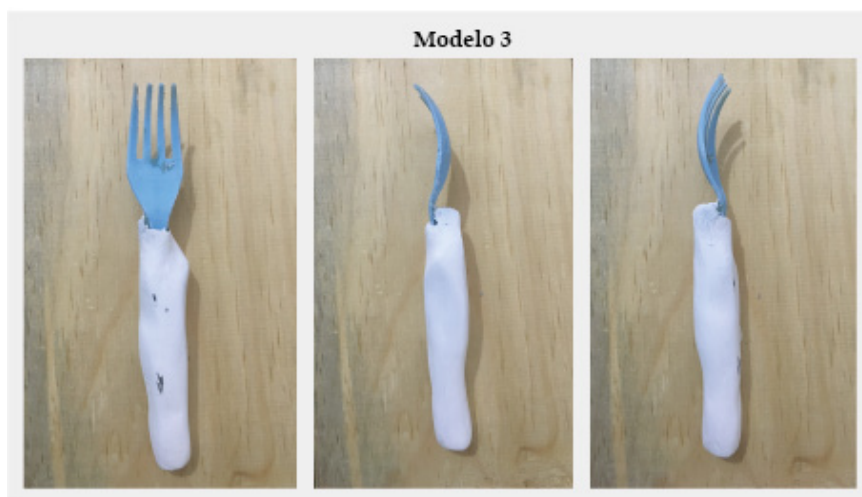


Figura 82. Prototipo Propuesta 3 tenedor
Fuente: Elaboración propia

En el modelo 3 tiene una forma gruesa con diámetros de 2.4 cm como máximo y 1.8 cm como mínimo. El mango con formas curvas presenta intenciones en cuestión de forma que ayuden a la sujeción del tenedor para brindar una mejor transmisión de fuerza. El largo total es de 17.4 cm (Figura 82).

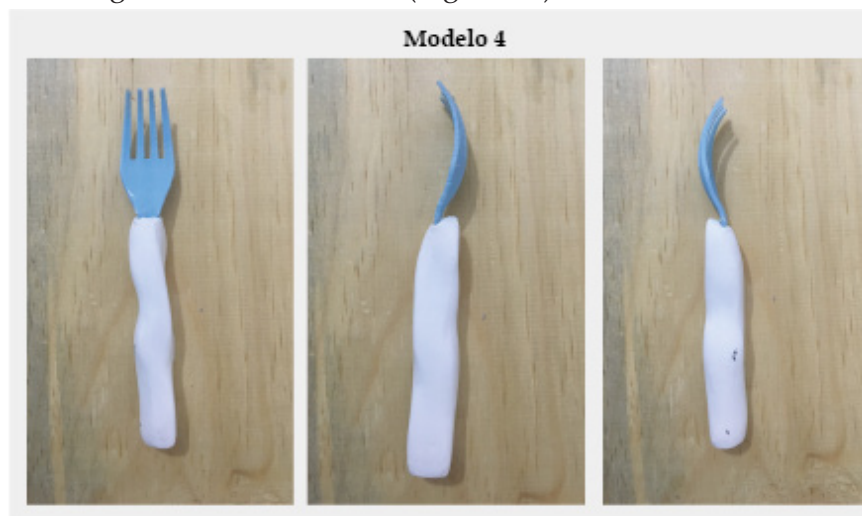


Figura 83. Prototipo Propuesta 4 tenedor
Fuente: Elaboración propia

El modelo 4 no presenta bordes tan marcados pero si un mango mucho más grueso, con un diámetro mayor de 2.1 cm y un diámetro menor de 1.4 cm. La forma basada en el boceto tiene la intención de brindar un agarre uniforme y seguro. El largo total de este modelo es de 16.8 cm

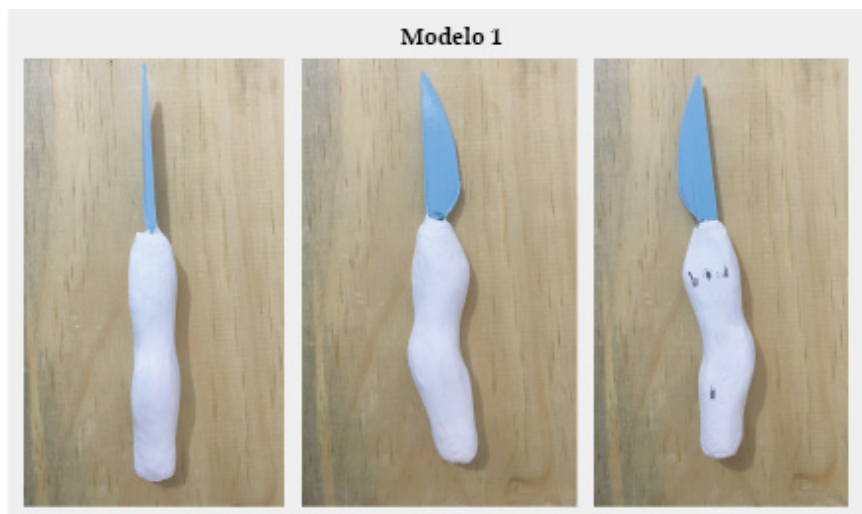


Figura 84 Prototipo Propuesta 1 cuchillo
Fuente: Elaboración propia

En el modelo 1 que se muestra en la Figura 84 tiene una geometría en general mucho más gruesa, esto con la intención de mejorar el agarre, todos sus bordes son redondeados con un diámetro mayor de 2.7 cm y un diámetro menor de 1.8 cm. El largo total es de 17.5 cm.

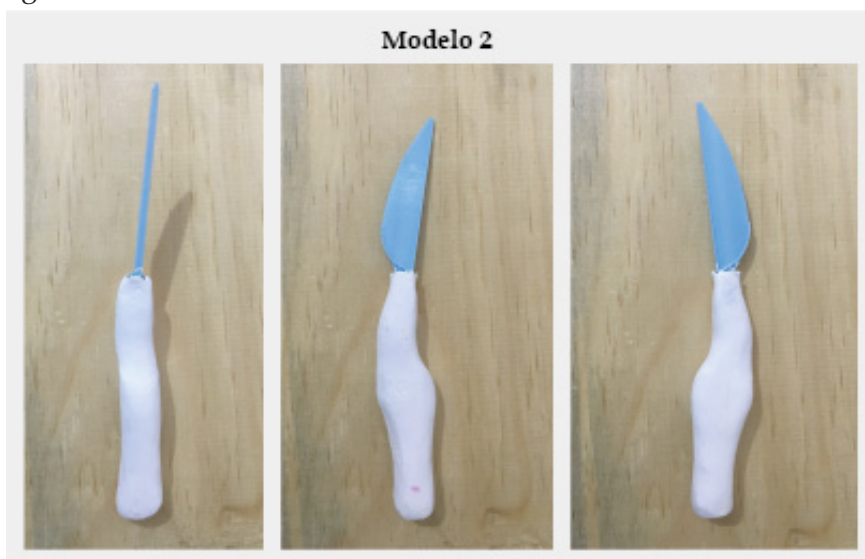


Figura 85. Prototipo Propuesta 2 cuchillo
Fuente: Elaboración propia

El modelo 2 presenta formas curvas que se muestra en la Figura 85, estas formas ayudan a sujetar el cuchillo dejando un espacio para la colocación del dedo índice y en la parte de en medio hay un área más amplia. El diámetro mayor es de 2.5 cm y el diámetro menor es de 1.5 cm. Largo total es de 16.7 cm

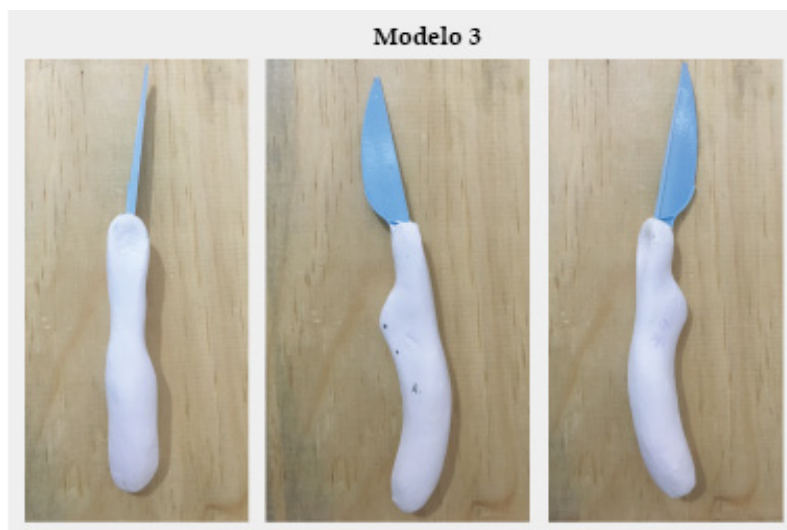


Figura 86. Prototipo Propuesta 3 cuchillo
Fuente: Elaboración propia

El modelo número 3 tiene un mango con formas orgánicas, con una forma curva desde el inicio del mango hasta el tope donde se encuentra el puente, tiene una protuberancia que permite un agarre seguro. El diámetro mayor es de 2.3 cm y diámetro menor es de 1.4 cm. El largo total es de 19 cm.

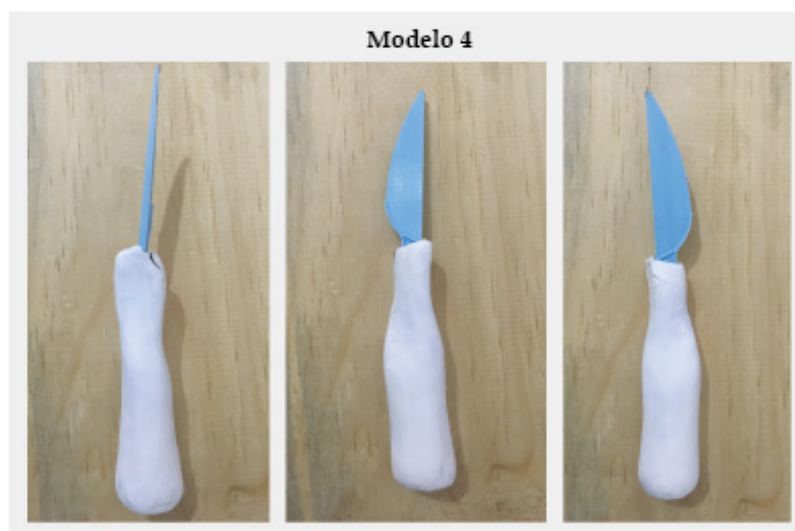


Figura 87. Prototipo Propuesta 4 cuchillo
Fuente: Elaboración propia

El modelo 4 que se presenta en la Figura 87 tiene un mango con formas curvas con un extremo final de forma semiesférica, esto con la intención de brindar seguridad en la parte media, se adelgaza un poco el mango para después encontrar en el lateral una geometría que permite la colocación de los dedos. Tiene un diámetro mayor de 2.9 cm y un diámetro menor de 1.6 cm, con un largo total de 17.3 cm

3.8.1 Pruebas exploratorias de Usabilidad y Ergonomía

Realizar pruebas de Usabilidad permite al diseñador presentar sus productos a un grupo de usuarios para que interactúen con ellos y puedan examinarse mediante la ejecución de diversas tareas. Generalmente, las pruebas de Usabilidad tienen como métricas principales (Nielsen, 1994):

- Exactitud: referente al número de errores que cometen los usuarios al realizar las pruebas.
- Tiempo: el período de tiempo necesario para realizar la prueba.
- Recuerdo: el período de tiempo en que el usuario recuerda cómo utilizar el objeto.
- Respuesta emocional: el tipo de emociones que tienen los usuarios al interactuar con los objetos.

Inicialmente se efectuaron pruebas de Usabilidad y Ergonomía que tuvieron como objetivo evaluar la identificación del uso intuitivo de los cubiertos por parte del usuario. Además, se examinó el nivel de comodidad que experimentaron los usuarios al manejar los modelos y observar las partes de la mano que estuvieron en contacto con el mango de cada cubierto al efectuar el agarre.

Estas pruebas se hicieron de forma presencial en un salón de clases del preescolar “Aurora Gasga”, se usó un equipo de vídeo y fotografía para llevar el registro de los resultados.

Para realizar las pruebas, se estableció un protocolo que se dividió en dos partes: La primera parte consistió de la prueba de Usabilidad, la cual tuvo como objetivo observar la interacción que existe entre el objeto y el usuario al momento de estar en uso. De acuerdo con Nielsen (1993), para que las pruebas de Usabilidad puedan ser validas, generalmente se deben considerar de 10 a 12 usuarios por condición experimental. Sin embargo, también encontró que al efectuar un test de Usabilidad es suficiente hacer las pruebas con 4 o 5 usuarios representativos, ya que ellos podrán mostrar el 85 por ciento de las deficiencias del producto.

Por lo tanto, propone optimizar las pruebas con usuarios formando grupos mínimos de 5 individuos o con algún múltiplo de esta cantidad. Para realizar las pruebas de Usabilidad y Ergonomía exploratorias se trabajó con un grupo de 15 niños.

La prueba consistió en agrupar los modelos de los cubiertos, primero cucharas, después tenedores y por último los cuchillos, cada uno en el orden en el que se presentaron en la sección 3.8, a cada modelo se le asignó un número, fue importante seguir el orden presentado ya que cada modelo se calificó mediante una hoja de evaluación presentada en el Anexo D.

