



**UNIVERSIDAD  
DE BURGOS**

## **CUBERTERÍA ENGROSADA**

ABERASTURI OTSOA, Oihane

HERMOSILLA LÓPEZ, Pablo

HURTADO PÉREZ, Lucía

MIRANDA RODRÍGUEZ, Lucía

SÁEZ VILLÁN, Mario

SAN ATILANO GARCÍA, Seila

*Órtesis, prótesis y ayudas técnicas / Organización del trabajo y recursos humanos*

Montserrat Santamaría Vázquez y Ana María Lara Palma

Curso 2021/2022

## ÍNDICE

### 1.Introducción

### 2.Presentación del caso clínico

#### 2.1 Anamnesis

#### 2.2 Evaluación. Identificación de necesidades

#### 2.3 Objetivos del caso

#### 2.4 Intervención

### 3. Complejidad técnica del producto

#### 3.1 Estado actual de necesidades

#### 3.2 Ingeniería Básica

#### 3.3 Ingeniería segundo nivel

#### 3.4 Ingeniería de detalle

#### 3.5 Ciclo de vida del producto

### 4.Producto de apoyo

#### 4.1 Objetivos del producto de apoyo

#### 4.2 Descripción detallada del producto y explicación del problema que soluciona

#### 4.3 Gráficos o imágenes del producto

#### 4.4 Metodología

#### 4.5 Clasificación según la norma ISO

#### 4.6 Aspectos innovadores del producto

### 5.Bibliografía

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Diseño preliminar del producto de apoyo
- Figura 2. Lista de los materiales (BOM) y análisis modal de fallos y efectos (AMFE) del tenedor
- Figura 3. Lista de los materiales (BOM) y análisis modal de fallos y efectos (AMFE) del cuchillo
- Figura 4. Lista de los materiales (BOM) y análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la cuchara
- Figura 5. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)
- Figura 6. Calculadora de costes de la cuchara
- Figura 7. Calculadora de costes del tenedor y cuchillo
- Figura 8. Matriz del despliegue de la función de calidad (QFD)
- Figura 9. Diseño preliminar del producto de apoyo
- Figura 10. Segundo diseño de la cuchara
- Figura 11. Diseño del engrosador con tipografía
- Figura 12. Diseño del molde de la cuchara
- Figura 13. Diseño final de la cuchara
- Figura 14. Diseño final de la cuchara
- Figura 15. Diseño del molde del tenedor
- Figura 16. Diseño final del tenedor
- Figura 17. Diseño final del tenedor
- Figura 18. Diseño del molde del cuchillo
- Figura 19. Diseño final del cuchillo
- Figura 20. Diseño final del cuchillo
- Figura 21. Diseño del pelador de fruta
- Figura 22. Pack de cubiertos Lacasadelfisio
- Figura 23. Utensilios disponibles en ortopedia en casa, Farmacia Barrial
- Figura 24. Pack de cubiertos disponibles en Ortoprime
- Figura 25. Pelador automático disponible en Amazon
- Figura 26. Pelador automático disponible en CNCEST

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Análisis de la fortalezas y debilidades

## 1. INTRODUCCIÓN

El producto de apoyo creado en el presente trabajo tiene el objetivo de cubrir las necesidades de un usuario con Arnold Chiari y Siringomielia, dos enfermedades raras que limitan su desempeño ocupacional.

La malformación de Arnold Chiari es una enfermedad rara con una prevalencia de 1 persona por cada 2.000. Este síndrome comienza en la adolescencia y/o edad adulta y provoca una alteración anatómica en la base del cráneo, lo que genera que el tejido cerebral se desplace hacia el canal espinal (1). Esto ocurre cuando el cráneo es anormalmente pequeño y por la presión que ejerce el cerebro se desplaza hacia abajo (2).

Existen varios tipos de malformación Chiari, siendo los más habituales:

- TIPO 1: es el más común y en ocasiones no causa síntomas. Se desarrolla durante el crecimiento del cráneo y el cerebro. El daño se localiza en la parte del encéfalo que controla el equilibrio y la coordinación y en este tipo, la afectación no incluye el tronco cerebral. En los casos en los que causa síntomas, estos suelen aparecer en la infancia tardía o edad adulta (1,3).

- TIPO 2: Se asocia a la malformación del cerebro y puede afectar a la médula espinal, las membranas espinales y el líquido cefalorraquídeo. La malformación de tipo 2 es congénita ya que se desarrolla por una anomalía en el mesencéfalo durante el crecimiento fetal. En algunos casos, los síntomas comienzan en la época de lactancia, pudiendo hacer aparecer apneas, llanto débil o ruido sibilante al respirar (4).

La clínica del síndrome de Arnold Chiari es muy variable en función de la progresión, el nivel de compresión, la posición y el tipo (4). Puede provocar dolores de cabeza intensos, a menudo después de realizar un esfuerzo, toser o estornudar. También son habituales los dolores de cuello, los mareos o pérdidas de equilibrio, el entumecimiento de manos o pies, debilidad y problemas en la alimentación (disfagia) o en el habla. Con menor frecuencia pueden presentar apnea del sueño, un ritmo cardíaco más lento y escoliosis (2).

El tratamiento varía según la gravedad y las características de la afectación. En caso de ausencia clínica, se realiza un seguimiento mediante imágenes por resonancia magnética. Si es posible calmar los síntomas con medicamentos, se recurre a estos y en los casos más graves, se realiza una cirugía. El objetivo de esta intervención es detener el desarrollo de los cambios de la anatomía cerebral y liberar presión del cerebelo y de la médula espinal.

En la cirugía más común (descompensación de la fosa posterior) se extrae una pequeña parte del hueso de la parte posterior del cráneo, permitiendo la liberación de espacio y aliviando la presión (5).

En cuanto a la siringomielia, se trata de una enfermedad neurológica, degenerativa, crónica y progresiva. La prevalencia de esta enfermedad es de 8,4 por cada 100.000 personas (6). Se da con la aparición de un quiste lleno de siringe (líquido cerebroespinal) que se desarrolla en la médula espinal. Progresivamente, ese quiste se agranda, daña la médula espinal y causa dolor, debilidad y rigidez, entre otras cosas (7).

Los síntomas de la siringomielia se presentan con el paso del tiempo y en los casos en los que se relaciona con la malformación de Chiari suele aparecer en torno a los 25 y 40 años (7).

Clínicamente está caracterizada por debilidad y desgaste muscular, pérdida de reflejos, pérdida de sensibilidad al dolor y a la temperatura, dolores de cabeza, rigidez en el cuello, hombros, brazos y piernas, dolor en el cuello, brazos y espalda y curvatura de la columna vertebral (7).

Etiológicamente, la siringomielia se divide en congénita o adquirida. Generalmente se da tras un bloqueo de la circulación del líquido cefalorraquídeo y el 90% de los usuarios que lo padecen tienen una malformación de Chiari de tipo I (8). Además, puede darse por meningitis, tumores en la médula espinal, lesiones de la médula espinal y daños provocados por inflamaciones en torno a la médula espinal.

## **2. PRESENTACIÓN DEL CASO CLÍNICO**

### **2.1. ANAMNESIS**

R. es un varón de 26 años con diagnóstico de Arnold Chiari y Siringomielia. Tiene mayor afectación en el hemicuerpo izquierdo y conserva la sensibilidad y la fuerza muscular en el lado derecho, por lo que su mano derecha es la mano dominante. Está soltero y reside en Burgos en el domicilio familiar junto a su madre, que es quien le ayuda con las actividades que le genera más dificultad, como, por ejemplo, en el área de la alimentación, el cortar y pelar la fruta. Actualmente está estudiando inglés y cuando le surge la oportunidad de trabajar en algo siempre está predispuesto. En cuanto al ocio y

tiempo libre, R. sale en ocasiones con sus amigos, pero presenta dificultades para comer de forma autónoma por lo que evita comer en público.

## **2.2. EVALUACIÓN. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES**

La evaluación se ha llevado a cabo por medio de la observación directa, de la entrevista semiestructurada y de la valoración del balance muscular.

Con la observación directa se han evaluado e identificado las necesidades del usuario. Para ello, se ha solicitado que utilice sus cubiertos habituales como lo haría en una situación real. De esta forma, se ha podido observar cómo maneja los mismos y qué dificultades tiene.

Por medio de la entrevista, se han podido conocer características del usuario como sus roles, sus intereses y sus necesidades más significativas.

También se ha llevado a cabo la evaluación del balance muscular de sus muñecas y sus dedos.

Para valorar la flexión de la muñeca, el procedimiento a seguir es el siguiente: se pide al usuario que se sienta con el antebrazo apoyado sobre una mesa y se le pide que realice la flexión palmar de la muñeca. También se solicita que haga tanto la flexión hacia radial como hacia cubital. Puesto que el usuario puede flexionar ambas muñecas sin grandes dificultades, se le aplica resistencia. Para ello, el terapeuta coloca su mano en la palma de la mano del usuario y ejerce resistencia presionando el 5º o el 2º metacarpiano, valorando así tanto la flexión radial como la cubital. Al aplicar la resistencia se ve que el usuario no es capaz de realizar la flexión, por tanto, el grado obtenido es 3. Para medir la flexión dorsal el procedimiento que se ha seguido es el mismo.

En cuanto a la evaluación de la flexión de la articulación metacarpofalángica, también es necesario que el usuario se encuentre en sedestación, con su antebrazo apoyado sobre una superficie. Las articulaciones interfalángicas deben encontrarse flexionadas y se pide que el usuario flexione la articulación metacarpofalángica. Pese a que en la mano dominante tiene menos dificultades que en la otra mano, ambas consiguen el grado 3. Al aplicar resistencia el usuario no es capaz de completar la flexión en ninguna de las dos manos. Para la evaluación de la extensión de la metacarpofalángica, la posición del usuario

es la misma, pero en este caso se le pide que realice la extensión en lugar de la flexión. El valor que se obtiene en ambas manos también es 3.

Al realizar la evaluación de las articulaciones interfalángicas proximales y distales, el usuario debe estar en sedestación con el brazo sobre una superficie, en este caso la mesa. Se pide que flexione cada dedo uno a uno, mientras el terapeuta sujeta los demás para que no interfieran en el movimiento. No se aplica resistencia por lo que el grado obtenido es 3, pese a que se ven diferencias significativas entre los dedos de la mano dominante y los de la mano no dominante. Para valorar la abducción y la aducción de los dedos se le pide al usuario que realice ambos movimientos. A pesar de que ha tenido dificultades para realizarlos, no ha sido necesario hacer un desgravado, por lo que el grado que se ha conseguido es 3.

Por último, se valora el pulgar, ya que se hace de forma independiente a los demás dedos. Lo primero es que el usuario se encuentre en sedestación y a continuación, para valorar la flexión de la articulación metacarpofalángica, se le pide que lleve el primer dedo hacia la palma de la mano. En este caso, el grado que se obtiene es 3. Para la extensión de la metacarpofalángica se pide que levante el dedo como apuntando al techo, sin necesidad de mover la punta del dedo. Una vez más, en ambas manos se obtiene el grado 3. Para la flexión de la interfalángica se le pide al usuario que doble la punta del dedo, en la mano dominante no muestra grandes dificultades, pero en su mano izquierda tiene más problemas, aun así, no es necesario hacer ningún desgravado. Para la extensión, se pide que el usuario extienda la punta del dedo con la mano en pronación. Para valorar la abducción del primer dedo, el usuario tiene que separar el dedo de la mano y para la aducción se pide que acerque el primer dedo hacia el segundo. En ambas manos se logra el grado 3 a pesar de que en la mano no dominante se muestran más dificultades. Por último, para valorar la oposición, el usuario deberá llevar el primer dedo hacia el quinto, tratando de juntar los pulpejos de ambos dedos.

