

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Diseño de material de apoyo para
facilitar la autonomía de personas con
malformaciones hipoplásicas de la
mano
APAU-MAHIMA



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Autora: Jerusalén Esparza García

Directoras: Sara Marcelino Sádaba

Marta Benito Amurrio

Pamplona, 2 de mayo de 2019



RESUMEN:

En el presente proyecto se van a desarrollar distintas soluciones para ayudar a desempeñar tareas del día a día de Nicolás, un familiar de 6 años con malformaciones en la mano izquierda.

Entre las soluciones propuestas para solventar los problemas mostrados por el niño, se valoran:

- Utensilios para comer.
- Material para rehabilitación del brazo izquierdo y de la pinza.
- Sistema de agarre que le facilite aprender a tocar un instrumento musical.
- Aparato que le ayude a frenar con la mano izquierda una bicicleta o monopatín.
- Utensilio para poder agarrar objetos con la mano izquierda cuando son necesarias ambas manos.
- Utensilio para ayudar en tareas cotidianas como atarse los cordones de los zapatos o los botones al vestirse.

Se van a analizar todas las alternativas y se desarrollará la propuesta con mayor puntuación.

Para concluir el proyecto, se va a diseñar, prototipar y, finalmente fabricar la solución mejor valorada.

PALABRAS CLAVE:

Discapacidad

Ayudar a comer

Impresión 3D

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Diseño de material de apoyo para
facilitar la autonomía de personas con
malformaciones hipoplásicas de la
mano
APAU-MAHIMA



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

MEMORIA

Autora: Jerusalén Esparza García

Directoras: Sara Marcelino Sádaba

Marta Benito Amurrio

Pamplona, 2 de mayo de 2019



Índice

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo:	1
1.2. Antecedentes:.....	1
1.2.1. Malformaciones al nacer:.....	2
1.2.2. Cirugías:	8
1.2.3. Rehabilitación:	10
1.3. Problemas a resolver:	12
2. ESTADO DEL ARTE	14
2.1. Cubiertos adaptados:.....	14
2.2. Juegos para la motricidad fina:	15
2.3. Objetos para la vida cotidiana:.....	16
2.4. Instrumentos musicales adaptados:.....	16
3. REQUISITOS	18
4. ALTERNATIVAS.....	19
4.1. Definición de las alternativas	19
4.1.1. Utensilio para ayudar a comer:	19
4.1.2. Panel de rehabilitación y juegos:	20
4.1.3. Sistema de agarre para instrumento musical y bicicleta:	21
4.1.4. Guante con imanes:.....	22
4.2. Escalas y factores de valoración.....	23
4.3. Valoración de las distintas alternativas	25
4.4. DAFO de la solución propuesta:	26
5. DISEÑO DE LA ALTERNATIVA: PROTOTIPADO.....	28
5.1. Descripción del utensilio	28
5.2. Diseño inicial	29
5.3. Validación del primer diseño por el usuario	31
5.4. Adecuación del primer diseño.....	34
5.5. Diseño del prototipo final	37
5.6. Materiales utilizados	43
5.7. Fabricación del útil.....	44
6. ORIENTACIÓN DE LAS VENTAS DEL PRODUCTO	51

7. PRESUPUESTO.....	54
7.1. Capítulo 1: Diseño	55
7.2. Capítulo 2: Materiales	55
7.3. Capítulo 3: Viabilidad de la venta del producto	55
8. CONCLUSIONES	57
9. BIBLIOGRAFÍA.....	58

PLANOS

P1: Alzado y planta del utensilio

P2: Perfil y detalle del utensilio

P3: Vistas isométricas del utensilio

P4: Alzado y secciones del utensilio

P5: Parámetros de adecuación al cliente

ANEXOS

Anexo 1: Características de la impresora

Anexo 2: Características del material de impresión

Anexo 3: Características de la pieza comercial: Tubo elástico

1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto se van a desarrollar distintas soluciones para ayudar a desempeñar tareas del día a día de personas con dificultades físicas. En este caso, el citado proyecto va a tratar sobre el caso práctico de Nicolás, un familiar de 6 años.

Nicolás nació con malformaciones en la mano izquierda, sobre todo en los dedos índice y pulgar. Tras varias operaciones, su mano actual consta de 4 dedos y no posee la suficiente fuerza en el pulgar y corazón, por lo que tiene dificultades a la hora de desarrollar actividades cotidianas, como comer, atarse botones, lazos y cremalleras, o aprender a tocar un instrumento musical. Se van a analizar las distintas dificultades, así como las posibles soluciones a llevar a cabo para solventarlas, o para mejorar la musculatura y agilidad de dicho brazo con la realización de rehabilitación en casa. Se van a valorar todas las alternativas y se va a desarrollar la más conveniente.

A lo largo del proyecto se desarrollarán los prototipos y se analizarán sus ventajas y desventajas hasta adoptar la solución más adecuada para la vida del niño.

Finalmente, se diseñará y fabricará la solución mejor valorada.

1.1. Objetivo:

El objetivo general del presente trabajo es encontrar una solución a algunos de los problemas de la vida diaria a los que se enfrenta un niño de 6 años con pulgar hipoplásico y otras malformaciones de la mano izquierda. Para ello se han definido los siguientes objetivos específicos.

- Analizar las dificultades del niño
- Analizar las malformaciones y apariencia de su mano actual
- Definir y estudiar las alternativas
- Analizar el estado del arte
- Diseñar y prototipar la solución

1.2. Antecedentes:

En este apartado se va a proceder a explicar los distintos problemas que posee Nicolás en la fisonomía de su mano y las distintas cirugías y rehabilitaciones por las que ha pasado para intentar solventarlos.

1.2.1. Malformaciones al nacer:

Nicolás nació con varias malformaciones en la mano izquierda, las cuales se van a exponer y se explicarán posteriormente. El niño nació con la mano izquierda zamba, con un pulgar hipoplásico y hendidura atípica, además de carecer de algunas estructuras en los dedos índice y corazón.

Tras la consulta de los informes médicos del paciente, así como de fuentes de información, se procede a explicar brevemente las diferentes malformaciones para situar al lector.

Hipoplasia del pulgar:

La hipoplasia del pulgar fue descrita por primera vez por Mueller como una anomalía congénita caracterizada por un grado de deficiencia en cualquiera de las partes anatómicas de este dedo. Abarca desde la hipoplasia leve hasta la ausencia total del pulgar.

El grado de malformación del niño ha sido catalogado según la clasificación que por primera vez realizó Müller en 1937, la cual expandió Blauth en 1967 y fue modificada en 1995 por Manske. Esta clasificación cataloga las malformaciones en 5 grados distintos atendiendo a las características óseas y a los tejidos.

- Grado I: El dedo pulgar es más pequeño y corto que la media.
- Grado II: Las falanges y el metacarpiano de dicho dedo son más pequeños.
- Grado III: Se trata de una anomalía en el tendón extensor, así como la aplasia parcial del primer metacarpiano en distintos grados:
 - IIIa: Ausencia de un tercio de la parte proximal (base) del metacarpiano. Aunque existe una articulación carpometacarpiana normal (articulación entre los huesos carpo y metacarpiano).
 - IIIb: Ausencia de dos tercios de la parte proximal del metacarpiano y de la articulación carpometacarpiana.
 - IIIc: Existe menos del tercio distal del metacarpiano y no existen músculos.
- Grado IV: Hay una ausencia total del metacarpiano y las falanges están subdesarrolladas. Es calificado como pulgar flotante, el cual está unido a la mano únicamente por piel.

- Grado V: Se trata de una aplasia completa, carencia total del dedo.

Esta clasificación se ve más clara en las dos siguientes imágenes. En la figura 1 se pueden observar las diferencias de los distintos grados de malformación referidas a la parte ósea.

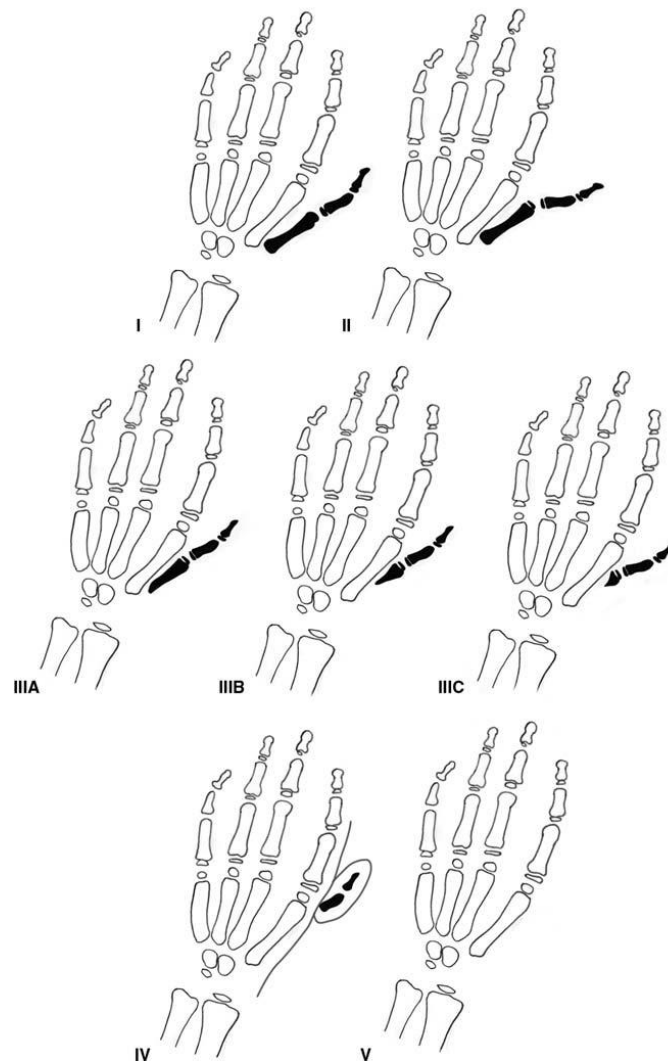


Figura 1: Croquis de los distintos grados de malformaciones referidas a la parte ósea. [3]

En la figura 2 se aprecia la clasificación referida a la estructura de la mano al completo, tanto los tejidos blandos como la parte ósea, en la cual se ve desde el esquema A que corresponde al grado I descrito anteriormente hasta la imagen E que hace referencia al grado V.

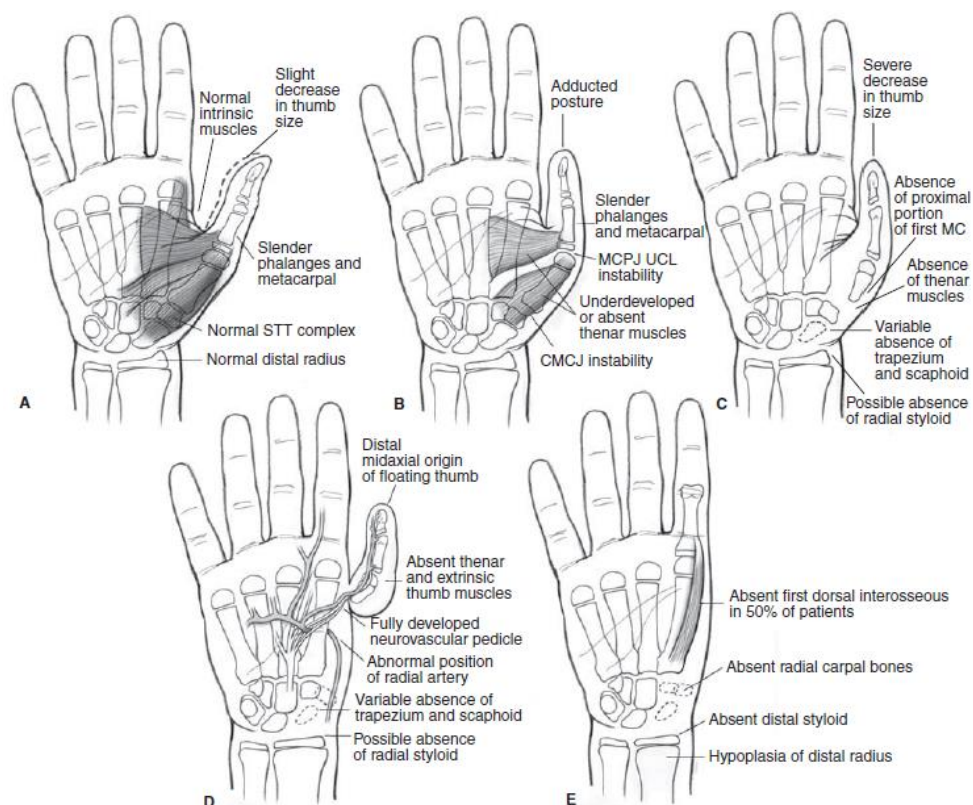


Figura 2: Clasificación de los 5 grados de malformación en lo referente a los tejidos blandos de la mano. [3]

También existe una guía de actuación con las distintas opciones de tratamientos para la hipoplasia del pulgar. Para ello, se sigue la misma clasificación descrita anteriormente.

- Grado I: No se requiere tratamiento.
- Grado II y IIIa: Exploración y corrección del tendón extrínseco, así como reconstrucción del ligamento colateral radial y/o injerto de tendón.
- Grado IIIb y c: Ablación y pulgarización del dedo índice u otras opciones microvasculares como la transferencia de la articulación o de huesos del pie.
- Grado IV y V: Ablación y pulgarización del dedo índice u otras opciones microvasculares como la transferencia del hueso metatarsiano del segundo dedo.

En el caso práctico de este trabajo, el paciente ha sido diagnosticado de una hipoplasia de grado IIIb. Tal y como se ha explicado, no tiene la articulación carpometacarpiana, no es capaz de utilizar el pulgar. La ausencia de pulgar representa una disminución del

40 % de la funcionalidad de la mano, por lo tanto, es necesaria una pulgarización. A esta cirugía fue sometido con 2 años.

La pulgarización consiste en crear un pulgar a partir del dedo más próximo a este. Los nervios y las arterias del dedo índice se llevan a la posición del pulgar y se traspasan los músculos y tendones para poder realizar las funciones de extensión, flexión, abducción y oposición.

Mano zamba:

La mano zamba es una malformación congénita de la extremidad superior. Esta malformación puede ser de tipo radial o cubital, esto es, acortamiento o ausencia de uno o de ambos huesos del antebrazo. La displasia radial es más común que la cubital. Esto conlleva, dependiendo del grado de acortamiento o ausencia del radio, al giro de la mano, adquiriendo la forma de un palo de golf.

Las anomalías del pulgar se asocian con la ausencia parcial o completa del radio. Ésta es una manifestación de la deficiencia longitudinal radial. Tanto es así que, en la siguiente imagen de una operación de mano zamba, se puede apreciar la cicatriz de la operación del pulgar.



Figura 3: Ilustración de la forma que adopta la muñeca al tener la mano zamba. [4]

Las personas con una deficiencia bilateral y severa del radio tienen una importante deficiencia funcional debido a la disfunción del pulgar, la posesión de extremidades

superiores cortas y la inestabilidad de la muñeca. Para estas, es difícil llevar a cabo de manera independiente actividades de la vida diaria como el cierre de botones y cremalleras o la realización de la higiene personal.

La deficiencia del radio tiene una amplia gama de fenotipos que abarca desde la hipoplasia del pulgar hasta la ausencia completa del radio y huesos carpales del lado cubital y sus correspondientes metacarpianos. Esta gama se cataloga según la clasificación de Bayne y Klug:

- Tipo I: Radio distal corto. En este caso el radio es ligeramente más corto que el cúbito, pero existe una placa de crecimiento distal.
- Tipo II: Radio hipoplásico. El radio es más corto y delgado que el cúbito, además, no hay placa de crecimiento.
- Tipo III: Ausencia parcial del radio. Solo existe un pequeño segmento radial proximal.
- Tipo IV: Aplasia total del radio. No existe hueso radio y el cúbito puede estar curvado.

La clasificación de los distintos grados de mano zamba se puede ver reflejada en la siguiente imagen.

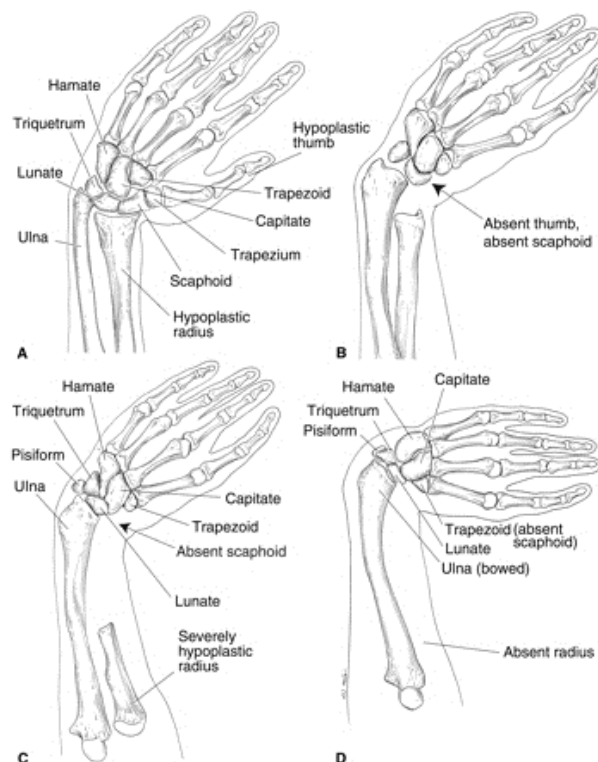


Figura 4: Clasificación de los 4 grados de mano zamba desde los esquemas A hasta el D haciendo referencia desde tipo I a IV respectivamente. [13]

Como tratamiento, entre los 0 y 6 meses de edad, se coloca una férula para estirar los tejidos blandos y alinear la mano y la muñeca con el cúbito. Esto suele realizarse previo a la operación para que la cirugía sea satisfactoria. Con más edad se procede a realizar estiramientos en vez de llevar férula, aunque son menos efectivos, puesto que a partir de los 6 meses las férulas son menos toleradas. Además, con 2 o 3 años de edad, la extremidad casi ha duplicado su tamaño por lo que es más fácil de operar.

Dependiendo del grado de malformación que se trate, según la clasificación de Bayne, se procede de distinta forma a la hora de operar.

Para el tipo I no hay una solución establecida.

Para el tipo II y III, Matsuno et al. proponen un alargamiento del radio acompañado de la modificación de los tejidos blandos en la articulación del carpo cubital y el movimiento de la muñeca y el antebrazo. Hay en casos en los que se procede con un alargamiento óseo del radio y fijación temporal de la muñeca.

Por otro lado, Takhagi et al. proponen para el tipo I y II un alargamiento del radio fijándolo también además de una liberación de tejido blando en el lado radial de la muñeca. Concluyen que para el tipo III y IV no es una buena opción debido a que no se puede unir al fijador externo (elemento que agarra el hueso por los dos lados y permite el crecimiento por medio) para extender el hueso.

Tras la revisión de varios artículos se concluye que el tratamiento de la mano zamba no está tan establecido según los grados como en el caso de la hipoplasia. Por lo que se han citado algunas de las cirugías que se llevan a cabo sin ahondar mucho en ellas puesto que como se explica a continuación el caso que concierne a este proyecto es el de menor grado.