Para la evaluación de los modelos se utilizó una metodología basada en la herramienta PrEmo© que se presentada en la Figura 88, la cual consiste en calificar objetos sin palabras, solo con animaciones. Esta herramienta posee 14 emociones; 7 positivas y 7 negativas y cada emoción es calificada también con un nivel de intensidad. PrEmo© es una herramienta que sirve para obtener información de forma rápida sobre las emociones de los consumidores sin importar su edad.

En este proyecto se propuso una evaluación con solo 5 imágenes que representaran aspectos: Positivo, negativo y neutro, esto debido a que mostrar demasiadas imágenes a los menores podría resultar agobiante (Figura 89)



Figura 88. Herramienta PrEmo©
Fuente: Aguirre et al., 2010.



Figura 89. Herramienta de evaluación
Fuente: Elaboración propia

A cada participante se le explicó en repetidas ocasiones en qué consistía el ejercicio y cómo se calificarían los modelos. Los usuarios se limitaron a seleccionar la imagen con la escala gráfica que indicó el grado de satisfacción que tuvieron al interactuar con los cubiertos, lo cual resultó muy cómodo para los menores más tímidos.

La prueba consistió en evaluar el tiempo que tardaron los usuarios en identificar la forma adecuada de hacer el agarre de manera independiente sin recibir alguna instrucción por parte del equipo del proyecto o por parte de algún compañero, ya que esto ayudó al diseñador a averiguar si fue clara la propuesta en cómo manejar los utensilios. Una vez sujetos los modelos de manera correcta se le pidió al usuario que realizara algunos ejercicios dependiendo del cubierto, en la Figura 90 puede observarse a una usuaria sujetando el modelo 1 de cuchara y realizando la actividad solicitada, la cual fue trasladar agua de un recipiente a otro.

Este tipo de ejercicios simulaban la actividad que se realiza de manera real con los cubiertos, cabe destacar que no sólo la información vaciada en el anexo sirvió sino no también la experiencia vivida del diseñador al observar la reacción que tenía cada usuario con cada modelo, las ventajas y desventajas que pudieran observarse con su actitud, es por ello que se tomaron varias fotos de cada usuario interactuando con cada modelo.



Figura 90. Ejercicio de trasladar agua de un recipiente a otro
Fuente: Elaboración propia

En la figura 91, se observa a la misma usuaria usando el modelo 2 de cuchara, en esta ocasión el agarre fue hecho de pinza cilíndrica, el ejercicio fue realizado con éxito, ya que no se observó derrame del líquido.



Figura 91 Usuaría usando un modelo de cucharas.
Fuente: Elaboración propia

La siguiente parte del protocolo consistió en hacer una práctica con los modelos de tenedores y los usuarios tuvieron que sujetarlos de manera correcta para después pinchar un plátano en repetidas ocasiones. Como se muestra en la Figura 92, el usuario realizó la práctica con éxito.



Figura 92. Usuario realizando práctica con tenedor.
Fuente: Elaboración propia



Figura 93. Usuario sosteniendo el tenedor
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 93 se observa al usuario sosteniendo el prototipo de tenedor en una posición diferente a la de pinchar o envolver y así mostrar el manejo que se tiene con los modelos presentados de tenedores, cabe resaltar que los tenedores permitieron adoptar diferentes agarres dependiendo del alimento que se consumió.



Figura 94. Usuario cortando plátano con un modelo de cuchillo
Fuente: Elaboración propia

En la práctica con el cuchillo se le pidió a los usuarios que cortaran el plátano, también que utilizaran el tenedor y cuchillo juntos para observar los movimientos. En las Figuras 94 y 95 se observa a los usuarios realizando la práctica con diferentes modelos de cuchillos.



Figura 95. Usuario realizando práctica con cuchillo.
Fuente: Elaboración propia

En conclusión, después de realizar estos ejercicios se pudo observar que en su mayoría los usuarios mostraron preferencia por los mangos de diámetros mayores, lo cual facilitó el agarre, estos mangos no mostraron curvaturas muy marcadas. Después de realizar la práctica se seleccionó la información relevante que se obtuvo al realizar estos ejercicios, en particular en este proyecto fue importante observar estos hechos debido a que los usuarios tenían una edad donde es difícil realizar un juicio a los objetos de manera detallada. Contemplar el comportamiento y las expresiones corporales y orales de los niños ayudó a identificar aspectos que fueron necesarios mejorar en el diseño de las propuestas

En la segunda sección de las pruebas de Usabilidad se efectuó la Prueba de la Huella, la cual consistió en pintar los mangos de los modelos con una tinta lavable, para que el usuario los tomara del mango y posteriormente imprimiera en una hoja blanca el área de la mano que tuvo contacto con el utensilio. Esta prueba se incluye en el documento "Herramientas Manuales: criterios ergonómicos y de seguridad" publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2016), la cual es válida para evaluaciones donde se debe rodear el mango de la herramienta con la palma de la mano. Esta evaluación fue importante para observar las zonas de la mano que tuvieron contacto con el mango al momento de sujetarlo.



Figura 96. Pintando los mangos con pintura acrílica.
Fuente: Elaboración propia

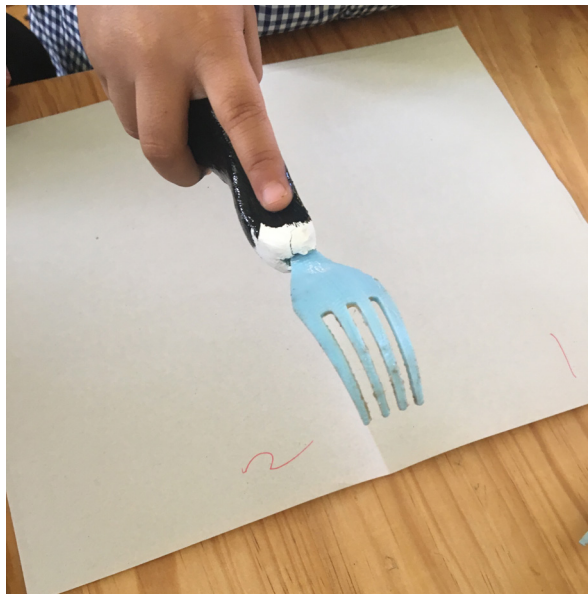


Figura 97. Usuario sujetando un cubierto.
Fuente: Elaboración propia



Figura 98. Usuario realizando la prueba de la huella.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el libro *Assessment of the Ergonomic Quality of Hand-held Tools and Computer Input Devices* (Strasser, 2007) para que una herramienta manual tenga mayor y mejor transmisión de fuerza debe cubrir un área mayor en el mango, esto se logra con mangos irregulares, en la Figura 99 se expone una comparativa.

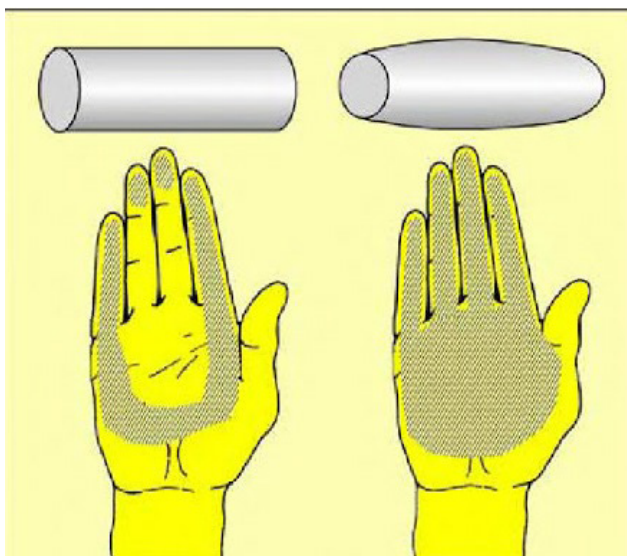


Figura 99. Acoplamiento del área de la herramienta.
Fuente: Strasser, 2017

Al terminar la práctica se analizaron las 180 huellas, separando las 60 huellas de cucharas, 60 de tenedores y 60 de cuchillos esto para poder comparar el área de contacto de cada grupo.

3.9 Resultados de las pruebas exploratorias de Usabilidad y Ergonomía

En la primer parte de la evaluación, se observó que los tres primeros usuarios que hicieron las pruebas tardaron más tiempo en identificar la forma correcta de tomar el mango, el tiempo que les tomó lograr el agarre ideal fue en un intervalo de entre 5 y 7 segundos. Este tiempo se redujo en los restantes doce usuarios, a un intervalo de 3 a 5 segundos, ya que varios niños se acercaron a observar el desarrollo de las primeras pruebas, por lo que les fue más fácil entender la forma adecuada de sujetar los modelos.

En el protocolo de pruebas ergonómicas se les pidió a los usuarios realizar varios ejercicios con los diferentes modelos para observar cómo los usaron y así permitir al diseñador contemplar las ventajas y desventajas que pudieron presentar cada uno de los modelos, independientemente de la calificación o preferencia que asignaron.

En la Figura 100 se presenta la gráfica hecha con los resultados de la evaluación de los usuarios, se observa una tendencia favorable del Modelo 1 con un 32%, seguido del Modelo 3 con un 24%.

Gráfica de Modelos de Cucharas

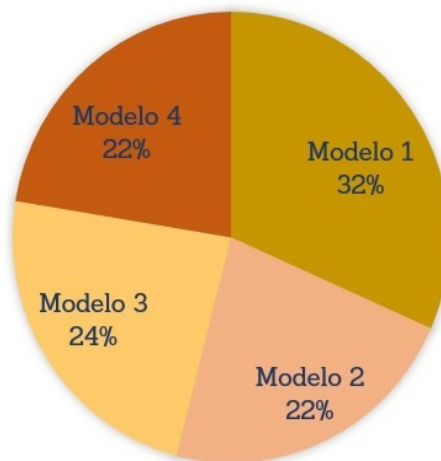


Figura 100. Gráfica que muestra las preferencias de los usuarios al evaluar los modelos de la cuchara

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 101 se aprecia la prueba de la huella y el área de contacto del Modelo 1 de cuchara que fue el preferido por los niños encuestados, en la imagen se puede apreciar que el área involucra la mayor parte de la palma de la mano y los falanges.

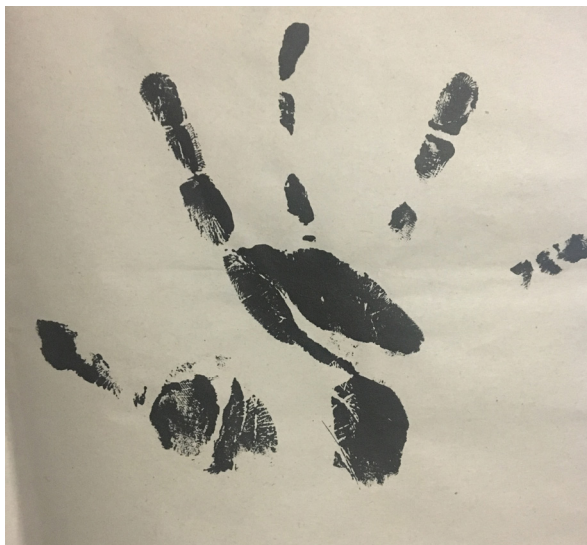


Figura 101. Área de contacto del Modelo 1 de cuchara.

Fuente: Elaboración propia

La Figura 102 muestra la gráfica de los resultados de la evaluación de los tenedores, se tuvo una diferencia estrecha entre el Modelo 1 y el Modelo 3 con solo 2% de diferencia, se seleccionó el Modelo 3.

Gráfica de Modelos de Tenedor

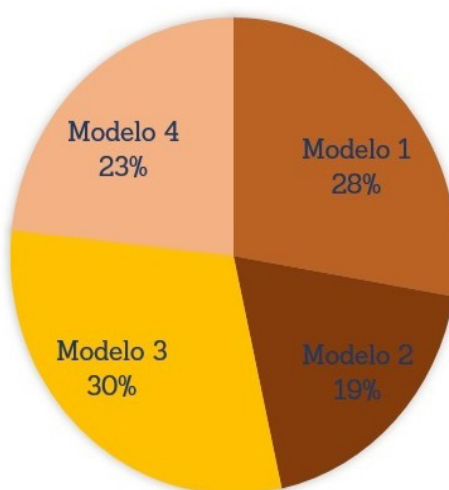


Figura 102 Gráfica que muestra las preferencias de los usuarios al evaluar los modelos del tenedor

Fuente: Elaboración propia

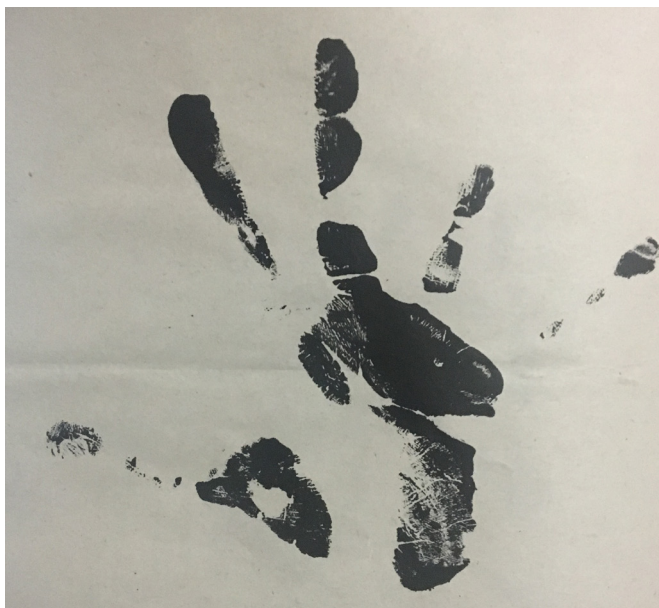


Figura 103. Área de contacto del Modelo 3 de tenedor.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 103 se presenta el área de contacto obtenida por el Modelo 3 del tenedor.