### **2.3. OBJETIVOS DEL CASO**

- Objetivo general:
  - Mejorar el desempeño ocupacional.
- Objetivos específicos:

- Entrenar al usuario en el uso del producto de apoyo.
- Capacitar a la persona para obtener un mayor grado de autonomía en la alimentación.
- Disminuir la dependencia de terceras personas en el ámbito de la alimentación.
- Potenciar la participación social del usuario.
- Aumentar la fuerza muscular de las manos del usuario.
- Mejorar el rango articular de la mano del usuario.

#### **2.4. INTERVENCIÓN**

Dentro de las funciones del terapeuta ocupacional se encuentra la orientación y entrenamiento del usuario en la correcta utilización del producto de apoyo, específico de acuerdo con sus necesidades. En este caso, se ha escogido el uso de cubiertos engrosados, además de sugerir el empleo de un pelador automático.

El uso del producto de apoyo va a repercutir en que el usuario no dependa de una tercera persona a la hora de tratar con ciertos alimentos, lo que le dará una mayor autonomía en el ámbito de la alimentación. También se verá reforzado el área de participación social ya que podrá llevar a cabo de forma autónoma las tareas relacionadas con la alimentación fuera de casa.

Para mejorar la fuerza muscular de R., se llevarán a cabo actividades en las que se vaya aumentando la carga de forma progresiva, consiguiendo así un grado más en la evaluación.

Para mejorar el rango articular, se realizarán diversas sesiones en las que se trabajarán los rangos de estiramientos activos y pasivos de las articulaciones mayormente afectadas. Se espera de cada sesión una mejoría progresiva con respecto a la anterior.

### **3. COMPLEJIDAD TÉCNICA DEL PRODUCTO**

#### **3.1. ESTADO ACTUAL DE NECESIDADES**

Se han analizado las necesidades que el producto de apoyo debe solucionar a nivel estético, funcional, de eficiencia y de comodidad.

En referencia al nivel estético, el producto no tiene que solucionar ninguna necesidad estética en concreto.



En cuanto a la forma, se ha visto que por medio de la opción brevel que ofrece el programa de modelado 3D Tinkercad, se puede solucionar el problema de que los cubiertos se claven en la palma de la mano al hacer fuerza.

A nivel funcional, los productos han tenido muy marcadas las necesidades que debían solucionar, poder pelar fruta y cortar carne sin ayuda de terceros.

Respecto al nivel de comodidad, el objetivo ha sido intentar que los productos se puedan agarrar de la manera más fácil y que se adapten a la colocación de los dedos sobre los engrosadores.

Por último, en relación al nivel de eficiencia, el producto debe satisfacer todas las necesidades planteadas y por lo tanto, debe tener un grado de eficiencia alto.

### **3.2. INGENIERÍA BÁSICA**

En el diseño preliminar del producto de apoyo realizado, se han intentado subsanar todas las necesidades planteadas previamente, por ejemplo, las hendiduras para una mejor colocación de los dedos y brevel para evitar que se clave el cubierto en la palma.

También se planteó si había la posibilidad de fabricar una unión desmontable para los cubiertos, pero fue imposible de llevar a cabo ya que no era suficientemente fuerte para aguantar la unión de las dos partes del engrosador.

En cuanto a la calidad superficial del producto, se quiso que fuera rugoso para una mejor sujeción del mismo. Esta característica del producto ha quedado resuelta a la hora de la fabricación por impresión 3D, ya que esta técnica no puede ofrecer un acabado superficial fino.

Por último, en cuanto a los aspectos estéticos, cabe recalcar la posibilidad de personalizar los engrosadores, ya sea utilizando diferentes colores, incluyendo el nombre del usuario e incluso insertando formas que los hagan más juveniles.

Más adelante se detallarán los cambios realizados hasta llegar al producto final.

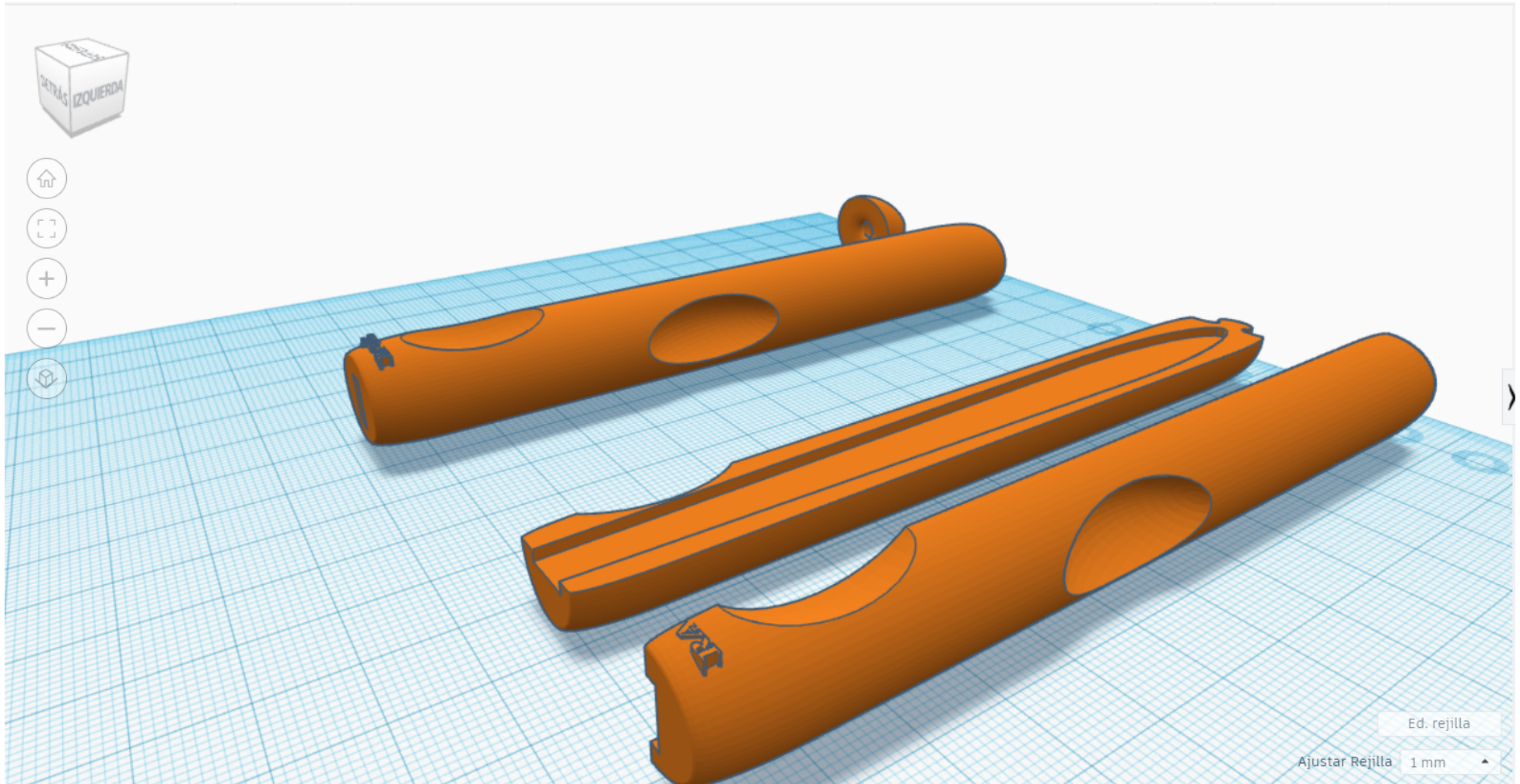


Figura 1. Diseño preliminar del producto de apoyo.

### 3.3. INGENIERÍA DE SEGUNDO NIVEL

Para la realización del proyecto se van a utilizar los siguientes materiales:

- Ácido poliláctico (PLA). Es el constituyente principal del producto una vez que está acabado. Con él se realiza la impresión en 3D del diseño que anteriormente fue creado en Tinkercad.
- Tornillos métricos de 2 y 2,5 centímetros. Se han utilizado 2 tornillos por cada cubierto, sumando un total de 6 tornillos.
- Tuercas de la misma métrica que los tornillos. Han sido necesarias 1 por cada tornillo, lo que hace un total de 6 tuercas.
- Arandelas para sujetar la presión de cierre del tornillo. También se ha empleado 1 por cada tornillo.

Todo lo anterior ha servido para sujetar los engrosadores y además de eso, de los propios cubiertos sólo se ha utilizado la parte de metal, ya que el soporte es lo que se ha creado con PLA.

A continuación, se adjunta la lista de los materiales (BOM) y el análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de cada producto. Siendo el nivel 0 el producto terminado, el nivel 1 el producto semiterminado y el nivel 2 la materia prima.

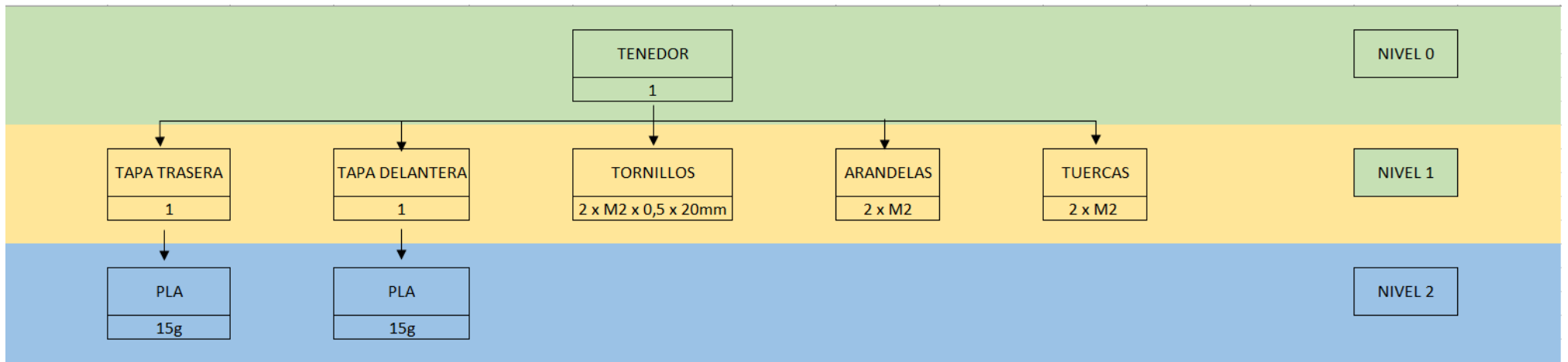


Figura 2. Lista de los materiales (BOM) y análisis modal de fallos y efectos (AMFE) del tenedor.

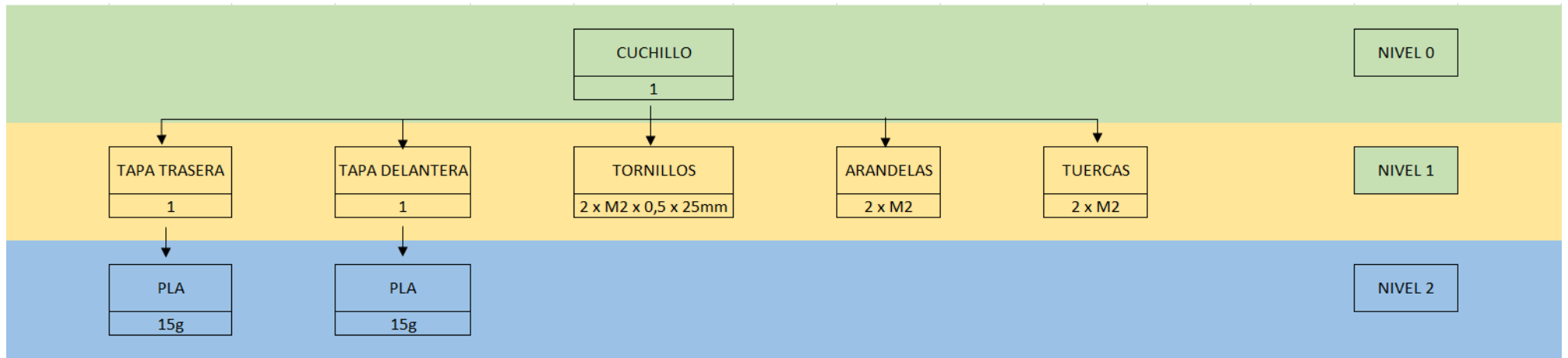


Figura 3. Lista de los materiales (BOM) y análisis modal de fallos y efectos (AMFE) del cuchillo.

