



UNIVERSIDAD
DE BURGOS

CUCHILLO ADAPTADO

PROYECTO CONTIGO SOY CAPAZ

Asignatura: Órtesis, prótesis y productos de apoyo/ Organización de trabajo y recursos humanos

Curso 2024-2025

Alicia Contero Muñiz.

Alba Cruz Adrián.

Momchil Dragomirov Nikolaychov.

Blanca González Bellido.

Rubén González Turrientes.

Emma Gutiérrez Galván.

David Pajares Martínez.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. PRESENTACIÓN DEL CASO	5
2.1. ANAMNESIS.....	5
2.2. EVALUACIÓN	6
2.3. OBJETIVOS.....	9
2.3.1. OBJETIVOS GENERALES.....	9
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2.4. INTERVENCIÓN.....	10
3. PRODUCTO DE APOYO.....	12
3.1. OBJETIVOS DEL PRODUCTO DE APOYO.....	12
3.2. METODOLOGÍA	12
3.3. ASPECTOS INNOVADORES.....	14
3.4. GRÁFICOS E IMÁGENES	17
3.5. CLASIFICACIÓN ISO.....	21
4. COMPLEJIDAD TÉCNICA DEL PRODUCTO.....	21
4.1. ESTADO ACTUAL DE NECESIDADES (ESTÉTICA, FUNCIONAL, EFICIENCIA, COMODIDAD).....	22
4.2. INGENIERÍA BÁSICA: DISEÑO CONCEPTUAL, PRELIMINAR (DIMENSIONES Y FORMAS, CALIDAD, ESTÉTICA, SIMULACIÓN CAD/CAM)	23
4.3. INGENIERÍA DE SEGUNDO NIVEL: MATERIALES, SEGURIDAD, MEDIOAMBIENTE/ECODISEÑO, ERGONOMÍA, ANTROPOMETRÍA)	24
4.4. INGENIERÍA DE DETALLE: AMFE, DISEÑO DE DETALLE PARA LA FIABILIDAD, COSTES.....	25
4.4.1. AMFE.....	25
4.4.2. DISEÑO DE DETALLE PARA FIABILIDAD	25
4.4.3. COSTES.....	26
4.5. CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO	27
4.5.1. DISEÑO Y DESARROLLO	27
4.5.2. PRODUCCIÓN	27
4.5.3. DISTRIBUCIÓN	27
4.5.4. USO	27
4.5.5. FIN DE VIDA	27
4.6. MATRIZ QFD PARA EL PRODUCTO	28
5. BIBLIOGRAFÍA.....	29

6. AGRADECIMIENTOS 29

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Uso de dinamómetro por parte de la usuaria. 7
Ilustración 2: Medidas de las manos de la usuaria..... 8
Ilustración 3: Masilla Guumyart para obtención de medidas. 8
Ilustración 4: Medida del filo del cuchillo con masilla Guumyart. 8
Ilustración 5: Cuchillo balancín..... 14
Ilustración 6: Cuchillo con empuñadura perpendicular a la hoja. 14
Ilustración 7: Cuchillo con mango perpendicular a la hoja. 15
Ilustración 8: Cuchillo con mango angulado..... 15
Ilustración 9: Cuchillo del que disponía anteriormente.
Ilustración 10: Primer boceto.
Ilustración 11: Boceto real.....
Ilustración 12: Diseño inicial en el programa.
Ilustración 13: Primer boceto en el programa.
Ilustración 14: Segundo boceto.....
Ilustración 15: Boceto final. 19
Ilustración 16: Boceto final. 19
Ilustración 17: Boceto final. 20
Ilustración 18: Producto final terminado..... 20
Ilustración 19: Matriz QFD.....

1. INTRODUCCIÓN

El producto de apoyo creado en este trabajo ha sido diseñado para cubrir las necesidades específicas de la usuaria con tetraparesia espástica; lesión medular C1 incompleta.

La lesión Medular (LM) es un proceso patológico con muchas causas diferentes que pueden ser congénitas o de forma adquirida, provocando daños temporales o permanentes en las funciones sensitivas y motoras, afectando el nivel de autonomía e independencia del usuario. Además, los daños se producen por debajo del nivel de la lesión, por lo que son complejas, con muchas variaciones y causas (1)

La lesión medular de daños altos de tetraplejia se divide en altas (C1-C3), y bajas (C6-C8). Son tetraplejas en las que dependen casi las 24 horas del día de una persona para conseguir realizar las actividades de la vida diaria (AVDS) y poder transmitir a la tercera persona cuál sería su necesidad en el momento y poder realizar un autocuidado (1)

- **Tetraplejia C1-C3:** esta lesión afecta al miembro superior (EESS), miembro inferior (EEII) y el tronco. Estos usuarios requieren ventilación mecánica a largo plazo y actualmente están en proceso de investigación para determinar que puedan ser candidatos a un marcapasos de diafragma para reducir el riesgo. También, son dependientes para su día a día y para la realización AVDS si no es con adaptaciones o ayuda de terceras personas (1)
- **Tetraplejia C4:** en esta lesión, conservan ciertos movimientos superiores al daño medular, es decir, movimiento de cabeza y cuello, con posibilidad de levantar los hombros en algunos casos (1)
Al igual que el daño de la C1-C3 en su etapa más aguda requerirán de ventilación asistida. También son dependientes en las AVDS y requieren de adaptaciones o terceras personas para una mayor autonomía (1)
- **Tetraplejia C5:** en esta lesión hay movilidad de codo, por lo que es importante mantener una buena musculatura para facilitar al usuario su movimiento. Además, los usuarios con esta lesión pueden recibir ayuda tanto en adaptaciones o productos de apoyo como la necesidad de una tercera persona, aunque el nivel de dependencia es mucho menor a las lesiones medulares anteriores. Asimismo, no requieren de ayuda las 24 horas del día (1)