Finalmente, como se presenta en la Figura 104, el modelo 3 del cuchillo tuvo la mayor preferencia con un 30% y en último lugar se presentó el Modelo 4 con un 20%.

Gráfica de Modelos de Cuchillo

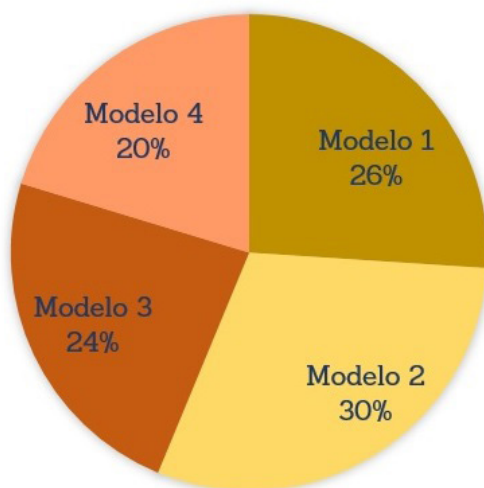


Figura 104. Gráfica que muestra las preferencias de los usuarios al evaluar los modelos del cuchillo
Fuente: Elaboración propia

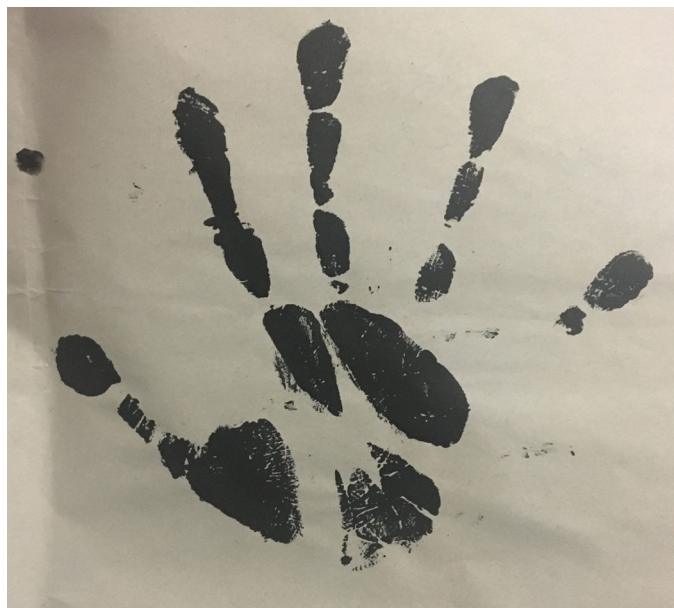


Figura 105. Área de contacto del Modelo 2 de cuchillo.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 105 se presenta la prueba de la huella que se realizó con el modelo 2, que fue el preferido por los encuestados, en la imagen puede apreciarse que el mango al igual que en las huellas anteriores abarca parte importante de la palma de la mano y de los dedos.

En general, se observó que los cubiertos elegidos fueron los que tienen diámetros más amplios y su geometría no posee curvas demasiado pronunciadas. Aunque se pidió a los usuarios que calificaran cada modelo usando la escala con las animaciones, la mayoría se limitó a elegir un solo modelo por cada bloque.

Posteriormente, se replicaron los modelos seleccionados utilizando espuma a base de resina fenólica, debido a que este material presenta la maleabilidad necesaria para la generación de las formas orgánicas de los mangos y una reproducción similar a la que tenían los mangos seleccionados. Se hicieron los siguientes ajustes en el diseño de los mangos: se redujo ligeramente en algunos puntos el diámetro, se conservó su forma orgánica dando mayor suavidad a los detalles de sus superficies y se redujo su longitud. Por su parte, las cabezas mantuvieron su misma forma debido a que no generaron inconvenientes durante el uso de los cubiertos.

En el sección de anexos se encuentran los planos de los prototipos finales.

CAPÍTULO IV

FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO

En el capítulo 4 se describe el proceso de elaboración del modelo 3D de los cubiertos, así como el proceso de impresión 3D y el acabado dado a las piezas.

4.1 Escaneo

La estructura de los prototipos se dividió en dos partes, los mangos y las cabezas de los cubiertos. Los mangos se elaboraron de manera independiente a las cabezas empleando resina fenólica para moldearlos, después se colocó una capa de pegamento blanco para sellarlos y evitar la absorción de líquidos, creando una película donde se depositaría la pintura. Se pusieron varias capas de pegamento blanco y pintura, en la última capa se utilizó pintura color blanco mate base de agua, ya que esta proporcionó las características necesarias para obtener un buen escaneado. A partir de estos modelos que fueron escaneados se obtuvieron prototipos 3D en la computadora, los cuales preservaron sus dimensiones y geometrías. En la Figura 106 se observa el modelo del mango de tenedor con el acabado requerido para ser escaneado. Como se aprecia en la Figura 107, los modelos no contaron con una superficie totalmente lisa, lo cual no fue relevante al escanearlos. En la Figura 108 se presenta el modelo del mango de la cuchara hecho con resina fenólica.

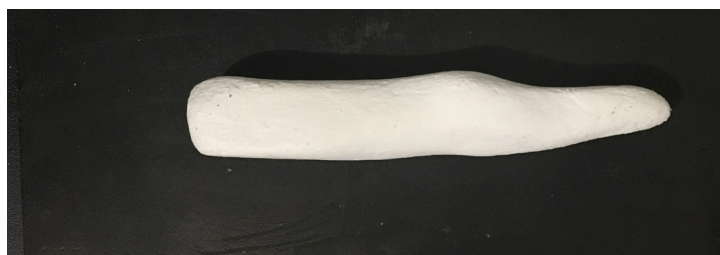


Figura 106. Modelo del mango del tenedor usado para escanear.
Fuente: Elaboración propia



Figura 107. Modelo del mango del cuchillo para escanear.
Fuente: Elaboración propia



Figura 108. Modelo del mango del cuchara para escanear.
Fuente: Elaboración propia

El escaneado de los modelos se efectuó utilizando un escaner de luz estructurada marca Shining 3D, modelo Einscan-S que se muestra en el Figura 109. Este equipo cuenta con una cámara en cada extremo. Es importante resaltar que el escaneo de los mangos de los cubiertos se realizó de esta manera debido a su geometría orgánica.



Figura 109. Escaner de luz estructurada de la marca Shining 3D.
Fuente: <https://www.3dnatives.com/es/escaner-de-luz-estructurada-06122016/>

En la Figura 110 se ilustra el escaneo de una pieza, a la izquierda de la imagen se aprecia el mango colocado en una base que gira 360° para captar la geometría de las superficies con las cámaras. En el lado derecho de la misma Figura se observa al escaner proyectando la luz que rebota sobre la superficie del prototipo de resina.



Figura 110. Proyección del láser sobre el objeto para escanearlo.
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 111 se observa en el centro un tablero que sirve para calibrar la base giratoria, en el extremo derecho de la imagen se muestra la pantalla de la computadora con el software que utiliza el escaner para generar el modelo 3D, este equipo permite realizar un escaneo de detalle a nivel alto, medio y bajo. En este proyecto se ocupó un escaneo con alto detalle.

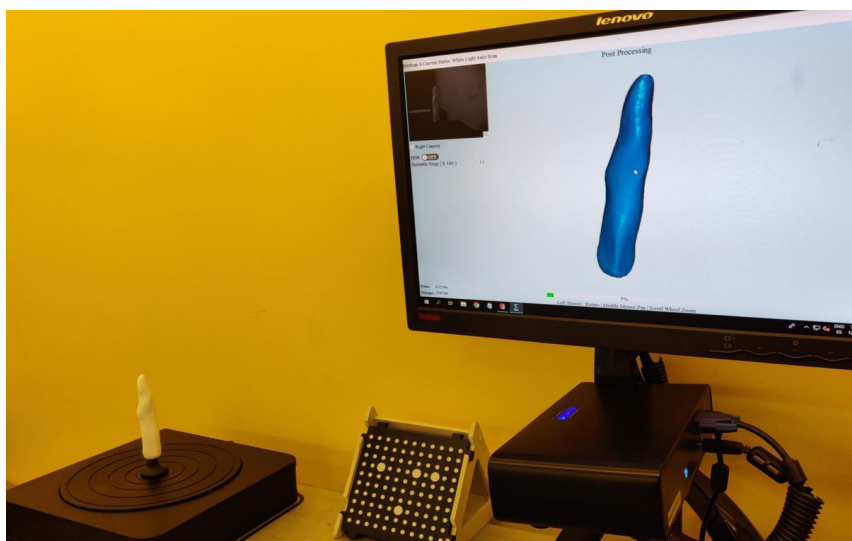


Figura 111. Escaneo del modelo utilizando luz estructurada .
Fuente: Elaboración propia

La cabezas de los cubiertos se generaron en un software de modelado 3D, en las Figuras 112, 113 y 114 se muestran las cabezas de la cuchara, tenedor y cuchillo respectivamente. Estos prototipos se ocuparon en las pruebas exploratorias de usabilidad y ergonomía hechas en el preescolar, de los cuales no se obtuvieron comentarios negativos de parte de los usuarios.

El siguiente paso consistió en unir los prototipos de los mangos y las cabezas en el software, tal como se observa en la Figura 115.

Una vez que se ensamblaron los cubiertos, se editaron las mallas triangulares (meshes) para suavizar y mejorar la textura superficial ocupando el software.

En la Figura 116, se muestra el prototipo digital con aplicación de material en acero inoxidable en la cabeza de la cuchara y ABS en el mango, ambas piezas se muestran separadas. Después, en la Figura 117 se muestra la cuchara con ambas piezas unidas.

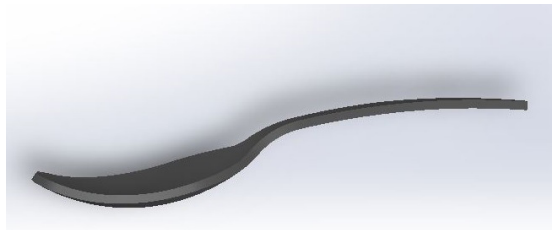


Figura 112. Prototipo digital de la cabeza de la cuchara.
Fuente: Elaboración propia

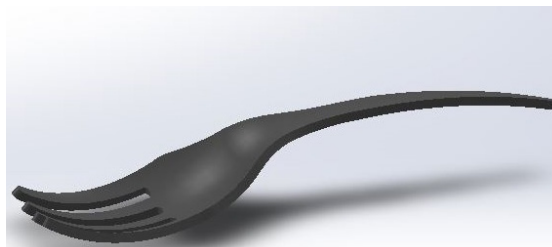


Figura 113. Prototipo digital de la cabeza del tenedor.
Fuente: Elaboración propia

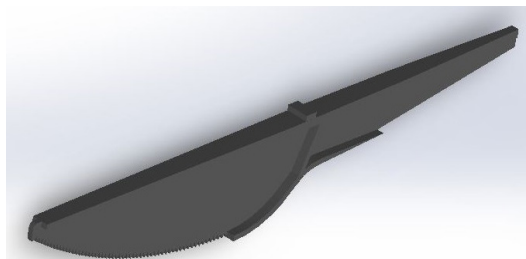


Figura 114. Prototipo digital de la hoja del cuchillo.
Fuente: Elaboración propia



Figura 115. Prototipo digital del tenedor.
Fuente: Elaboración propia

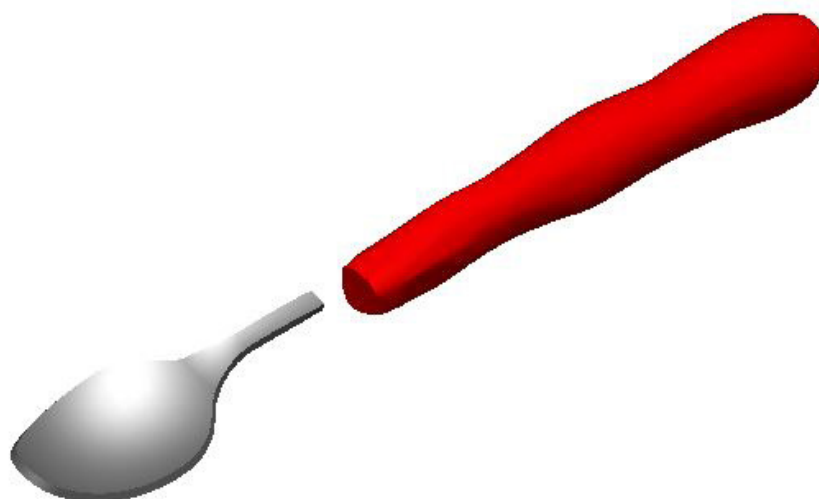


Figura 116. Prototipo de la cabeza cóncava y mango de la cuchara .
Fuente: Elaboración propia

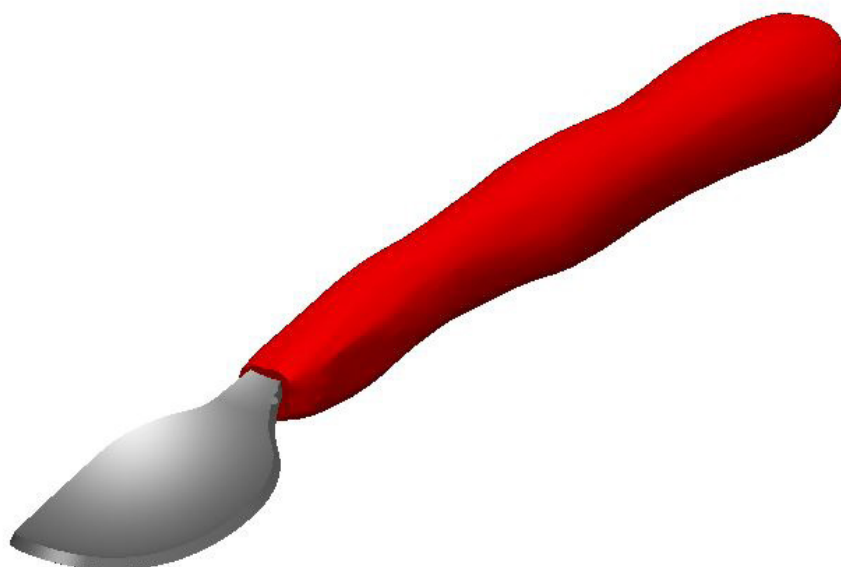


Figura 117. Prototipo digital de la cuchara.
Fuente: Elaboración propia

En las Figuras 118 y 119 se muestran los prototipos digitales de las piezas del tenedor.