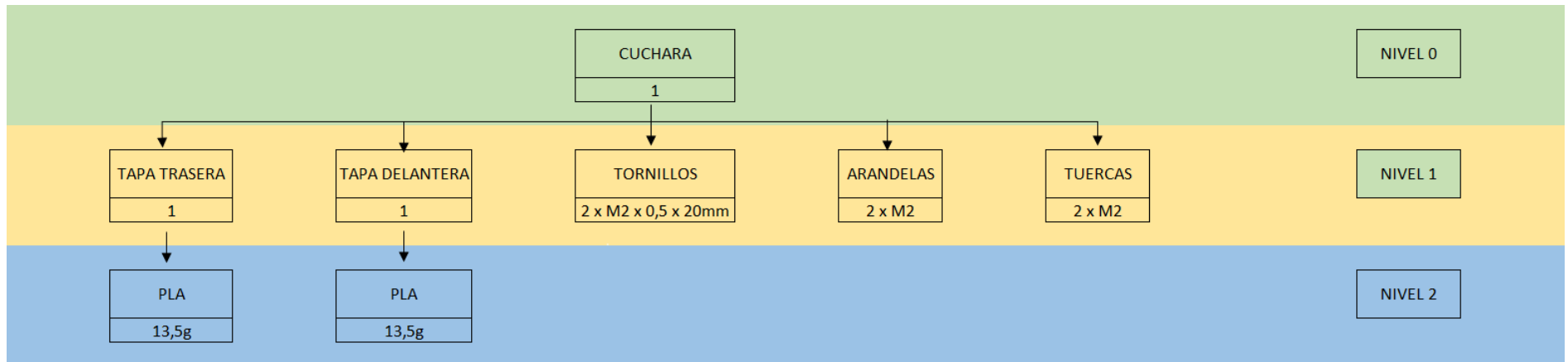


Figura 4. Lista de los materiales (BOM) y análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la cuchara.

En términos de seguridad, lo que se busca con los diseños es no sólo facilitar que el usuario utilice los cubiertos, sino también que lo haga de manera más segura. Se debe tener en cuenta que R. tiene problemas con la sujeción de estos, debido a que se le resbalaban por su problema de agarre en las manos. Con estos diseños se pretende conseguir un mejor agarre por parte del usuario que le pueda evitar posibles accidentes o cortes.

Respecto al medioambiente/ecodiseño, el PLA es un material considerado biodegradable, sin embargo, se necesitan altas temperaturas e instalaciones adaptadas para conseguir descomponer dicho plástico.

Para realizar el diseño de la forma más ergonómica posible se ha realizado una hendidura en la parte superior de los cubiertos de manera que se adapte a la postura natural con la que el usuario los sujeta, justo en la parte donde se coloca el dedo índice. Además, se han engrosado todos los mangos para compensar en volumen la falta de fuerza de agarre que sufre el usuario.

Por último, en cuanto a la antropometría, se ha utilizado un molde de plastilina que se le cedió al usuario para que diese las indicaciones de cuán grueso tiene que ser el mango del cubierto para que pueda realizar una sujeción cómoda de los cubiertos. Además, sirvió para comprobar dónde coloca los dedos, en qué posición los coloca y dónde aplica más fuerza sobre dicho mango. Así, con todos esos datos, se ha podido realizar un mango acorde a sus necesidades.

#### **3.4. INGENIERÍA DE DETALLE**

Para el diseño de detalle para la fiabilidad se ha valorado lo siguiente:

En cuanto a la disponibilidad, los mangos van anclados con tornillos al propio cubierto, por lo tanto, se deberá lavar todo junto. Esto hace que el producto esté disponible siempre que no se esté lavando, acción que solo se podrá realizar en lavavajillas domésticos o a mano, ya que los lavavajillas industriales como los de un bar pueden afectar al PLA, debido a las altas temperaturas que alcanzan. Conviene realizar un buen secado del cubierto porque contiene partes de metal y se debe prevenir la oxidación. De esta manera, R. no debería tener problema a la hora de usarlos cuando los necesite.

En relación a la reparabilidad, las sujeciones de este producto están hechas con tornillos, arandelas y tuercas, por lo que solo habría que sustituir las piezas por unas nuevas. En caso de rotura del mango realizado con PLA, se podría imprimir en 3D una nueva pieza.

Respecto a la fiabilidad, estimamos que el PLA puede desgastarse en unos 2 o 3 años si se expone a un uso frecuente. Mientras que, en el caso del metal, dependerá de la cantidad de componentes oxidantes a la que se exponga. Por lo tanto, se puede suponer que el usuario no tendrá problemas en utilizar el producto en este plazo de tiempo.

A continuación, se adjunta el análisis modal de fallos y efectos (AMFE):



ANÁLISI MODAL DE FALLOS Y EFECTOS: AMFE								
PRODUCTO: Engrosador de cubiertos			EQUIPO DE INGENIERIA INVOLUCRADO: Mario Saez Villa y Pablo Hermosilla López					Fecha de realización:24/11/2021
								Fecha de revisión:
COMPONENTES	MODO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	DETECCIÓN	EFECTOS DE LOS FALLOS	PROBABILIDAD DE LOS FALLOS	GRAVEDAD DEL FALLO	MEDIDAS CORRECTORAS
TAPA DELANTERA	1. La impresora comete un numero fallos de impresión por descalibración. 2. Mal dimensionado del molde del cubierto.	<u>Modo de fallo 1:</u> La pieza resultado no se corresponde con lo diseñado. <u>Modo de fallo 2:</u> El producto no se puede montar debido a que no encajan las medidas del molde.	<u>Modo de fallo 1:</u> La máquina tiene un porcentaje de fallo de impresión. <u>Modo de fallo 2:</u> Fallo diseño, mal dimensionado el molde.	Control de montaje.	<u>Modo de fallo 1:</u> No permite ni el montaje ni el uso del producto. <u>Modo de fallo 2:</u> Calentar cubierto para fundir el material y que encaje el molde.	<u>Modo de fallo 1:</u> La impresora 3D tiene un error de impresión de 10% <u>Modo de fallo 2:</u> Aplicado a nuestro caso, 33% (1 error por cada 3 diseños enviados).	<u>Modo de fallo 1:</u> 3 sobre 10 (no es grabe, solo el coste del material gastado) <u>Modo de fallo 2:</u> 10 sobre 10 (todas las piezas fabricadas desde ese archivo seran piezas malas)	<u>Modo de fallo 1:</u> No se puede tomar ninguna medida <u>Modo de fallo 2:</u> Revisar cada dimensionado antes de diseñar.
TAPA TRASERA	1. La impresora comete un numero fallos de impresión por descalibración 2. Mal dimensionado del molde del cubierto.	<u>Modo de fallo 1:</u> La pieza resultado no se corresponde con lo diseñado. <u>Modo de fallo 2:</u> El producto no se puede montar debido a que no encajan las medidas del molde.	<u>Modo de fallo 1:</u> La máquina tiene un porcentaje de fallo de impresión. <u>Modo de fallo 2:</u> Fallo diseño, mal dimensionado el molde.	Control de montaje.	<u>Modo de fallo 1:</u> No permite ni el montaje ni el uso del producto. <u>Modo de fallo 2:</u> Calentar cubierto para fundir el material y que encaje el molde.	<u>Modo de fallo 1:</u> La impresora 3D tiene un error de impresión de 10% <u>Modo de fallo 2:</u> Aplicado a nuestro caso, 33% (1 error por cada 3 diseños enviados).	<u>Modo de fallo 1:</u> 3 sobre 10 (no es grabe, solo el coste del material gastado) <u>Modo de fallo 2:</u> 10 sobre 10 (todas las piezas fabricadas desde ese archivo seran piezas malas)	<u>Modo de fallo 1:</u> No se puede tomar ninguna medida <u>Modo de fallo 2:</u> Revisar cada dimensionado antes de diseñar.
TORNILLOS	Sin fallos	-	-	-	-	-	-	-
ARANDELAS	Sin fallos	-	-	-	-	-	-	-
TUERCAS	Sin fallos	-	-	-	-	-	-	-

Figura 5. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE).

A continuación, se presenta el análisis de costes de los productos diseñados:

En el siguiente gráfico se muestra el cálculo de costes de la cuchara. El tiempo de impresión ha sido de 3 horas y 48 minutos, generando un coste total de 6.22€.

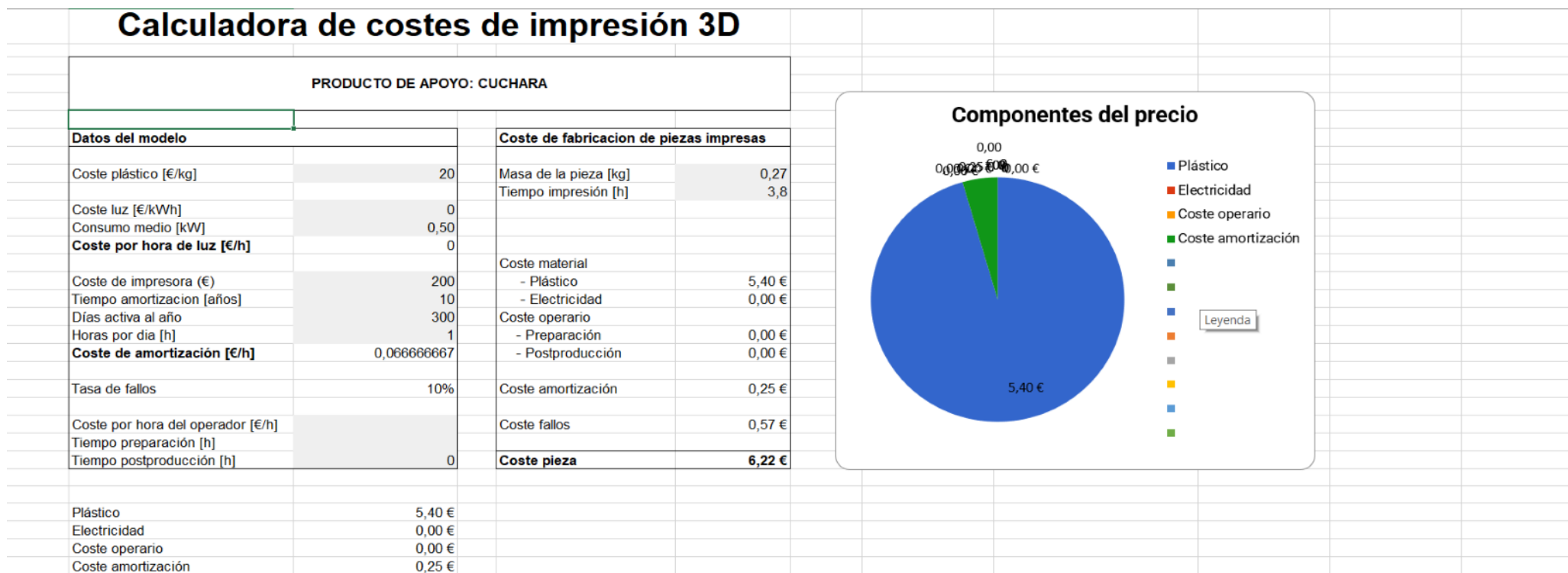


Figura 6. Calculadora de costes de la cuchara.