En el caso de Nicolás, posee una displasia radial de grado bajo (no especificada en informes, tan solo en las consultas se habla de mano zamba), un pequeño acortamiento del hueso radio. Esta malformación no tiene una solución establecida como se ha relatado anteriormente, él no ha necesitado ser operado por tener un grado muy pequeño y se le ha corregido solo.

Hendidura atípica:

La mano hendida es una malformación poco común. Se define como una deficiencia de la parte central de la mano, resultado de la alteración o ausencia del desarrollo de los dedos centrales.

Para explicar este caso se hace referencia a la clasificación realizada por P. Valenti et al en 2008, quienes agrupan los distintos casos en 5 tipos y proponen algunas estrategias quirúrgicas a llevar a cabo en los distintos casos, aunque no existe ninguna preestablecida, puesto que se dan numerosos casos distintos. Esta clasificación se ha basado en la revisión de 33 casos clínicos y en anteriores clasificaciones, incluyendo desde la de Watari y Tsuge en 1979 hasta la de Manske y Halikis en 1995.

- Grado 0: Existen todos los dedos, pero hay una hendidura del tejido blando entre ellos.
- Grado I: Ausencia del tercer dedo. La primera comisura es normal.
 - Grado IA: Existe el 3^{er} metacarpiano.
 - Grado IB: Ausencia del 3^{er} metacarpiano.
- Grado II: Ausencia del tercer dedo y retracción de la primera comisura.
 - Grado IIA: Existe el 3^{er} metacarpiano.
 - Grado IIB: Ausencia del 3^{er} metacarpiano.
- Grado III: Ausencia del 3^{er} dedo con sindactilia (fusión de dos dedos) del pulgar o del dedo índice.
- Grado IVA: Ausencia de dos o tres dedos, pero existe pulgar. La articulación metacarpofalángica es estable.
- Grado IVB: Ausencia de dos o tres dedos, pero existe pulgar. La articulación metacarpofalángica es inestable.
- Grado V: Sindactilia entre los dedos 4 y 5, no existe comisura entre ellos.

Se da esta clasificación para situar al lector. Debido a la gran diferencia de casos existentes, hay varias clasificaciones y no hay una técnica única para solucionarlo. Se trata por osteotomía (rotación de metacarpiano), se cierra o abre la comisura entre dedos, dependiendo del caso, etc.

Nicolás al nacer tenía una hendidura entre los dedos anular y corazón. La hendidura era tan solo del tejido blando, como se puede observar en la figura 6, no carecía de ningún dedo. Esta fue tratada con cirugía.

1.2.2. Cirugías:

Tras el diagnóstico de las diferentes malformaciones al nacer, Nicolás ha sido sometido a 2 cirugías en sus 6 años de edad. En este apartado se van a explicar las correcciones

que se le han realizado para hacer frente a dichas malformaciones. En las siguientes imágenes se puede observar la mano del niño antes de las operaciones.



Figura 5: Apreciación de la mano zamba.



Figura 6: Imagen en la que se puede observar la hendidura.

Primera intervención: A los dos años le realizaron la pulgarización del índice. Esta cirugía suele ser satisfactoria, ya que, aunque poseen un dedo menos en la mano, el nuevo pulgar tiene fuerza por lo que son capaces de realizar la pinza y desarrollar con normalidad las actividades cotidianas.

En el caso de Nicolás, en esta primera operación descubrieron que los dedos índice y corazón (ahora su pulgar e índice) carecían de algunas estructuras. Al intervenirle observaron que le faltaban tendones, vasos sanguíneos, diferentes estructuras de la mano. Lo que hace que su mano no sea tan funcional, ya que estos dos dedos están menos desarrollados. Por lo tanto, la pulgarización fue satisfactoria, pero debido a la reducida funcionalidad de los dos dedos mencionados, no tiene casi fuerza para realizar la pinza correctamente.



Figura 7: Apariencia de la mano tras la primera intervención.

Tras la primera cirugía lo más importante era la posición que debía adoptar el pulgar, pues este se encontraba en el mismo plano que los demás dedos y debía de situarse en un plano adelantado que permitiera hacer la pinza. Para corregirlo, llevó una

muñequera especial de silicona. Tras la muñequera, el dedo ya ha adquirido una posición correcta.

Segunda intervención: A esta operación fue sometido a los 5 años. Esta fue realizada para corregirle la hendidura que poseía entre los dedos anular e índice. Además, el dedo índice giraba en un plano y realizaba la pinza entre el dedo índice y anular. Para corregir la hendidura y hacer que el dedo índice rote en el otro plano se le realizó, en palabras técnicas, una osteotomía desrotadora del segundo metacarpiano del dedo índice. Actualmente no se le ha realizado ninguna operación más

En la figura 8 se puede apreciar como con el paso de los años se le han rotado algo los dedos anular y meñique. Esto es debido a que ambos dedos los tiene con todas las estructuras y posee más fuerza que en los otros dos. Al tener más fuerza en estos tiende a usarlos a modo de pinza más que el pulgar y el corazón, por eso se le han girado.



Figura 8 Apariencia de la mano tras la segunda intervención.

1.2.3. Rehabilitación:

Tras ambas operaciones ha realizado diferentes rehabilitaciones, las cuales se van a explicar en este apartado.

Tras la primera intervención, en las sesiones de rehabilitación trabajaban la cicatriz para evitar la aparición de queloides. Por otro lado, en estos 6 meses se trabajó en que el cerebro reconociera el nuevo dedo pulgar y comenzase a utilizarlo, para ello se intentaba que cogiera objetos grandes (muy poca movilidad del dedo).

Tras la segunda intervención hizo 8 meses de rehabilitación centrada en varios aspectos. Por un lado, ha trabajado la postura corporal, ya que tiende a ir inclinado. También ha trabajado la fuerza y la movilidad de la mano izquierda, así como la motricidad fina con diversos ejercicios como doblar sábanas, utilizar plastilina o coger objetos pequeños. Todo esto se conoce como cinesiterapia activa, pero también ha realizado cinesiterapia pasiva en la que le han electroestimulado la musculatura del dedo pulgar y la mano.

Le realizan dos test distintos para medir la fuerza que posee en la pinza, la cual es bastante pequeña. Para ello, utilizan un medidor de fuerza MAP y un dinamómetro de mano con el que miden la presión.

Tras la rehabilitación, Nicolás es capaz de cerrar la pinza entre pulgar e índice, pero no posee mucha fuerza para ello, por lo que presenta dificultades para el desarrollo de diversas actividades de la vida diaria.

Actualmente, la mano del niño tiene la apariencia que se puede observar en las siguientes imágenes.





Figura 9: Imágenes de la apariencia actual de la mano izquierda de Nicolás.

1.3. Problemas a resolver:

Tras el análisis del caso de Nicolás, se van a citar las distintas dificultades que encuentra para realizar algunas actividades. Entre los problemas a resolver, se tienen:

- Musculatura del brazo izquierdo. Presenta un menor desarrollo en la musculatura del brazo que ha sido sometido a las distintas cirugías. Esto es debido a que tiene a utilizar más la mano derecha por estar sana y porque tiene más fuerza, es un círculo que se retroalimenta.
- Fuerza en la pinza. Como se ha comentado anteriormente, debido a la falta de estructuras en el dedo pulgar e índice, posee poca fuerza en ambos dedos para realizar la pinza, acción muy necesaria para el desarrollo de actividades diarias.
- Dificultad para atarse los botones. Le cuesta realizar esta acción, no utiliza casi la pinza, consigue atarse los botones sosteniendo la prenda de vestir con la ayuda de los dedos anular y meñique, en los que posee mayor fuerza.
- Imposibilidad de atarse los cordones de los zapatos. Actualmente siempre lleva velcros. Atarse los lazos de los zapatos es una acción para la que es imprescindible el uso de la pinza y tener suficiente fuerza en ella para agarrar el cordón (motricidad fina).
- Dificultad para sostener con la mano izquierda los utensilios para comer. El problema se encuentra a la hora de cortar la comida, ya que, cortando con la mano derecha, es necesario sujetar el alimento con el tenedor con la mano izquierda. Necesita de una persona para que le corte los alimentos, puesto que él tiene bastante dificultad, al no tener dedo índice y carecer de estructuras en el pulgar y corazón, tiende a hacer fuerza con los dedos anular y meñique. Esto

hace que no utilice la pinza además de que se le deformen los dedos, pues se le están girando el anular y el meñique.

- Realización de actividades manipulativas con las manos, como por ejemplo sostener una hoja para cortarla con otra mano o cierre del puño para frenar una bicicleta.
- Dificultad para tocar un instrumento. Es un niño al que le gusta la música, ha comenzado con lenguaje musical y dentro de un año decidirá el instrumento que desea interpretar. Le gustan la trompeta y el trombón, pero tendría dificultades para sujetarla con la mano izquierda debido a la menor fuerza y musculatura de dicho brazo.

2. ESTADO DEL ARTE

Hay diferentes objetos ortopédicos que podrían suplir algunas de las necesidades requeridas por Nicolás, en este apartado se van a revisar artículos existentes y su utilidad para el caso de este trabajo.

2.1. Cubiertos adaptados:

Existen varios objetos para ayudar a comer, distintos cubiertos con diferentes formas y tamaños. Éstos no son útiles para Nicolás puesto que él no posee fuerza en la pinza para cerrar bien el puño. Entre los cubiertos, los hay con mangos más anchos y adaptables a la presión de los dedos como en la figura 9 o diseñados para mano zamba como el de la figura 10.



Figura 10: Cubiertos con mango adaptado. [9]



Figura 11: Cubiertos curvos. [9]

También existen cubiertos girados totalmente que ayudan a personas con movilidad reducida o tubos adaptables a cubiertos para que los mangos sean de mayor diámetro los cuales pueden verse en las figuras 11 y 12 respectivamente.



Figura 12: Cubiertos encorvados. [9]



Figura 13: Tubos adaptables para ampliar diámetro de los mangos. [9]

Estos cubiertos no sirven en este caso, debido a que posee dificultades para agarrar con la pinza, los de mayor diámetro le facilitarían el agarre, pero tampoco son cómodos para él.

Por otro lado, también existen cubiertos dobles, por ejemplo, cuchillo tenedor o cuchara tenedor los cuales se pueden ver en las siguientes figuras, así como una correa adaptable al tenedor para sujetarlo a la mano.



Figura 14: Cubierto con correa adaptable. [8] Figura 15: Cubiertos dobles: cuchillo-tenedor y tenedor-cuchara. [8]

Estos dos casos tampoco son factibles para la vida de Nicolás. Los cubiertos dobles no sirven ya que están pensados para gente que no tiene movilidad en una de las manos, y no es el caso, pues se le obligaría a no utilizar esa mano y ese no es el objetivo. Por otro lado, el cubierto con correa ayudaría a pinchar el alimento, pero tampoco trabajaría la pinza, lo cual con su edad es necesario.

2.2. Juegos para la motricidad fina:

Existen diferentes juegos para la motricidad fina, pero muchos son para niños más pequeños, de los que, con esta edad, se aburriría fácil. Se han encontrado algunos más factibles para su edad como los de la figura 16. Con estos podría trabajar la pinza, ayudándole a utilizarla más y a ganar fuerza.



Figura 16: Juegos para mejorar la motricidad fina. [9]

Aunque en los dos juegos de pinzas que se ven no utilizaría la mano izquierda, ya que podría jugar agarrando las pinzas con la mano derecha, por lo que no trabajaría la mano que necesita.

Las otras dos opciones sí que le ayudarían puesto que tendría que utilizar ambas manos para jugar.

2.3. Objetos para la vida cotidiana:

Existen objetos para subir y bajar las cremalleras y para atar los botones, tal y como se pueden ver en las siguientes figuras.



Figura 17: Abrochador de botones y cremallera. [8]



Figura 18: Añadido para cremalleras para abrocharlas de manera más fácil. [9]

El de la figura 17 le podría servir para ambas cosas, aunque no ejercitaría la mano izquierda y en su caso solo lo usaría para abrocharse los botones.

El de la figura 18 no es viable para él, ya que con la derecha puede agarrar bien la cremallera, para lo que tiene dificultad es para sujetar la prenda al realizar dicha acción.

Por otro lado, para cortar papeles existen numerosas tijeras adaptadas para diferentes discapacidades, aunque en este caso no sirven ya que la dificultad surge al sujetar el papel para cortar y no con la mano con la que se va a agarrar la tijera.

2.4. Instrumentos musicales adaptados:

Respecto a la adaptación de instrumentos musicales apenas se encuentran objetos, información o prototipos que cubran las necesidades de Nicolás. Si existen instrumentos adaptados para personas con mayor discapacidad que el caso que nos acontece.

Tras la búsqueda de información en diferentes páginas, se ha encontrado un útil para sujetar el trombón el cual se puede observar en las siguientes imágenes.



Figura 19: Agarre para trombón. [10]

Este agarre podría adaptarse a las necesidades específicas de Nicolás añadiéndole una manopla o guante que se ajuste a la forma de su mano.

3. REQUISITOS

Para intentar solventar alguno de los problemas citados en la sección 1.3 se han de cumplir los requisitos que se van a especificar en el presente apartado.

- No superar el precio al que está dispuesto a pagar el cliente, presupuesto de unos 200 €.
- Accesorio que ayude a utilizar más el brazo y la mano izquierda, no que solo solucione el desempeño de una acción.
- Diseño de un accesorio pequeño y fácil de manejar, para poder llevarlo al colegio y a cualquier sitio, puesto que es necesario para la realización de actividades cotidianas.
- Objeto poco llamativo, que pase desapercibido para evitar minar la autoestima del niño al llevarlo al colegio y que lo vean otros compañeros.
- Apariencia que le guste a Nicolás para que lo lleve cómodamente y lo utilice.
- Utilización de materiales biocompatibles, no tóxicos y elásticos (adaptables a la forma de la mano).
- Materiales impermeables o fáciles de limpiar.

4. ALTERNATIVAS

4.1. Definición de las alternativas

En este apartado se van a describir las posibles soluciones a llevar a cabo para facilitar la vida cotidiana del niño.

4.1.1. Utensilio para ayudar a comer:

Con esta alternativa se quiere buscar una solución al problema que presenta para comer explicado en la sección 1.3. Para ello se ha pensado en la realización de un doble anillo, para los dedos corazón y anular, desde el cual descienda por la palma un mango adaptable a las diferentes formas de los tenedores y de su mano. Además, un mango con pendiente positiva y negativa que parta del nudillo del dedo corazón contribuiría a que no mueva todo el brazo para pinchar la comida. Esto le ayudaría a utilizar el dedo corazón, fortalecería la pinza, ejercitaría el brazo y, además, contaría con más superficie para sujetar el tenedor con mayor fuerza.

A continuación, se puede observar el boceto de esta propuesta.

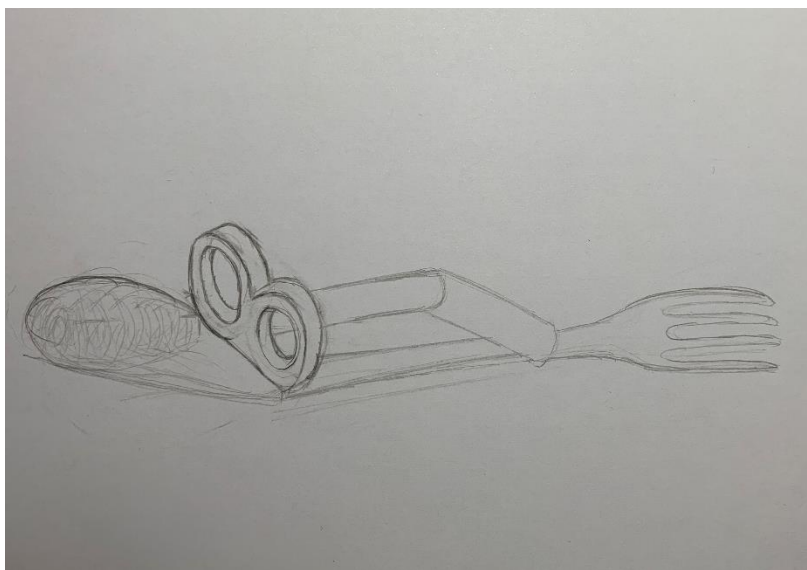


Figura 20: Croquis utensilio para tenedor.

Por lo tanto, al realizar esta propuesta no solo se le ayudaría a comer solo sin dificultades, sino que además se aumentaría su autoestima, al ver que puede empezar a cortar y comer solo al igual que otros niños, además de ayudarle en su autonomía.

4.1.2. Panel de rehabilitación y juegos:

Objetos para realizar rehabilitación tanto del brazo izquierdo como de la pinza. Se trata de confeccionar algún utensilio capaz de ayudarle a ejercitar el brazo izquierdo para que lo desarrolle al igual que el derecho. Puesto que, debido a la hipoplasia, tiende a utilizar más el brazo derecho, por lo que tiene menos desarrollada la musculatura del izquierdo.

Se ha pensado también en un objeto que le ayudara a ganar fuerza también en los dedos y así poder realizar la pinza, acción muy importante para la realización de cualquier tipo de tarea diaria. Este panel ayudaría en la vida en general de Nicolás, puesto que utilizaría más el brazo izquierdo y podría realizar actividades con total normalidad. Para que no se aburriera y le gustara realizar la rehabilitación se busca fabricar algo divertido para que ejercite el brazo a la vez que juega. Por otro lado, esta propuesta acarrea la consecuencia de que no sería muy duradera su utilización, ya que con su edad es difícil encontrar algo que mantenga su atención durante mucho tiempo.

Entre las posibilidades para ejercitar el brazo se encuentra generar un sistema de agarre para su mano con el que pueda levantar distintas pesas y así ganar musculatura. En concreto esta idea le resulta atractiva, mejoraría su autoestima al verse fuerte como otros niños, pero no es muy atractiva, ni se parece a un juego por lo que se podría cansar fácil. Para hacerlo más divertido se ha pensado en la confección de un panel manipulativo con un camino por el que llevar un objeto que pese, esto le obligaría a mover el brazo además de ejercitarlo con el peso. También cuenta con diferentes juegos (velcros, tres en raya, pistola con diana, quirófano...) y objetos cotidianos (lazos, cremalleras, llaves...) que le obligan a trabajar con el brazo izquierdo y a realizar la pinza. En el siguiente croquis se muestra la idea de panel manipulativo centrado en el tema del espacio (planetas, extraterrestres, cohete espacial...)