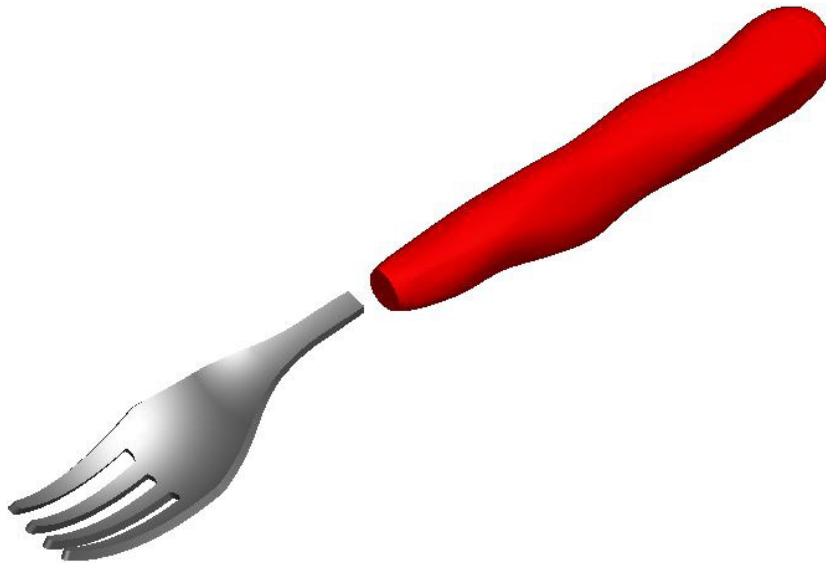


Figura 118. Prototipo de la cabeza del tenedor y mango.
Fuente: Elaboración propia

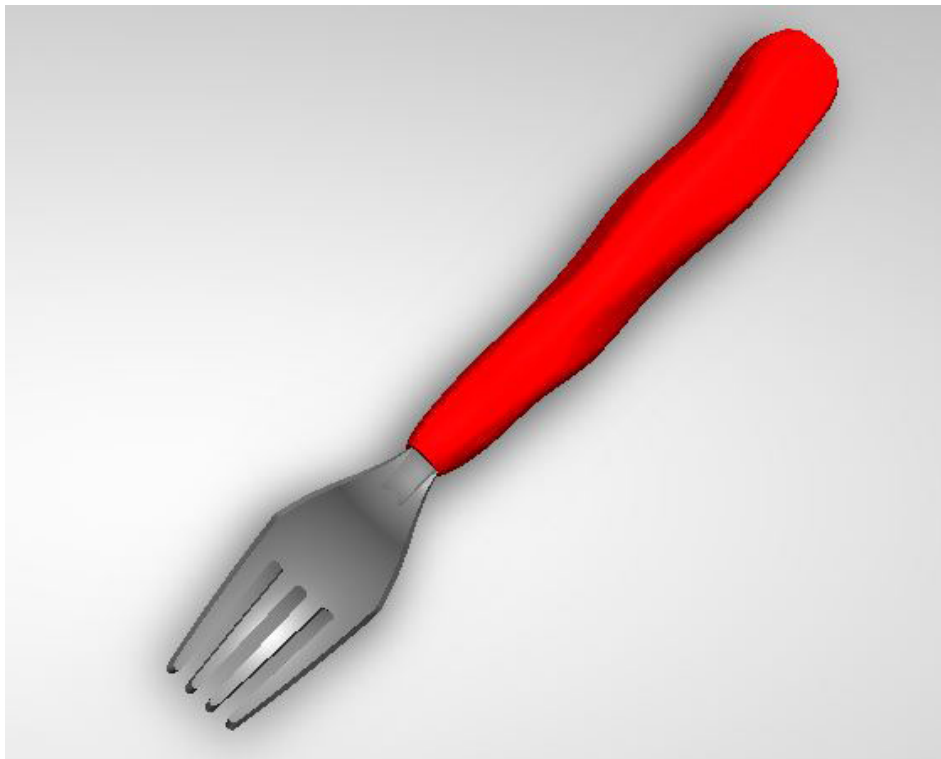


Figura 119. Prototipo digital del tenedor.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 120 se muestran las piezas que conforman el prototipo digital del cuchillo. En la Figura 121 se muestra el prototipo digital con las piezas unidas.

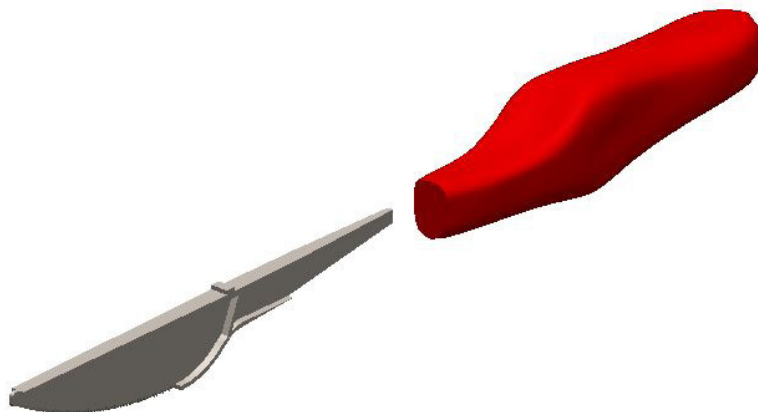


Figura 120. Prototipo digital de la hoja del cuchillo y mango.
Fuente: Elaboración propia

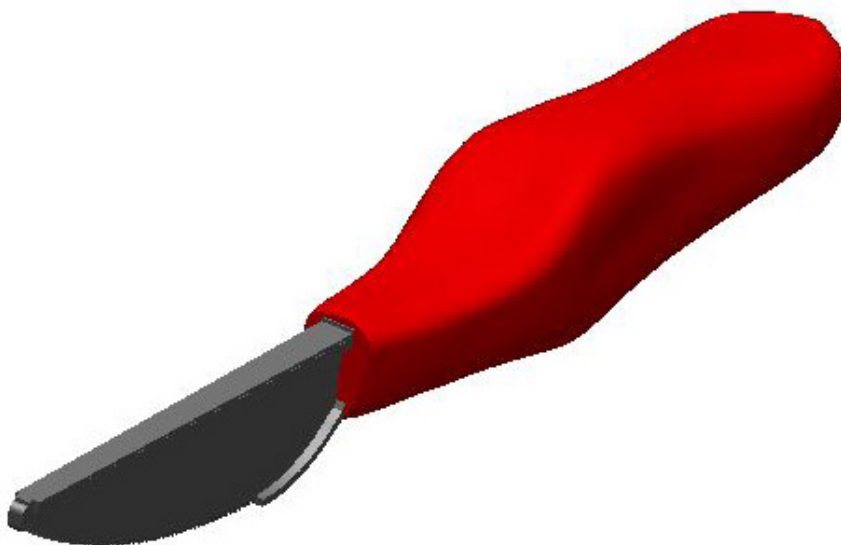


Figura 121. Prototipo digital del cuchillo.
Fuente: Elaboración propia



Figura 122. Resina fotosensible de color rojo.
Fuente: www.monocure3d.com.au

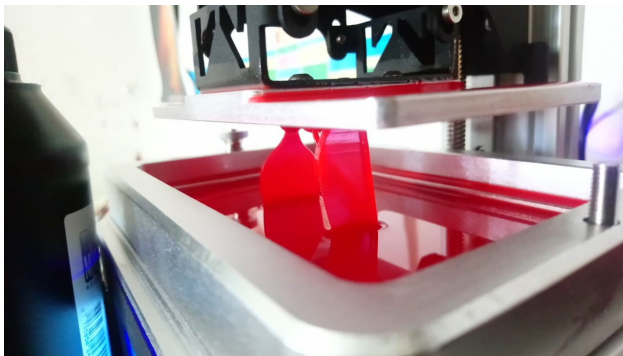


Figura 123. Impresión en estereolitografía.



Figura 124 Cabezas de cubiertos impresas.
Fuente: Elaboración propia.

4.2 Estereolitografía

La estereolitografía 3D parte de un modelo digital que se tiene en el software de la máquina, el objeto se divide en varias capas de donde se generan las coordenadas cartesianas que guían al láser para que solidifique la resina. Mediante este proceso se producen capas de 0.005 mm a 0.01 mm de grosor. Para fabricar los prototipos de este proyecto se determinó que el grosor de las capas sería de 0.005 mm de espesor, para mejorar la definición de las superficies haciendo casi imperceptible la separación entre capas. En la Figura 112 se presenta la resina fotosensible utilizada, la cual tiene una dureza de 70A en la escala de "Shore", una viscosidad de 500-600 cps a una temperatura de 25°C. Es importante mencionar que esta resina se contrae solo el 0.5%.

En la Figura 123 se observa el proceso de impresión, puede verse que en la parte inferior hay una bandeja que contiene la resina líquida.

En la Figura 124 se aprecian las

cabezas impresas de los cubiertos ya solidificadas.

En la Figura 125 se puede ver que la plataforma ascendió para permitir la impresión completa de las partes del prototipo, en un inicio se trató de realizar la impresión en una sola pieza, pero la estructura llegó a colapsar en la zona de las cabezas. Por ello se decidió seccionar la impresión en dos partes para mejorar la calidad del prototipo. La unión de las dos partes fue realizada calentando los extremos para generar una especie de soldadura con el material derretido. El proceso de impresión duró aproximadamente 12 horas debido al pequeño grosor de las capas que se configuró. Después de este proceso las piezas se colocaron al Sol para que alcanzaran la dureza necesaria de forma rápida, en algunos casos se utiliza una cámara de luz ultravioleta. A continuación las piezas son limpiadas con alcohol isopropílico y se remueven algunas impurezas.

4.3 Acabado

El acabado superficial de las piezas fue un aspecto importante que se trabajó para que el usuario realizara las pruebas con confianza en un entorno similar al real. En la manufactura de los cubiertos se obtuvo una textura



Figura 125. Impresión de mangos.
Fuente: Elaboración propia



Figura 126. Pieza impresa.
Fuente: Elaboración propia



Figura 127. Proceso de lijado de las piezas.
Fuente: Elaboración propia



Figura 128. Acabado de las piezas después de lijar.
Fuente: Elaboración propia

donde se apreciaban los niveles de las capas del material impreso, lo cual se dejaba notar ligeramente al tacto. Por lo tanto, se lijaron las superficies de los prototipos utilizando dos lijas de agua de los números 320 y 400.

En la Figura 127 se observa parte del proceso del lijado de las piezas. Este trabajo se hizo rápidamente ya que la rugosidad de los cubiertos era mínima, en las cabezas se tuvo mayor precaución al lijar ya que se tuvieron varios puntos frágiles.

La operación de acabado en los prototipos fue rápida ya que no existieron rugosidades ni rebabas significativas. Como se aprecia en la Figura 128 se obtuvo una presentación adecuada en los prototipos.

Como se muestra en las Figuras 128 a 133 se obtuvo un acabado liso y suave en los prototipos.