El siguiente gráfico muestra el cálculo de costes del tenedor y del cuchillo. Ambos tienen un tiempo de fabricación de 4 horas y 5 minutos, lo que supone un coste total por pieza de 6.90€.

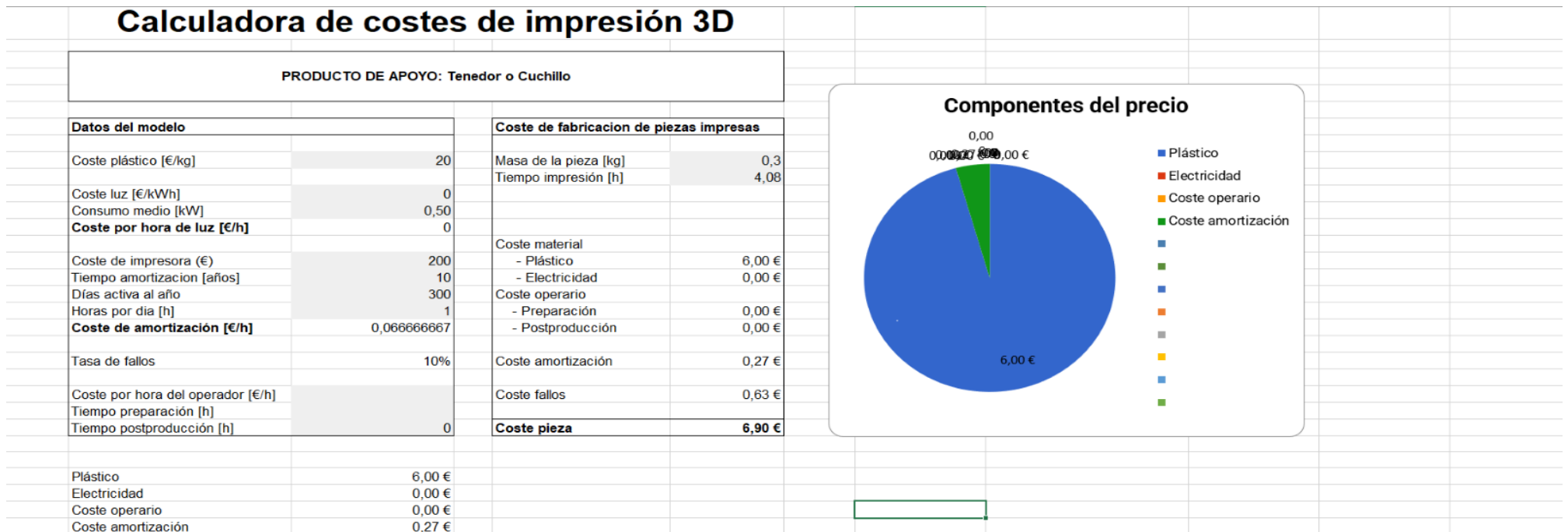


Figura 7. Calculadora de costes del tenedor y cuchillo.

Teniendo en cuenta que los productos de apoyo son un tenedor, una cuchara y un cuchillo, y que se han utilizado otros materiales adicionales, el presupuesto necesario para desarrollar todos los productos de apoyo es el siguiente:

- Fabricación de productos:  $1 \times 6.90\text{€} + 1 \times 6.22\text{€} + 1 \times 6.90\text{€} = 20.02\text{€}$
- Kit de pegamento especial: 6.70€
- Lija: 0.65€
- Pack de tornillería: 1.5€

Por lo tanto, el presupuesto total para la elaboración del proyecto es de 28.87€

### **3.5. CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO**

El ciclo de vida de un producto se divide en cuatro fases: introducción, crecimiento, madurez y declive. Los productos que se han fabricado se encuentran en una etapa muy temprana de su ciclo de vida, y se prevé que entren en la fase de declive en torno a los 80 años de vida útil, pudiendo ampliarse si se realiza un cuidado frecuente del producto. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, debido al frecuente uso de los productos, el ciclo de vida puede estimarse en unos 2 o 3 años.

### 3.6. MATRIZ QFD PARA EL PRODUCTO

A continuación, se muestra la matriz del despliegue de la función de calidad (QFD) del producto de apoyo que se ha llevado a cabo:

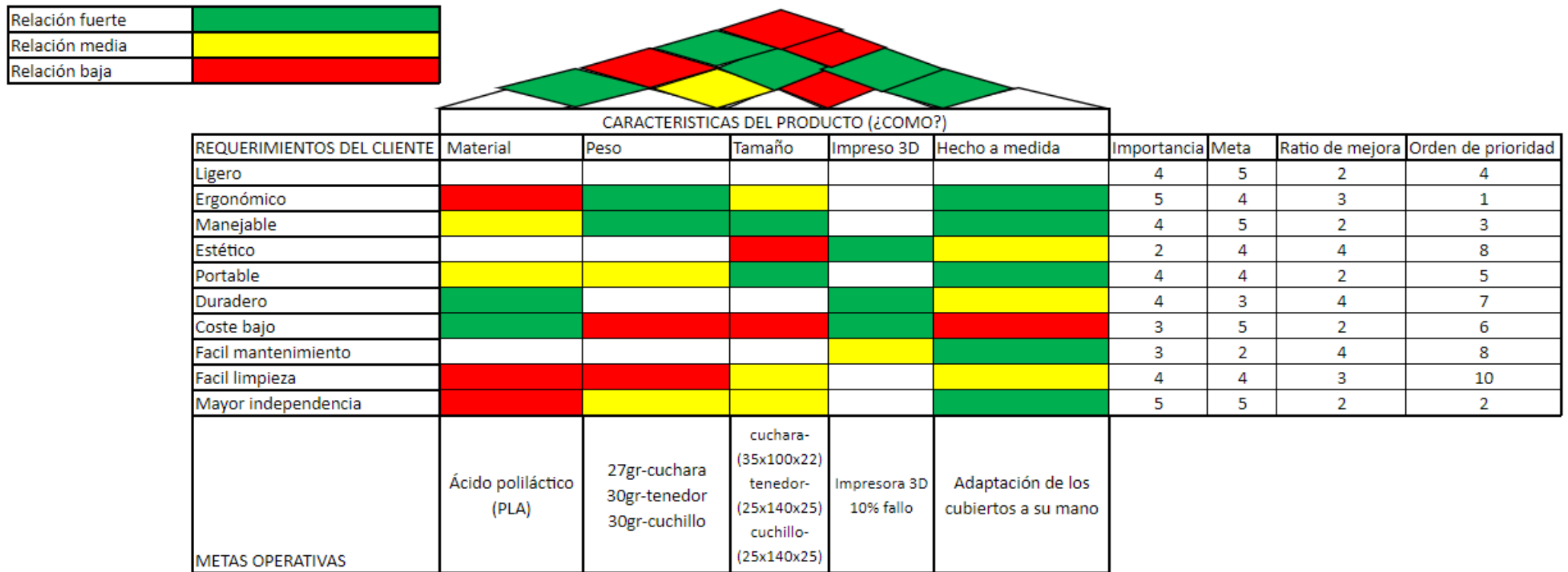


Figura 8. Matriz del despliegue de la función de calidad (QFD).

Una vez analizado el producto mediante el AMFE, la matriz QFD y el presupuesto, se ha elaborado un análisis de fortalezas y debilidades del producto de apoyo:

FORTALEZAS	DEBILIDADES
1. Producto de bajo coste	1. No desmontable
2. Mantenimiento escaso	2. Tenedor poco resistente.
3. Poco peso	
4. Ergonómico	

Tabla 1. Análisis de fortalezas y debilidades.

El producto ha sido desarrollado sobre las necesidades del usuario, dejando claras sus fortalezas y debilidades. En cuanto a las fortalezas, cuenta con un bajo coste, un mantenimiento escaso del producto y poco peso del mismo. Además, al ser un producto personalizado ofrece al usuario la máxima comodidad.

#### **4. PRODUCTO DE APOYO**

##### **4.1. OBJETIVOS DEL PRODUCTO DE APOYO**

- Reducir la fuerza necesaria en la presa palmar para la correcta utilización de los cubiertos.
- Evitar el desplazamiento del segundo dedo al ejercer fuerza para cortar alimentos.
- Lograr la correcta utilización del producto de apoyo por parte del usuario.

##### **4.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO Y EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA QUE SOLUCIONA**

Para la realización de los cubiertos se ha utilizado PLA, uno de los materiales más utilizados en la impresión en 3D. Es un termoplástico sostenible que se produce mediante materias primas naturales como el maíz, lo que supone una gran ventaja. Sin embargo, no se puede introducir en un lavavajillas que alcance temperaturas muy elevadas (lavavajillas industrial) ya que se deterioraría. Siendo cubertería es una desventaja ya que se utilizan de manera frecuente.

Los utensilios diseñados presentan las siguientes medidas:

- Tenedor: 25mm de ancho, 140mm largo y 25mm alto.
- Cuchillo: 25 mm de ancho, 140mm de largo y 25mm de alto.
- Cuchara: 35mm de ancho, 100mm de largo y 22mm de alto.

Todos los cubiertos tienen un peso entre los 20 y los 25 gramos.

El tenedor y el cuchillo presentan una hendidura en la parte superior para mejorar la sujeción del cubierto, evitando así un posible deslizamiento. Además, el cuchillo es específico de sierra para garantizar el corte.

La cuchara se ha diseñado con mayor grosor que los demás utensilios y con una forma ovalada que facilita el agarre. Asimismo, se le ha añadido un ángulo que facilita la ingesta, puesto que genera una ligera inclinación, reduciendo así la flexión de la muñeca.

Cabe destacar que los utensilios presentan pequeñas rugosidades que favorecen la propiocepción.

La adaptación de los cubiertos personalizados para el usuario favorece que se cumplan los objetivos previamente descritos.

### **4.3. GRÁFICOS O IMÁGENES DEL PRODUCTO**

La siguiente imagen corresponde al diseño preliminar del producto de apoyo, en la que cabe destacar las hendiduras, el elemento de unión ya mencionado previamente y el detalle de poner el nombre del usuario en relieve en la cabeza del mango de los cubiertos. Además, también es preciso señalar la forma interna del molde, debido a que en esta etapa del diseño todavía no era la correcta.