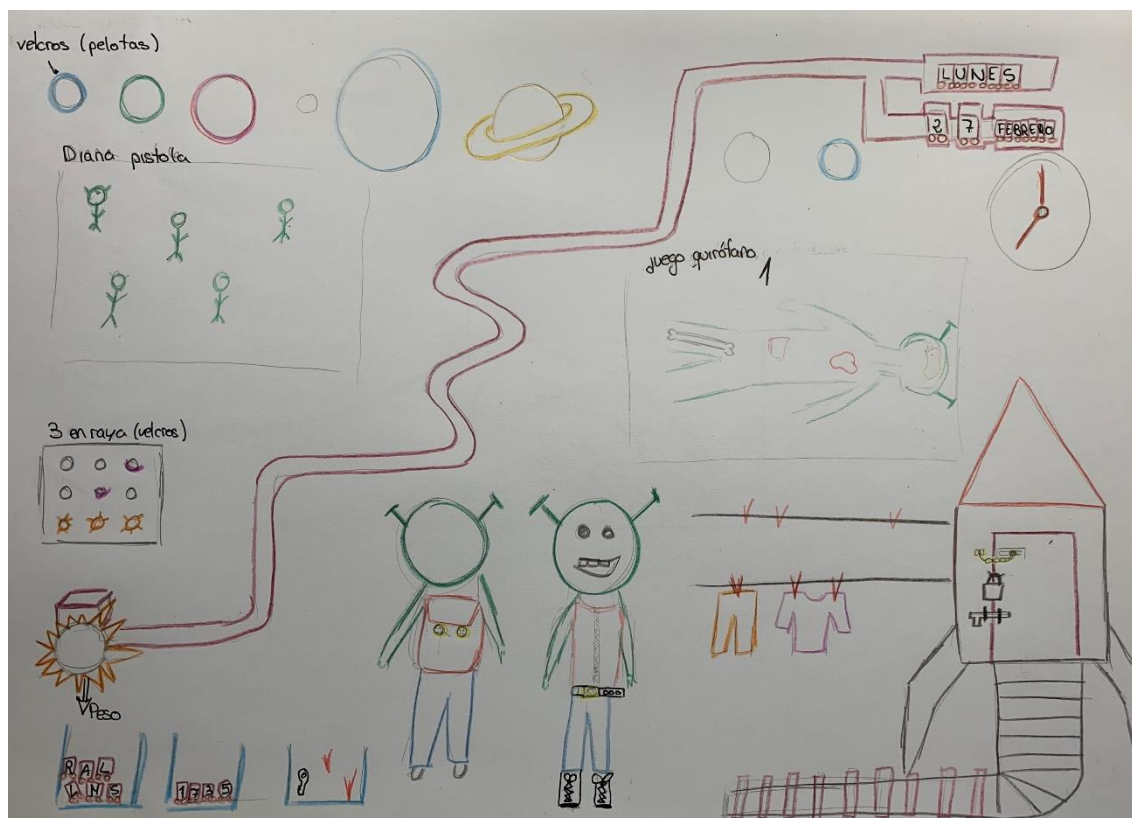


Figura 21: Croquis panel manipulativo.

4.1.3. Sistema de agarre para instrumento musical y bicicleta:

Se trata de diseñar un guante que le ayude a cerrar con fuerza la mano pudiendo añadirle un suplemento que se adapte a la trompeta/trombón y otro que se adapte al freno de una bici. El guante tendrá por el interior la forma de su mano, para garantizar un buen agarre. El sistema para el instrumento musical le ayudaría a sujetarlo con mayor facilidad y no a descartar un instrumento que le gusta por verse limitado a no poder agarrarlo bien.

Esta propuesta además de hacerle feliz, al poder desempeñar una actividad que le gusta, le ayudaría a desarrollar fuerza en el brazo izquierdo. Además, sería un utensilio útil para varios años de su vida.

El suplemento para la bicicleta, está pensado como un mecanismo que le ayude a cerrar la mano sin tener que ejercer tanta fuerza, ya que no la tiene. Además de situar la mano en una posición en la que tenga más cerca los dedos de la pinza para poder cerrar más rápido. Por lo que habría que añadirle un suplemento al manillar de la bicicleta.

Realizar este prototipo le ayudaría a poder frenar con más fuerza y mayor delicadeza, ya que se trata del freno de la rueda delantera. De esta forma se conseguiría aumentar su autonomía, ejercitaría más el brazo y sería un útil para un periodo largo de su vida.

El croquis de guante se puede observar en la figura contigua.

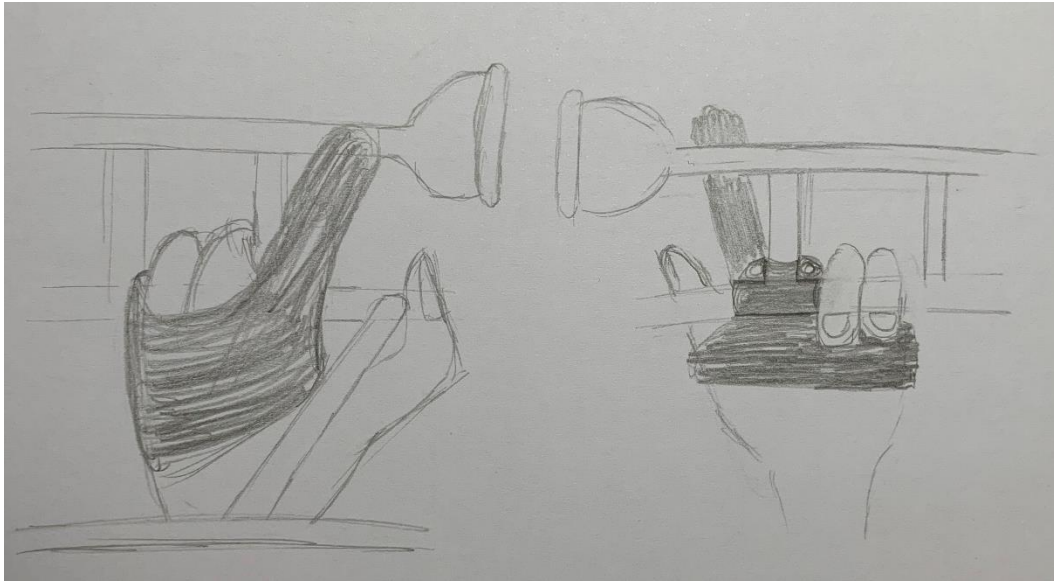


Figura 22: Croquis guante agarre de trombón.

A este guante se le añadiría el útil visto en el apartado 2.4 para el trombón o un suplemento para utilizarlo en la bicicleta.

4.1.4. Guante con imanes:

Solución para resolver los problemas de sujetar objetos delgados como papeles al recortar o atarse los botones de la ropa, citados ambos anteriormente. Se ha pensado en un guante con imanes en la punta de los dedos pulgar e índice. Este sistema sería ideado para facilitarle tanto las acciones en las que se requiere sujetar un objeto de pequeño grosor, como puede ser un papel o la ropa, el cual pueda ser atravesado por la fuerza de los imanes. Con esto ejercitaría la pinza, ganando fuerza en esta, además de que podría realizar actividades que en este momento no puede. Por otro lado, esto le daría autonomía, pues podría vestirse solo, así como aumentaría su autoestima, al verse capacitado a realizar las mismas actividades en el colegio que sus compañeros.

En la siguiente imagen se puede observar el croquis del utensilio, un guante que cubre únicamente sus dedos corazón y pulgar.

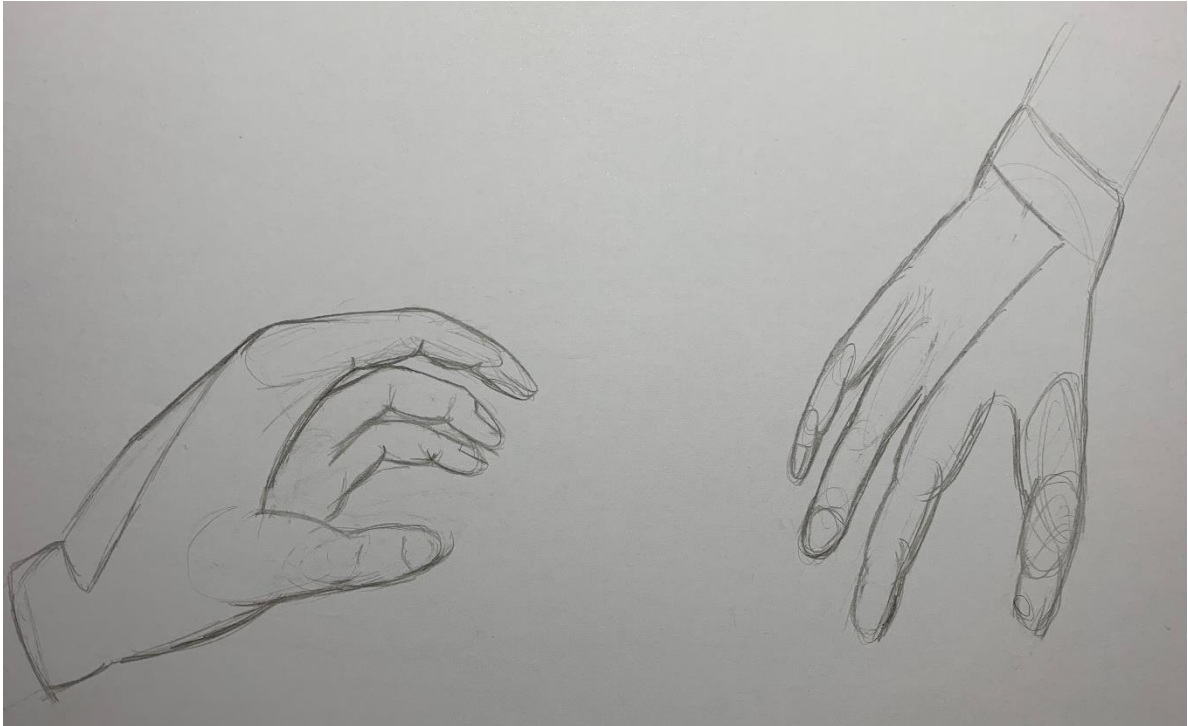


Figura 23: Croquis guante con imanes.

4.2. Escalas y factores de valoración

Para la valoración de las distintas alternativas, se van a tener en cuenta 10 factores clasificados en cinco grandes grupos: precio, rango de uso, factores psicológicos, técnicos y sanitarios. Se realiza la media de los factores y se pondera de distinta forma dependiendo de la relevancia de cada uno de los 4 grupos.

- Factores psicológicos: Se considera importante, por lo que su ponderación global es de un 35 %. En este grupo se diferencian 3 factores.
 - Relevancia en su vida: Tiene en cuenta la necesidad de tener cada objeto para el desarrollo de su vida diaria.
 - Felicidad de él: Se pondera si el objeto a diseñar mejorará su felicidad.
 - Aumento de su autoestima.
- Rango de utilización: En este grupo computan las necesidades y tiempo que satisface el objeto. Tiene un peso en el total del 15 %.
 - Rango de edad de utilización: Se tiene en cuenta el tiempo que va a poder utilizar cada objeto.

- Satisfacción de más de una necesidad: Se observa si además de cumplir con la necesidad para lo que es creado, ayuda a mejorar otras habilidades como la utilización de la mano o el aumento de la destreza de los dedos y de la musculatura.
- Factores técnicos: En este grupo se realiza la media de los factores que se van a tener en cuenta para poder realizar los objetos, ponderan un 20 % en el total y se realiza la media de:
 - Factibilidad técnica: Facilidad de desarrollar. Cuanto más factible sea llevar a cabo el desarrollo del objeto, mayor puntuación.
 - Existencia de medios actualmente: Se pondera con mayor puntuación la no existencia de medios actualmente, por ser algo innovador.
- Factores sanitarios: Contribuyen con un 10 % al cómputo global.
 - Aumento musculatura del brazo
 - Mejora de la fuerza en la pinza
- Precio: Este se pondera con un 20 % comenzando la escala de valor en un precio de 5 € hasta más de 200 €.

Además de los valores que se han ponderado para la elección de una de las alternativas se han tenido en cuenta otros factores. Estos no se han incluido en la ponderación porque o bien, todos los objetos los cumplían o afectaban de distinta forma a cada uno. Los demás agentes que se han tenido en cuenta son:

- Autonomía: Cada uno brinda una autonomía en distintos grados: el tenedor le otorga el valerse por sí solo para comer, pero otros como la rehabilitación le darían autonomía en distintas actividades a medio-largo plazo.
- Apariencia del objeto: En todos los casos se ha buscado que sea un objeto poco llamativo y agradable para el usuario.

4.3. Valoración de las distintas alternativas

En la Tabla 1 se pueden observar los distintos factores que se han tenido en cuenta para la ponderación.

PONDERACIÓN	CLASIFICACIÓN	CRITERIOS DE SELECCIÓN	1	2	3	4	5
0,35	Factores psicológicos	Relevancia en su vida	Muy poca	Poca	No es indispensable	Necesario	Muy necesario
		Felicidad de él	Indiferente	Muy poca	Poca	Bastante	Mucha
		Aumento de su autoestima	Indiferente	Muy poca	Poca	Bastante	Mucho
0,15	Rango de uso	Satisfacción de más de una necesidad	No satisface más de una	Satisface 2	Satisface 3	Satisface 4	Satisface más de 4
		Rango de edad de utilización	1 mes	6 meses	1 año	5 años	Toda la vida
0,2	Factores técnicos	Factibilidad técnica	Imposible realizar	Difícil de realizar	Factible	Realizable	Fácil de realizar
		Existencia de medios actualmente	Se comercializa	Hay algo fabricado	Hay algún diseño	Hay algún documento	No existe
0,1	Factores sanitarios	Aumento musculatura del brazo	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
		Mejora de la fuerza en la pinza	Nada	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
0,2	Precio	Precio	Más de 200	200	80	30	5

Tabla 1: Factores y criterios tenidos en cuenta en la ponderación.

POSIBILIDADES	FACTORES PSICOLÓGICOS			RANGO DE USO		FACTORES TÉCNICOS		FACTORES SANITARIOS		PRECIO	TOTAL PONDERACIÓN
	Relevancia en su vida	Felicidad de él	Mejora de su autoestima	Rango de edad de utilización	Satisfaga más de una necesidad	Existencia de medios actualmente	Factibilidad técnica	Aumento musculatura del brazo	Mejora de la fuerza en la pinza	Precio	
Utensilio para comer	3	4	5	5	1	3	4	3	4	4	3,70
Objetos para rehabilitación	4	4	4	2	2	2	5	5	5	3	3,50
Manopla para instrumento musical y bici	3	5	3	5	2	1	2	5	3	2	2,91
Guante para agarre de objetos delgados	2	3	2	3	3	5	5	2	5	4	3,42

Tabla 2: Ponderación de los distintos factores para cada prototipo.

En la Tabla 2 se observa la ponderación de los distintos factores en cada objeto a desarrollar. Con esta ponderación se elige el utensilio a llevar a cabo. Se ha obtenido la mayor puntuación para el utensilio para comer con un valor de 3.7, siendo el siguiente el utensilio para rehabilitación con una puntuación de 3.5.

4.4. DAFO de la solución propuesta:

En el presente apartado se realiza un análisis DAFO de la solución que va a ser llevada a cabo: la realización de un utensilio para adaptar el tenedor a la forma y fuerza de la mano del niño.



Se añade una breve explicación sobre algunos puntos del análisis DAFO, puesto que el dibujo es breve y gráfico para facilitar su entendimiento.

Entre las debilidades analizadas, se tiene en cuenta el elevado coste para la funcionalidad que tiene, puesto que un útil que le ayude a comer mejor viene bien, pero no a cualquier precio, puesto que comer puede, aunque no de la mejor forma.

Como posible amenaza se ha pensado en la copia del producto desde otros países en los que pueda fabricarse a menor coste.

Dentro de las fortalezas, se menciona la adaptabilidad del producto, pues se va a poder utilizar con cualquier tenedor, aunque cada uno tenga diferente curvatura. Por otro lado, facilita el uso del brazo izquierdo, por lo que favorecerá el aumento de su musculatura,

así como de la fuerza en la pinza. También va a contribuir a que no aumente la deformación de los dedos anular y meñique, los cuales se encuentran ligeramente curvados, como se puede apreciar en la huella de la figura 30.

Como oportunidad se valora el acceso a un nicho de mercado que se encontraba desatendido.

5. DISEÑO DE LA ALTERNATIVA: PROTOTIPADO

5.1. Descripción del utensilio

Tras el análisis de las distintas alternativas, se ha obtenido la mejor valoración en el útil para comer. El cual se ha analizado en el punto anterior.

Para el desarrollo de la solución se ha observado en primer lugar la forma con la que el niño coge el tenedor.



Figura 24: Imágenes de la forma de agarrar el tenedor del niño.

Como se puede observar en la imagen, la forma de agarrar el tenedor es con los dedos anular y meñique en los cuales posee mayor fuerza. De esta manera el tenedor está orientado de forma perpendicular al dedo índice (su corazón) en vez de continuar la dirección de este. Por lo tanto, para conseguir hacer fuerza al pinchar la carne con el tenedor, debe situar el codo con mayor apertura, a modo de palanca, para así, con mayor distancia, conseguir hacer más fuerza en las púas del tenedor.

Para conseguir solventar estos problemas se ha pensado en un útil que traslade la fuerza de los dedos meñique y anular al tenedor, pero situándolos en la posición correcta. Para ello se aumenta la superficie del útil en la zona superior de la palma de la mano, la cercana a los dedos indicados.

Además, para conseguir situar el tenedor en la orientación del dedo corazón, se van a colocar dos anillos en el útil: uno para el dedo corazón y otro para el anular. De esta forma, el dedo corazón se sitúa a lo largo del tenedor, para poder hacer palanca con

este, el anillo para reforzarla, ya que dicho dedo, al igual que el pulgar, no está dotado de suficiente fuerza.

El útil, como se ha podido observar en el prototipo de la figura 24 consta de un mango adaptable a la mano del niño, así como uno o dos anillos para la fijación de su mano al utensilio.

Además, este debe contar con algo que lo fije al tenedor, para una mayor sujeción del utensilio, para que no se mueva y sea fácil de utilizar.

Para la realización del utensilio se han confeccionado diferentes prototipos. Con distintos ensayos de prueba y error, se han ido modificando hasta alcanzar una solución adaptada a las necesidades y medidas de la mano de Nicolás.

5.2. Diseño inicial

Como primera aproximación se ha realizado el croquis de la figura 20 y se ha materializado en un prototipo para observar sus deficiencias y virtudes. Este primer prototipo consta de dos anillos, uno para el dedo corazón y otro para el anular. Estos sirven de guía para los citados dedos, para así poder colocar la mano del niño en la posición adecuada. Además, posee una base estrecha, la cual se ensancha en la zona de la palma para poder ejercer mayor fuerza con los dedos anular y meñique. La forma del utensilio se puede apreciar en las siguientes imágenes.



Figura 25: Prototipo número 1.

Con este prototipo se observa la estrechez del mango, esta brinda poca estabilidad, es una primera aproximación, puesto que dicho mango es redondo, lo cual tampoco ayuda en la estabilidad.

Con este prototipo se comienzan a fijar las dimensiones del útil, pero todavía no se tiene en cuenta el modo de sujeción del útil al tenedor. Para poder validar el prototipo con el usuario, se sujeta al tenedor con adhesivo, como se puede observar en la siguiente imagen.



Figura 26: Imágenes del prototipo fijado al tenedor.

5.3. Validación del primer diseño por el usuario

El prototipo se ha probado con el niño para observar si tiene la forma y medidas adecuadas para él.



Figura 27: Vista lateral del útil probado por Nicolás.

En la figura 27 se observa que el grosor del prototipo no es adecuado, puesto que el niño no puede abrazar con el dedo pulgar el útil y el tenedor. Pero también se comprueba que, debido a la poca longitud de su dedo, por poco grosor que tenga el útil no va a

poder abrazar ambas partes. Por lo tanto, será necesario algún accesorio para fijar el útil al tenedor.



Figura 28: Vista en planta del útil probado por Nicolás.