- **Tetraplejia C6:** además de todo lo mencionado en anteriores lesiones, también mantienen la capacidad de flexionar y extender la muñeca, lo que resulta muy beneficioso para la independencia en cuanto a la capacidad para realizar movimientos de agarre, tracción o liberación (1)

Se trata de usuarios parcialmente independientes ya que necesitan apoyo para la realización de las AVDS, debido a desgaste físico y mental (1)

En el caso de esta lesión la silla de ruedas será autopropulsable, aunque no hay que olvidar que se trata de lesiones con necesidad de adaptaciones, productos de apoyo y terceras personas (1)

- **Tetraplejia C7-C8:** conservan todos los movimientos enumerados anteriormente y en la lesión C7 mantienen la extensión y flexión de codo, preservando una autonomía para las pulsiones y transferencias del usuario de forma independiente. En la lesión C8 se conserva la flexión de los dedos de la EESS. Además, son independientes para propulsar la silla de ruedas, pero en largas distancias pueden necesitar ayuda y apoyo físico. En las AVDS necesitan apoyo y adaptaciones, pero cooperan porque son menos dependientes que en las lesiones descritas anteriormente (1)

Las lesiones de la médula espinal también se pueden dividir en lesiones completas e incompletas; esto es (1):

- **Lesión medular completa:** se produce cuando la lesión afecta por completo a la médula espinal y sufren daños motores y sensitivos.
- **Lesión medular incompleta:** son pacientes en los que parte de la médula espinal dañada todavía está conectada al cerebro y pueden mantener algún movimiento motor y/o sensitivo. Reciben el nombre de tetraparésicos o paraparésicos.

La usuaria al tener lesión medular C1 incompleta, conserva parte de la capacidad motora a pesar de una fatiga física temprana, además de la posibilidad de una mayor independencia.

2. PRESENTACIÓN DEL CASO

2.1. ANAMNESIS

Usuaria de 10 años que reside con sus padres y su hermana melliza. Fue diagnosticada con una lesión medular incompleta a nivel C1, lo que ha resultado en una tetraparesia espástica de etiología desconocida desde su nacimiento.

Como resultado de la lesión, experimentó adicionalmente vejiga neurógena, tortícolis congénita, rotura de fémur, operación de reducción de cadera y vértebras. También, entre los 8 meses y 3 años padeció bulimia, fue hospitalizada en la unidad de cuidados intensivos (UCI) por telectasia y actualmente sufre descalcificación ósea.

Puede realizar actividades de la vida diaria (AVDS), aunque no de manera completamente independiente porque necesita asistencia por parte de sus padres.

En cuanto a la alimentación, es capaz de alimentarse sola, aunque con el paso del tiempo se cansa debido a que lo realiza de forma lenta, por lo que sus padres terminan ayudando. Utiliza tenedor y cuchara de manera independiente, pero presenta dificultades para el uso de cuchillos, incluso adaptados, debido a la fuerza que requiere con ambas manos.

Por un lado, en el aseo personal, necesita ayuda para aplicar pasta dental en el cepillo y no puede ducharse completamente sin asistencia. Asimismo, en el miembro superior requiere de un aro en la cremallera para vestirse y en el miembro inferior precisa de ayuda.

Por otro lado, para su control de esfínteres controla sus evacuaciones intestinales en casa, pero para lo demás suele necesitar asistencia. Además, para desplazarse utiliza una silla de ruedas eléctrica, proporcionándole independencia, aunque en ocasiones recurre a una silla manual y no puede realizar transferencias sin ayuda.

Mantiene una rutina nocturna que incluye uso de férulas nocturnas para la apertura de las manos, inmovilizadores de rodilla, un traje de ortesis de movimiento dinámico (DMO), posicionamiento para las palas iliacas, extensores de codo y un molde de escayola para mantener una postura cómoda durante el descanso.

Recibe tratamiento de logopedia, terapia ocupacional, fisioterapia, así como apoyo psicológico y neuropsicológico para el manejo de sus emociones. Igualmente, asiste a tratamientos intensivos para parapléjicos, tratamientos intensivos en el Niño Jesús y recibe toxina botulínica.

Es estudiante de 5º grado de primaria en el colegio Sagrado Corazón de Jesús, siendo ordinario. No recibe apoyos académicos directos, pero cuenta con pedagogía terapéutica (PT) y audición y lenguaje (AL), además de tener más tiempo para completar las tareas.

No obstante, mantiene buena relación con los compañeros, aunque tuvo que ausentarse del colegio durante 8 meses debido a la operación de reconstrucción de cadera. A nivel académico, presenta dificultades en el área de lógica matemática y tiende a distraerse con facilidad.

A su vez, puede mantenerse erguida o sentada sin apoyo, teniendo memoria selectiva y buena comprensión del lenguaje, de igual manera una comunicación verbal adecuada.

Por último, participa en actividades que requieren destreza manual con objetos que no demanden mucha fuerza y disfruta de actividades recreativas como natación, catequesis, inglés y acudir a campamentos. Provocándola tanto los tratamientos como las actividades demasiada fatiga.

2.2. EVALUACIÓN

Antes del diseño y creación del producto de apoyo, se realiza una evaluación conforme al proceso de terapia ocupacional. Esta evaluación nos brinda información sobre lo que la usuaria desea, necesita, así como sus capacidades, para que se pueda conocer sus apoyos, refuerzos y personas de referencia.

Para ello, inicialmente desde el centro APACE se nos proporcionaron videos de la usuaria, observando la acción de cortar alimentos con un cuchillo, el cual había sido previamente adaptado para facilitar dicha tarea.