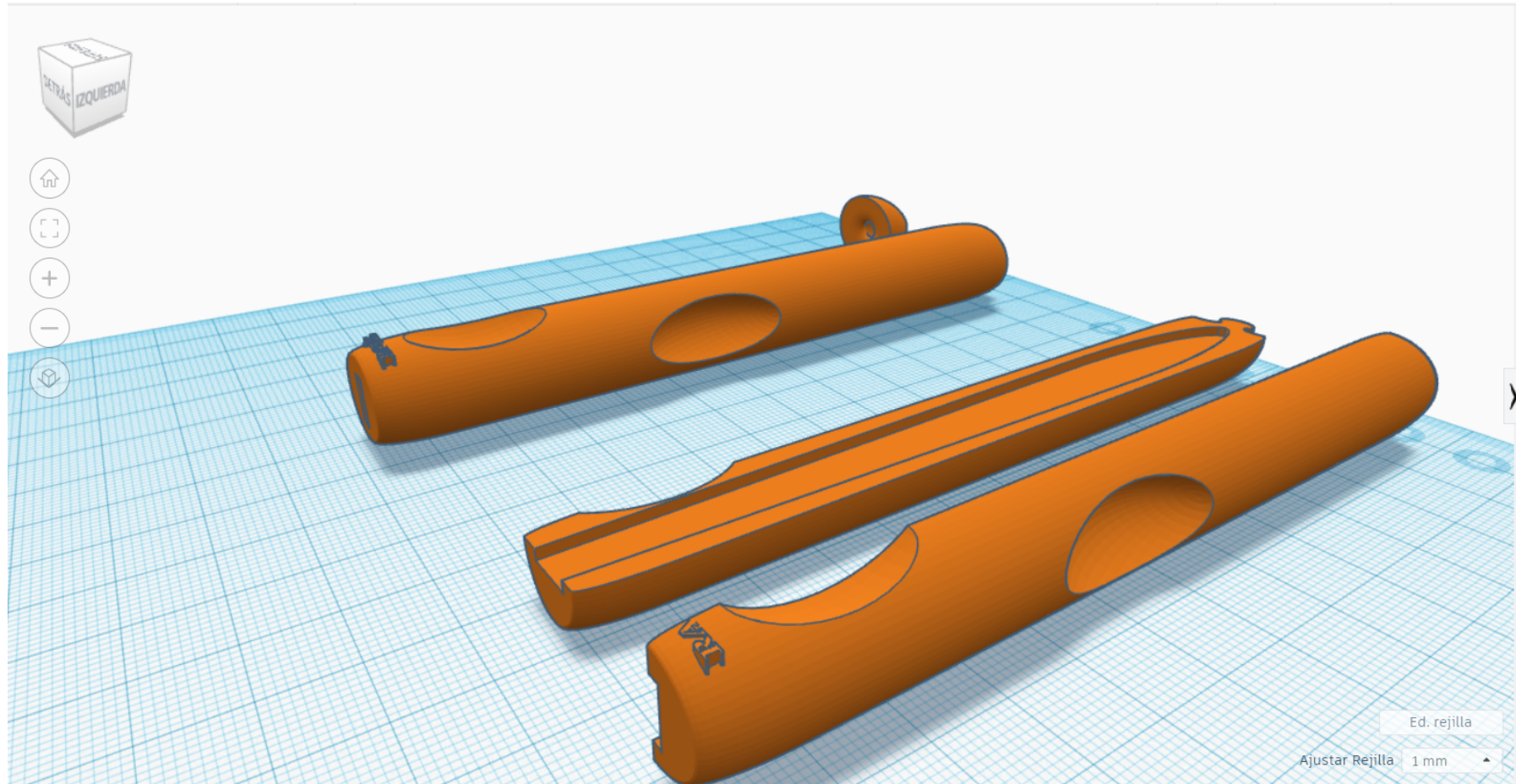


Figura 9. Diseño preliminar del producto de apoyo.



En la segunda etapa del diseño del producto, se puede apreciar que se eliminó la opción de que el elemento de unión fuera desmontable.

Como la imagen que se ve a continuación a modo de ejemplo corresponde a la cuchara, tampoco se ve ninguna hendidura.

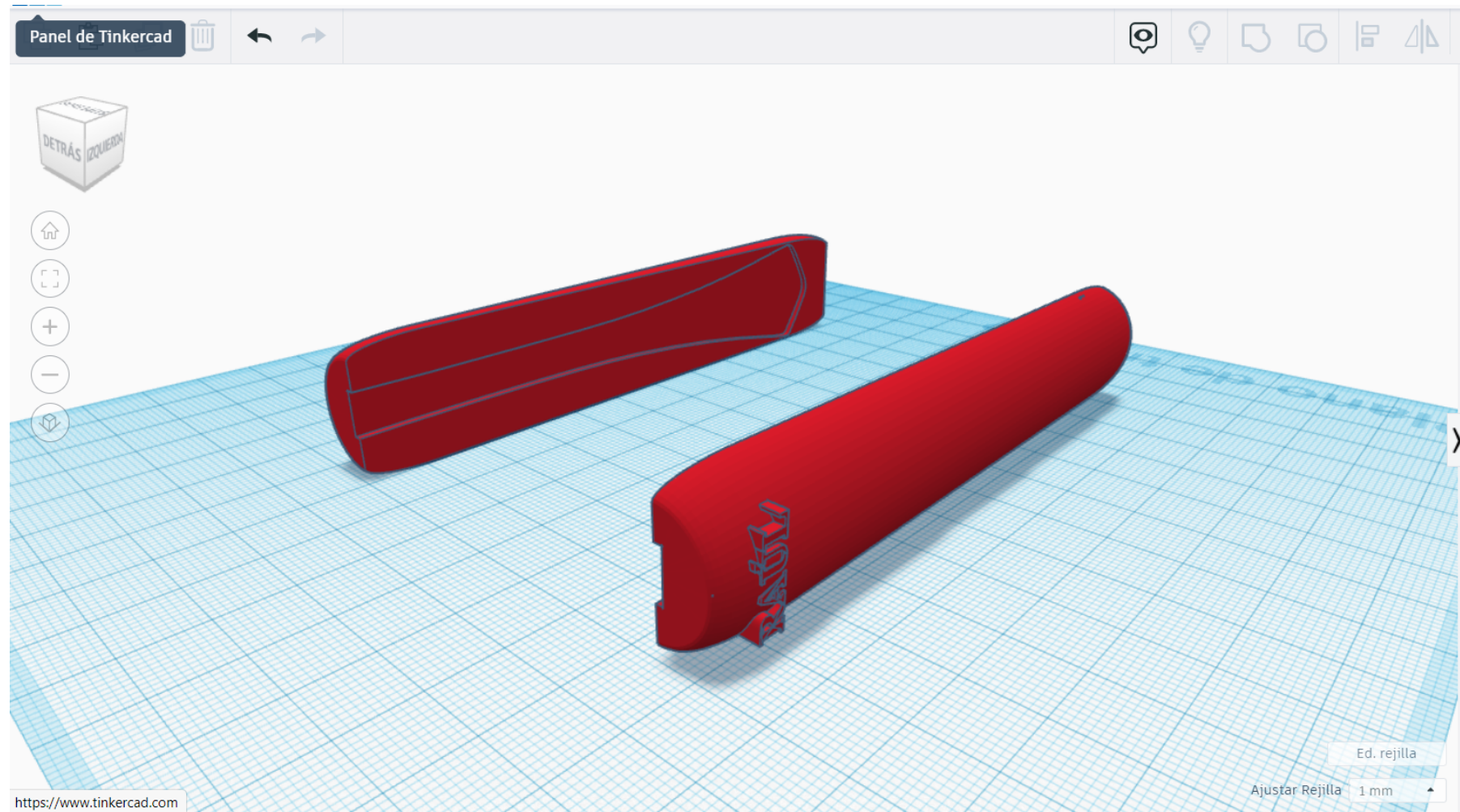


Figura 10. Segundo diseño de la cuchara.

En la última fase del diseño, como se puede apreciar a continuación, fue necesario rescindir de poner cualquier tipografía, debido a que, si era realizada con relieve, al estar colocada en zonas de contacto, se rompería con facilidad. Además, en caso de hacerlo formando un vacío, a la hora de imprimir, la máquina hubiera llenado el hueco con filamento, haciendo imposible un buen acabado en el producto final.

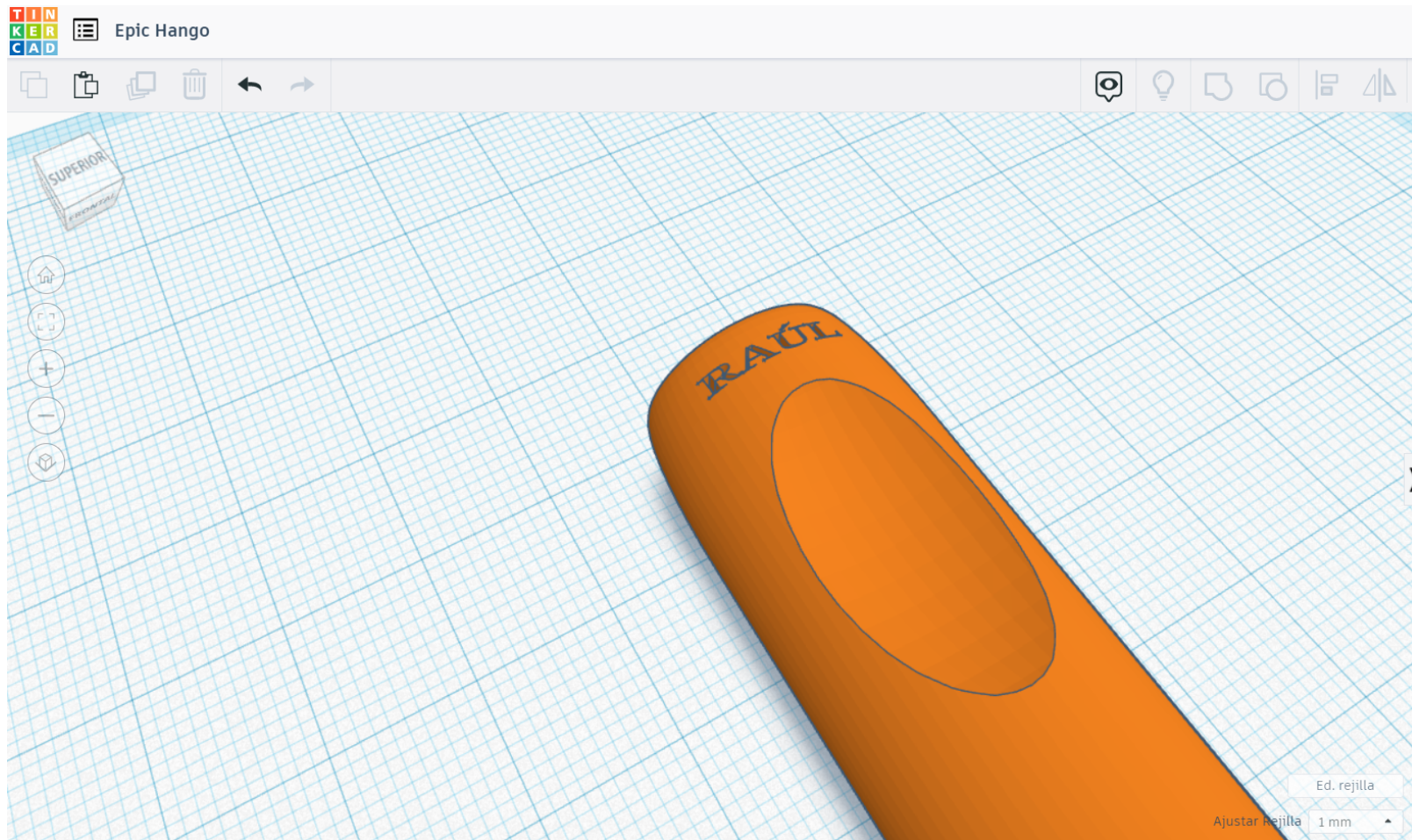


Figura 11. Diseño del engrosador con tipografía.

A continuación, se adjuntan las imágenes del producto de apoyo acabado, tanto desde el programa de modelado 3D Tinkercad como fotos del producto final, una vez impreso.