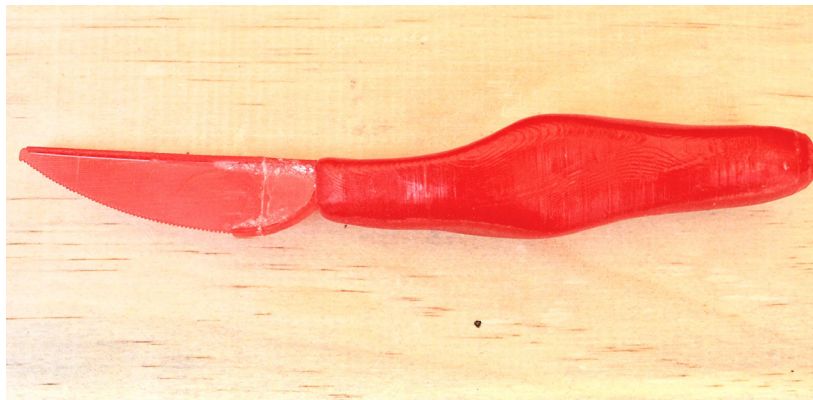


Figura 129 Prototipo de cuchillo sin lijar.
Fuente: Elaboración propia

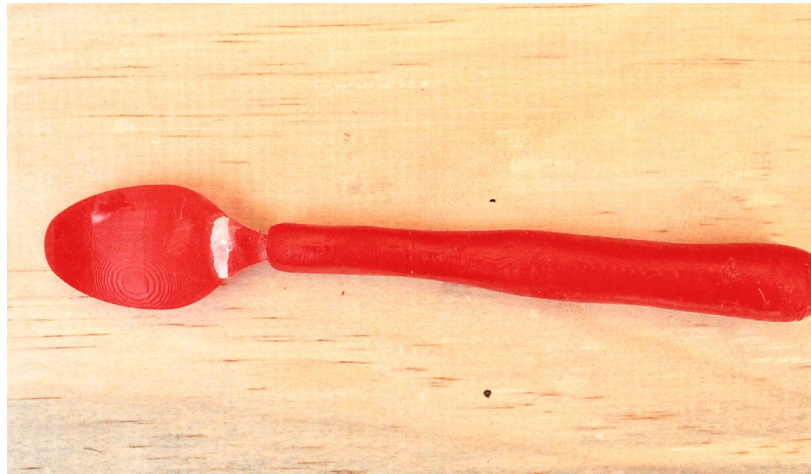


Figura 130. Prototipo de cuchara impreso en estereolitografía.
Fuente: Elaboración propia



Figura 131. Prototipo de cuchara lijado
Fuente: Elaboración propia



Figura 132. Prototipo de tenedor lijado
Fuente: Elaboración propia



Figura 133. Prototipo de cuchillo lijado.
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se pintaron las piezas de color cromo en la cabeza de los cubiertos para simular el acabado superficial del acero inoxidable. En la Figura 134 se presenta el set de cubiertos.



Figura 134. Prototipo de cubiertos acabado final.
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

La evaluación de los prototipos con usuarios reales brinda al diseñador un panorama más definido sobre los problemas a resolver del proyecto y permite enriquecer y retroalimentar la información. En este capítulo se muestra la evaluación hecha a los modelos virtuales de los cubiertos para comprobar el cumplimiento de la resistencia mecánica en base a un Análisis de Elemento Finito, asimismo se hizo una evaluación de usabilidad utilizando los prototipos con usuarios reales.

5.1 Análisis de Elemento Finito

El Análisis de Elemento Finito es una técnica de simulación por computadora usando un procedimiento numérico que permite evaluar esfuerzos, deformaciones, desplazamientos, entre muchos otros parámetros. Estos resultados son útiles y válidos en los procesos de diseño para mejorar la propuesta del producto (Cook et al. 2001).

En este proyecto se generaron modelos 3D de las piezas y se hicieron simulaciones considerando los materiales propuestos. En este caso, se configuró para las cabezas de los cubiertos Acero inoxidable 316 ya que conforme a la Tabla 2 es un material grado alimenticio. Para el mango se propuso ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno) el cual fue usado en el set de cubiertos de la Figura 42 y que por sus características físicas y químicas es resistente al impacto, es duradero y rígido. Estas características fueron importantes debido a que las piezas pueden encontrarse bajo un trato rudo.

Además de seleccionar los materiales, se tuvo que determinar la magnitud de la fuerza que se aplicaría en la simulación. Se encontró en el estudio “Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Prensión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad” que el valor de la fuerza de usuarios de 3 a 5 años es de 40 N para un agarre de precisión.

5.1.1 Análisis de Elemento Finito para la cuchara

En esta sección se presentan los datos recabados en el análisis realizado con el modelo virtual de la cuchara, donde se aplicó una fuerza de 40 N sobre la cara superior, como se aprecia en la Figura 135. La deformación generada en la cabeza es mínima, en las zonas de color rojo se tuvo un límite de deformación de 1.945×10^{-5} , lo cual indica que no hay un cambio significativo en la proporción de la longitud inicial del modelo y el cambio en su longitud al aplicar la fuerza de 40 N. Como puede observarse, la zona con mayor posibilidad de sufrir un deformación permanente se localiza en el puente que existe entre la cabeza y el mango.

En la Figura 136 se observa el estudio de tensión aplicando la misma fuerza de 40 N en la cara superior de la cuchara, su obtuvo un valor de $9.025 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

para el esfuerzo de Von Mises, el cual es menor que el límite elástico de la aleación AISI 316L Acero inoxidable, cuyo valor es de $1.7 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, lo cual implica que las deformaciones generadas no serán permanentes.

En cuanto al factor de seguridad el estudio se realizó aplicando la misma fuerza en la cara superior, en la Figura 137 se aprecia que el Factor de seguridad obtenido fue de 0.45, valor que es menor a 1 y que significa que el material cederá en la zona del puente y que el diseño no es seguro. Por lo tanto, fue necesario realizar ajustes en el modelo virtual, aumentando el grosor del material y colocando nervios en el puente.

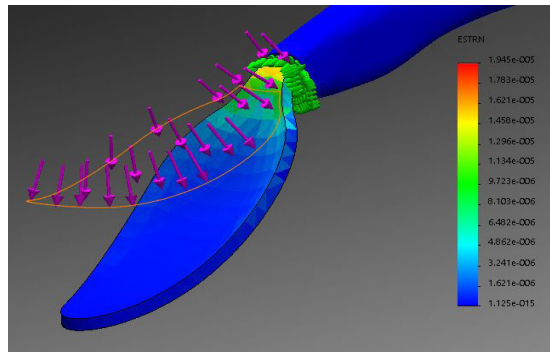


Figura 135. Deformación en la cabeza de cuchara en la cara superior.
Fuente: Elaboración propia

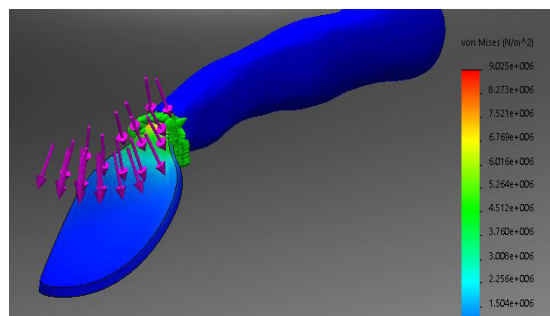


Figura 136. Tensión en la cabeza de cuchara en la cara superior.
Fuente: Elaboración propia

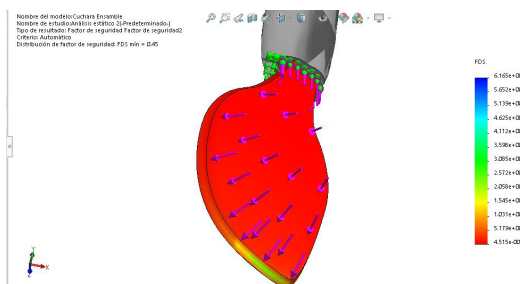


Figura 137. Factor de seguridad en la cara superior.
Fuente: Elaboración propia

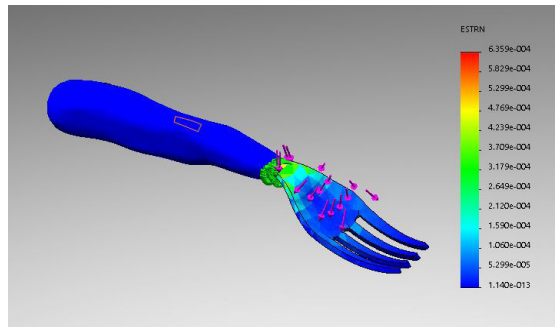


Figura 138. Deformación en la cara superior.
Fuente: Elaboración propia

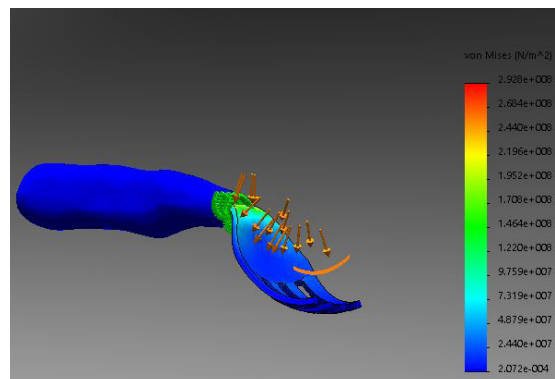


Figura 139. Tensión en la cara inferior.
Fuente: Elaboración propia

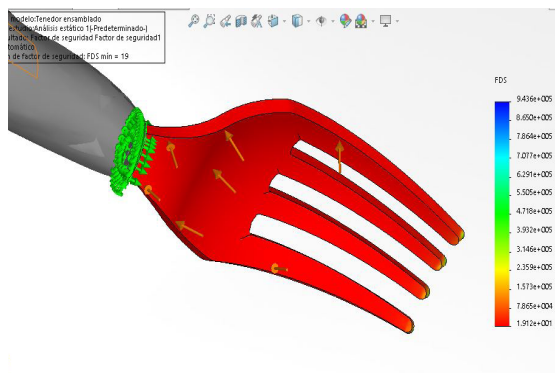


Figura 140. Tensión en la cara inferior.
Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Análisis de Elemento Finito para el tenedor

Al igual que con la cuchara, con el tenedor se realizó un estudio para la cara superior. En la Figura 138 se observa la deformación que sufre la pieza al ser sometida a una fuerza de 40 N, obteniéndose una deformación de 6.359×10^{-4} , la cual no es significativa. En la Figura 139 se observa el estudio de tensión aplicando la misma fuerza de 40 N en la cara superior del tenedor, se obtuvo un valor de $2.928 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ para el esfuerzo de Von Mises, el cual es mayor que el límite elástico de la aleación AISI 316L Acero inoxidable, cuyo valor es de $1.7 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, lo cual implica que las deformaciones generadas serán permanentes, por lo tanto, se requirió hacer ajustes en el diseño del puente.

Finalmente, se obtuvo un Factor de Seguridad de 0.48, lo cual indica que el material cederá y que el diseño no es seguro, lo cual también resaltó la necesidad de efectuar modificaciones en el puente del tenedor (Figura 140).

5.1.3 Análisis de Elemento Finito del cuchillo

A diferencia de los cubiertos anteriores, para el cuchillo se aplicó la fuerza de 40 N en la cara superior y en la cara lateral. En la Figura 141 se muestra la cabeza del cuchillo siendo sometida a la fuerza en la parte superior, donde comúnmente se coloca el dedo índice, esto generó una deformación máxima de 1.275×10^{-3} , la cual no es significativa. Cuando se aplicó la fuerza en la zona lateral (Figura 142) de la hoja del cuchillo se obtuvo una deformación máxima de 5.765×10^{-4} , la cual también no es significativa.

En la Figura 143 se observa el estudio de tensión aplicando la misma fuerza de 40 N en las caras superior y lateral del cuchillo (Figura 144), se obtuvo un valor de $3.692 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ y $1.716 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ respectivamente, los cuales son mayores que el límite elástico de la aleación AISI 316L Acero inoxidable, cuyo valor es de $1.7 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, lo cual implica que las deformaciones generadas serán permanentes.

Finalmente en las Figuras 145 y 146 se muestran las gráficas del Factor de seguridad, donde se obtuvo el valor de 0.8 y de 1.25×10^2 , lo cual indica que cuando se aplica la fuerza de manera lateral la estructura del cuchillo fallará.

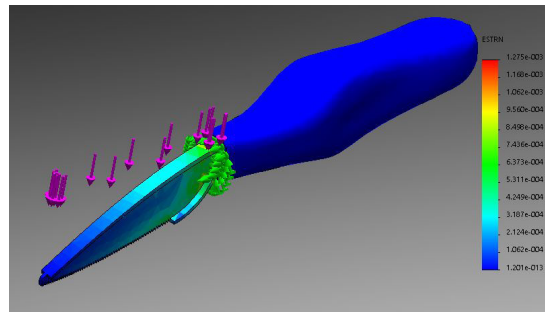


Figura 141. Deformación en la cara superior.
Fuente: Elaboración propia

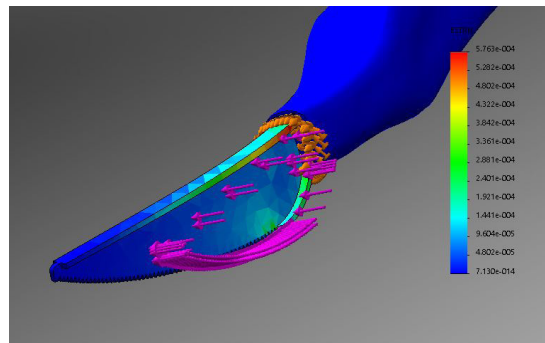


Figura 142. Deformación en la cara lateral del cuchillo
Fuente: Elaboración propia