A través de estos videos, se pudo analizar que la usuaria necesitaba aplicar fuerza con ambas manos. Además, la acción de cortar el alimento lo realizaba sujetando la empuñadura del cuchillo con la mano dominante, en este caso la izquierda, mientras que con la derecha ejercía algo de presión sosteniendo ligeramente el filo del cuchillo.

Posteriormente, se realiza una visita al centro Neuromás de APACE, donde se lleva a cabo una entrevista en la que conocemos a la usuaria, entrevistamos a su familiar y se observa su estado físico actual, además de analizar cómo ejecuta la acción en la que se busca intervenir.

Una vez en el centro:

- Se decidió comenzar aplicando la prueba del dinamómetro. La usuaria intentó ejercer la máxima fuerza posible dentro de sus posibilidades, pero en esta ocasión no logró apretar el dispositivo. Como resultado, concluimos que la fuerza que presenta es exigua.



Ilustración 1: Uso de dinamómetro por parte de la usuaria.

- Seguido, optamos por analizar como ejecuta la acción de cortar un alimento con un cuchillo. Como mencionamos anteriormente, ella utiliza un cuchillo adaptado, aunque no es completamente adecuado para sus necesidades. Se le pidió que realizara el gesto de cortar para observar cómo sujeta el cuchillo con ambas manos.

Se notó que utiliza su mano dominante para agarrar la empuñadura, mientras que con la otra mano sostiene el filo del cuchillo para aplicar mayor fuerza en la acción.

Durante este tiempo se tomaron medidas necesarias, así como diversas fotografías y videos de la acción.



Ilustración 2: Medidas de las manos de la usuaria.

- El segundo paso consistió en utilizar una masilla llamada Guumyart, la cual nos permitió tomar los diferentes tipos de agarres y pinzas que la usuaria realiza con ambas manos, que más adelante serán los utilizados para realizar el producto de apoyo en UBU Maker.



Ilustración 3: Masilla Guumyart para obtención de medidas.



Ilustración 4: Medida del filo del cuchillo con masilla Guumyart.

Además, mientras se llevaba a cabo la intervención, a través de la observación y las preguntas dirigidas a la usuaria, se ejecutó una evaluación utilizando la escala Bimanual Fine Motor Function (BFMF). Los resultados obtenidos indican que la usuaria se encuentra en el nivel IV de dicha escala. Reflejando dificultades significativas para manipular objetos con las manos; la usuaria puede hacerlo apoyándose en la mesa o en su propio cuerpo. Asimismo, es capaz de agarrar y recoger objetos específicos desde una posición adaptada, aunque presenta una disminución en la velocidad y precisión al manipularlos.

- Finalmente, como parte del proceso de evaluación, nos dirigimos a la madre de la usuaria, quien nos proporcionó información relevante para completar el perfil ocupacional, cuyos datos fueron obtenidos durante la anamnesis, explicada anteriormente.

Además, se aplicó la escala WeeFIM (3), específica para niños, que evalúa diversos ítems, entre ellos el cuidado personal, la movilidad y la cognición. Después de responder la escala y observar a la usuaria, la puntuación total obtenida en la escala fue de 75, lo que indica un nivel de independencia funcional de leve a moderada, donde la usuaria necesita ayuda en algunas actividades diarias, pero puede realizar otras de manera más autónoma.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. OBJETIVOS GENERALES

- Adquirir independencia en las AVDS.
- Asegurar el uso adecuado del producto de apoyo para promover una mejor autoalimentación.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar habilidades motoras finas y gruesas.
- Mejorar la resistencia y tolerancia a la actividad.
- Aumentar la fuerza y resistencia en los brazos y manos.
- Fortalecer su estabilidad al estar sentada.
- Optimizar la fuerza en el agarre.
- Mejorar la coordinación entre ambas manos.
- Aumentar su flexibilidad y reducir la rigidez muscular.

2.4. INTERVENCIÓN

La intervención que se proporcionará a la usuaria será individualizada y enfocada a sus necesidades, limitaciones y capacidades. Para su desarrollo se ha realizado previamente una evaluación exhaustiva con la familia, sus principales cuidadores, de modo que gracias a esta forma podemos conocer todos los aspectos relevantes de la usuaria a la que se va a intervenir.

De acuerdo con los objetivos generales planteados, se propone ejecutar un entrenamiento adecuado de este utensilio adaptado. Para conseguirlo es necesario trabajar otros aspectos como la motricidad fina y gruesa, resistencia, fuerza, etc. Por este motivo se han desarrollado diversas actividades para lograr su cumplimiento.

Debido a que la usuaria tiene diez años todo lo que se realiza será transmitido a la familia, dado que en el ámbito pediátrico la familia es un pilar fundamental para desarrollar una buena intervención.

A continuación, se evaluará la postura de la usuaria durante las diversas actividades de su rutina, de ser necesario, se dará unas pautas a la familia de cómo modificar la silla o su esquema postural para asegurar una correcta posición respecto a la actividad que esté realizando en ese momento.

Al inicio de cada sesión se efectuarán ejercicios de estiramiento para ayudar a mejorar la movilidad articular y así preparar a la usuaria para las actividades que realizará durante la sesión, abarcando todo el esquema corporal.

El desarrollo de la motricidad gruesa y fina es un aspecto que hay que tener en cuenta para conseguir una rutina funcional, por ello se plantea incorporar actividades que mejoren el control de manos y dedos a través de la manipulación de objetos.

Al ser una niña se intervendrá desde el juego, como por ejemplo encajando piezas, manipulando éstas de un lado a otro, colocando bloques de diferentes grosores y tamaños. Esto le permitirá utilizar pinzas manuales y trabajar la coordinación mano- ojo o de ambas manos, aspectos importantes sobre todo en AVDS como el vestido y alimentación.