Las imágenes de la cuchara:

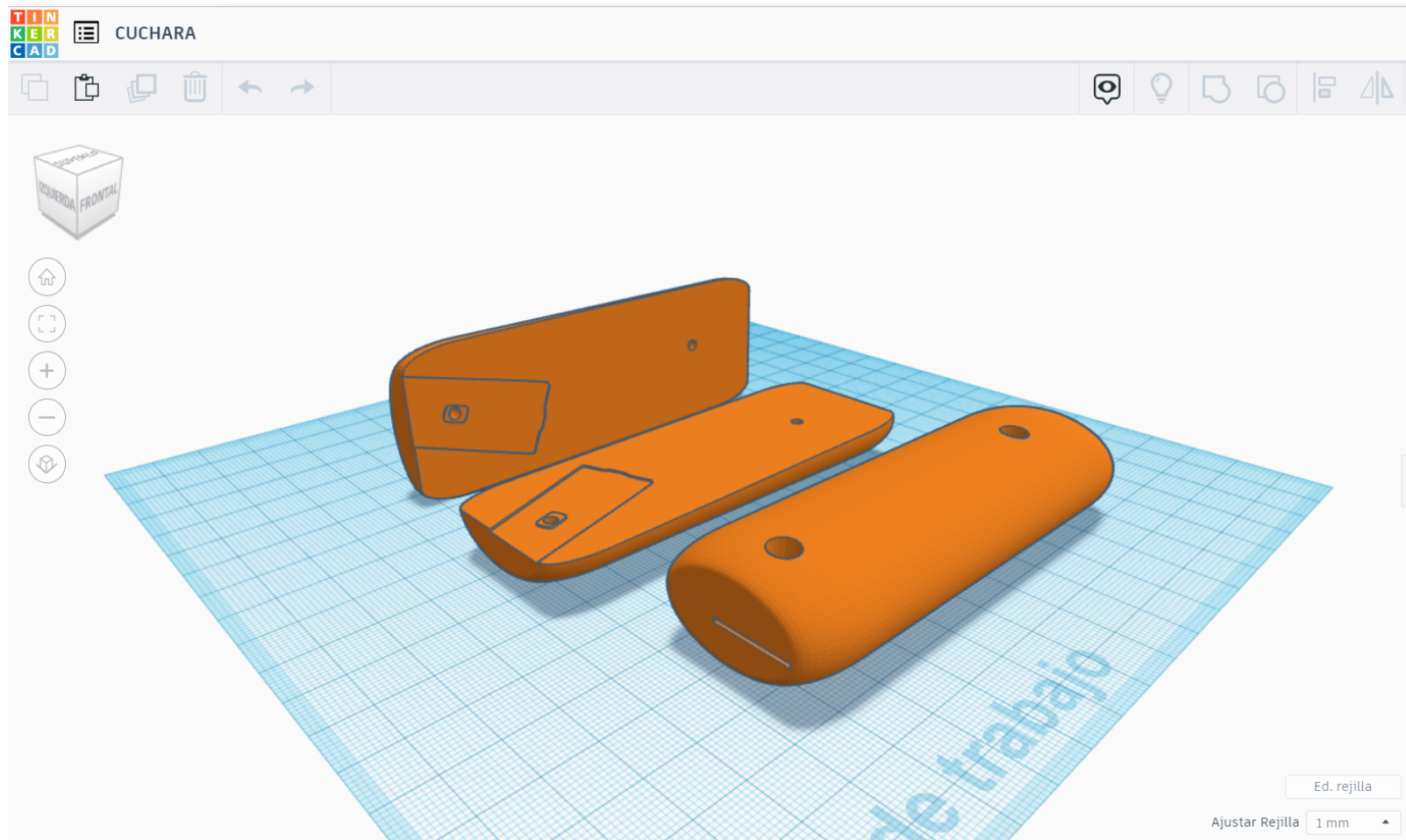


Figura 12. Diseño del molde de la cuchara.



Figura 13. Diseño final de la cuchara.



Figura 14. Diseño final de la cuchara.



Las imágenes del tenedor:

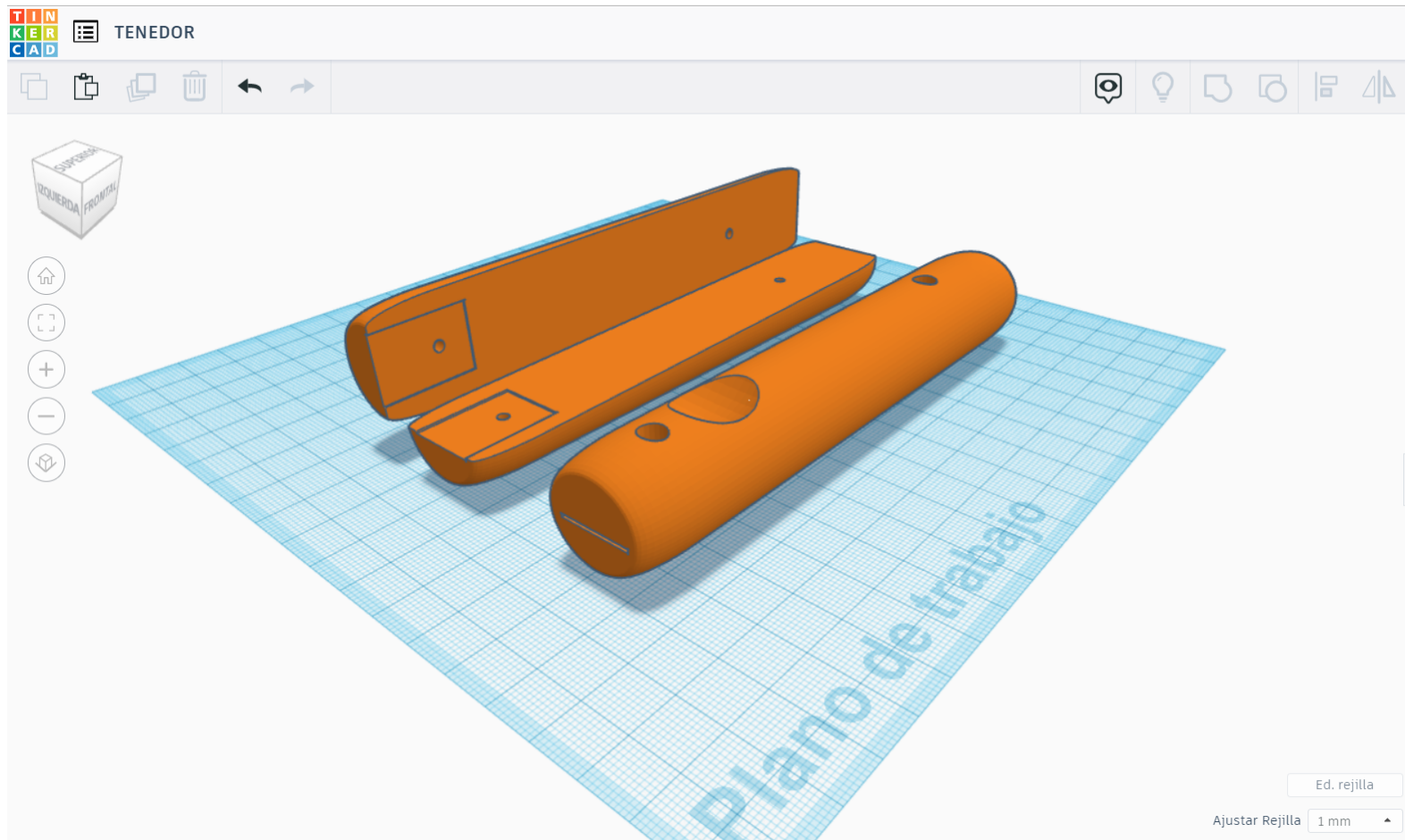


Figura 15. Diseño del molde del tenedor.



Figura 16. Diseño final del tenedor.



Figura 17. Diseño final del tenedor.

Las imágenes del cuchillo:

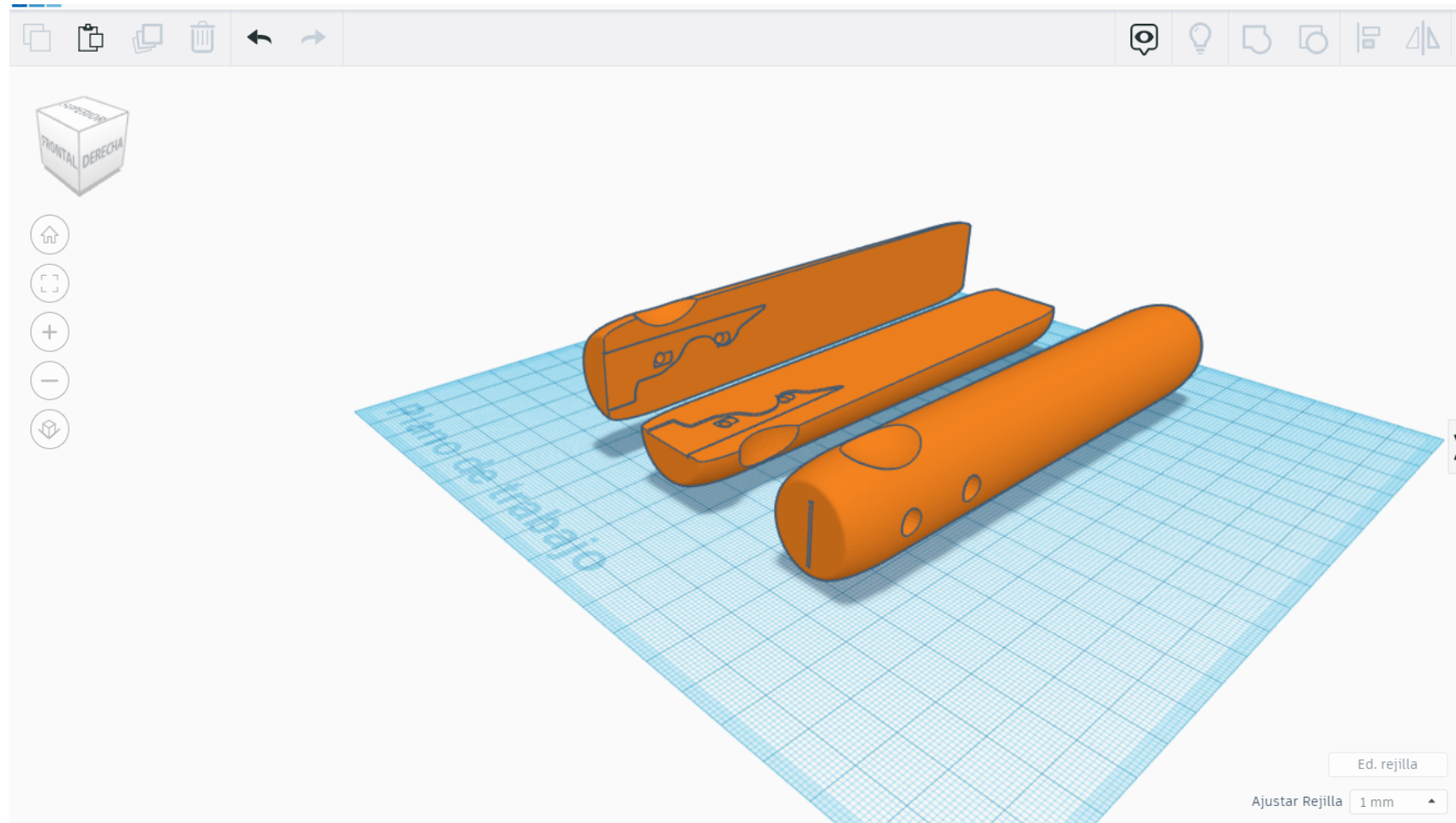


Figura 18. Diseño del molde del cuchillo.