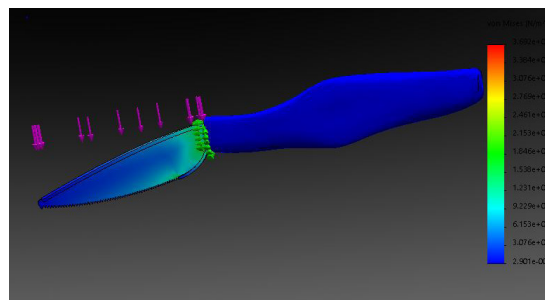


Figura 143. Tensión en la cara superior del cuchillo
Fuente: Elaboración propia

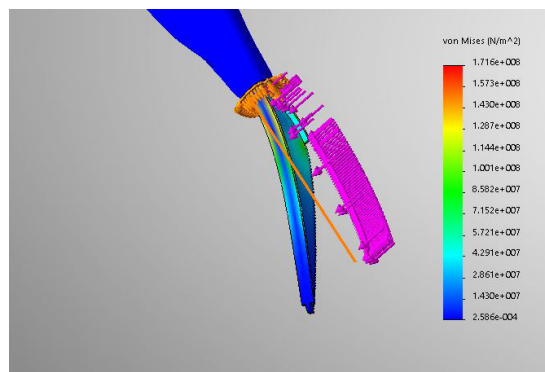


Figura 144. Tensión en la cara lateral del cuchillo
Fuente: Elaboración propia

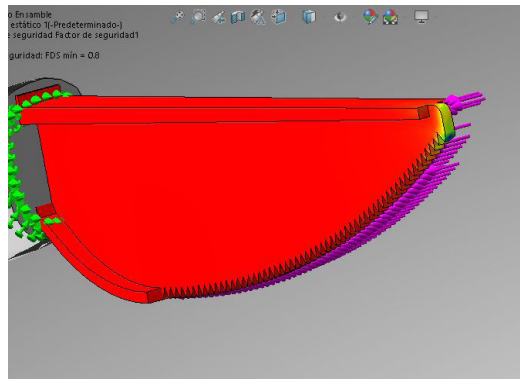


Figura 145. Factor de Seguridad del Cuchillo
Fuente: *Elaboración propia*

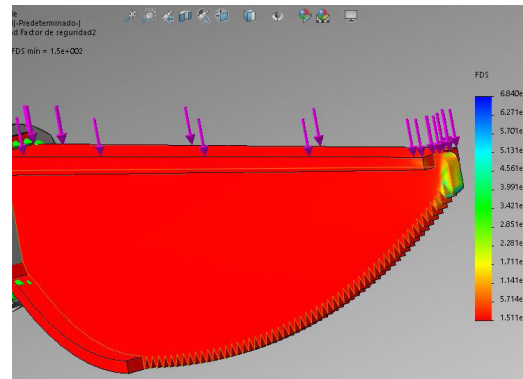


Figura 146. Factor de Seguridad del Cuchillo
Fuente: *Elaboración propia*

Debido a que en el diseño inicial de todas la propuestas no se presentaron resultados que aseguren su resistencia mecánica, se decidió realizar modificaciones a los modelos propuestos para tener la certeza que el diseño funcionará óptimamente en un contexto real.

En la Figura 147 se muestra el estudio del Factor de seguridad del modelo de la cuchara. A este cubierto se le realizaron modificaciones que ayudaron a brindar una mejor resistencia mecánica, este cambio consistió en añadir dos nervios en el puente sobre la cara inferior y en aumentar ligeramente su espesor, estos cambios se reflejaron de manera positiva aumentando el Factor de seguridad a 24. Para el caso del cuchillo se aumentó el grosor de su hoja, como se muestra en la Figura 148 se aplicó una fuerza de 40 N en la parte superior de la hoja, esto generó un factor de seguridad de 7.7 y de 2.8 cuando la fuerza se aplicó en la parte lateral de la hoja (Figura 149). Finalmente, para el tenedor la mejora consistió en agregar un nervio en la parte central del puente, en la Figura 150 se observa al tenedor siendo sometido a la misma fuerza, lo cual produjo un Factor de seguridad de 5.2.

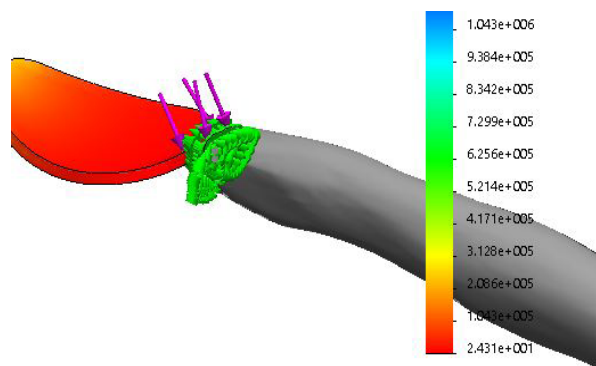


Figura 147. Factor de Seguridad del Tenedor
Fuente: *Elaboración propia*

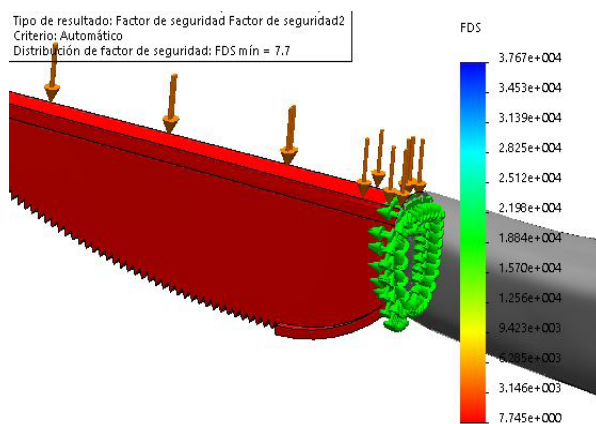


Figura 148. Factor de Seguridad del cuchillo
Fuente: *Elaboración propia*

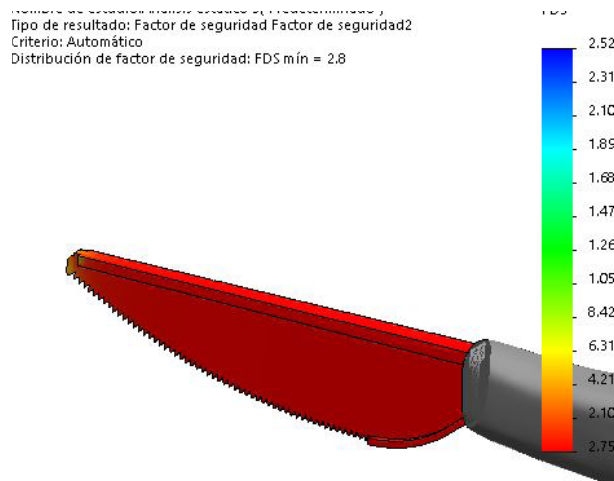


Figura 149 Factor de Seguridad del Tenedor
Fuente: *Elaboración propia*

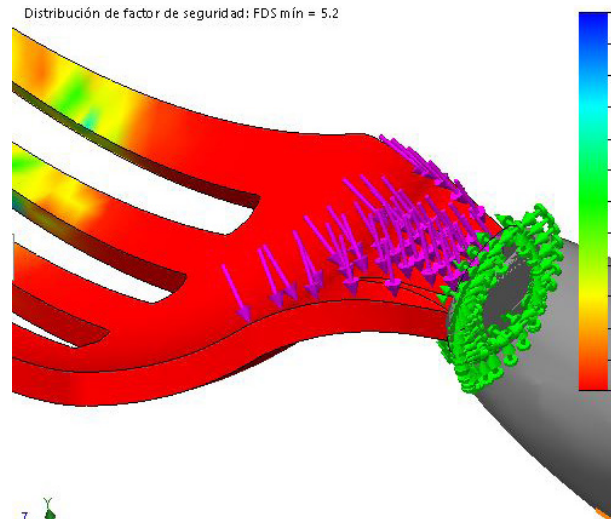


Figura 150. Factor de Seguridad del Tenedor
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 42 se observan los resultados comparativos de los Análisis de Elemento Finito de la propuesta 1 y la propuesta 2, puede notarse que las modificaciones brindaron resultados que aseguran que las piezas aumentaron su resistencia mecánica.

Tabla 42. Comparación de propuestas 1 y 2 bajo el Análisis de Elemento Finito

ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO				
	Propuesta 1		Propuestas 2	
Cuchara cara superior	Deformación unitaria	1.945×10^{-5}	Deformación unitaria:	3.508×10^{-5}
	Esfuerzo de Von Mises	$9.025 \times 10^6 \text{ N/m}^2$	Esfuerzo de Von Mises	$8.714 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
	F.S	0.45	F.S:	24
Tenedor cara superior	Deformación unitaria	6.359×10^{-4}	Deformación unitaria	9.267×10^{-5}
	Esfuerzo de Von Mises	$2.928 \times 10^8 \text{ N/m}^2$	Esfuerzo de Von Mises	$2.641 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
	F.S	0.48	F.S:	5.2
Cuchillo cara lateral	Deformación unitaria	5.763×10^{-4}	Deformación unitaria	1.862×10^{-4}
	Esfuerzo de Von Mises	$1.716 \times 10^8 \text{ N/m}^2$	Esfuerzo de Von Mises	$5.202 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
	F.S	0.8	F.S:	7.7
Cuchillo cara superior	Deformación unitaria	1.716×10^{-3}	Deformación unitaria	1.952×10^{-4}
	Esfuerzo de Von Mises	$3.692 \times 10^8 \text{ N/m}^2$	Esfuerzo de Von Mises	$2.566 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
	F.S	0.25	F.S	2.8

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Evaluación del prototipo con usuarios

Cuando se evalúa un producto el diseñador debe tener clara la información que desea encontrar, Markopoulos (2008) presenta tres posibles aspectos que pueden evaluarse: Función del producto, desempeño del producto y la experiencia del producto (sensorial, emocional o social). La función del producto refiere a la función del prototipo con el usuario, si el prototipo permite al usuario comprender y evaluar lo que se supone debe hacer y para lo que fue diseñado el objeto, qué patrones de uso se espera que surjan y cómo se usará el producto en un contexto realista.

En la etapa de evaluación se integró un grupo de estudio que pudiera calificar al objeto diseñado. Se contactaron a usuarios reales de ambos sexos que acuden a guarderías y preescolares, que tienen entre 3 y 5 años de edad. A diferencia de la evaluación anterior, no se recurrió a ninguna institución escolar debido a que las prácticas fueron prolongadas; por lo tanto, se eligió a un grupo de 5 usuarios para hacer la evaluación en sus hogares, cada una de las cuales requirió de 30 a 40 minutos. Las pruebas se realizaron en un periodo de 5 días, fue importante para efectuar las pruebas crear un contexto de confianza para que el usuario expresase de manera libre y objetiva su opinión. Cabe mencionar que siempre se trabajó bajo la supervisión de un adulto, en tres casos se trabajó con las madres de los niños y en dos ocasiones se trabajó con otros familiares; para la evaluación los adultos tuvieron como tarea explicar las actividades que debían desarrollar, esto por el vínculo de confianza que se tienen ambos. La tesista se limitó a observar el desempeño de los usuarios durante las pruebas y hacer las anotaciones correspondientes.

El protocolo de pruebas se formuló de acuerdo al libro de Markopoulos (2008) “Evaluating Children’s Interactive Products”, en la Tabla 43 se presentan las preguntas que sirvieron como guía para realizar el protocolo de pruebas, en esta tabla sólo se abordan aspectos físicos y cognitivos de evaluación.

Tabla 43. Preguntas sobre el desarrollo infantil

Características de desarrollo	Temas a tener en cuenta
Características físicas	* ¿Es posible física y ergonómicamente que un participante de prueba opere los dispositivos de entrada o use algún otro equipo relacionado con la prueba? * ¿Los dispositivos de entrada son adecuados para un grupo específico? * ¿El diseño interior del espacio de prueba es apropiado para participantes de pruebas grandes y pequeños?
Características cognitivas	* ¿Entiende un niño lo que se espera que haga? * ¿Entiende un niño lo que significa “realizar una tarea”? * ¿Las tareas de prueba son comprensibles y memorables? * ¿Se puede usar el producto de forma independiente? * ¿Entiende un niño las relaciones de causa y efecto que son necesarias para usar el producto? * ¿Son las habilidades de resolución de problemas de un niño lo suficientemente maduras en términos de tareas de prueba? * ¿hay alguna característica en la situación de prueba que distraiga el pensamiento y la atención de un niño? * ¿Es la carga cognitiva demasiado grande para un niño? ¿Los métodos utilizados para las pruebas se agregan a esta carga? * ¿Puede un niño recordar actividades y pensamientos previos? ¿Se pueden utilizar los métodos retrospectivos que se basan en este recuerdo? * ¿Puede un niño leer? de no ser así, ¿cómo deben presentarse las tareas de la prueba al niño y cómo debe un adulto recordar a un niño que se olvida de lo que se supone que debe estar haciendo? * ¿Se pueden usar formularios escritos o lenguaje como parte de las pruebas? * ¿Puede un niño entender el lenguaje y conceptos utilizados por un supervisor de prueba? * ¿Puede un niño escribir? ¿Puede el niño responder por escrito? * ¿Qué tan bien puede un niño verbalizar los pensamientos? * ¿Puede un niño responder preguntas durante una entrevista? ¿Las respuestas de los niños contienen suficiente para los propósitos de la evaluación?

Fuente: Markopoulos, 2008

En la Tabla 44 se expone de manera general el perfil descriptivo de cada usuario que colaboró en la evaluación, se buscó incluir individuos con diferentes características que permitieran observar un espectro más amplio en los resultados con el manejo de los cubiertos.

Antes de comenzar con las pruebas, se investigó con los tutores aspectos relacionados con los hábitos alimenticios de los niños y la frecuencia con que usan los cubiertos. Esta información fue útil para comparar la interacción y manejo que tienen los niños con los cubiertos que usan actualmente en su escuela o casa y la que tendrían con los nuevos modelos.

Tabla 44. Perfil de los usuarios evaluados.