De esta figura se deducen más deficiencias para poder corregir en los siguientes prototipos. En primer lugar, se comprueba que el aro para el dedo anular no tiene utilidad, ya que dicho dedo no adquiere una postura cómoda. Por lo tanto, el dedo meñique y anular abrazarán la base del útil, no obstante, se situarán sueltos, puesto que tienen la suficiente fuerza como para agarrarse al útil. Además, la base deberá ser de mayor anchura para que abarque hasta su dedo meñique.

Por otra parte, se necesita, en lugar de un aro, un cilindro que cubra un segmento del dedo corazón. Esto le brindará una sujeción, además de un guiado en la forma correcta. Este cilindro deberá tener una inclinación. Como se contempla en la imagen, el dedo corazón no puede seguir la dirección perfecta del tenedor, puesto que no tiene el mismo emplazamiento que el dedo índice (el usualmente utilizado para esta acción).

Así mismo, se ha utilizado plástico polimórfico para obtener la forma de la mano de Nicolás. Se parte del plástico en forma de grano rígido de color blanco. Se introduce en agua caliente y se va ablandando a la vez de que se torna transparente. Cuando todo el material se ha vuelto transparente y moldeable, se le confiere la forma deseada. Después se endurece al enfriarse y se vuelve rígido de nuevo. Se puede observar el proceso en las siguientes imágenes.



Figura 29: Proceso de utilización del plástico polimórfico. [12]

Siguiendo el proceso descrito, se ha realizado un molde con la huella de Nicolás. A parte de tomar las medidas oportunas de su mano, se guarda esta huella, para poder tener consciencia de sus dimensiones al realizar el diseño del útil en el programa informático SolidWorks.



Figura 30: Molde de plástico polimórfico con la huella de la mano de Nicolás.

En la imagen se ve claramente la deformación de los dedos anular y meñique, ligeramente curvados hacia afuera. De igual manera, se aprecia la longitud del dedo pulgar y la separación existente entre los dedos anular y corazón.

También se ha obtenido un molde con la forma que adquiere la mano del niño al agarrar el tenedor. Siendo la finalidad de éste, el asemejar el útil lo máximo posible a la curvatura y al modo de agarre del tenedor de Nicolás.

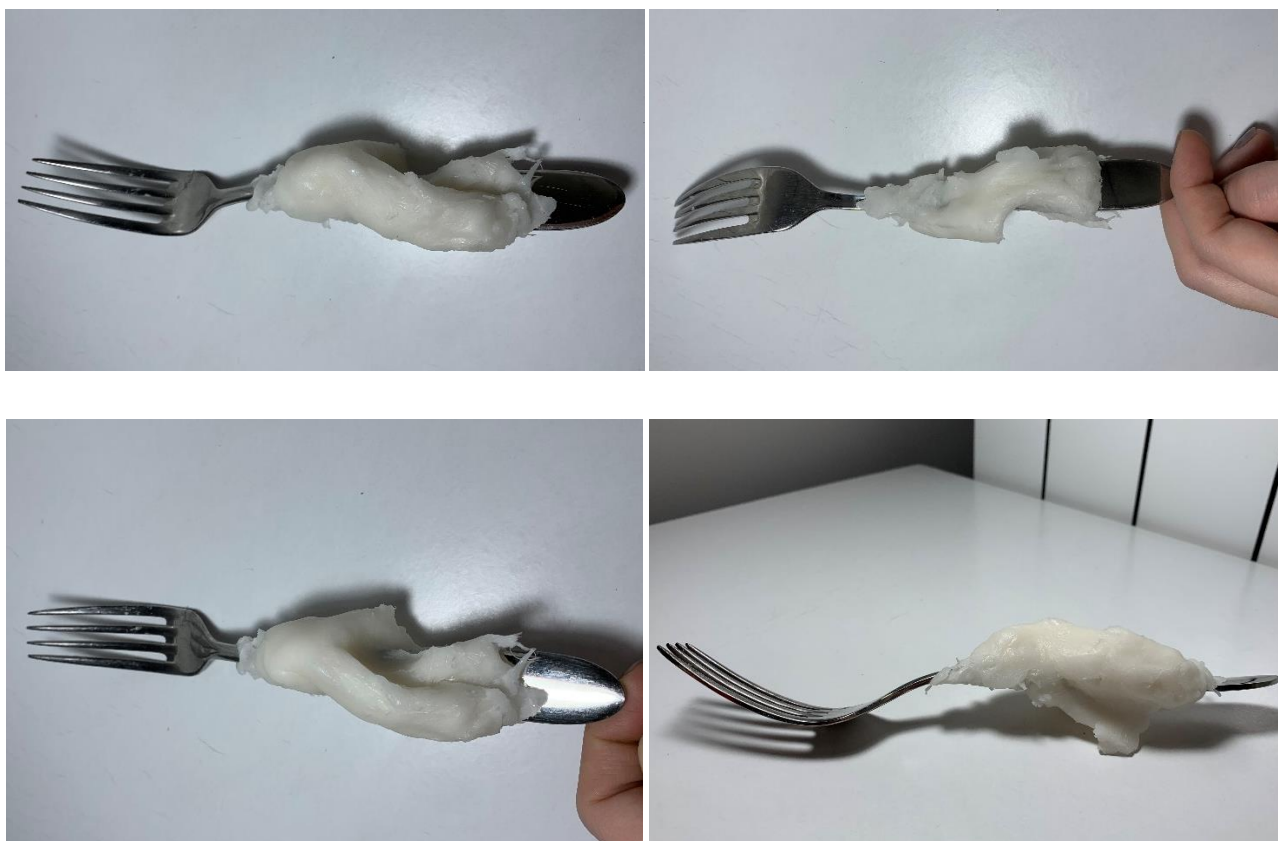


Figura 31: Imágenes del molde de la forma de agarre del tenedor de Nicolás.

5.4. Adecuación del primer diseño

Con las medidas y moldes obtenidos, explicados en el apartado anterior, se ha realizado otro prototipo. Se ha modificado el grosor del mango, haciéndolo más pequeño. Además, se le ha dado una mayor anchura a la parte del útil que se sitúa en la palma de la mano, la cual estará abrazada por los dedos anular y meñique. Este prototipo se ha realizado fijo al tenedor.

En este modelo no se han adjuntado anillos, puesto que se requiere libre la superficie del útil para poder obtener la curvatura exacta de la mano del niño, de la forma que él lo agarra, sin dirigirle la dirección del dedo.



Figura 32: Vista en planta del segundo prototipo.



Figura 33: Vistas laterales del prototipo.

Para obtener el ángulo del dedo corazón que maximiza la fuerza de éste se ha utilizado plastilina. Como se puede observar en las imágenes, al agarrar el niño el tenedor, el

dedo corazón se le dobla, ya que no tiene gran fuerza en éste, quedando un hueco entre su dedo y el útil.



Figura 34: Vista de la posición del dedo al agarrar el útil.

Se ha colocado plastilina en el prototipo y se ha moldeado hasta conseguir la forma de dicho hueco. De esta forma el útil a fabricar se asemejará lo mayor posible a la forma de su mano para que toda descansa sobre el útil, resultando confortable su agarre.



Figura 35: Molde de plastilina de la forma de agarre de Nicolás.

5.5. Diseño del prototipo final

Con los moldes y medidas tomadas se realiza el diseño del útil en el programa informático SolidWorks.

En primer lugar, se ha pensado en la realización del útil con la curvatura del tenedor, para conseguir así la máxima superficie de apoyo. Para ello se ha diseñado el tenedor en el programa, de este se ha obtenido la superficie curva y se ha realizado la pieza sobre esta. Esto se puede observar en las siguientes imágenes.

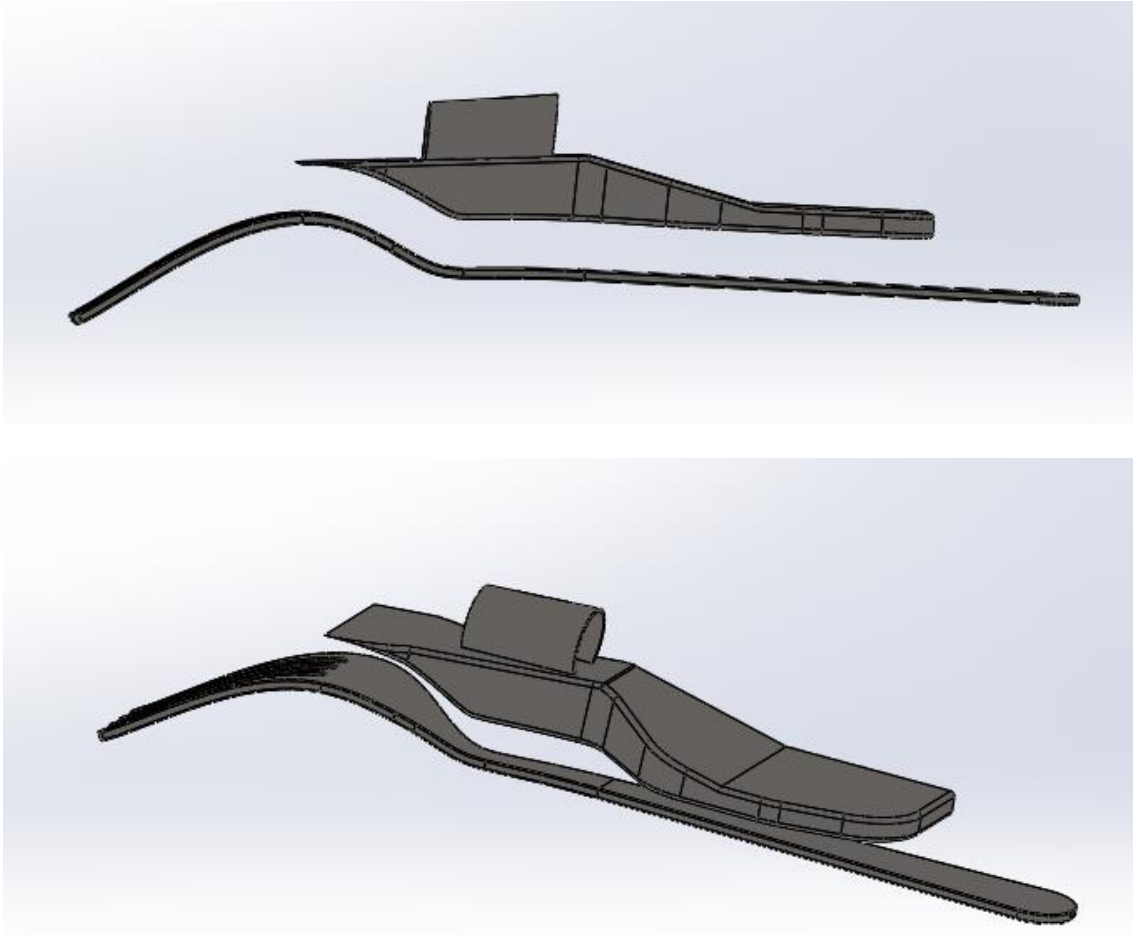


Figura 36: Apariencia del primer diseño en SolidWorks.

Este primer diseño se ha realizado con las medidas del segundo prototipo.

En este punto, ha llegado la incertidumbre del modo de sujetar el útil al tenedor. En primer lugar, se ha pensado en utilizar velcros. Esto permite ajustar el útil a distintos grosores de tenedor y es fácil de utilizar. Para ello, se adjuntan al diseño dos piezas que se sitúan fusionadas con el útil en la parte inferior, en el lado del tenedor. Se caracterizan por sobresalir del útil una pequeña distancia, suficiente para el paso del velcro.

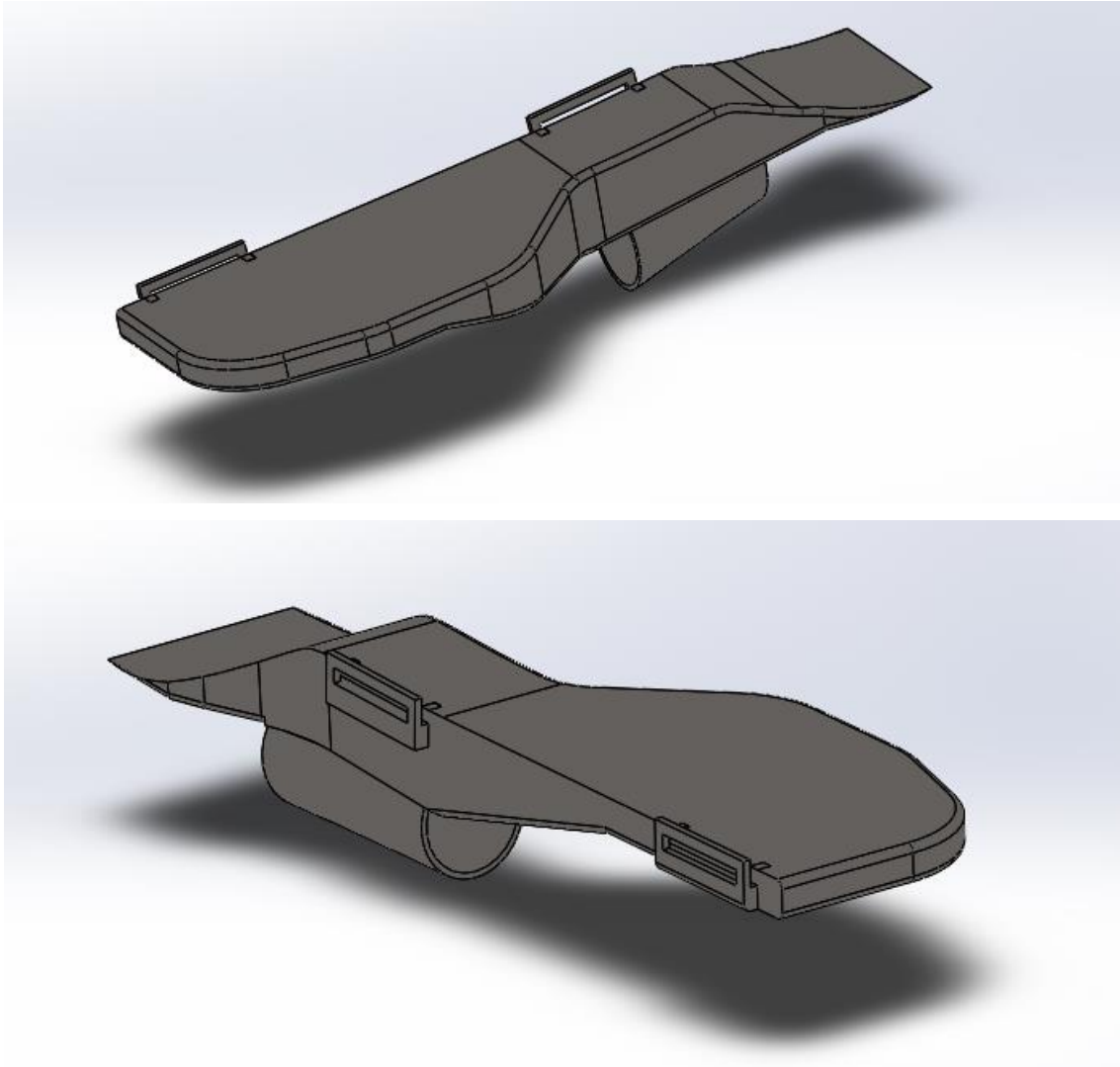


Figura 37: Imágenes del diseño para velcros.

La sujeción con velcros tiene la pega de la suciedad. Puesto que, siendo un útil para comer, uno de los requerimientos principales es que no se ensucie de forma fácil. El velcro es todo lo contrario, puesto que se ensuciará fácilmente con la comida, por lo que no es un sistema práctico.

Para eliminar esta debilidad, se ha pensado en otra manera de ajustar el tenedor. La colocación de 3 pestañas del mismo material, integradas también en el útil. De forma que ejerzan presión entre el tenedor y el útil. Para una correcta sujeción el material deberá ser algo flexible, para que no se estropeen con el uso.

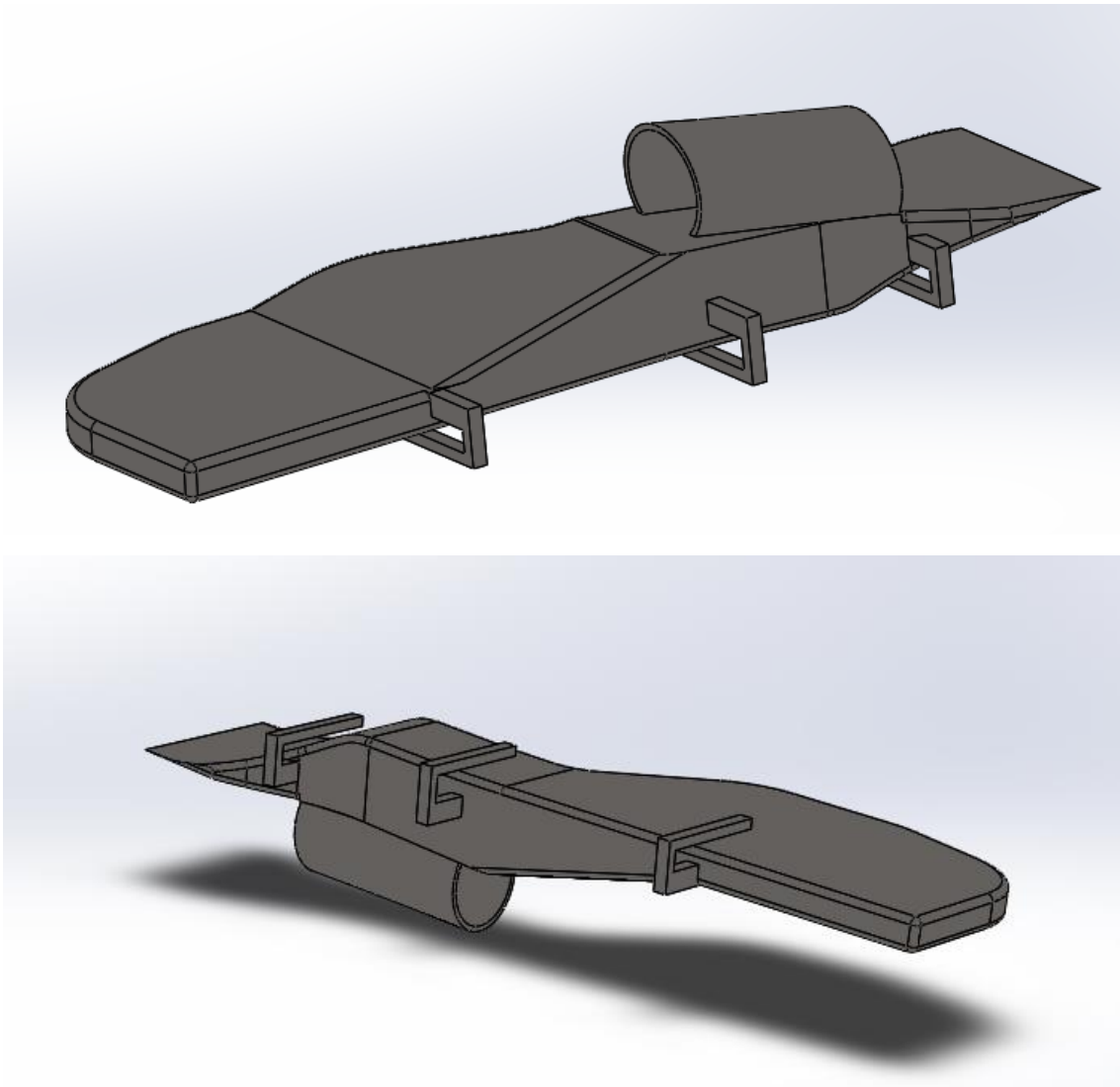


Figura 38: Útil con sujeción por tres pestañas.