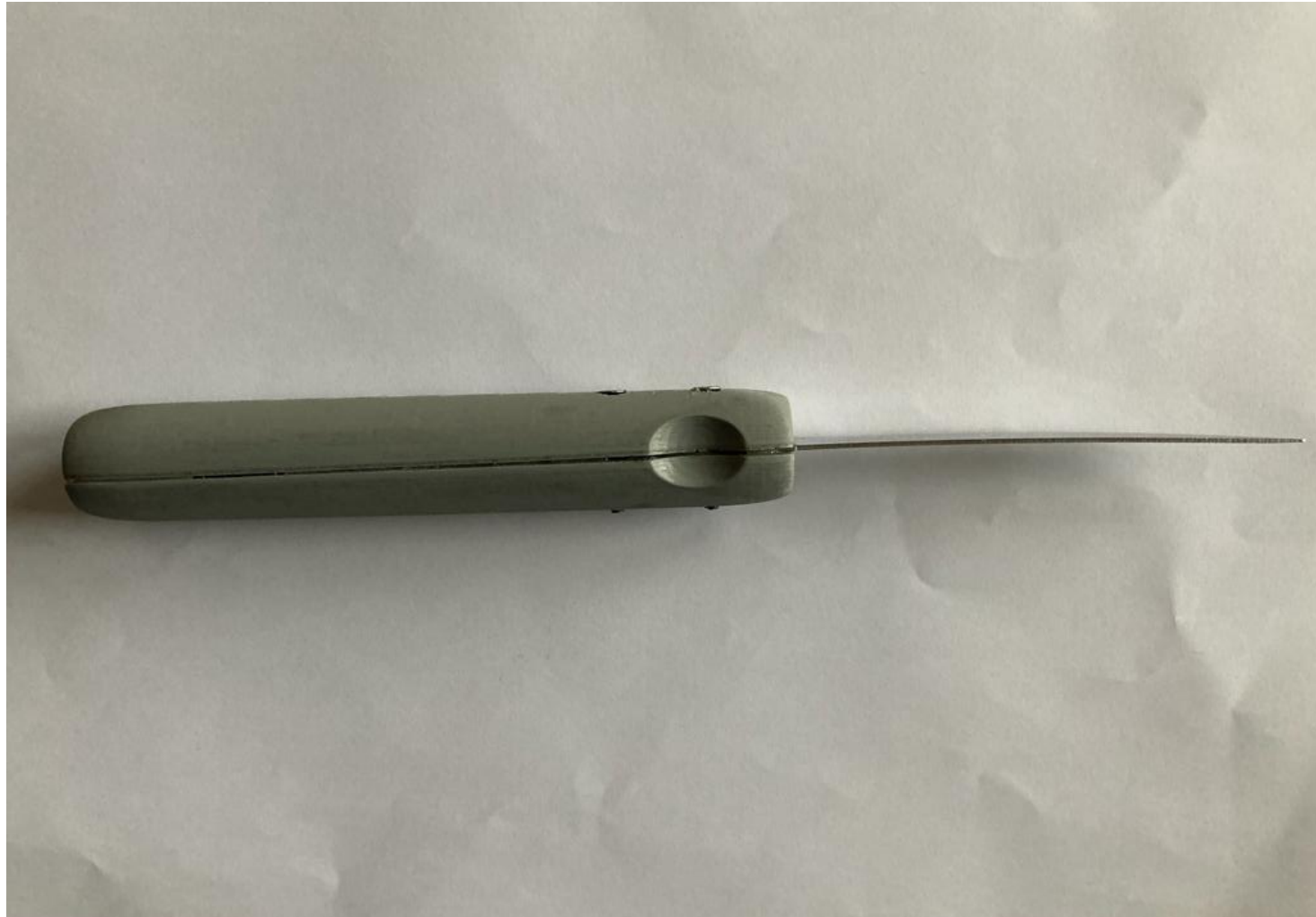


Figura 19. Diseño final del cuchillo.

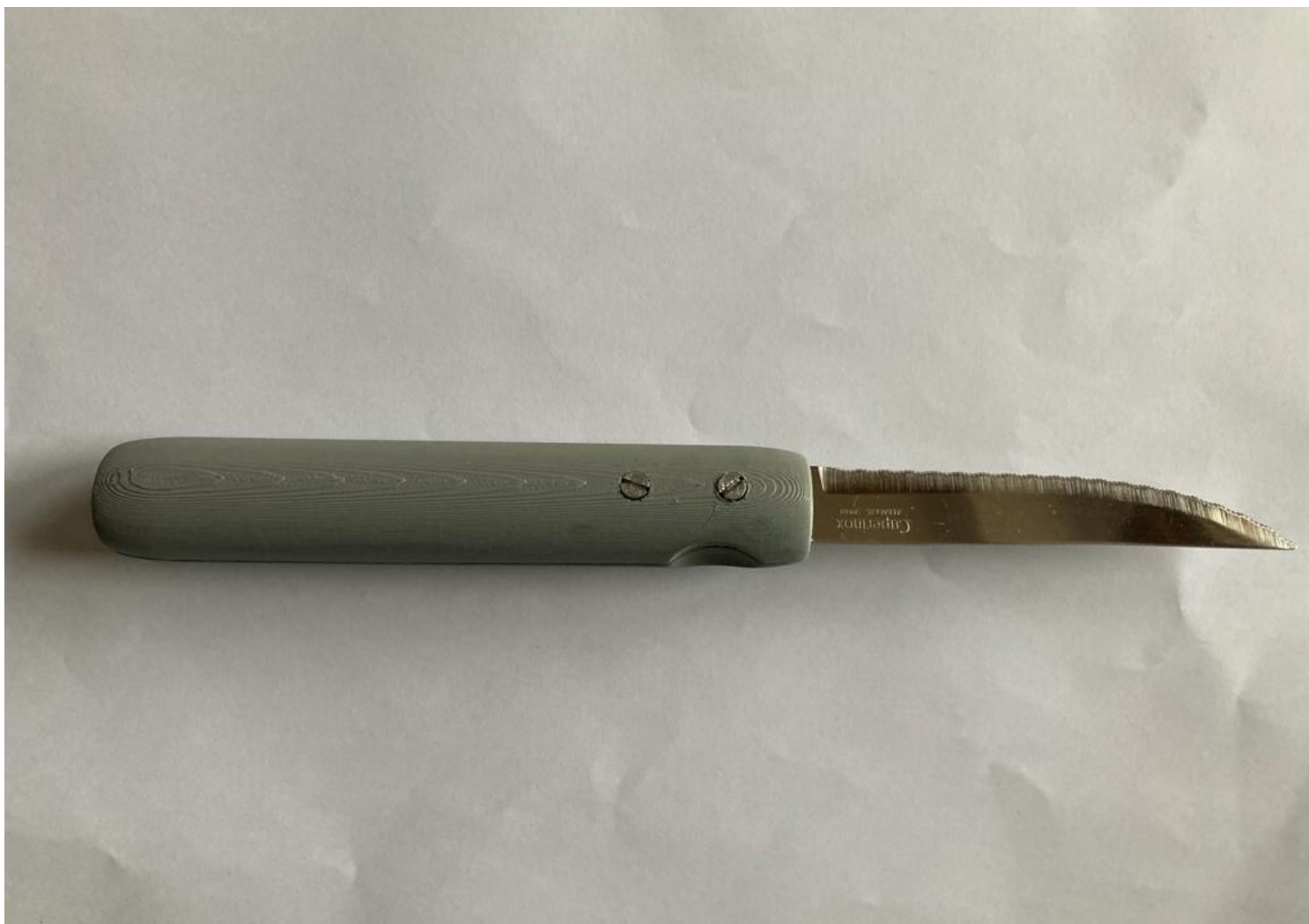


Figura 20. Diseño final del cuchillo.

También se debe mencionar el producto de apoyo que fue descartado, el pelador. Desde el primer momento se quisieron solucionar el mayor número de necesidades posibles, siendo una de ellas tratar de fomentar la autonomía del usuario a la hora de cortar fruta. Para ello, se desarrollaron bocetos de una base en la que poder clavar la fruta para poder ser pelada con la mano más funcional.

El boceto de la base en la que estaba previsto que se clavase la fruta es la que se ve a continuación. La base iba a llevar una ventosa para poder sujetarla a la mesa, además la superficie podría girar sobre la ventosa.

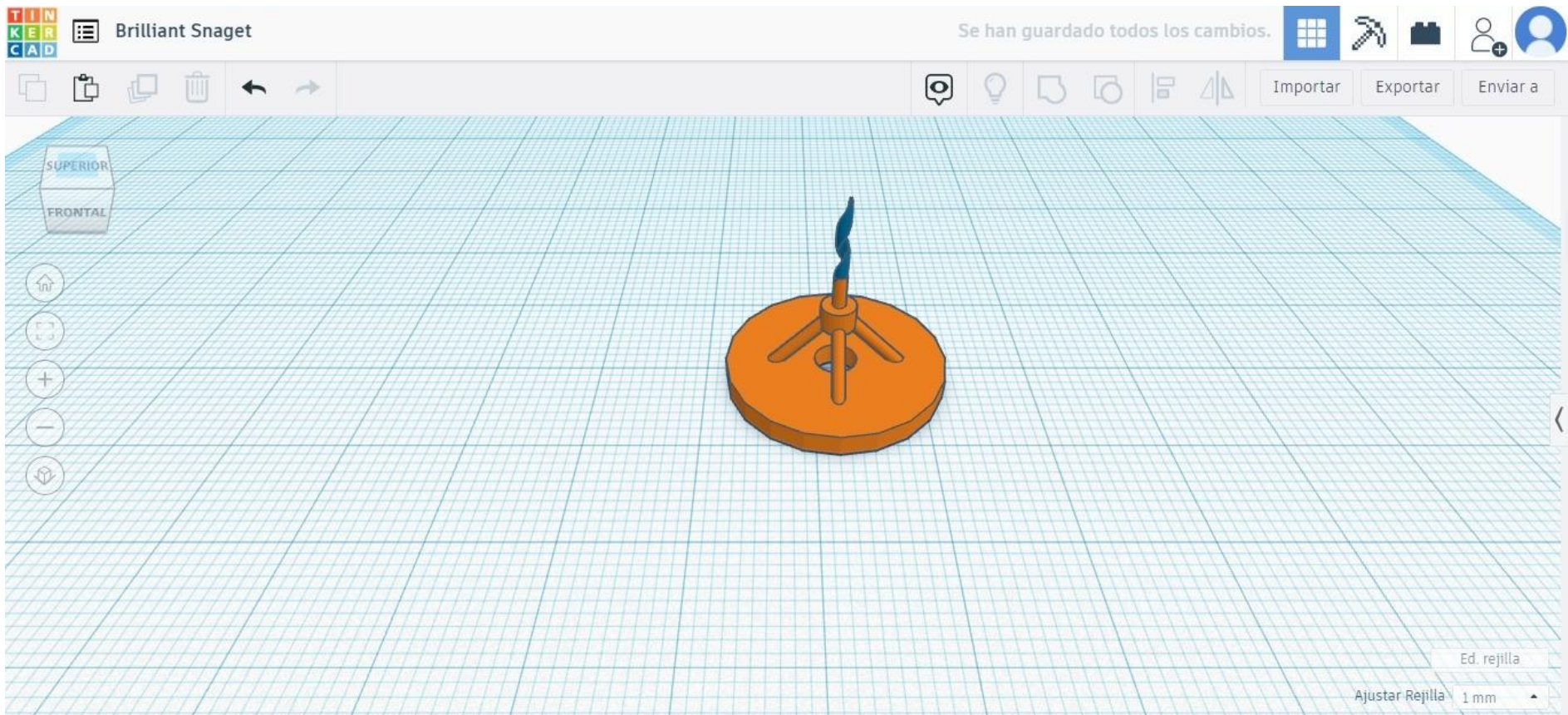


Figura 21. Diseño del pelador de fruta.



El diseño no se llevó a cabo debido a que en el mercado ya existe un producto sustitutivo a un precio muy competitivo y con unas características imposibles de alcanzar con los medios disponibles.

#### **4.4. METODOLOGÍA**

Antes de comenzar el proceso de creación, se hizo un análisis de la información recibida acerca de la persona usuaria, su diagnóstico, sus necesidades y sus fortalezas.