Usuario	Perfil descriptivo
Usuario 1	Niño varón de 3 años con 5 meses, acude por primera vez a una institución educativa debido a problemas de salud, no tiene antecedentes de haber acudido a una guardería, sus hábitos alimenticios con los cubiertos son limitados y aún depende de la ayuda de la madre o encargado.
Usuario 2	Niño de 3 años con 6 meses, a acudido al preescolar aproximadamente desde hace 6 meses, su relación con los cubiertos es buena.
Usuario 3	Niña de 5 años con 3 meses con Síndrome de Down, acude a una escuela de educación especial desde sus primeros años de vida, se observa un manejo de cubiertos adecuado con gran habilidad para realizar la práctica.
Usuario 4	Niño de 4 años con 8 meses, acude al segundo grado de preescolar, antes de ingresar a esta institución asistió a una guardería. Muestra un manejo adecuado de los cubiertos.
Usuario 5	Niña de 5 años con 2 meses, asiste al 3er. año de preescolar, está familiarizada con el uso de los cubiertos, conoce bien el uso de cada elemento.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 45 se muestra el protocolo de actividades que realizaron los menores, las cuales consistieron en manejar los cubiertos con diferentes alimentos que tienen diferentes grados de dureza, en distintas circunstancias al momento de consumirlos.

Tabla 45. Actividades evaluadas con los cubiertos

Actividad	Cubierto	Tarea
1	Cuchara	Trasladar agua de un recipiente a otro
2	Cuchara	Tomar natilla con la cuchara mientras realiza diversos movimientos
3	Cuchara	Tomar gelatina
4	Tenedor	Picar fruta blanda
5	Tenedor	Picar fruta dura
6	Tenedor	Tomar fideos
7	Cuchillo	Realizar cortes a los alimentos con ayuda del tenedor

Fuente: Elaboración propia

En cada actividad se dio el tiempo suficiente para observar los movimientos y agarres que hicieron los menores con sus manos. En el Anexo E se presenta la plantilla que se usó para recopilar la opinión de los adultos y de los niños después de efectuar las actividades.

Durante la evaluación se conversó con los niños, se les pidió que contestaran algunas preguntas además de que calificaran los prototipos mediante la escala gráfica presentada en la sección 3.9.

En las Figuras 151 a 156 se muestran las fotografías tomadas con distintos usuarios utilizando los cubiertos en diferentes ejercicios.

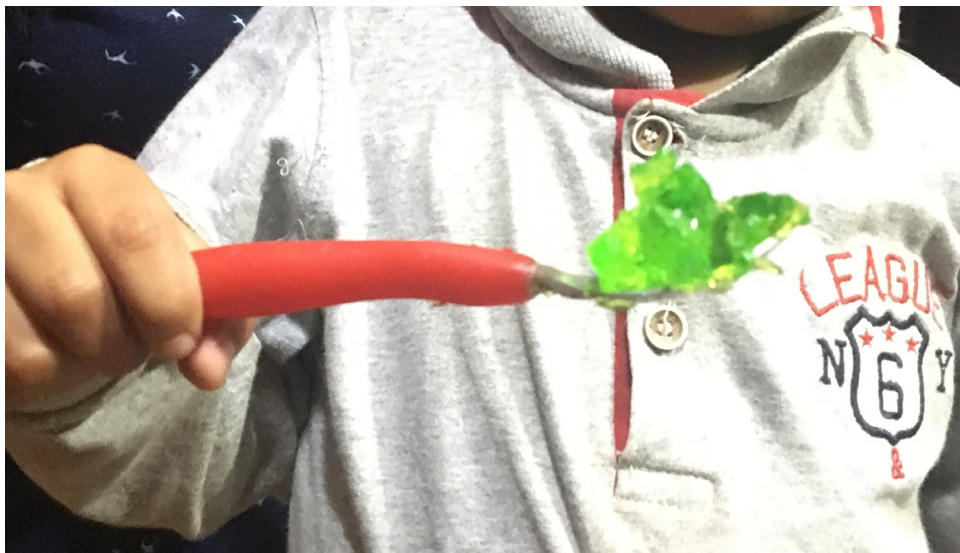


Figura 151. Usuario realizando la práctica de evaluación con gelatina.
Fuente: Elaboración propia



Figura 152. Práctica con el tenedor y fruta blanda
Fuente: Elaboración propia



Figura 153. Práctica con cuchara, ejercicio de pasar agua de un recipiente a otro
Fuente: Elaboración propia



Figura 154. Práctica con tenedor y cuchillo, corte de una crepa.
Fuente: Elaboración propia



Figura 155. Ejercicio de corte con tenedor y cuchillo.
Fuente: Elaboración propia

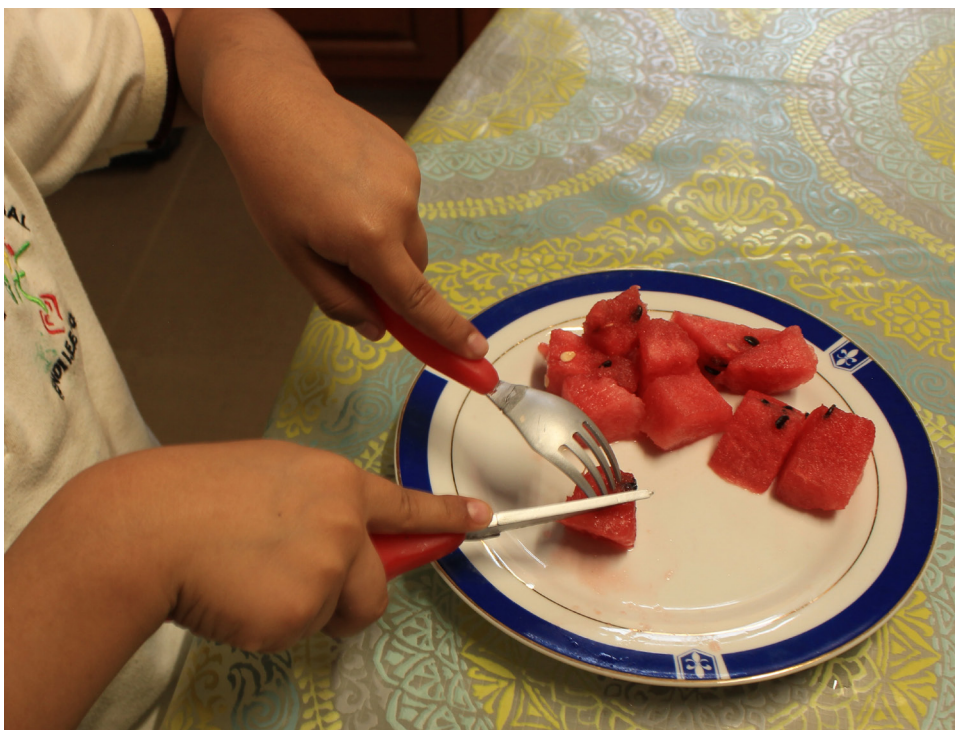


Figura 156. Ejercicio de seccionar fruta con ayuda del tenedor y cuchillo.
Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Observaciones y resultados

Los usuarios mencionaron que aunque la mayoría de ellos usan cubiertos, no cuentan con utensilios exclusivos para niños y usan los que encuentran en su hogar, que generalmente están diseñados para adultos. Durante la ejecución de las actividades manifestaron que los diseños generados fueron cómodos al hacer el agarre y las realizaron de forma exitosa. En la Tabla 46 se muestran los resultados obtenidos en las encuestas hechas a los niños.

Tabla 46. Resultados de las preguntas hechas a los niños.

Preguntas	Si	No
1.-Usas cubiertos?	5	0
2.-Te gusta usar cubiertos?	5	0
Preguntas sobre la propuesta de cubiertos		
3.-Te gustan los cubiertos?	4	1
4.-Te parecen grandes? (En relación al tamaño de manos y boca)	1	4
5.- La cuchara te parece grande?	1	4
6.-El tenedor te parece grande?	1	4
7.-El cuchillo te parece grande?	0	5
8.- Puedes sujetar fácilmente la cuchara?	4	1
9.-Puedes sujetar fácilmente el Tenedor?	5	0
10.-Puedes sujetar fácilmente el cuchillo?	4	1
11.-La cuchara es incómoda?	1	4
12.-El tenedor es incómodo?	0	5
13.-El cuchillo es incómodo?	1	4
14.- Te gusta su forma?	4	1
15.- Te gusta el color?	5	0

Fuente: Elaboración propia

Las opiniones dadas por los adultos también fueron positivas con respecto al diseño del set de cubiertos, en la Tabla 47 se observan los resultados obtenidos.

Tabla 47. Resultados de las preguntas hechas a los padres.

Preguntas	Si	No
1.-El niño usa cubiertos?	5	
2.-El niño tiene cubiertos especialmente para diseñados para niños?	2	3
3.-El niño come de manera totalmente independiente?	3	2
Preguntas sobre la propuesta de cubiertos		
4.-Te gustan?	5	0
5.-Te parecen seguros?	5	0
6.-Te parecen útiles?	5	0
7.-Los comprarías?	5	0
8.-Crees que son durables?	5	0
9.-Consideras que incita al uso de los cubiertos?	5	0
10.-Consideras que esta actividad tiene un impacto en la psicomotricidad del menor?	4	1

Fuente: Elaboración propia

Finalmente para realizar la prueba de la huella como en la práctica del Capítulo 3, se pintaron los mangos de los cubiertos para que los usuarios los sujetaran e imprimieran sus huellas en papel, en las imágenes siguientes se observa la comparación de la prueba del Capítulo 3 y de la ultima prueba.

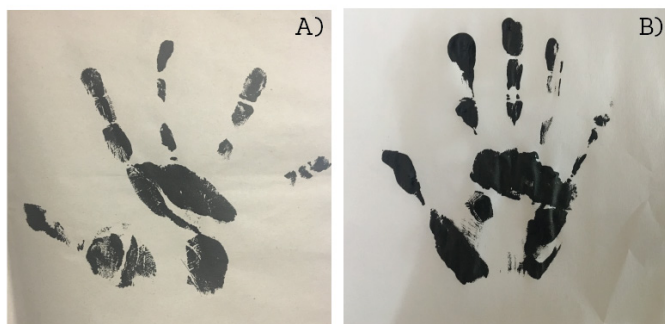


Figura 157. Prueba de la huella de la cuchara.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 157 se observa en el lado izquierdo la impresión de la mano que sujetó el mango elegido en la sección 3.8.1 y en el lado derecho se presenta la prueba realizada con el prototipo final, se nota que el área de contacto de la prueba final abarca mayor superficie lo cual favorece el agarre del mango de la cuchara y asegura que la fuerza que transmite mejorará la actividad.

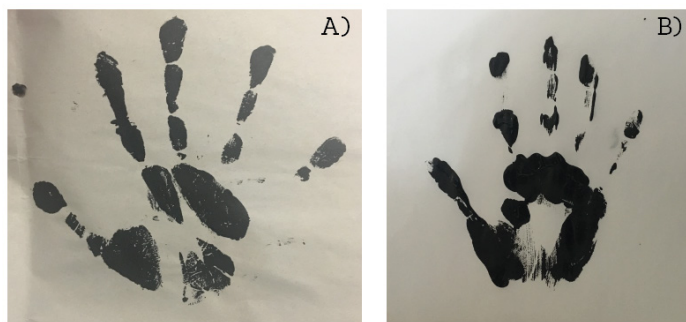


Figura 158. Prueba de la huella del tenedor.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 158 se presentan las imágenes comparativas del tenedor, el área de contacto de la práctica anterior es la del lado izquierdo y la del lado derecho es la huella de la práctica final, se optimizo el área de contacto con el mango de la pieza, aunque el área de la palma aumentó en la práctica final, se percibió una ligera disminución de contacto en los dedos medio, índice y meñique.

En la prueba de la huella con el cuchillo (Figura 159) se obtuvieron áreas de contacto mayores en la prueba final que en la prueba del Capítulo 3, como puede notarse en la zona de la palma y en la zona de los dedos hay un contacto más uniforme.

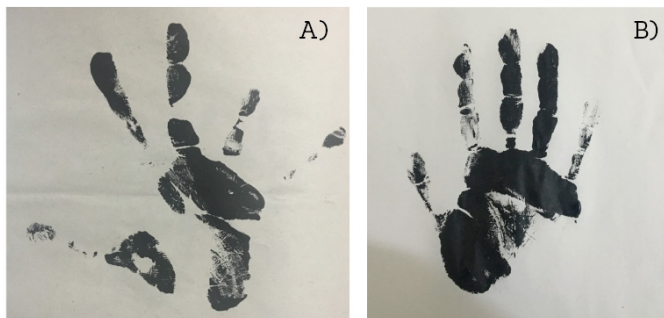


Figura 159. Prueba de la huella del cuchillo.
Fuente: Elaboración propia

En conclusión de esta prueba se afirma que las formas de los mangos de los prototipos finales mejoraron y optimizaron la superficie de contacto lo cual ayudó a obtener un mejor agarre.

CONCLUSIONES

En esta tesis se tuvo como objetivo general diseñar un juego de cubiertos ergonómico para niños de 3 a 5 años de edad, lo cual se alcanzó a través del acercamiento constante que se tuvo con los usuarios potenciales y con la aplicación de pautas de diseño derivadas de la investigación realizada.