Para ganar fuerza muscular se ejecutarán ejercicios de resistencia, centrándose en brazos, muñecas y manos. Su desarrollo se llevará a cabo con objetos cotidianos que se encuentran en su vida diaria como puede ser una botella, un tenedor, un cuaderno o ropa, etc.

Estos son objetos que se puede practicar la manipulación y el desarrollo del incremento de fuerza realizando diferentes patrones de movimiento como flexión, extensión, etc. Serán ejercicios sencillos y fáciles de llevar a cabo en casa durante las AVDS como en la alimentación, vestido e higiene, de esta forma podrá trabajarlo en su día a día en casa.

Por otro lado, a la hora de desarrollar cualquiera de las actividades mencionadas anteriormente, se tendrá en cuenta las emociones de la usuaria, si fuera necesario se pautarán descansos y se moderará la actividad.

Por esta razón, se propone comenzar con actividades de corta duración y al ir avanzando en las sesiones se irá aumentando la duración de los ejercicios.

Finalmente, se debe instruir a la usuaria sobre cómo utilizar correctamente el explicándola el cuchillo adaptado. Deberá aprender a sostener, cortar y manipular este con una variedad de alimentos.

Para este tipo de intervención sería conveniente utilizar un plato antideslizante, el cuchillo diseñado y utensilios con los que se encuentre familiarizada en su rutina de alimentación.

Por un lado, la usuaria junto con la terapeuta trabajará para desarrollar un buen agarre, manipulación y fuerza durante el manejo del producto de apoyo. Por otra parte, se darán unas pautas a la familia sobre cómo ayudar a la niña a manejar el cuchillo cuando se alimente en casa, serán pautas que se hayan practicado en las sesiones para ir implementándolas en su rutina diaria.

3. PRODUCTO DE APOYO

3.1. OBJETIVOS DEL PRODUCTO DE APOYO

- Facilitar con el producto de apoyo una autonomía en la AVDS de alimentación.
- Proporcionar independencia de terceras personas en la AVDS de alimentación.
- Minimizar el esfuerzo y mejorar la coordinación motora de la usuaria.
- Ofrecer un diseño seguro y ergonómico.
- Fomentar confianza y satisfacción de la usuaria.
- Desarrollar un producto de apoyo sostenible y de bajo coste.
- Garantizar durabilidad del producto de apoyo mediante un diseño de alta resistencia.

3.2. METODOLOGÍA

Fase 1: evaluación inicial y análisis de necesidades

Se comenzó con una evaluación exhaustiva, que incluyó una entrevista con el familiar para desarrollar un perfil ocupacional detallado de la usuaria.

Se realizaron observaciones directas de las actividades diarias, específicamente el proceso de alimentación, para identificar limitaciones específicas en habilidades motoras y funcionales, para ellos se utilizaron herramientas de evaluación estandarizadas como la BFMF y la WeeFIM (3) para medir el desempeño funcional y determinar las necesidades concretas de apoyo.

Fase 2: conceptualización del diseño

El diseño del cuchillo adaptado se basó en una hoja en forma de medialuna, seleccionada por su capacidad para oscilar y aplicar presión de forma eficiente, eliminando la necesidad de movimientos lineales continuos como los que requieren los cuchillos tradicionales.

A este diseño, se incorporaron un punto de apoyo adicional: en la parte superior del filo para aprovechar la preferencia de la usuaria de ejercer presión con la mano en esa zona.

Fase 3: personalización del agarre

Se utilizó una masilla de modelado que se endurece con el tiempo, permitiendo capturar con precisión la forma y dimensiones del agarre de la usuaria, esta masilla fue aplicada tanto en el mango convencional como en el lomo del cuchillo, lo que permitió adaptar ambas zonas para maximizar la comodidad y eficacia del diseño.

Con los datos obtenidos, se definieron las medidas exactas y las características ergonómicas necesarias para el diseño final.

Fase 4: diseño y fabricación de producto

Con la propia masilla, las medidas y los primeros bocetos, se desarrolló un modelo 3D del cuchillo adaptado basándose en las especificaciones obtenidas. Que más tarde tuvo que mejorarse.

A través de técnicas de impresión 3D, se crearon las piezas necesarias para fabricar el cuchillo ergonómico, asegurando precisión y personalización en cada elemento.

Como conclusión, el desarrollo de una metodología e intervención permiten realizar un cuchillo adaptado ergonómico y de fácil uso, para mejorar la autonomía en este caso de la usuaria, procurando así un diseño funcional y personalizado completamente para adaptarse a sus capacidades motoras y preferencias. Además de que la hoja curvada y la incorporación del punto de apoyo adicional responden directamente a las dificultades detectadas.

3.3. ASPECTOS INNOVADORES

En el mercado encontramos múltiples cuchillos como productos de apoyo entre ellos se observan:

- Cuchillo balancín contiene una hoja en forma de balancín siendo de acero inoxidable y cuenta con doble filo. Permite que se produzca el corte mediante el balanceo de este encima del alimento (4)



Ilustración 5: Cuchillo balancín.

- Cuchillos con empuñadura perpendicular siendo la empuñadura perpendicular al filo, lo que permite mantener la muñeca en una posición neutral (4)



Ilustración 6: Cuchillo con empuñadura perpendicular a la hoja.

- Cuchillos con mango perpendicular a la hoja están diseñados con un material antideslizante y permiten realizar un buen corte (4)



Ilustración 7: Cuchillo con mango perpendicular a la hoja.