Tras haber analizado cuáles eran las prioridades y marcar unos objetivos, comenzó el proceso de creación. Establecer estas necesidades resultó difícil puesto que, la información recibida era genérica y se desconocía cuáles eran las preferencias para la persona en cuestión.

El primer paso consistió en una lluvia de ideas en el espacio UBUMaker. En ese momento, las primeras opciones pasaron de ser conceptos más amplios, a ideas más concretas.

Tras establecer una idea general, se programó la primera reunión con la persona usuaria. En ella, se realizó una entrevista semiestructurada en la que se conocieron los intereses y expectativas de la persona sobre el proyecto. Además, se recogió información sobre sus fortalezas y necesidades con respecto al producto de apoyo que se realizaría posteriormente.

En esta fase, se había concretado la realización de unos cubiertos engrosados, incluyendo cuchara, tenedor y cuchillo, y un pelador de frutas. Este último, se consideró importante ya que la persona usuaria había mostrado gran interés por él.

De nuevo, se concertó una reunión con la persona usuaria para llevar a cabo una valoración más concreta. En esta entrevista, se realizó una evaluación del balance muscular y se probó el grosor y el peso que debían llevar los cubiertos para la óptima creación de los mismos. Para ello, se hizo un molde de plastilina en el que se pudo concretar el lugar y diámetro exacto en el que debían colocarse las hendiduras para un correcto agarre de los cubiertos.

A continuación, tras realizar los bocetos del proyecto, se consultaron posibles mejoras y corrección en UBUMaker. Se consideró que el pelador de frutas no iba a ser funcional a medio-largo plazo y que ya existían en el mercado productos que cumplían esa función por

un bajo precio. Es por ello que, finalmente, se descartó la idea del pelador de fruta, ofreciendo a R. la alternativa encontrada.

En la siguiente visita a UBUMaker se concretó el proyecto y se descartó la idea de poner el nombre de R. en los mangos de los cubiertos pues no quedaría como estaba previsto. La idea inicial era escribir su nombre a modo detalle y para evitar los extravíos o pérdidas de estos.

Finalmente, tras la impresión de los engrosadores y posterior colocación en los cubiertos, se pretendía concertar una cita con la persona usuaria para poderlos mostrar y probar, pero habiéndose alargado el proceso de impresión no ha quedado tiempo para ello.

#### **4.5. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA NORMA ISO**

Según la clase, el código es 15 ya que es un producto de apoyo para realizar una actividad doméstica y participar en la vida doméstica. Según la subclase, es 1509 debido a que es un producto de apoyo para comer y beber. En referencia a la división, el código del producto de apoyo es 150913 ya que es un utensilio usado al comer para cortar el alimento o mediante los cuales o en los cuales la comida se traslada desde un recipiente a la boca de una persona (9).

#### **4.6. ASPECTOS INNOVADORES DEL PRODUCTO**

Existen diversas opciones de compra a la hora de buscar un cubierto engrosado, sin embargo, la mayoría de las opciones alcanzan precios mucho más elevados que unos cubiertos convencionales y que los cubiertos adaptados que se ofrecen en este proyecto. A continuación, se muestran algunas opciones de productos ya fabricados:

- En La casa del fisio, un pack de cubiertos (cuchara, cuchillo y tenedor) con mango engrosado tiene un precio de 35€ (10).



Figura 22. Pack de cubiertos La casa del fisio.

- En Ortopedia en Casa, Farmacia Barrial, no existe un pack con los 3 cubiertos, siendo el precio total de la compra de las 3 piezas de 54€ (11).



Figura 23. Utensilios disponibles en Ortopedia en Casa, Farmacia Barrial.

- En Ortoprime el pack alcanza los 46 € (12).



Figura 24. Pack de cubiertos disponibles en Ortoprime.

Todos estos productos tienen un precio muy elevado en comparación con los que se han fabricado para el presente trabajo. Con todos los cubiertos expuestos anteriormente, existe una diferencia de más de 10€ en el precio final. Además, han sido diseñados de forma específica para las necesidades de R, y tienen un precio asequible y bajo teniendo en cuenta el repetido uso que se le da a estos utensilios, ya que se utilizan mínimo en tres momentos del día: desayuno, comida y cena.

Por lo tanto, los cubiertos fabricados destacan por su diseño específico y la solución de unas necesidades determinadas para un usuario concreto, más allá de las necesidades de una patología general. Y cuentan con detalles que aseguran la comodidad del usuario como las hendiduras o el brevel en el extremo del cubierto que apoya en la palma evitando el roce.

A continuación, se exponen los productos que se pueden encontrar en el mercado en relación al cuarto diseño planteado inicialmente, el pelador de frutas. Este finalmente fue descartado ya que en el mercado se ofrecían opciones asequibles y de mayor calidad de la que se podría obtener con la impresión 3D. Aquí se presentan dos opciones existentes para su compra.

- En Amazon se encuentra una opción por 20 € de acero inoxidable y automático (13).



Figura 25. Pelador automático disponible en Amazon.

- En CNCEST se puede encontrar un pelador automático de plástico por 30 € (14).



Figura 26. Pelador automático disponible en CNCEST.

Ambas opciones tienen un precio más elevado que los cubiertos que se han propuesto, sin embargo, ofrecen mejores prestaciones de las que podrían haberse obtenido con la fabricación 3D. Es por ello que se ofrece a R. la alternativa de comprar un producto que va a solucionar las dificultades que se le presentan al pelar una pieza de fruta, con un producto ya creado con unos materiales duraderos y seguros.

#### **4.7. PROPUESTAS DE MEJORA DEL PRODUCTO CREADO**

Tras obtener el resultado final del producto, se han detectado algunos puntos de mejora. En cuanto al metal de los cubiertos, se optaría por un metal de mayor calidad debido a que en el caso del tenedor, al realizar la acción de pinchar un alimento, ofrece poca resistencia y se produce una pequeña dobladura de la estructura.

En relación al molde engrosador creado, existe en él un pequeño saliente en uno de los tornillos. Se ha valorado la opción de limarlo, pero produciría también un desgaste del material por lo que podría ensuciar el acabado del producto. Como idea de mejora, se propone elegir un tornillo con una longitud algo menor para evitar el saliente.

Estas son algunas propuestas de mejora que se han identificado una vez visto el producto final, y es posible que pudiesen identificarse otras tras comprobar su eficacia al probarlo con el usuario.

Al principio de la organización del proyecto se planteó probar los cubiertos engrosados con el usuario antes de presentarlos, sin embargo, debido a la planificación y la demora en la fabricación, no ha sido posible. Por lo que, sin ser del producto en concreto, como mejora de la intervención también se reorganizaría la planificación y los tiempos con el fin de poder solventar este error.

Una de las ideas que finalmente se descartó consiste en un pelador de fruta. Se diseñó una estructura que permitía sujetar la pieza de fruta facilitando así la acción de pelar con una sola mano. Sin embargo, se tomó la determinación de no fabricarla ya que se valoraron las opciones ya existentes y se observó que es más eficiente comprar algún producto ya diseñado, ya que con el material 3D no se podría lograr una fijación correcta y existiría riesgo de que la estructura quebrase por la fuerza realizada con las diferentes frutas.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Malformaciones de Chiari - Síntomas y causas - Mayo Clinic [Internet]. MayoClinic.org. 2021 [citado 29 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/chiari-malformation/symptoms-causes/syc-20354010>
2. Malformación de Chiari tipo 1. Genetic and Rare Diseases Information Center (GARD) – an NCATS Program [Internet]. Rarediseases.info.nih.gov. 2017 [citado 29 noviembre 2021]. Disponible en: <https://rarediseases.info.nih.gov/espanol/13344/malformacion-de-chiari-tipo-1>
3. Federación Española de Enfermedades Raras [Internet]. Enfermedades-raras.org. [citado 29 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.enfermedades-raras.org/index.php/component/content/article?id=3100&idpat=38>
4. Malformaciones de Chiari - Diagnóstico y tratamiento - Mayo Clinic [Internet]. MayoClinic.org. 2021 [citado 29 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/chiari-malformation/diagnosis-treatment/drc-20354015>
5. Malformaciones de Chiari - Diagnóstico y tratamiento - Mayo Clinic [Internet]. MayoClinic.org. 2021 [citado 29 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/chiari-malformation/diagnosis-treatment/drc-20354015>
6. ¿Qué es la siringomielia? [Internet]. Blogs Quirónsalud. 2021 [citado 29 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.quironsalud.es/blogs/es/pasa-cerebro/siringomielia>
7. Siringomielia - Síntomas y causas - Mayo Clinic [Internet]. MayoClinic.org. 2021 [citado 29 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/syringomyelia/symptoms-causes/syc-20354771>
8. Urtasun Ocariz M., Gereka Barandiaran L. Siringomielia [monografía en Internet]\*. San Sebastián: Hospital de Donostia; 2003 [citado 29 noviembre 2021]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/1-s2.0-S0304541203709913/first-page-pdf>

9. Asociación Española de Normalización. Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología. (ISO 9999:2016). Bruselas: Comité europeo de normalización; 2016.

10. Cubiertos con Mango Engrosado [Internet]. Lacasadelfisio.com. [citado 30 noviembre 2021]. Disponible en : <https://www.lacasadelfisio.com/comer-beber/975-cubiertos-con-mango-engrosado.html>

11. Cubiertos para Discapacidad. Menaje Especial [Internet]. Ortopediaencasa.com. [citado 30 noviembre 2021]. Disponible en: <https://ortopediaencasa.com/cubiertos-para-d discapacitados-499>

12. Cubiertos Adaptados con Mango Ergonómico. Tres Cubiertos [Internet]. OrtoPrime. [citado 30 noviembre 2021]. Disponible en: <https://ortoprime.es/products/cubiertos-adaptados-con-mango-ergonomico-tres-cubiertos>

13. Peladora eléctrica multifunción [Internet]. Amazon.es. [citado 30 noviembre 2021]. Disponible en : [https://www.amazon.es/ARSUK-multifunci%C3%B3n-autom%C3%A1tica-Herramienta-inoxidable/dp/B08B65Y9G6/ref=asc\\_df\\_B08B65Y9G6/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=455360473394&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=9622074504921557622&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcm dl=&hvlocint=&hvlocphy=1005450&hvtargid=pla-957802776854&p sc=1&tag=&ref=&adgrpid=106655662736&hvpone=&hvptwo=&hvadid=455360473394&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=9622074504921557622&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcm dl=&hvlocint=&hvlocphy=1005450&hvtargid=pla-957802776854](https://www.amazon.es/ARSUK-multifunci%C3%B3n-autom%C3%A1tica-Herramienta-inoxidable/dp/B08B65Y9G6/ref=asc_df_B08B65Y9G6/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=455360473394&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=9622074504921557622&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcm dl=&hvlocint=&hvlocphy=1005450&hvtargid=pla-957802776854&p sc=1&tag=&ref=&adgrpid=106655662736&hvpone=&hvptwo=&hvadid=455360473394&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=9622074504921557622&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcm dl=&hvlocint=&hvlocphy=1005450&hvtargid=pla-957802776854)

14. Pelador eléctrico multifunción de plástico para manzanas [Internet]. CNCEST. [citado 30 noviembre 2021]. Disponible en: [https://www.cncest.es/products/pelador-electrico-multifuncion-de-plastico-para-manzanas?variant=40694131261629&currency=EUR&utm\\_medium=product\\_sync&utm\\_source=google&utm\\_content=sag\\_organic&utm\\_campaign=sag\\_organic](https://www.cncest.es/products/pelador-electrico-multifuncion-de-plastico-para-manzanas?variant=40694131261629&currency=EUR&utm_medium=product_sync&utm_source=google&utm_content=sag_organic&utm_campaign=sag_organic)