Tras pensarlo detenidamente, se han observado algunos inconvenientes, los cuales se han tratado de solventar probando con la realización de un nuevo prototipo. Este se ha fabricado en 2 piezas separadas, un cilindro y una superficie plana con mayor grosor en la palma de la mano. Este ha sido pensado plano en lugar de con la curva del tenedor para conferirle mayor adaptabilidad. Al realizar el modelo con curvatura, se reduce su uso a un determinado tipo de tenedores puesto que en otros no encajaría el útil. Esto es un inconveniente, ya que el niño utiliza diferentes tenedores en casa, en el colegio etc. Aunque en esencia todos son iguales, todos tienen distinta curvatura y medidas. Al crear el útil con una superficie plana en lugar de curva, esta apoya en dos puntos en lugar de a lo largo de toda la cara y es adaptable a las diferentes formas de los tenedores.

El cilindro se ha diseñado de forma que sujete a la vez el útil al tenedor y a la mano. En la siguiente imagen se puede observar los dos puntos en que se apoya la superficie del útil al tenedor y la forma de sujeción del cilindro.

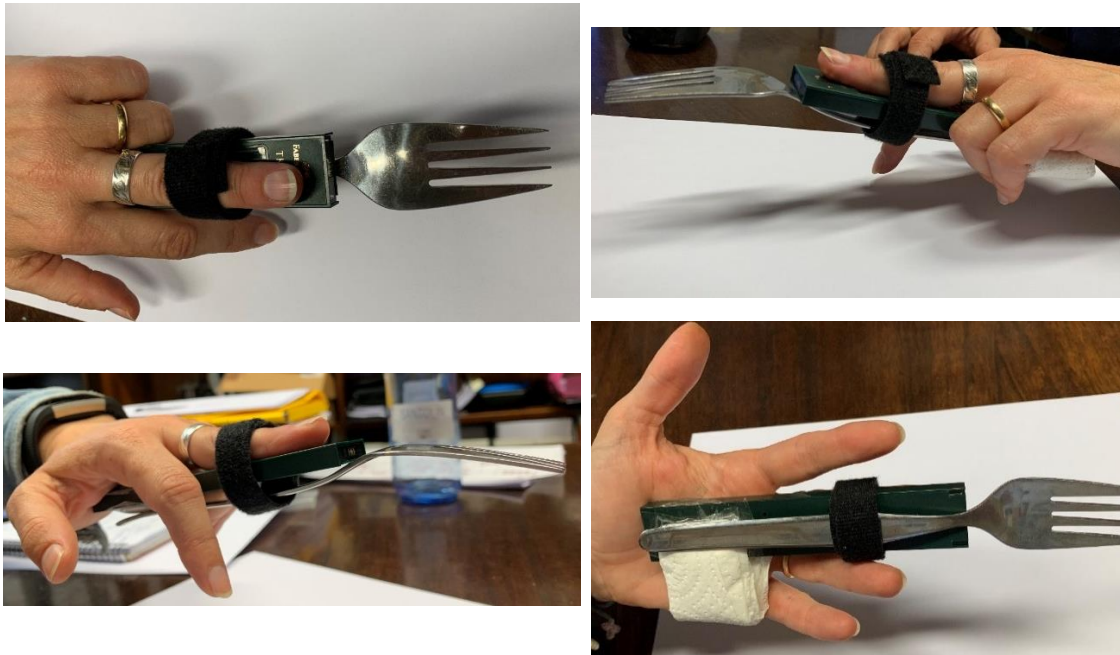


Figura 39: Prototipo número 3 de dos piezas.

Al realizarlo, se prueba y se verifica que el cilindro hace que el útil quede totalmente agarrado y fijo a la mano. Al pinchar y situar la mano boca abajo, el tenedor no se cae. Además, con el dedo pulgar se abraza el tenedor, por lo que queda fijo en 2 puntos. El utensilio y el tenedor están lo suficientemente fijos para una buena comodidad al comer. Antes de la realización de este diseño en SolidWorks se ha verificado su uso con Nicolás.



Figura 40: Validación del diseño con el niño.



Figura 41: Vista del agarre del utensilio por Nicolás.

Con el niño se han comprobado varios puntos.

En primer lugar, se ha observado que, en el caso de su mano, el único punto de sujeción es el cilindro, ya que no es capaz de abrazar el útil y el tenedor ni con el dedo pulgar, ni con el meñique y el anular. Por lo tanto, el único punto de sujeción es el cilindro, así que el tenedor puede salirse fácilmente, por lo que no es cómodo su uso.

Por otro lado, el cilindro hace un efecto palanca entre el dedo y el tenedor, y al ser su dedo tan pequeño, la fuerza se concentra en el apoyo entre el dedo y el cilindro y le hace daño. Además, al ser tan fino su dedo, el cilindro debe ir ajustado para que no se le caiga por lo que todavía le hace mayor daño. Por estos dos motivos queda descartada la opción de realizar un cilindro que sujete el útil al tenedor y a la mano.

Del mismo modo, se ha verificado que es una buena opción realizar la superficie del útil plana, puesto que con los dos puntos de apoyo de ésta sobre el tenedor es suficiente. De esta forma se consigue mantener su adaptabilidad a cualquier tenedor.

Por lo tanto, de esta última validación se extrae que son necesarios dos tipos diferentes de sujeción, uno entre el útil y el tenedor y otro entre el útil y la mano. Para la mano se utilizará un cilindro que ate el dedo al útil, se consigue una buena sujeción con esta y con el agarre de los dedos anular y meñique. En el caso del tenedor, se utilizarán las pestañas propuestas en la figura 38, aunque algo modificadas, para darle mayor superficie de apoyo.

El diseño realizado en SolidWorks para proceder a imprimirse, es el que se observa en la siguiente figura.

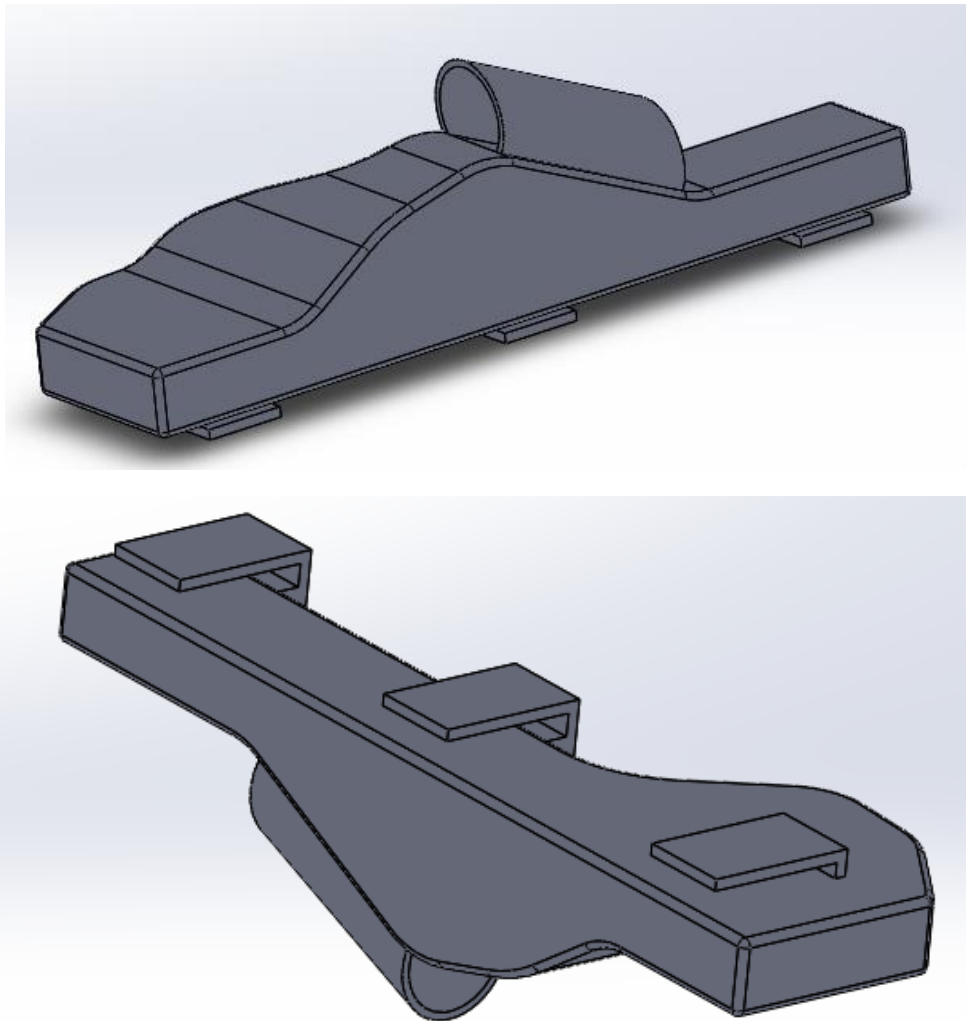


Figura 42: Diseño final del útil.

5.6. Materiales utilizados

En lo que a materiales se refiere, se han barajado varias posibilidades.

En primer lugar, el tercer prototipo se pensó para ser fabricado en dos materiales diferentes. El cilindro en silicona mediante un molde metálico y la otra pieza del útil en resina por impresión 3D. El cilindro en silicona, para que fuese flexible y más adaptable al dedo corazón que el plástico. Esta idea ha sido desechada al observar que no es buena idea realizar el prototipo en esas dos piezas.

En segundo lugar, se ha querido realizar el prototipo entero en silicona. Puesto que se trata de una sola pieza, para que fuese cómodo de agarrar. Se ha comprobado esta idea fabricando un bloque de silicona, pero esto no ha sido una buena opción por varios aspectos. Primero, porque la silicona no es lo consistente que se necesita para este

objeto. Se dobla y no transmite la fuerza necesaria desde la palma y los dedos meñique y anular. Por otra parte, para que fuera más consistente, sería suficiente con brindarle mayor espesor, pero esto no es factible ya que habría que darle tal grosor que no sería ni cómodo ni posible de agarrar por la mano del niño.

Al desechar la posibilidad de fabricar toda la pieza en silicona, se ha sopesado la primera opción adaptada al diseño final. Esto es, realizar casi toda la pieza en resina, fabricado por impresión 3D y pegar el accesorio para cubrir el dedo, fabricado en silicona. De esta forma se consigue que el modelo sea cómodo para el dedo y adquiera la rigidez necesaria para ejercer fuerza. El problema de esta alternativa es la manera de pegar ambas piezas y la consistencia de la unión.

Por último, se ha optado por una solución útil y más fácil de realizar. El útil se ha impreso por completo mediante una impresora 3D líquida, la cual utiliza un material llamado Proto GRY. Este material es lo suficientemente rígido y capaz de transmitir la fuerza requerida para la utilización correcta del tenedor. Para que este material no le haga daño en el dedo al niño, puesto que es rígido, se va a utilizar un protector de dedo comercial, fabricado en gel y tela. Éste es fácil de poner, además de cómodo y práctico. De una compra del producto se tiene para 3 piezas, puesto que es un tubo largo que se puede cortar. Además, es lavable, por lo que, aun siendo tela, es adecuado para esta aplicación, ya que tiene altas probabilidades de mancharse.

5.7. Fabricación del útil

Para la fabricación del utensilio se utiliza una impresora 3D de impresión con líquido. El modelo utilizado es el FabPro 1000, cuyas características se pueden consultar en el Anexo 1.

En la siguiente figura 43 se puede observar el modo de funcionamiento de la impresora. Esta posee un recipiente con el líquido de impresión, en la parte superior está situada la cama de impresión, la cual sube y baja durante el proceso. La impresión se produce al incidir una luz ultravioleta sobre el líquido, cuyo patrón se deposita sobre la cama de impresión.

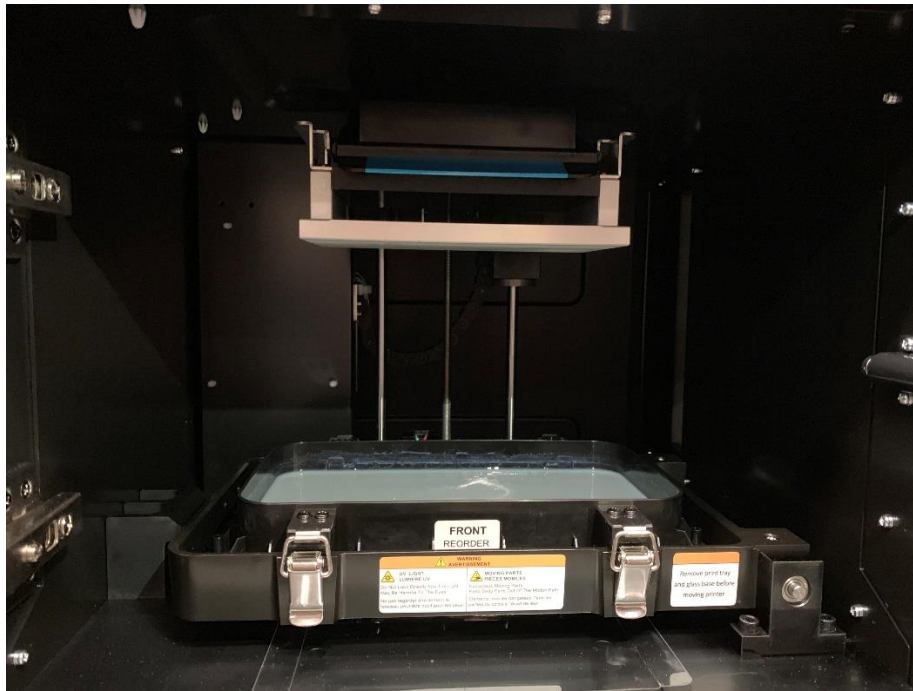


Figura 43: Apariencia del interior de la impresora 3D.

La impresora tiene restricciones sobre el tamaño, puesto que la cama de impresión tiene unas dimensiones de 125x70x20 mm. Por consiguiente, al tener el útil una medida de 140 mm será necesario modificarlo para poder imprimirlo. Se tienen dos opciones, la primera es recortar el útil y comprobar si cumple con las necesidades propuestas. Si esta opción no fuese válida, se debe realizar el útil en dos piezas en lugar de en una. Para ello, habrá que ver en qué zona es más adecuado realizar el corte y la forma de fijación de ambas piezas. La unión debe ser apta para transmitir la fuerza requerida y será necesario comprobar que el útil no se curva en esa zona.

Por mayor sencillez, se ha realizado la primera opción, por lo que se ha modificado la medida del útil de 140 mm a 127 mm, y, para que sea posible su impresión, se ha colocado en diagonal en la cama de impresión.

La impresora utiliza los archivos generados en SolidWorks y genera varios archivos de información. De estos se obtiene el tiempo que tarda en realizar la impresión, para lo cual emplea 2 horas y 7 minutos.

En la figura 44 se observa la posición de impresión del útil, la base utilizada es la cara plana, para que la impresión pueda realizarse sobre una base sólida y la solución obtenida sea firme.

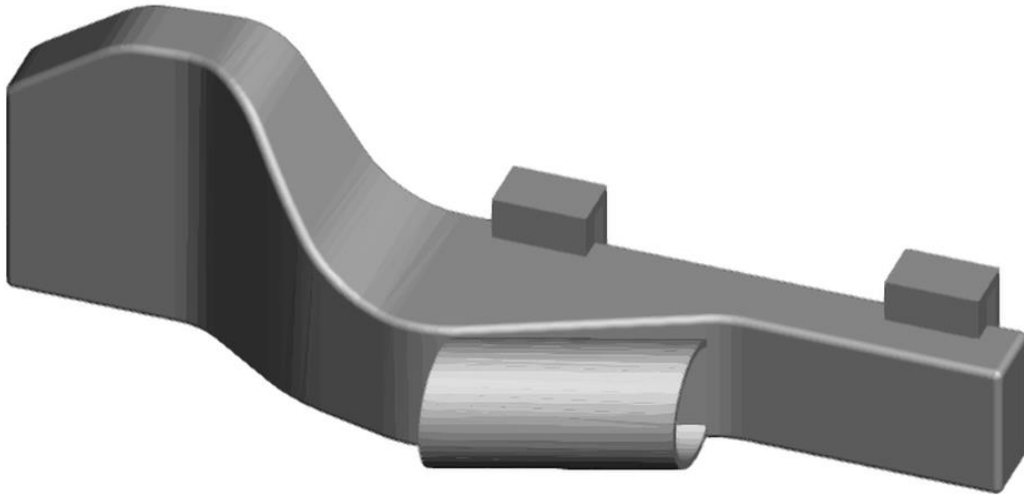


Figura 44: Posición del útil en la impresión.

De igual modo, genera archivos donde muestra las columnas de impresión que va a realizar, las cuales se muestran en la siguiente figura.

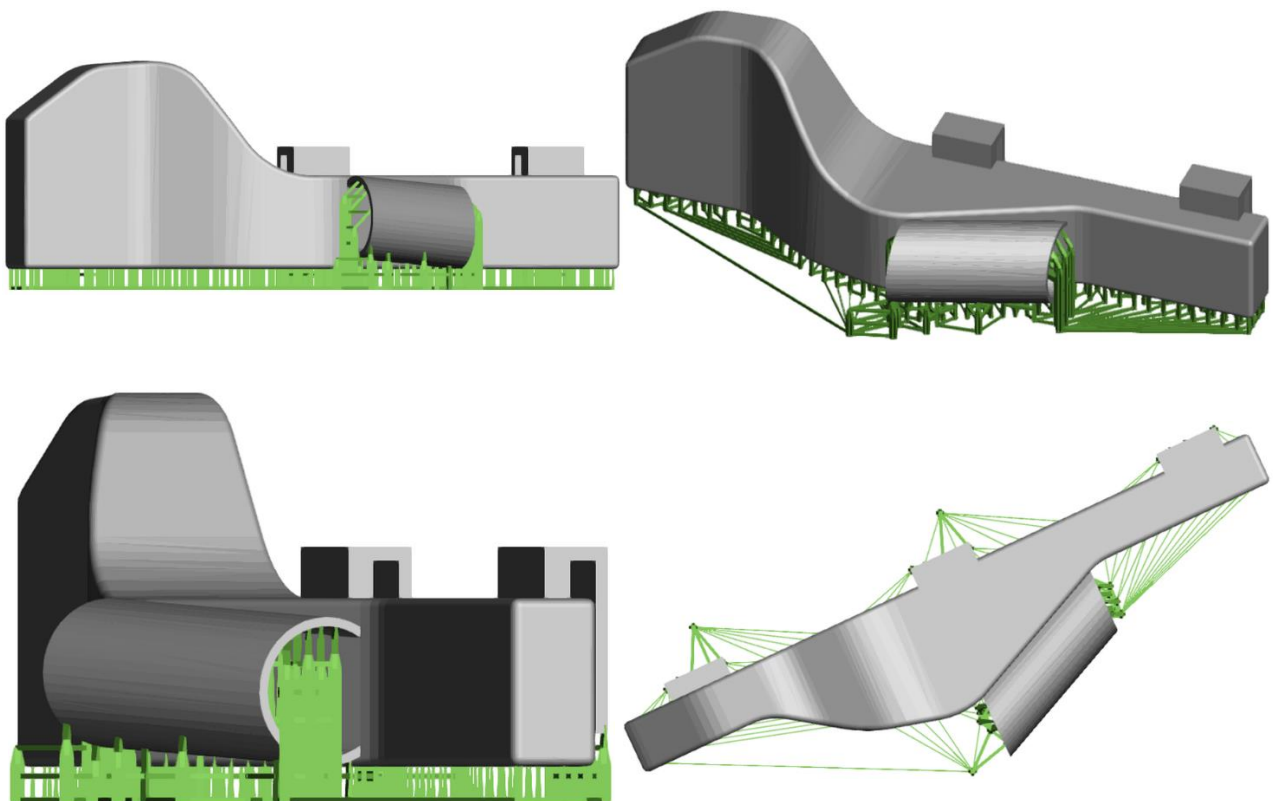


Figura 45: Imágenes de las columnas generadas por la impresora 3D.