- Cuchillos con mango angulado de plástico y plegable, siendo el mango ovalado y angulado respecto a la hoja. La usuaria presenta un cuchillo similar con engrosamiento en la parte superior del mango para un mejor agarre aunque según explica su cuidadora principal le limita a la hora de hacer el corte del alimento (4)



Ilustración 8: Cuchillo con mango angulado.

El cuchillo para la usuaria se diseñó pensando en las necesidades específicas de la usuaria con lesión medular. Utilizaba un cuchillo con el mango engrosado, que le ayudaba a cortar, aunque con muchas dificultades, y que, según su madre, resultaba inseguro porque no tenía protección en el filo. Teniendo esto en cuenta, se creó un cuchillo que no solo facilita su uso, sino que también mejora significativamente la seguridad.

El diseño incluye una adaptación especial en la parte superior del filo. Esta permite que la usuaria pueda apoyar la mano y hacer fuerza hacia abajo para cortar los alimentos con mayor facilidad, incluso con su movilidad limitada.

Además, el cuchillo está completamente cubierto con una protección que evita cortes accidentales y elimina el riesgo de pincharse con la punta. Esto no solo le da seguridad a la usuaria, sino también tranquilidad a su madre.

Se fabricó con materiales ligeros y antideslizantes, lo que lo hace seguro y cómodo de usar. Incluso con uso prolongado, el diseño ayuda a evitar el cansancio. Tanto el mango como el acople fueron diseñados pensando en las manos pequeñas y los movimientos de la niña, asegurando un agarre firme y cómodo.

El diseño también es visualmente sencillo y agradable, alejándose del aspecto "clínico", lo que facilita que la niña lo acepte con gusto. Para desarrollar este producto, utilizamos impresión 3D, lo que nos permitió probar diferentes ideas y realizar ajustes de forma rápida y económica antes de llegar a la versión final.

En resumen, este cuchillo no solo es una herramienta de cocina; es una solución accesible, segura y adaptada, que mejora de manera significativa la autonomía de la usuaria y su calidad de vida durante la alimentación.



Ilustración 9: Cuchillo del que disponía anteriormente.

3.4. GRÁFICOS E IMÁGENES

Para poder diseñar el acople que se pondrá en la parte superior del filo, primero se buscó opciones en internet, y al no encontrar ideas que pudieran influir en su creación, se realizó un boceto de lo que se quería diseñar.

Al comprar el cuchillo que se utilizó como base para realizar el producto de apoyo, ya se pudo obtener las dimensiones reales del filo del cuchillo, realizando un croquis en escala 1:1 con la idea principal del producto como se puede observar en la siguiente ilustración:

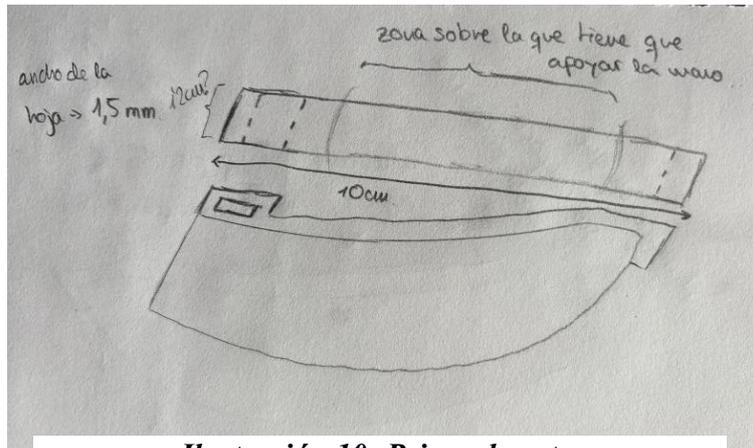


Ilustración 10: Primer boceto.

En segundo lugar, se midió y se introdujo al ordenador para empezar a crear el diseño 3D del acople, en la siguiente imagen se puede observar cómo se realizó:



Ilustración 11: Boceto real.

A continuación, se trasladaron las medias obtenidas al programa de diseño 3D:

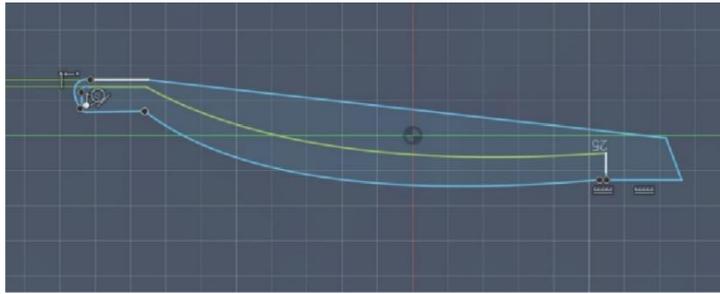


Ilustración 12: Diseño inicial en el programa.

Esta fue la primera muestra que se realizó, pero no nos convenció debido a la parte superior donde se apoya la mano para hacer fuerza al cortar y además se veía muy fina.

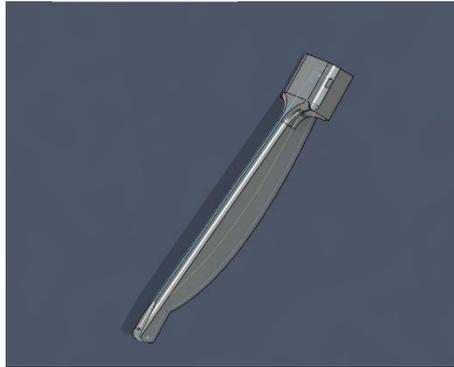


Ilustración 13: Primer boceto en el programa.

Por lo tanto, se decidió ampliar dicha superficie hasta una medida que permita adherirse mejor y aplicar más fuerza en una superficie más ancha.