La metodología de diseño industrial de Bruce Archer que fue empleada llevó a cumplir satisfactoriamente los objetivos y metas del proyecto. En la fase inicial de la tesis se efectuó una revisión bibliográfica que sirvió para identificar las consideraciones ergonómicas, sensoriales, de materiales y funcionales para el diseño de cubiertos. Asimismo, se revisaron diversos manuales para el diseño de herramientas manuales ergonómicas. Por lo tanto, debido a la poca información referente al diseño ergonómico de cubiertos, se concluyó que sería importante esbozar y elaborar modelos para efectuar pruebas de Usabilidad y Funcionalidad con los usuarios y así generar los diseños que resultaran más cómodos y funcionales. Por otro lado, de acuerdo a la investigación bibliográfica y entrevistas realizadas tanto a los tutores como a los niños de 3 a 5 años de edad, se concluyó que las características geométricas de los cubiertos debían incluir formas con tamaños no demasiado pequeños o formas planas, que permitieran empuñar correctamente los cubiertos. Además, se debían implementar formas orgánicas seguras, aumentando y disminuyendo el tamaño de la sección transversal de los mangos, suprimiendo ángulos que pudiesen causar daños a los niños y aplicando colores estimulantes en el acabado superficial.

También, se tuvo que analizar el comportamiento biomecánico de las manos y efectuar un estudio antropométrico con niños que se encuentran en el rango de edad establecido, esto ante la inexistencia de datos antropométricos de la población infantil oaxaqueña. De esta manera, se pudo concluir que para optimizar la transmisión de fuerza en los cubiertos, se debía diseñar el mango para que los niños pudiesen aplicar un agarre de fuerza, adaptando la geometría del mango a la mano. También se determinó que la sección transversal de los mangos debía tener una forma circular, eliminando los “puntos de pellizco”, puntas y redondeo en aristas para conseguir un agarre seguro y eficiente.

La obtención de los requerimientos de diseño anteriores representó uno de los pilares más importantes en esta tesis, ya que a partir de ellos se generaron

diferentes propuestas de diseño para las cabezas y mangos de los cubiertos. Para ello, se comenzó por bocetar en papel cada una de las ideas y posteriormente se realizaron modelos en espuma fenólica, los cuales permitieron realizar una evaluación exploratoria de Usabilidad y Ergonomía, a partir de la cual se concluyó que se requería hacer algunos cambios en las dimensiones de los mangos, ya que al inicio resultaron tener una longitud sobrada y un ancho del perfil insuficiente. Una vez que se hicieron las mejoras en el diseño de los cubiertos se construyeron los prototipos, los cuales sirvieron para efectuar la evaluación final. Se analizaron distintas opciones en procesos de manufactura para su rápida generación, de las cuales se decidió ocupar el escaneo 3D y la Estereolitografía debido a que se podrían obtener prototipos que conservarían fielmente las geometrías orgánicas aplicadas, además que estarían hechos de un material con adecuada resistencia y que permitiría obtener un acabado superficial liso.

Se utilizó un software CAD para realizar un análisis de resistencia mecánica a los modelos virtuales de los cubiertos.

A partir de esta evaluación se concluyó que fue necesario reforzar la unión entre las cabezas y el puente colocando revior en los bordes laterales, además, se aumentó en algunas zonas el espesor del material.

En la evaluación final de Usabilidad y Ergonomía, tanto los tutores como los niños de 3 a 5 años, opinaron que los cubiertos derivados de esta investigación les gustaban, que les parecían seguros, útiles, cómodos y atractivos. Además, se pudo observar mediante la aplicación de la Prueba de la huella que existió una mayor área de contacto entre la palma de la mano y la superficie del mango del cubierto, lo cual se tradujo en un mejor agarre y optimización de la fuerza aplicada.

ANEXOS

ANEXO A.



Diámetro de
agarre ____



Largo de la
mano ____



Largo de la
palma ____



Ancho de la
palma ____

N° de muestra ____ Niño ____ Niña ____ Edad ____

Observación: _____



Diámetro de
agarre ____



Largo de la
mano ____



Largo de la
palma ____



Ancho de la
palma ____

N° de muestra ____ Niño ____ Niña ____ Edad ____

Observación: _____

ANEXO B.

Tiene hijos o está a cargo de algún menor?

Qué edad tienen los niños?

Comen con cubiertos?

Desde que edad?

Le interesa que los usen?

Usted les enseñó o enseña a usarlos?

Cuáles eran o son las características principales que toma en cuenta para adquirir productos como juguetes o cubiertos para niños?

ANEXO C.

Lea con atención los atributos de la lista y asigne una calificación de acuerdo a lo que cree usted que debe ser prioridad en las características de los cubiertos. Siendo 5 de mayor importancia y 0 de menor importancia.

Todos los atributos deben ser calificados
Pueden repetir calificación

Características generales	Calificación
Material	
Acabado	
Forma	
Seguro	
Resistente	
Divertido	
Color	
Texturas	
Dimensiones	
Peso	
Precio	
Útil	

ANEXO D.

N° de Prueba _____ Tiempo en el que logra un agarre adecuado: _____

- ☐ Cuchara
- ☐ Tenedor
- ☐ Cuchillo
- ☐ Modelo 1
- ☐ Modelo 2
- ☐ Modelo 3
- ☐ Modelo 4

Posibles problemas que se presentaron en la prueba:

- ☐ 1.- La forma del mango no se adopta a la anatomía de la mano
- ☐ 2.- Las dimensiones no resultan adecuadas para agarrar
- ☐ 3.- Resulta confuso como tomar el mango
- ☐ 4.- Se dificultó tomar el mango desde la mesa

Problemas para las cabezas de los cubiertos

- ☐ 1.- Se tuvieron problemas al pinchar
- ☐ 2.- Las dimensiones no son adecuadas
- ☐ 3.- Se aplicó demasiada fuerza para pinchar
- ☐ 4.- La forma no es adecuada

Calificación:



Observaciones: _____

ANEXO E.

N° de Prueba _____

Tiempo en el que logra un agarre adecuado: _____

- ☐ Cuchara
☐ Tenedor
☐ Cuchillo

Posibles problemas que se presentaron en la prueba:

- ☐ 1.- La forma del mango no se adopta a la anatomía de la mano
☐ 2.- Las dimensiones no resultan adecuadas para agarrar
☐ 3.- Resulta confuso como tomar el mango
☐ 4.- Se dificultó tomar el mango desde la mesa

Problemas para las cabezas de los cubiertos

- ☐ 1.- Se tuvieron problemas al pinchar
☐ 2.- Las dimensiones no son adecuadas
☐ 3.- Se aplicó demasiada fuerza para pinchar
☐ 4.- La forma no es adecuada

Calificación:



10



8



6



4



2

Preguntas	Si	no
1.-El niño usa cubiertos?		
2.-El niño tiene cubiertos especialmente para ellos?		
3.-El niño come de manera totalmente independiente?		
4.-Preguntas sobre la propuesta de cubiertos		
5.-Te gustan?		
6.-Te parecen seguros?		
7.-Te parecen útiles?		
8.-Los comprarías?		
9.-Crees que son durables?		
10.-Consideras que incita al uso de los cubiertos?		
11.-Consideras que esta ctividad tiene un impacto		

ANEXO E.

Preguntas	SI	NO
1.-Usas cubiertos?		
2.-Te gusta usar cubiertos?		
Preguntas sobre la propuesta de cubiertos		
3.-Te gustan los cubiertos?		
4.-Te parecen grandes?		
5.- La cuchara te parece grande?		
6.-El tenedor te parece grande?		
7.-El cuchillo te parece grande?		
8.- Puedes sujetar fácilmente la cuchara?		
9.-Puedes sujetar fácilmente el Tenedor?		
10.-Puedes sujetar fácilmente el cuchillo?		
11.-La cuchara es incómoda?		
12.-El tenedor es incómodo?		
13.-El cuchillo es incómodo?		
14.- Te gusta su forma?		
15.- Te gusta el color?		

Observaciones: _____

BIBLIOGRAFÍA

3DNATIVES. (2017). Obtenido de <https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-por-estereolitografia-les-explicamos-todo/>

A. A. Mohammad, Y. (2004). Anthropometric characteristics of the hand based on laterality and sex among. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 747-754

Aarts, E. H., & Marzano, S. (2003). *The New Everyday: Views on Ambient Intelligence*. Estados Unidos.

ABC. (2012). ABC. Obtenido de <https://www.abc.es/>: <https://www.abc.es/20120429/ciencia/abci-zurdos-poco-comunes-201204271336.html>

AEE. (s.f.). *Ergonomos*. Obtenido de <http://www.ergonomos.es/>

Archer, B. L. (1964). Systematic method for designers: Part seven: The final steps. *Design* , 56-59.

Arias, L. A. (2012). *Biomecánica y patrones funcionales de la mano*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Arnold, M. (1960). *Emoción y personalidad*. Nueva York: Losada.

Ávila, R., Prado, L., & Gonzáles , E. (2007). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Bedolla, D. (2002). *Diseño Sensorial Las Nuevas Pautas para la Innovación, Especialización y Personalización del Producto*. Barcelona: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Camanate, L., Moncada, F. A., & Borjas, E. W. (2014). Manual de medidas antropométricas. Heredia, Costa Rica.

Carlbom, D. (2019). <https://www.protocolo.org>. Obtenido de <https://www.protocolo.org/social/la-mesa/tipos-de-cubierto-piezas-de-la-cuberteria-uso-de-los-cubiertos.html>

Chavez, A. L. (2012). Es.Scribd.com. Obtenido de Cómo es una Herramienta Ernonómica: <https://es.scribd.com/document/85434212/COMO-ES-UNA-HERRAMIENTA-ERGONOMICA>

FESTO. (2013). Manual de Material. Obtenido de <https://www.festo.com/catalogue/>

Flores, C. (2001). Ergonomía para el diseño. México: DESIGNIO .

García, J. S. (2009). Estimulación cognitiva. España: Universidad de Murcia.

Gámez, J. C. (2013). Matemáticas Digitales. Obtenido de <http://www.matematicasdigitales.com/la-herramienta-que-todos-quieren-la-campana-de-gauss/>

Gobierno de México. (2017). Obtenido de https://www2.sepdx.gob.mx/que_hacemos/preescolar.html

Harrar, V., & Spence, C. (2013). The taste of cutlery: how the taste of food is affected by the weight, size, shape, and colour of the cutlery used to eat it. Reino Unido: BioMedCentral.

Harron, W. (2014). KidsHealth from Nemours. Obtenido de <https://kidshealth.org/es/parents/ergonomics-esp.html>

Hines, W., & Montgomery, D. (1996). Probabilidad y estadística para ingeniería y

administración. México: Compañía Editorial Continental, S.A DE C.V

INSHT. (2016). Herramientas manuales: criterios ergonómicos y de seguridad para su selección. Madrid, España.

Instituto Mexicano del Seguro Social. (2017). Obtenido de <http://www.imss.gob.mx/servicios/guarderias>

Kaljun, J., & Dolšak, B. (2012). Ergonomic design recommendations based on an actual chainsaw design. SCIELO.

Khetan , A. (2015). Design of Ergonomic Knife Handle . India.

Kuijt-Evers, L., Groenesteijn, L., de Loose, M., & Vink, P. (09 de 2004). Identifying factors of comfort in using hand tools. *Applied Ergonomics*, 453-458. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15246883>

López, J. E. (2016). Obtenido de https://intranet.bibliotecasgc.bage.es/intranet-tmpl/prog/local_repository/documents/17854.pdf

Maffia, G. E. (2013). Aluminio y sus aleaciones .

Margow, S. (2014). Sensory integración simplified. Colorado: BookCrafters.

Meece, J. (2001). Desarrollo del niño y del adolescente. México: McGraw-Hill.

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

NIOSH. (2004). Ergonomía Fácil: Una Guía para la selección de Herramientas de Mano No-Energizadas. Cincinnati, Estados Unidos: National Institute for Occupational Safety and Health.

Norman, D. (2005). El diseño emocional: Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos. Estados Unidos: PAIDOS.

Palacios, J. (2014). TEJIDOS. MEMBRANAS. PIEL. DERIVADOS DE LA PIEL. Obtenido de <https://www.infermeravirtual.com/>: <https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/95/Tejidos%2C%20membranas%2C%20piel%20y%20derivados.pdf?1358605323>

Pheasant, S. (2003). Bodyspace Anthropometry, ergonomics and the design of work . Londres : Tylor & Francis .

Rodríguez , P. (2011). Ergonomía II. Argentina .

Rodríguez, L., Bedoya, D., Morales, N., López, E., Martínez de la Peña, G. A., Gamboa, F., & Peñolosa, E. A. (2014). Diseño centrado en el usuario. Métodos e interecciones. México: Editorial Designio.

SALTRA. (2014). <http://www.saltra.una.ac.cr/>. Obtenido de Manual de Medidad Antropométricas : <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/8632/MANUAL%20ANTROPOMETRIA.pdf>

Sanz, E. (s.f.). Muy Interesante . Obtenido de <https://www.muyinteresante.es/salud/articulo/ipor-que-los-zurdos-son-minoria>

Schwellnus, H. (2012). Pencil Grasp Pattern: How Critical is it to Functional Handwriting? Toronto.

Solorio, T. (2013). <https://es.scribd.com>. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/184034051/La-Etapa-Prescolar>

Strasser, H. (2007). Assessment of the Ergonomic Quality of Hand-held Tools and Computer Input Devices. Paises Bajos: IOS press.

Torres, G. (2005). Los cuatro períodos de desarrollo de Piaget. México.

UNAM. (13 de 08 de 2016). <http://www.dgcs.unam.mx>. Obtenido de http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_537.html

Villarreal, C. (2013). La ergonomía es parte del proceso de Diseño Industrial. Monterrey, México. Obtenido de <http://www.semec.org.mx/archivos/5-4.pdf>