Tras la impresión de la pieza, esta se introduce en una máquina de poscurado, en la cual se produce su secado y curado de 60 minutos. La herramienta utilizada para ello es la UV LC-3DPrintBox (figura 46), la cual utiliza luz ultravioleta para el proceso.

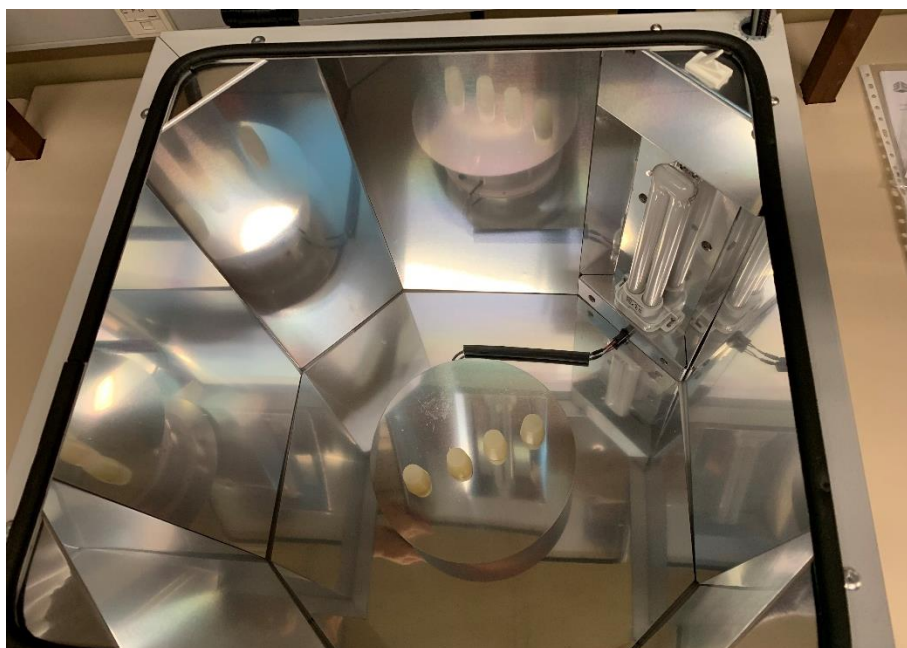


Figura 46: Caja de poscurado por luz ultravioleta.

Tras el curado de la pieza, se le confiere un buen acabado eliminando las columnas de material sobrante y limándola. La apariencia real del utensilio tras la fabricación se puede observar en las siguientes imágenes.



Figura 47: Apariencia del útil tras su impresión.

Tras la impresión del útil, se ha observado que el diámetro conferido para el dedo no ha sido el adecuado, por lo que ha sido modificado. Se ha cortado el cilindro para poder observar la validez de la curva conferida al utensilio. Además, ha sido necesario sujetar el utensilio al tenedor puesto que, debido al poco espesor de las pestañas, estas se han roto al introducir el tenedor en ellas.



Figura 48: Validación del diseño impreso.

En la imagen se observa que la curvatura del útil es la correcta y que el niño puede pinchar con mayor fuerza que sin la utilización del utensilio.

Para obtener el diámetro correcto del cilindro, se le ha añadido una pieza, esta modificación se puede ver en la siguiente figura. Con este diseño se obtiene el diámetro y forma necesaria de la parte que cubre el útil.

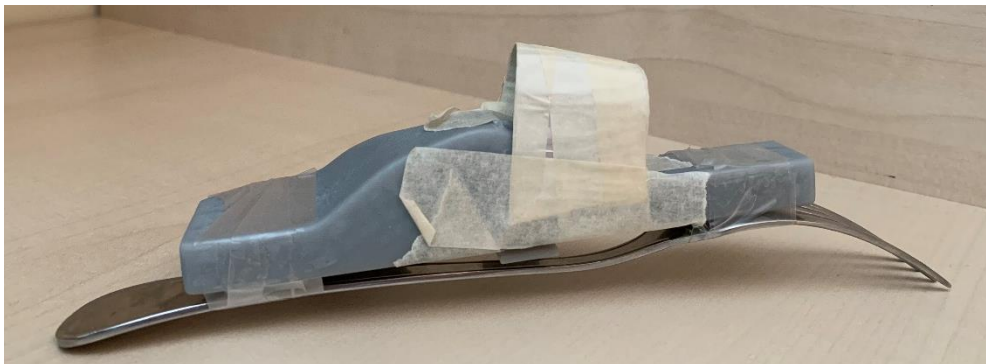


Figura 49: Apariencia del objeto tras las modificaciones.

Con las modificaciones realizadas, se han comprobado las medidas con Nicolás, utilizando la pieza de gel.



Figura 50: Validación del diseño tras las modificaciones.

Tras las comprobaciones efectuadas, se ha modificado el diseño en SolidWorks, aumentando la apertura para el dedo corazón y cambiando el espesor del útil. También se ha observado que la pestaña central es insertible, por la curvatura del tenedor, y, que se requiere un mayor espesor para las pestañas de los extremos.

La curvatura para la palma de la mano y la largura del útil se ha comprobado que es la correcta, por lo que no se han modificado dichas medidas. La apariencia y medidas finales del útil final se pueden observar en los planos adjuntos tras la memoria.

6. ORIENTACIÓN DE LAS VENTAS DEL PRODUCTO

Se ha pensado en la posibilidad de la fabricación y producción del utensilio diseñado. Se trata de un objeto adaptado a las necesidades de cada cliente, el cual tendrá distintas malformaciones y diferente apariencia de la mano, por lo que no será posible la fabricación en masa del objeto. Por ello, se ha descartado la fabricación mediante moldes metálicos puesto que sería necesario fabricar un molde diferente para cada cliente, lo cual no es rentable.

En consecuencia, el útil se fabrica por impresión 3D, para la compra de la impresora y sus accesorios se realiza una inversión inicial, cuya amortización se ha estimado en un periodo de 5 años, como se muestra en el presupuesto del apartado 7. Se ha estimado un volumen de ventas de 300 unidades al año.

Para que la venta sea rentable, se parte de los planos ya realizados para el primer cliente, de los cuales se modificarán 5 parámetros característicos de la mano de cada usuario.

Los cinco parámetros que se van a tener en cuenta para modificar las medidas del útil son los siguientes:

- a: Hace referencia a la distancia existente entre el primer nudillo del dedo corazón y el centro de la palma de la mano.
- b: Medida de la anchura de la palma de la mano.
- c: Longitud total de la mano, desde el inicio de la palma hasta la punta del dedo corazón.
- d': Diámetro del dedo corazón. A esta medida se le suma 2 veces el grosor del tubo de gel y 2 mm, grosor del cilindro, para obtener la medida d del utensilio.
- e': Ancho de la curvatura de la palma de la mano. Con esta medida sumada al grosor del utensilio y restando el radio interior del cilindro, se obtiene el valor de e.

Los parámetros de medida de la mano de cada usuario se pueden observar en la figura 51.

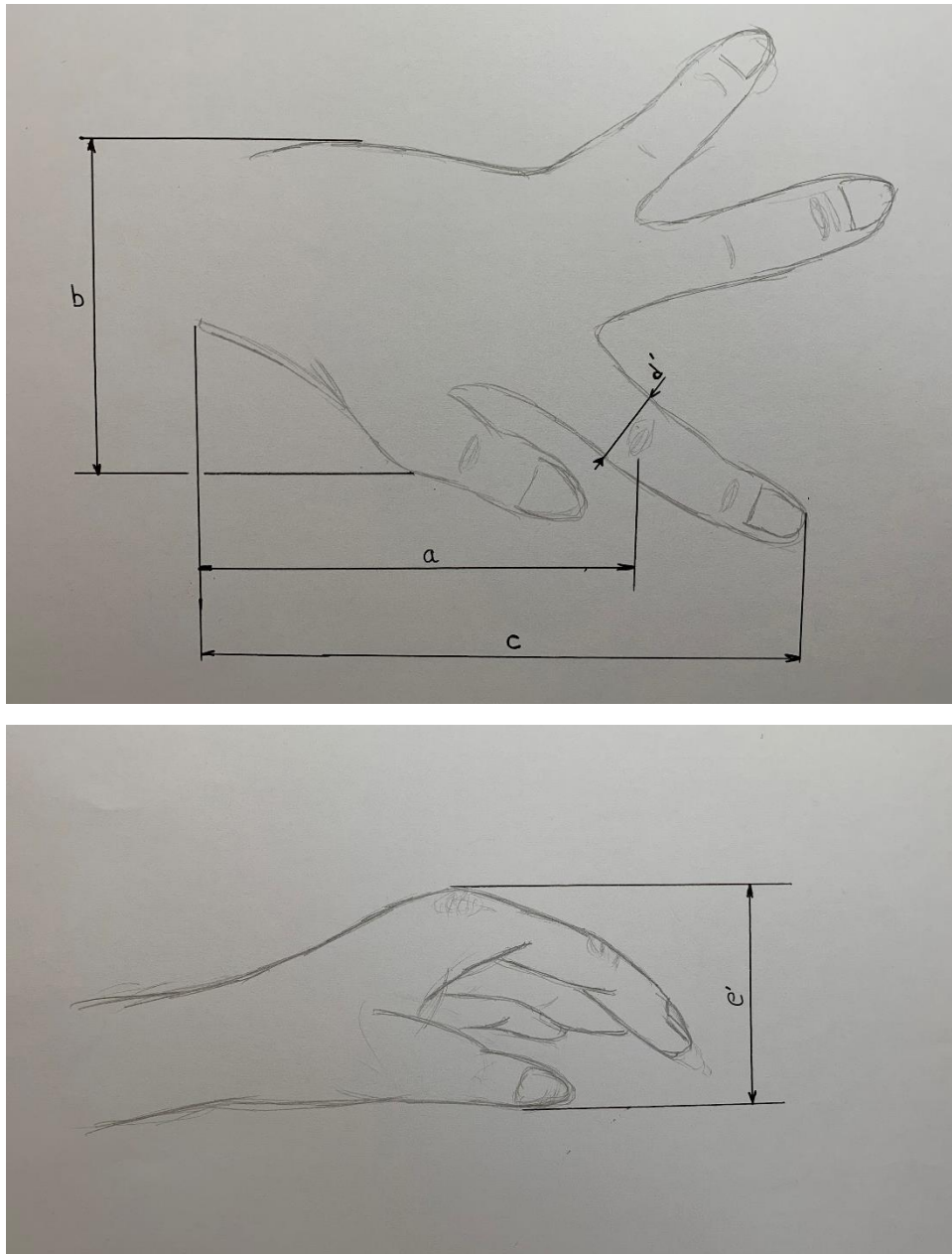


Figura 51: Parámetros de la mano.

Los 5 parámetros medibles en la mano de cada cliente (a, b, c, d', e') hacen referencia a las medidas parametrizables en el útil (a, b, c, d, e), las cuales se muestran en el plano número 5.

Las medidas mínimas y máximas de estos parámetros se han expuesto en la tabla 3, además de los valores de los parámetros para el caso de este proyecto. Las restricciones son debidas a la capacidad de la impresora y a imposibilidades de construcción.

	a	b	c	d	e
Mínimo	20	18	70	15	10
Actual	72	40	127	20	29
Máximo	80	75	130	25	35

Tabla 3: Datos específicos de las cotas a modificar para cada cliente.

En el apartado 7.3 se continúa con las líneas de este apartado, explicando la viabilidad de la fabricación del producto.

7. PRESUPUESTO

Para la realización del presupuesto se ha estimado un volumen de ventas de 300 unidades anuales, alrededor de una unidad por día. Para el cálculo de la inversión se ha calculado la amortización en 5 años.

El total del presupuesto se puede ver en la primera tabla. De la cual se obtiene un precio de producto de 57,3 €, su precio de venta al público, PVP, será de 60 €.

Concepto	IMPORTE (€)
Diseño	29,33
Materiales	18,00
SUBTOTAL	47,33
IVA 21 %	9,94
TOTAL	57,27

Tabla 4: Presupuesto del producto.

En los siguientes capítulos se ha desglosado el precio del diseño y de cada componente. Para ello se han tenido en cuenta los siguientes detalles.

Se ha calculado el coste del diseño inicial del prototipo, el cual se dividirá en el total de piezas pensadas para vender cada año, 300. De esta forma, se tiene en cuenta un rediseño anual para mejorar el producto.

La adaptación del prototipo a la mano de cada cliente se ha estimado en 1 hora, la cual tiene menor coste que las horas de su primer diseño o rediseño, debido a que, en un futuro, podrá ser una actividad desempeñada por un técnico, en lugar de por un ingeniero. Este tiempo se ha pensado para modificar las 5 medidas características que definen el útil, las cuales han sido comentadas en el apartado 6.

Por otra parte, se ha desglosado el coste de los materiales, apartado 7.3, el cual se ha dividido en dos tablas, una para el elemento comercial y otra para la pieza a fabricar.

En el costo de la pieza a fabricar se tiene en cuenta tanto el precio del material utilizado, 200 € el cartucho de FabPro proto GRY, así como el coste por unidad de la amortización de la impresora 3D, la cual tiene un precio de 4.295 €, que, amortizándola en 5 años, con una venta de 300 piezas anuales, tendrá un coste de 2,9 € por pieza.

7.1. Capítulo 1: Diseño

Concepto	Horas mano de obra (h)	Coste mano de obra (€/h)	TOTAL COSTE POR TAREA (€)
Diseño del prototipo	40	70	9,33
Adaptación del diseño al usuario	1	20	20,00
SUBTOTAL			29,33
IVA (21%)			6,16
TOTAL			35,49

Tabla 5: Precio de costo del diseño del producto.

7.2. Capítulo 2: Materiales

Elemento	Cantidad	Costo unitario (€/pieza)	Costo material (€)	TOTAL COSTO (€)
Protector dedo	1	8,20	2,73	2,73
SUBTOTAL				2,73
IVA (21%)				0,57
TOTAL				3,31

Tabla 6: Precio de elementos comerciales.

Elemento	Cantidad	Peso (kg)	Coste material (€/kg)	Costo material (€)	Coste fabricación (€)	Inversión necesaria (€)	TOTAL COSTO (€)
Pieza 1	1	0,062	200	12,4	2,9	4.295	15,26
SUBTOTAL							15,26
IVA (21%)							3,21
TOTAL							18,47

Tabla 7: Coste unitario del material empleado en la fabricación de cada pieza.

7.3. Capítulo 3: Viabilidad de la venta del producto

En este capítulo se va a analizar la viabilidad de ventas del producto, se van a diferenciar 3 casos distintos, en primer lugar, el caso estimado para este producto es de 300 ventas anuales, después se analizará el caso mínimo de 100 y por último para la venta de 1000 productos.

- Venta de 300 productos anuales: Tras el análisis de los distintos costos del producto, con la estimación de venta de 300 piezas al año, esto es una al día, se estima un precio de venta al público, PVP, de 60 €. Restando a este precio el costo de fabricación y de los materiales, se obtienen 42 €. De esta cifra se resta

un 10% para gastos generales y cuota de autónomos. Obteniéndose un beneficio industrial de 37 € por cada pieza vendida. Con la estimación de una venta al día, se obtendrá un beneficio de 700 € al mes por este producto.

- Si se consigue una venta de 100 productos, realizando los cálculos de los anteriores capítulos, se obtiene un precio de venta al público superior, de 90 €. De los cuales restando el 10% indicado en el caso anterior, se estima un beneficio industrial mensual de 495 €. Este precio es bastante elevado, por lo que peligraría la supervivencia del objeto en el mercado.
- Venta de 1000 productos anuales: El precio de venta al público por pieza será de 50 €. Del cuál se obtendría un beneficio industrial de 2500 € mensuales. Con este número de ventas se consigue vender el producto a menor precio y obtener mayor beneficio industrial, pero es un volumen muy grande para un objeto tan específico. Para un aumento tan grande de ventas sería necesario exportar el producto, lo que supondría un incremento de los gastos, específicamente en transporte.

8. CONCLUSIONES

Para concluir con el presente proyecto se va a analizar el cumplimiento de los objetivos a lo largo de todo el proceso. En primer lugar, se ha satisfecho el objetivo principal de solventar uno de los problemas de la vida cotidiana del niño, en concreto, la dificultad para cortar los alimentos al comer. Para ello, se han analizado las necesidades del niño mediante reuniones con él y sus padres. Del mismo modo, se han analizado las malformaciones y se han obtenido las medidas de su mano. En consecuencia, se han buscado diferentes soluciones para su vida, se han valorado y se ha procedido a realizar la más adecuada. Según los factores de valoración escogidos, en los que se han tenido en cuenta tanto los factores psicológicos del niño, como los factores técnicos del utensilio, la opción mejor valorada ha sido el utensilio para comer.

Durante el proceso de diseño y fabricación de dicho utensilio, se han atravesado varias etapas de dificultades, entre las que cabe destacar los distintos problemas para la sujeción del útil, así como la excesiva largura de éste para su impresión o la estrechez de la abertura para meter el dedo. Dichos problemas se han analizado y solventado.

Finalmente se ha analizado el nicho de mercado del producto y la manera de optimizar los recursos para obtener el mayor beneficio industrial de su venta.

El presente proyecto ha servido para analizar las dificultades que existen en el prototipado, diseño y fabricación de objetos creados para solventar las necesidades de las personas.

Para concluir, se confirma que se ha cumplido el objetivo principal del proyecto, el cual ha estado presente en todo el proceso, ayudar a que las tareas cotidianas del niño sean más fáciles. Se ha conseguido que el niño pinche con el tenedor con mayor fuerza y se ha mejorado su higiene postural al comer.