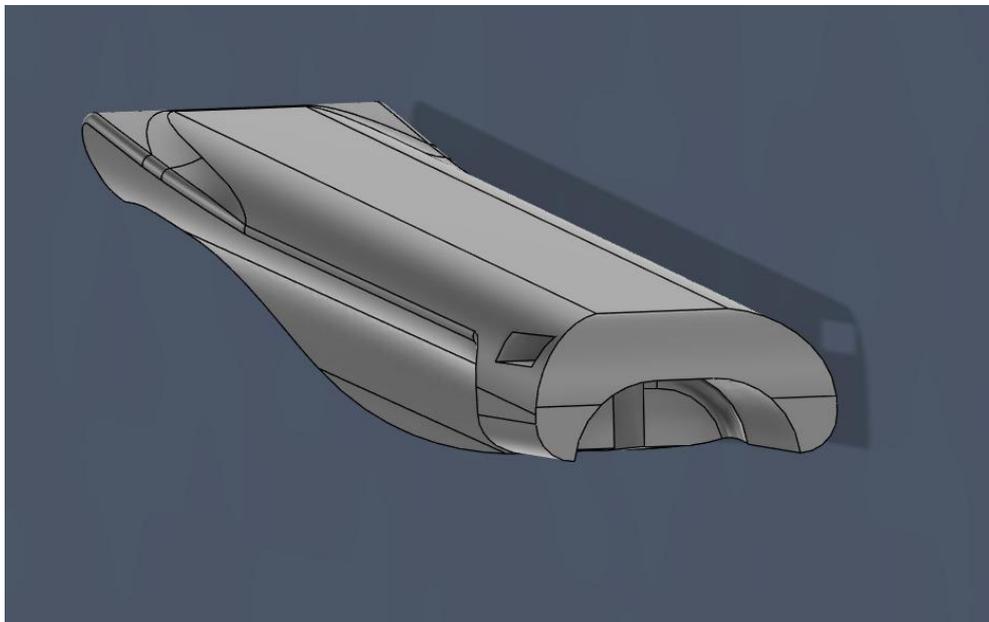


Ilustración 14: Segundo boceto.

Entonces, se decidió que este sería nuestro diseño final, como puede apreciarse en las imágenes siguientes, se muestran las demás partes del acople:

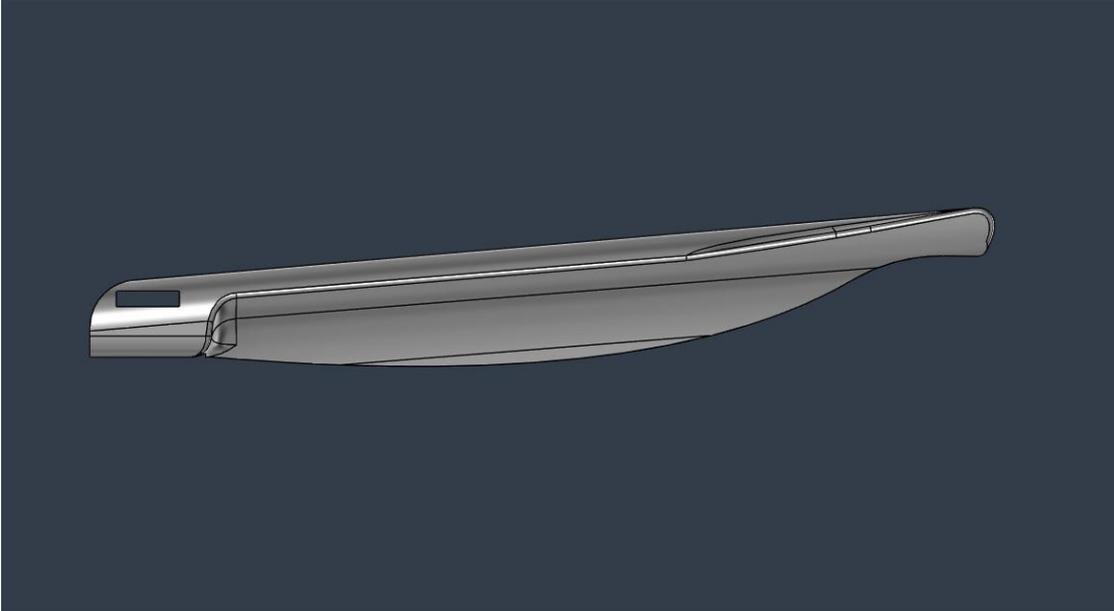


Ilustración 15: Boceto final.

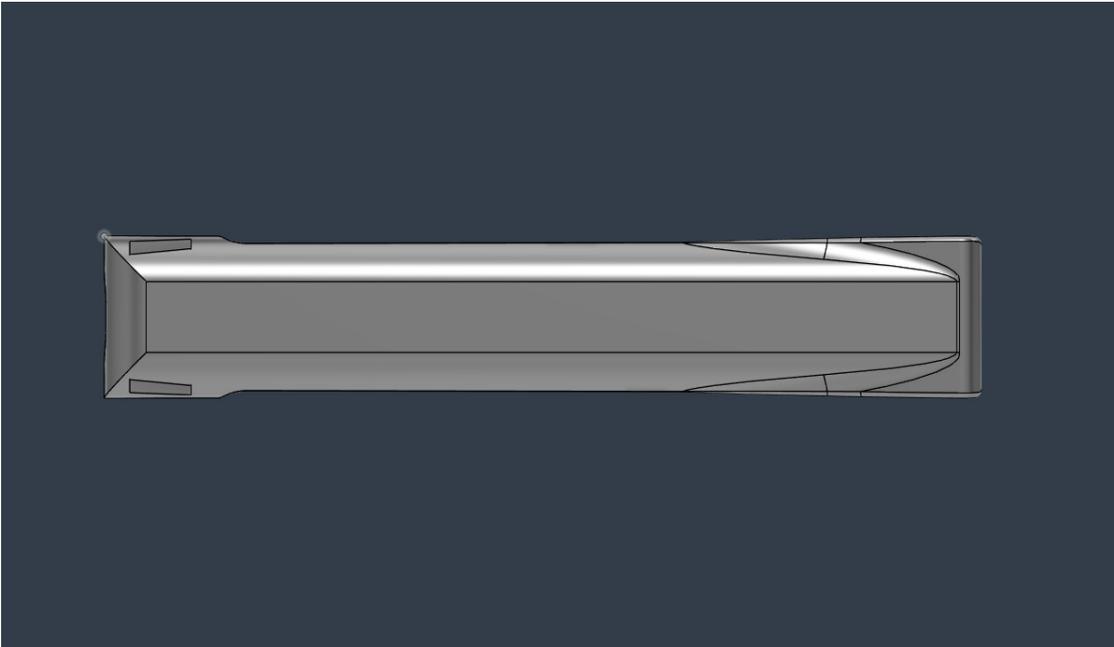


Ilustración 16: Boceto final.

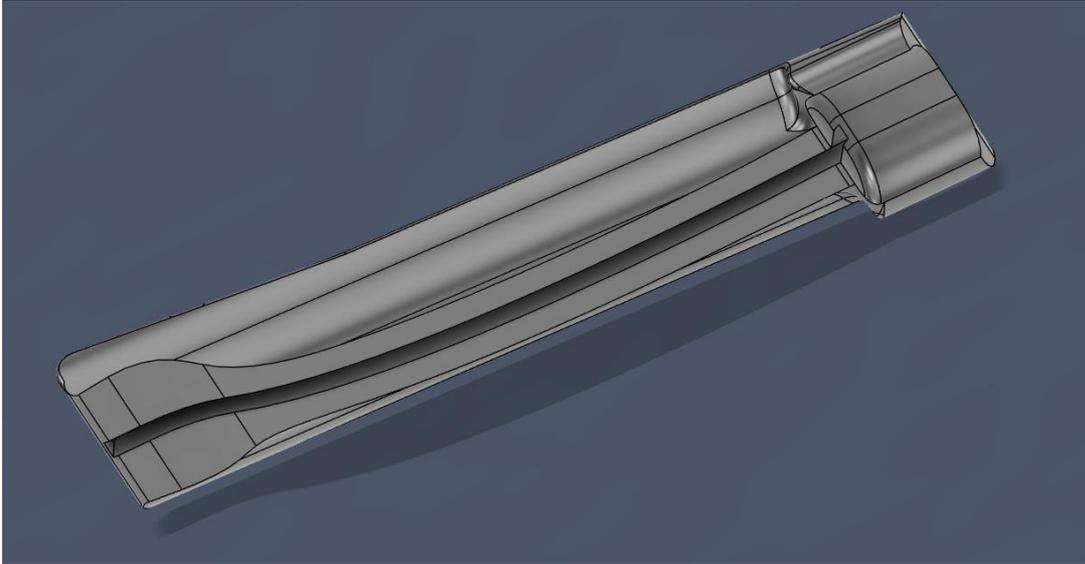


Ilustración 17: Boceto final.

Una vez impreso, obtenemos el resultado final del acople ya puesto en el cuchillo, tal y como se puede observar en la imagen, el acople se adapta perfectamente a la estructura del cuchillo, queda bien sujeto, y se asegura con una brida.



Ilustración 18: Producto final terminado.

3.5. CLASIFICACIÓN ISO

Las normas ISO existen para contribuir y participar en hacer la vida más accesible y efectiva a través de los derechos de las personas con discapacidad y personas mayores proporcionando mayor accesibilidad y por tanto mejorando su calidad de vida e independencia; con productos de apoyo y tecnología pensando en dichas personas.

- Clasificación ISO nivel 1: 15 - Productos de apoyo para las actividades domésticas y la participación en la vida doméstica (4)
- Clasificación ISO nivel 2: 15.09 15.09 - Productos de apoyo para comer y beber (4)
- Clasificación ISO nivel 3: 15.09.13 - Cubiertos, palillos y pajitas (4).

4. COMPLEJIDAD TÉCNICA DEL PRODUCTO

1. Diseño ergonómico del mango.

El mango está diseñado para que se adapte a la postura habitual de la mano de la usuaria, considerando que su fuerza es limitada y tiene limitaciones de movimiento.

2. Adaptación de la parte superior del filo

- La pieza permite que la usuaria aplique fuerza adicional con la otra mano de forma efectiva y segura.
- Hemos creado un diseño de un acople que cubre toda la parte superior del filo, eliminando cualquier riesgo de corte.
- El acople está formado con un plástico resistente pero suave al tacto.

3. Compatibilidad con el cuchillo base

- La parte superior la hemos adaptado al perfil redondeado del cuchillo base, manteniendo un ajuste firme pero removible si fuera necesario para limpieza o mantenimiento.
- Las adaptaciones realizadas mantienen un equilibrio entre el peso total del cuchillo y su manejabilidad para que sea cómodo de usar por la niña.

4. Seguridad integral

- La parte superior está diseñada para evitar cualquier contacto accidental con el filo.

- La pieza adaptada resiste al uso prolongado sin riesgo de rotura o desplazamiento.

5. Procesos de fabricación

- La fabricación del acople esta realizada a través de impresión 3D, creada para validar dimensiones, forma y funcionalidad antes de la producción final.
- El acople garantiza durabilidad, higiene y facilidad de limpieza.