Pamplona, 2 de mayo de 2019



Fdo: Jerusalén Esparza García

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. García Ramírez, H. A. Morales Yépez, F. A. López Silva, J. A. Nares Rodríguez y U. C. de la Peña, «Pulgarización en paciente con hipoplasia de pulgar y amelia contralateral.,» *Revista de Sanidad Militar*, vol. 71, nº 5, pp. 468-468-472, 2017.
- [2] L. Peña Marrero, H. López Díaz, E. Albisu Santana y A. Valdez Díaz, «Surgical treatment of thumb hypoplasia,» *Revista cubana de ortopedia y traumatología*, 2005.
- [3] S. C. Tay, S. L. Moran, A. Y. Shin y W. P. Cooney, «The hypoplastic thumb,» *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, vol. 14, nº 6, pp. 354-366, June 2006.
- [4] T. Takagi, A. Seki, S. Takayama y M. Watanabe, «Current concepts in radial club hand,» *The open orthopaedics journal*, vol. 11, pp. 369-377, 2017.
- [5] T. Matsuno, O. Ishida, T. Sunagawa, O. Suzuki, Y. Ikuta y M. Ochi, «Radius Lengthening for the Treatment of Bayne and Klug Type II and Type III Radial Longitudinal Deficiency,» *The Journal of Hand Surgery*, vol. 31, nº 5, pp. 822-829, 1 5 2006.
- [6] T. Takagi, A. Seki, J. Mochida y S. Takayama, «Bone lengthening of the radius with temporary external fixation of the wrist for mild radial club hand,» *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, vol. 67, nº 12, pp. 1688-1693, 1 12 2014.
- [7] P. Valenti, E. Lozano Gonzales, E. Vergara Amador y L. Cogswell, «Les fentes médianes de la main : revue de 33 cas,» *Chirurgie de la Main*, vol. 27, pp. S121-S128, 1 12 2008.
- [8] E. J. Barrial Centeno, «Ortopediaencasa,» 2018. [En línea]. Available: <https://ortopediaencasa.com>. [Último acceso: marzo 2019].
- [9] Véronique y Bryon, «Hoptoys,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.hoptoys.es/>. [Último acceso: marzo 2019].
- [10] «Sanganxa music store,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.sanganxa.com>. [Último acceso: marzo 2019].

- [11] L. MakerBot industries, «Thingiverse,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.thingiverse.com/search?q=disability&dwh=475ca86875d828e>. [Último acceso: abril 2019].
- [12] «Mercadolibre,» [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-702423151-plastico-polimorfico-50gr-termoplastico-friendly-plastic-_JM. [Último acceso: abril 2019].
- [13] T. Julien, «Orthobullets,» [En línea]. Available: <https://www.orthobullets.com/hand/6067/radial-clubhand-radial-deficiency>. [Último acceso: febrero 2019].

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Diseño de material de apoyo para
facilitar la autonomía de personas con
malformaciones hipoplásicas de la
mano
APAU-MAHIMA



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

PLANOS

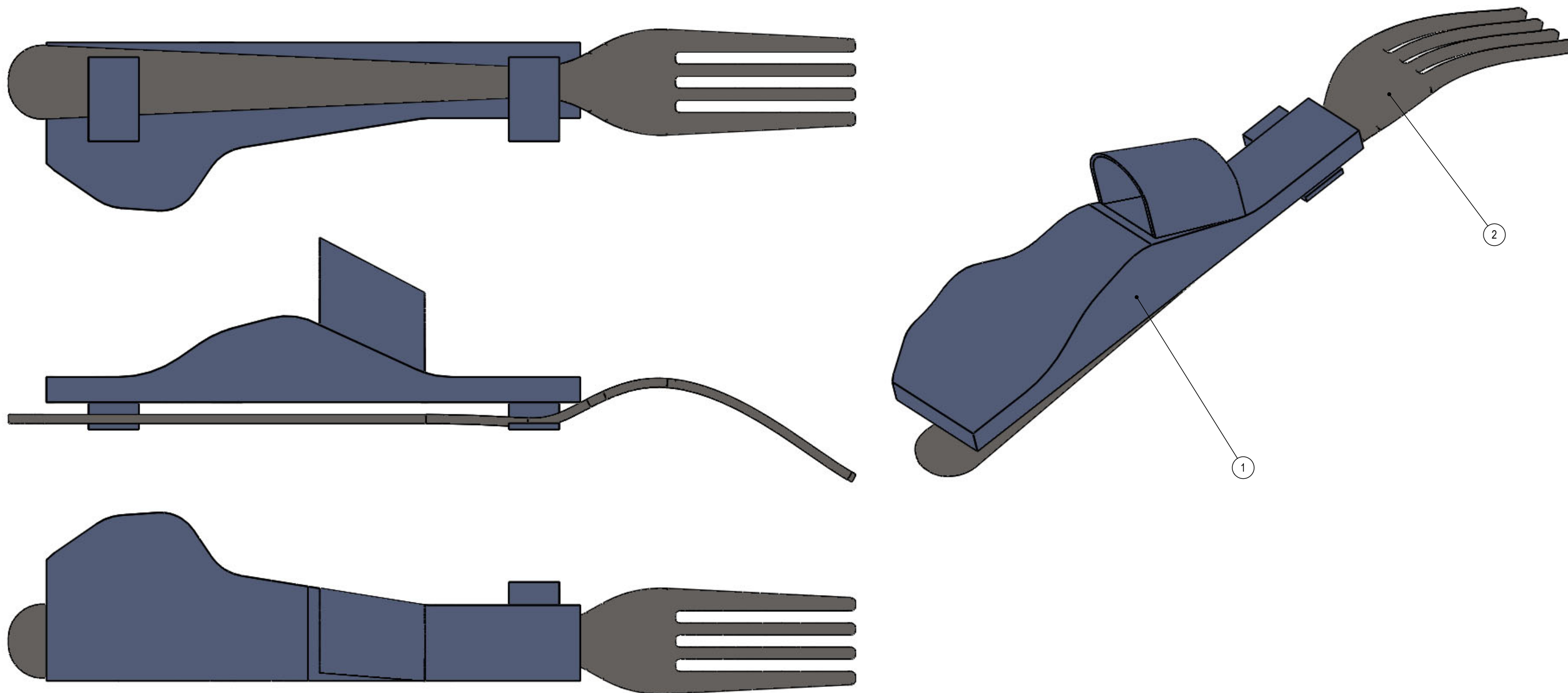
Autora: Jerusalén Esparza García

Directoras: Sara Marcelino Sádaba

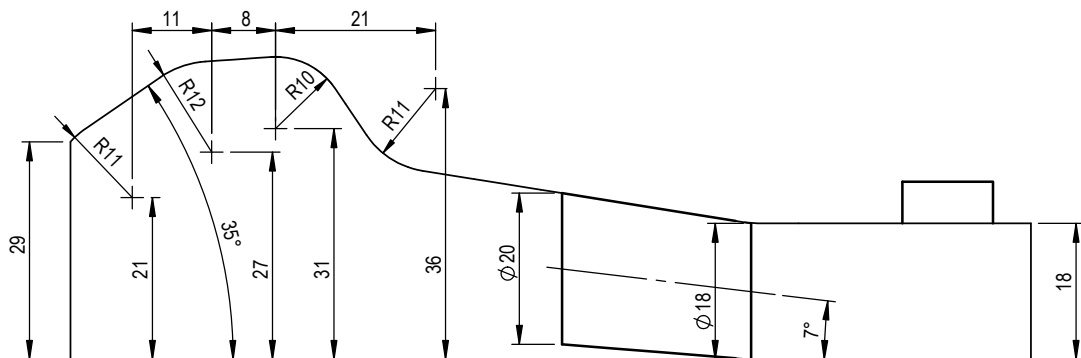
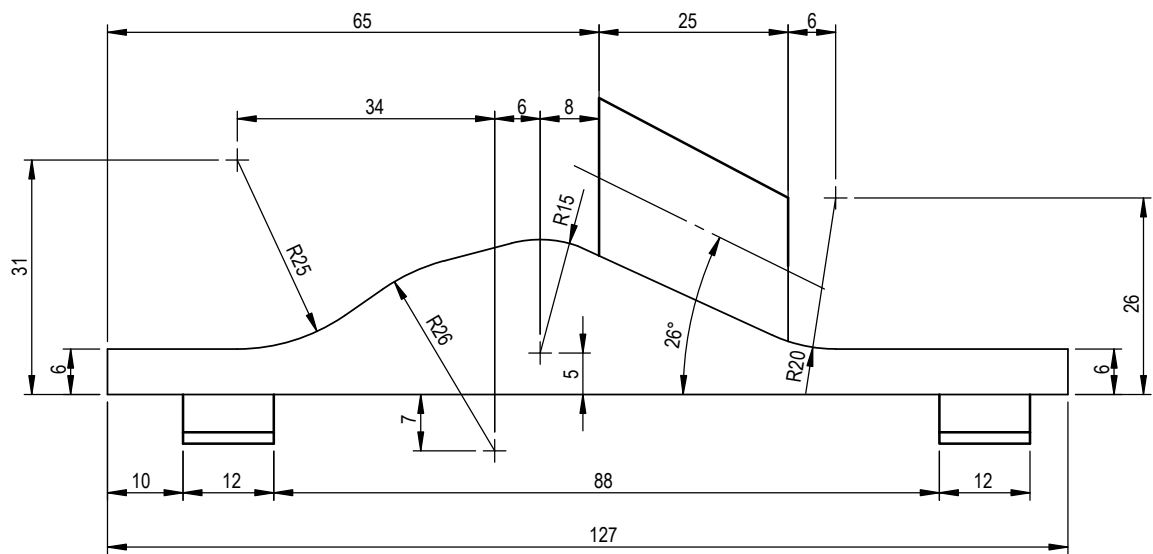
Marta Benito Amurrio

Pamplona, 2 de mayo de 2019

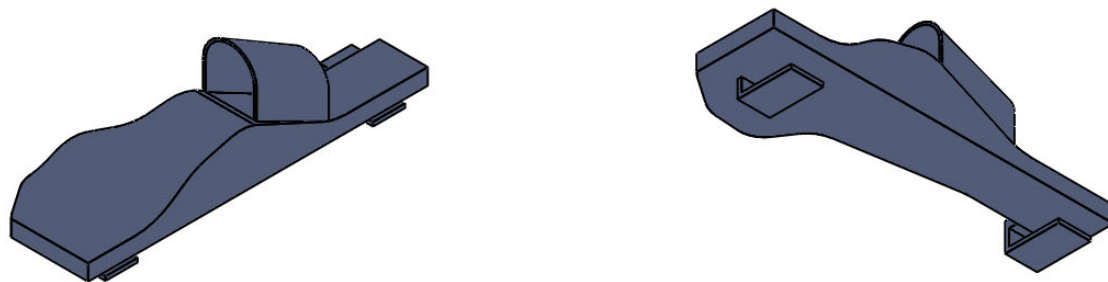
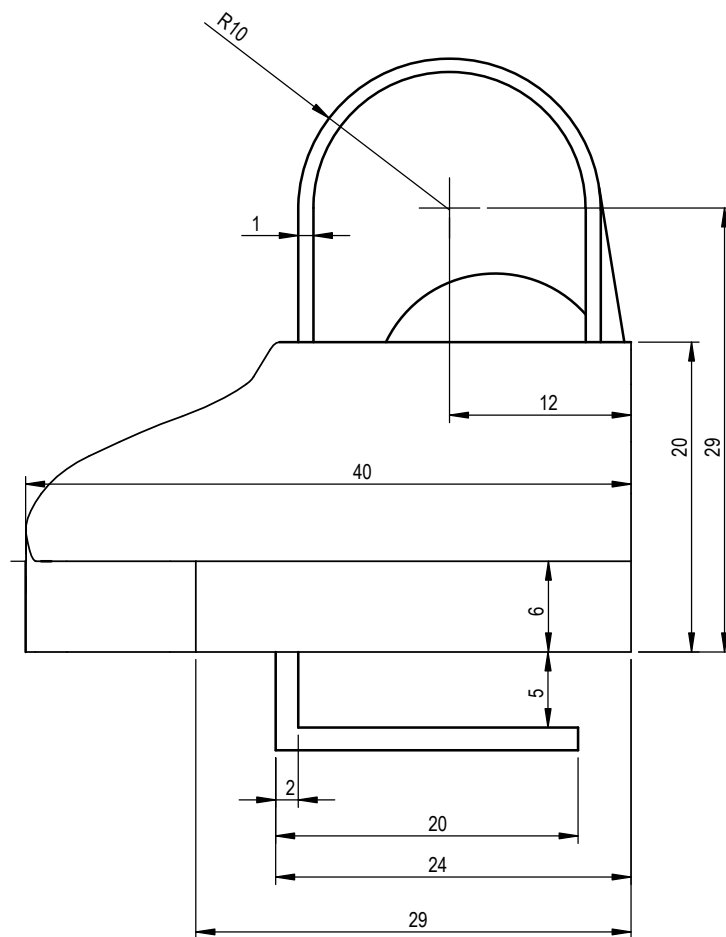




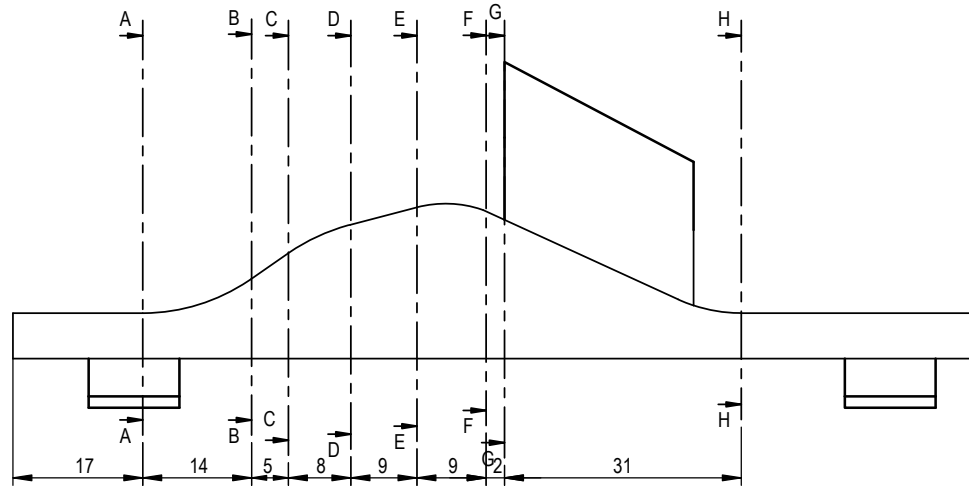
N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		MATERIAL		CANTIDAD	
1		UTENSILIO		RESINA PROTO GRY		1	
2		TENEDOR MODELO		ACERO		1	
		FECHA DATA	PLANO Nº PLANO ZENB.:	1		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA	02/05/2019	DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Funcionamiento Conjunto Utensilio		MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU		R1
APROBADO ONARTURIK		MATERIAL MATERIALA	Proto GRY		UNIDADES UNITATEAK		mm
TRABAJO FIN DE GRADO E.T.S.I.I.T		TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Curado 60 minutos		NOMBRE IZENA		JERUSALÉN ESPARZA GARCÍA
up ^{na}		PESO (g) PISUA	62				ESCALA ESKALA A3 1:1
		PROYECTO PROIEKTUA	DISEÑO DE MATERIAL DE APOYO PARA FACILITAR LA AUTONOMÍA DE PERSONAS CON MALFORMACIONES HIPOPLÁSICAS DE LA MANO				



	FECHA DATA	PLANO Nº PLANO ZENB.:	2	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK		
DIBUJADO EGILEA	02/05/2019	DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Alzado y planta del utensilio	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	R1	
APROBADO ONARTURIK		MATERIAL MATERIALA	Proto GRY	UNIDADES UNITATEAK	mm	
TRABAJO FIN DE GRADO		TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Curado 60 minutos	NOMBRE IZENA	JERUSALÉN ESPARZA GARCÍA	
E.T.S.I.I.T		PESO (g) PISUA	62			
upna		PROYECTO PROIEKTUA	DISEÑO DE MATERIAL DE APOYO PARA FACILITAR LA AUTONOMÍA DE PERSONAS CON MALFORMACIONES HIPOPLÁSICAS DE LA MANO		A4	ESCALA ESKALA
				1:1		

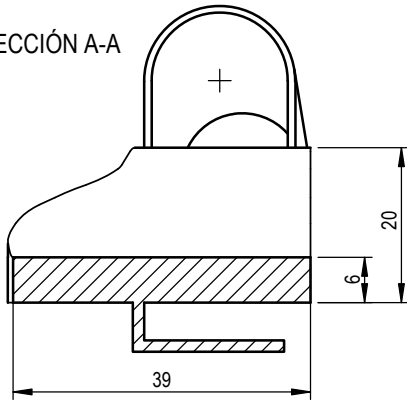


	FECHA DATA	PLANO Nº PLANO ZENB.:	3	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA	02/05/2019	DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Perfil y detalle del utensilio	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	R1
APROBADO ONARTURIK		MATERIAL MATERIALA	Proto GRY	UNIDADES UNITATEAK	mm
TRABAJO FIN DE GRADO		TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Curado 60 minutos	NOMBRE IZENA	
E.T.S.I.I.T		PESO (g) PISUA	62	JERUSALÉN ESPARZA GARCÍA	
up ^{na}		PROYECTO PROIEKTUA	DISEÑO DE MATERIAL DE APOYO PARA FACILITAR LA AUTONOMÍA DE PERSONAS CON MALFORMACIONES HIPOPLÁSICAS DE LA MANO		ESCALA ESKALA
				A4	2:1

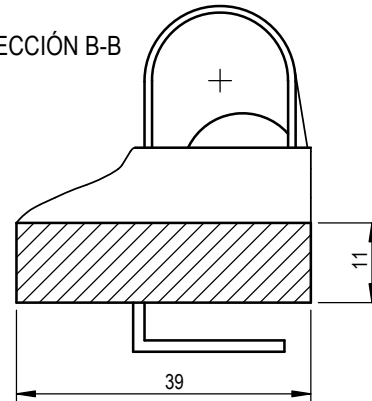


SECCIÓN C-C

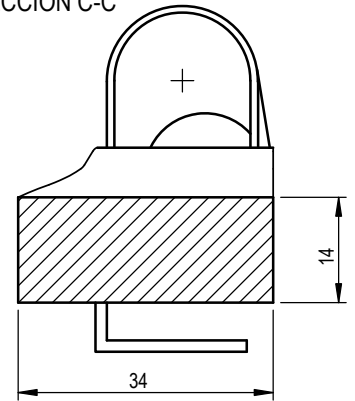
SECCIÓN A-A



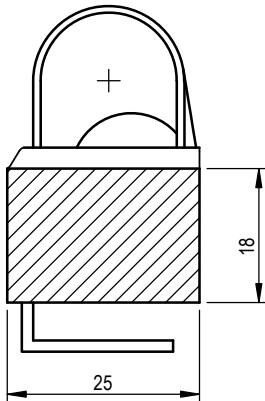
SECCIÓN B-B



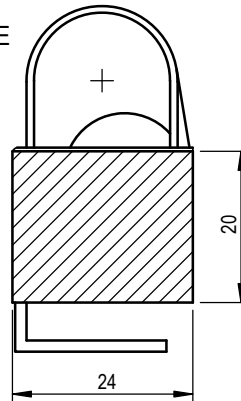
SECCIÓN C-C



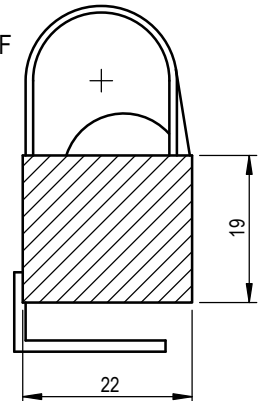
SECCIÓN D-D



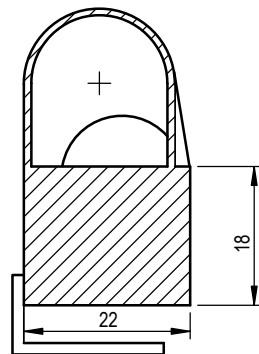
SECCIÓN E-E



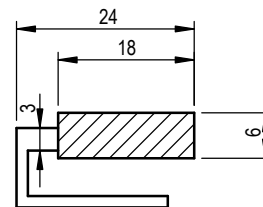
SECCIÓN F-F



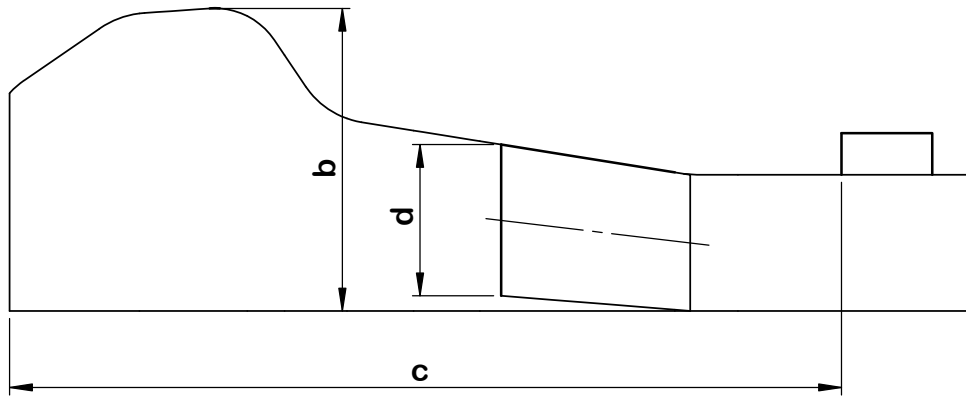
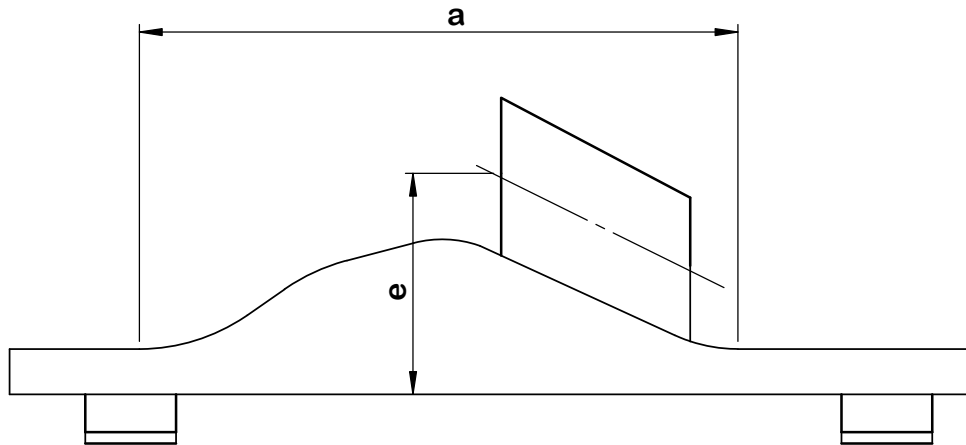
SECCIÓN G-G

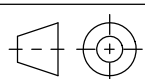


SECCIÓN H-H



	FECHA DATA	PLANO Nº PLANO ZENB.:	4	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA	02/05/2019	DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Alzado y secciones del utensilio		MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU
APROBADO ONARTURIK		MATERIAL MATERIALA	Proto GRY		UNIDADES UNITATEAK
TRABAJO FIN DE GRADO		TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Curado 60 minutos		NOMBRE IZENA
E.T.S.I.I.T		PESO (g) PISUA	62		JERUSALÉN ESPARZA GARCÍA
upna		PROYECTO PROIEKTUA	DISEÑO DE MATERIAL DE APOYO PARA FACILITAR LA AUTONOMÍA DE PERSONAS CON MALFORMACIONES HIPOPLÁSICAS DE LA MANO		
					ESCALA ESKALA
					A4 1:1



	FECHA DATA	PLANO Nº PLANO ZENB.: 5	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA	02/05/2019	DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Parámetros de adecuación cliente	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU R1
APROBADO ONARTURIK		MATERIAL MATERIALA	Proto GRY	UNIDADES UNITATEAK mm
TRABAJO FIN DE GRADO		TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Curado 60 minutos	NOMBRE IZENA
E.T.S.I.I.T		PESO (g) PISUA	62	JERUSALÉN ESPARZA GARCÍA
up ^{na}		PROYECTO PROIEKTUA	DISEÑO DE MATERIAL DE APOYO PARA FACILITAR LA AUTONOMÍA DE PERSONAS CON MALFORMACIONES HIPOPLÁSICAS DE LA MANO	
				ESCALA ESKALA 1:1
				A4

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Diseño de material de apoyo para
facilitar la autonomía de personas con
malformaciones hipoplásicas de la
mano
APAU-MAHIMA



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

ANEXOS

Autora: Jerusalén Esparza García

Directoras: Sara Marcelino Sádaba

Marta Benito Amurrio

Pamplona, 2 de mayo de 2019





Propiedades del sistema

Tamaño de la impresora	43 x 43 x 61.2 cm (16.9 x 16.9 x 24.1 pulgadas)
Peso	37.5 kg (82.67 libras)
Interfaz	Conexión Ethernet USB (impresión directa)
Software	3D Sprint™
Entrada de alimentación Impresora Con adaptador	24 V CC, 3,75 A 100 - 240 V CA, 2 A, 50/60 Hz
Tamaño del embalaje	62 x 62 x 101 cm (24.5 x 24.5 x 39.75 pulgadas)
Peso del embalaje	55 kg (121 libras) (incluido el pallet)

Especificaciones de impresión

Tamaño de la impresión	125 x 70 x 120 mm (4.92 x 2.76 x 4.72 pulgadas)*
Densidad de píxel	65 micras (0.0025 pulgadas) (390.8 ppp efectivos)
Grosor de capa	30 - 50 micras (de 0.0012 a 0.002 pulgadas) (depende del material)
Longitud de onda	405 nm

Entorno operativo

Temperatura	18 - 28 °C (64 - 82 °F)
Humedad (HR)	30 - 70 %

Opciones de material de FabPro 1000

FabPro Proto GRY	<ul style="list-style-type: none"> Material rápido de uso general para piezas gris opacas Ideal para aplicaciones industriales
FabPro Tough BLK	<ul style="list-style-type: none"> Material de producción duradero para producir piezas negras
FabPro JewelCast GRN	<ul style="list-style-type: none"> Material verde ideal para pequeños modelos maestros de artículos de joyería con gran detalle para patrones de microfusión de yeso

* El tamaño máximo de cada pieza depende de la geometría, entre otros factores.



3D Systems Corporation
333 Three D Systems Circle
Rock Hill, SC 29730
www.3dsystems.com

©2018 3D Systems, Inc. Todos los derechos reservados.
Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.
3D Systems es una marca comercial registrada y el logotipo de
3D Systems y FabPro son marcas comerciales de 3D Systems, Inc.



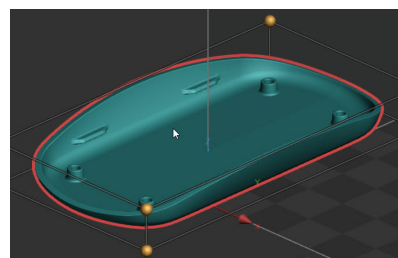
Impresora FabPro™ 1000

Un nuevo estándar en rentabilidad, calidad y velocidad en la categoría de impresoras 3D profesionales de grado industrial

Ideal para aplicaciones de ingeniería y joyería, la FabPro 1000 se destaca en prototipos de piezas pequeñas de bajo volumen y en la producción 3D con una gran variedad de materiales, produciendo así piezas de alta calidad a una gran velocidad, con costos operativos extraordinariamente bajos y facilidad de uso insuperable.

FabPro™ 1000

IMPRESORA 3D DE GRADO INDUSTRIAL



REDEFINIENDO LA PRODUCTIVIDAD

En comparación con los sistemas de la competencia, la FabPro 1000 ofrece velocidades de impresión de alto rendimiento hasta tres veces más rápidas para obtener piezas de mayor calidad con precisión y un acabado de superficies lisas.

SIMPLICIDAD DE PRINCIPIO A FIN

Preparar archivos de piezas para su impresión y controlar trabajos de impresión es sencillo con el software 3D Sprint™. Asimismo, sustituir las bandejas de impresión y cambiar los materiales resulta sencillo y el postprocesamiento es un simple proceso de dos pasos.



RESISTENCIA INDUSTRIAL

Esta impresora líder de grado industrial ofrece fiabilidad y durabilidad industrial en una plataforma resistente y compacta que proporciona la calidad profesional que las empresas necesitan, día tras día.

REDUCCIÓN DE COSTOS

FabPro 1000 está diseñada para realizar un uso eficiente y uniforme de los materiales y tiempos de ejecución repetibles, lo cual hace la producción y el prototipado 3D de esta impresora de grado industrial más accesible y amigable que nunca.

Materiales fabricados para proporcionar calidad. Aplicaciones diseñadas para usted.

Desde plásticos de ingeniería resistentes a materiales moldeables, los materiales de la FabPro 1000 están diseñados para proporcionar precisión y calidad.



FABPRO TOUGH BLK

Un material de plástico duradero para producir piezas negras destinadas al prototipado funcional y a piezas de producción. En combinación con la versatilidad, la fiabilidad y el pequeño tamaño de la FabPro, este material resistente proporciona a los ingenieros una solución para crear aplicaciones de prototipos rápidamente en el mismo escritorio.

FABPRO PROTO GRV

Un material plástico rápido y de uso general ideal para aplicaciones industriales. La impresión precisa de la FabPro en este material opaco gris se destaca por detalles de precisión y un acabado liso en la impresión, perfecto para modelos y prototipos de alta calidad.

FABPRO JEWELCAST GRN

Un material verde ideal para pequeños modelos maestros de artículos de joyería con gran detalle para aplicaciones de microfusión de yeso. Este material deja una cantidad mínima de ceniza tras el proceso de cera perdida para producir una calidad de fundición superior. Cree y produzca artículos de joyería personalizados u otras microfusiones que capturen detalles minuciosos y tengan un acabado de superficie liso.

Accesorios

- **Kit de acabado** (incluido con la impresora)
Un kit de acabado con las herramientas que necesita para limpiar* piezas y enjuagar depósitos y tapas. El cepillo para la limpieza de piezas y herramientas útiles están incluidos con la impresora.
- **Unidad opcional de poscurado UV LC-3DPrint Box de 3D Systems**
Hay disponible una unidad opcional de poscurado LC-3DPrint Box para piezas de curado UV, y es la unidad de curado UV recomendada para todos los materiales de impresión FabPro.
- **LC-3DMixer opcional de 3D Systems**
El material se puede mezclar manualmente con el agitador incluido, o bien el LC-3DMixer opcional automatiza este proceso agitando el contenedor de resina.



*No incluye alcohol isopropílico ni otro agente de limpieza necesario para limpiar las piezas.

FabPro™ Proto GRY

P/N 420101-901
Net Weight: 1kg



R18061507
2021-06-15

For Industrial use only
Protect from UV light
READ SDS before use



DANGER
GEFAHR
DANGER
PERICOLO
PELIGRO

Hazard Statements:

H315: Causes skin irritation
H317: May cause an allergic skin reaction
H319: Causes serious eye irritation
H361f: Suspected of damaging fertility
H412: Harmful to aquatic life with long lasting effects

Déclaration des dangers:

H315: Provoque une irritation cutanée. **H317:** Peut provoquer une allergie cutanée. **H319:** Provoque une sévère irritation des yeux. **H361f:** Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus. **H412:** Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Gefahrenhinweise:

H315: Verursacht Hautreizung. **H317:** Kann allergische Hautreaktionen verursachen. **H319:** Verursacht schwere Augenreizung. **H361f:** Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. **H412:** Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Dichiarazioni di rischio:

H315: Provoca irritazione cutanea. **H317:** Può provocare una reazione allergica cutanea. **H319:** Provoca grave irritazione oculare. **H361f:** Sospettato di nuocere alla fertilità. **H412:** Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.

Declaraciones de peligros:

H315: Causa irritación dérmica. **H317:** Puede causar reacción dérmica alérgica. **H319:** Causa irritación ocular grave. **H361f:** Se sospecha que perjudica la fertilidad. **H412:** Perjudicial para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Precautionary Statements:

P261: Avoid breathing gas/mist/vapours/spray
P264: Wash skin thoroughly after handling
P280: Wear protective gloves, protective clothing, eye protection
P302+350: If on skin, wash with soap and water
P305+351+338: If in eyes, rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses if present and easy to do. Continue rinsing
P333+313: If skin irritation or rash occurs: Get medical advice/attention
P362: Take off contaminated clothing and wash before reuse
P410+403: Protect from sunlight. Store in a well-ventilated place
P501: Dispose of contents/container in accordance with local/regional regulations

Déclaration des précautions à prendre :

P261: Éviter de respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols. **P264:** Se laver soigneusement la peau après la manipulation. **P280:** Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/ du visage. **P302+350:** En cas de contact avec la peau, laver avec précaution et abondamment à l'eau et au savon. **P305+351+338:** En cas de contact avec les yeux, rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en port et si elles peuvent être facilement enlevées. **P333+313:** En cas d'irritation de la peau ou d'éruption cutanée : Consulter un médecin. **P362:** Enlever les vêtements contaminés et les laver avant réutilisation. **P410+403:** Protéger du rayonnement solaire. Stocker dans un endroit bien ventilé. **P501:** Éliminer le contenu/récipient dans une installation d'élimination des déchets agréée.

Sicherheitshinweise:

P261: Einatmen von Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden. **P264:** Haut nach dem Gebrauch gründlich waschen. **P280:** Schutzhandschuhe / Schutzkleidung / Augenschutz tragen. **P302+350:** Bei Kontakt mit der Haut: Behutsam mit viel Wasser und Seife waschen. **P305+351+338:** Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. **P333+313:** Bei Hautreizung oder -ausschlag: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen. **P362:** Kontaminierte Kleidung ausziehen und vor Wiedergebrauch waschen. **P410+403:** Vor Sonnenbestrahlung geschützt Kühl an einem gut belüfteten Ort. **P501:** Inhalt/Behälter gemäß den örtlichen/regionalen Vorschriften entsorgen.

Dichiarazioni precauzionali:

P261: Evitare di respirare i gas/la nebbia/i vapori/gli aerosol
P264: Lavare accuratamente la cute dopo l'uso.
P280: Indossare guanti protettivi, indumenti protettivi, proteggere gli occhi.
P302+350: In caso di contatto con la cute, lavare con acqua e sapone.
P305+351+338: In caso di contatto con gli occhi, sciacquare accuratamente per diversi minuti. Rimuovere le lenti a contatto, se presenti e facili da togliere, quindi proseguire con il risciacquo.
P333+313: In caso di irritazione o eruzione della pelle: Consultare un medico.
P362: Togliere gli indumenti contaminati e lavarli prima di indossarli nuovamente.
P410+403: Proteggere dai raggi solari. Conservare in un luogo ben ventilato.
P501: Smaltire il contenuto/contenitore in conformità alla regolamentazione locale/regionale.

Declaraciones precautorias:

P261: Evitar respirar el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.
P264: Lavarse la piel concienzudamente tras la manipulación.
P280: Llevar guantes/prendas/gafas de protección.
P302+350: En caso de contacto con la piel: lavar suavemente con agua y jabón abundantes.
P305+351+338: Si entra en contacto con los ojos, enjuagar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitarse los lentes de contacto si están presentes y resulta fácil hacerlo. Seguir enjuagando.
P333+313: Si ocurre irritación dérmica o salpullido: consultar a un médico.
P362: Quitarse las prendas contaminadas y lavarlas antes de volver a usarlas.
P410+403: Proteger de la luz ultravioleta. Almacenar en un lugar bien ventilado.
P501: Eliminar el contenido/el recipiente de acuerdo con las normativas locales/regionales

DISCLAIMER OF LIABILITY: The following supersedes any related provision in your company's forms, letters, and agreements from, by or with 3D Systems Corporation. 3D Systems Corporation makes no warranty, whether expressed or implied, including warranties of merchantability or of fitness for a particular purpose for this product. No statements or recommendations contained in the product literature are to be construed as inducements to infringe any relevant patent now or hereafter in existence. Under no circumstances shall 3D Systems Corporation be liable for incidental, consequential, special, or other damages from alleged negligence, breach of warranty, strict liability or any other theory arising out of the manufacture, use, sale, or handling of this product. In no event shall the liability of 3D Systems Corporation for any claims arising out of the manufacture, use, handling, or sale of its products exceed an amount equal to the buyer's purchase price.



3D Systems, Inc
333 Three D Systems Circle
Rock Hill, SC 29730 USA
803-326-3900
www.3dsystems.com

3D Systems, Europe Ltd
Mark House
Mark Road
Hemel Hempstead
Herts HP2 7UA United Kingdom
+44 1442 282 600

CE

Vari-San
HYDROGEL

Tubos elásticos con gel recortables

TUBOS ELÁSTICOS CON GEL. RECORTÁVEIS
ELASTICATED DIGITAL TUBE. CUT TO SIZE

ES
Alivia y evita roces y fricciones en los dedos. Helomas interdigitales.

PT
Alivia e evita fricções e sobreposições nos dedos. Ajuda nas lesões queratóticas.

GB
Provides relief from pressure, friction. Helps in keratotic lesions.

CE

Vari-San
HYDROGEL

TUBOS ELÁSTICOS CON GEL RECORTABLES

INFORMACIÓN CONSUMIDOR

Composición: Tejido elástico y gel polimero.

Uso recomendado: Alivia y evita roces y fricciones en los dedos. Helomas interdigitales.

Modo de empleo: Recortar un trozo de tubo del tamaño adecuado. Aplicar en el dedo a proteger. Lavar en agua fría con jabón. Espolvorear con talco.

TUBOS ELÁSTICOS COM GEL RECORTÁVEIS

INFORMAÇÃO CONSUMIDOR

Composição: Tecido elástico e polímero de gel.

Uso especialmente indicado para: Alivia e evita fricções e sobreposições nos dedos. Ajuda nas lesões queratóticas.

Modo de emprego: Cortar o tamanho adequado. Coloque o tubo metando o dedo. Lave em água fria com sabão. Polvilhe com pó de talco.

ELASTICATED DIGITAL TUBE CUT TO SIZE

CONSUMER INFORMATION

Composition: Elasticated fabric and polymer gel.

Product features: Provides relief from pressure, friction. Helps in keratotic lesions.

How to use: Cut to size. Place it in the area to protect. Wash in cold water with soap. Sprinkle with talcum powder.

FARMAVARI, S.A.U. Nº LICENCIA AEMPS: 84334-PS

Polígono de Probi, Calle D, Nº 9
32119 Merx, Asturias, SPAIN
Tel: +34 985 710 432
farmavari@farmavari.com
www.farmavari.com

Varis® marca registrada por Farmavari, S.A.U.

Contiene	Contém	Contains
1 UNIDAD	1 UNIDADE	1 UNIT

Talla	Ref
P	G
	7011

REP. 7011
FARMAVARI, S.A.U.
Polígono de Probi, Calle D-Nº9
32119 Merx, Asturias, SPAIN
LICENCIA AEMPS: 804-PS
LOTE Nº ABF18-03

G.N. 172536 T-P

8 431479 725361