6. Personalización según las necesidades del usuario

- Hemos seguido un proceso de diseño basado en pruebas y retroalimentación para asegurar que las adaptaciones cumplen con sus necesidades específicas.
- Cada detalle está ajustado a la fuerza y postura específicas de la usuaria.

4.1. ESTADO ACTUAL DE NECESIDADES (ESTÉTICA, FUNCIONAL, EFICIENCIA, COMODIDAD)

➤ **Estética**

- Diseño personalizado y amigable: Dado que el producto está dirigido a una niña de primaria, hemos seguido sus gustos como el color y con un aspecto agradable.
- Hemos intentado personalizarlo y realizarlo transmitiendo accesibilidad para ella.

➤ **Funcionalidad**

- Agarre seguro: El mango es lo suficientemente ancho, antideslizante y ergonómico para la usuaria pueda sujetarlo firmemente sin esfuerzo, adaptándose a su fuerza limitada y postura específica.
- Soporte en la parte superior del filo: La pieza diseñada para apoyar la otra mano está asegurada contra los cortes y con una distribución uniforme de la fuerza aplicada para facilitar el corte de alimentos.
- Facilidad de limpieza en los materiales utilizados.

➤ **Eficiencia**

- Facilidad para cortar alimentos: A pesar de la fuerza limitada de la usuaria, el cuchillo permite cortar alimentos con el mínimo de fuerza posible.
- Peso equilibrado: El cuchillo es lo suficientemente ligero para manejarlo con facilidad, pero con un peso adecuado para que el corte sea efectivo.

➤ **Comodidad**

- Ergonomía del mango: El diseño se ajusta a la postura habitual de la mano de la niña, evitando incomodidades o molestias.
- Superficie agradable al tacto: El material usado y el acople superior son suaves y no causan molestias a la usuaria.

4.2. INGENIERÍA BÁSICA: DISEÑO CONCEPTUAL, PRELIMINAR (DIMENSIONES Y FORMAS, CALIDAD, ESTÉTICA, SIMULACIÓN CAD/CAM)

1. Dimensiones y formas

- Dimensiones del acople: 25 mm ancho, 10 mm de alto y 110 mm de largo.
- Mango ovalado para mejorar el control y la comodidad.

2. Calidad

- Plástico a impresión 3D, con resistencia y textura agradable.
- Buena durabilidad y con buena seguridad.

3. Estética

- Color personalizado a gusto de la niña para hacer más atractivo y distintivo de otros utensilios.
- Es accesible para su uso y transporte.
- Las adaptaciones se observan claramente.

4. Simulación CAD/CAM

- Hemos utilizado software de diseño 3D (fusión 360) para la creación y diseño del acople superior del filo. El acople incluye textura antideslizante y dimensiones basadas en la usuaria.

4.3. INGENIERÍA DE SEGUNDO NIVEL: MATERIALES, SEGURIDAD, MEDIOAMBIENTE/ECODISEÑO, ERGONOMÍA, ANTROPOMETRÍA)

1. **Materiales:**

- Plástico de alta resistencia para asegurar durabilidad y resistencia a impactos.

2. **Seguridad**

- Prevención de cortes: el acople superior cubre completamente la parte superior del filo redondeado, eliminando cualquier riesgo de contacto accidental con la zona cortante.
- Resistencia estructural: tanto el mango como el acople resisten las fuerzas usadas durante el uso sin deformarse ni romperse.

3. **Medioambiente y ecodiseño**

- Material sostenible: Hemos utilizado plástico reciclable para minimizar el impacto ambiental.
- Optimización del proceso de fabricación: Minimización del uso de materiales mediante un diseño eficiente y reducción de residuos al imprimirlo en 3D.
- Impacto ambiental: fácil desmontaje para facilitar el reciclaje de la pieza final.

4. **Ergonomía**

- El mango se ajusta a la postura de la niña evitando posiciones incómodas y permite a la usuaria manejar toda la pieza al completo sin emplear una fuerza excesiva.

5. **Antropometría**

- El mango es proporcional a su mano con la longitud adecuada y el acople está pensado para que cumpla las mismas expectativas.

4.4. INGENIERÍA DE DETALLE: AMFE, DISEÑO DE DETALLE PARA LA FIABILIDAD, COSTES

4.4.1. AMFE

Componente	Modo de Falla Potencial	Efecto del Fallo	Causa del Fallo	Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN	Acciones Propuestas
Acople para apoyo de la mano	Deslizamiento o rotura del acople	Imposibilidad de cortar, riesgo de lesiones	Material frágil o diseño inadecuado	8	6	4	192	Utilizar material antideslizante de alta resistencia, reforzar la fijación.
Cuchilla protegida	Exposición accidental de la cuchilla	Lesión por corte	Protección mal fijada	9	5	3	135	Mejorar el diseño de la protección para asegurar un ajuste óptimo.
Mango	Agarre insuficiente o incómodo	Dificultad para usar el cuchillo, incomodidad	Diseño no ergonómico	7	7	5	245	Incorporar diseño ergonómico con materiales suaves y antideslizantes.
Ensamblaje total	Desajuste o separación de piezas	Fallo completo del producto	Montaje incorrecto o piezas débiles	10	4	3	120	Mejorar el ensamblaje con uniones más robustas.

4.4.2. DISEÑO DE DETALLE PARA FIABILIDAD

Para asegurarnos de que el cuchillo adaptado sea seguro, duradero y fácil de usar, hemos incorporado estas mejoras en su diseño:

Materiales resistentes y seguros

- Tanto el acople como el mango están hechos de un plástico muy resistente, que además es antideslizante, para evitar accidentes y que dure más tiempo.
- La protección de la cuchilla está hecha de un material robusto pero ligero, como el polipropileno, que combina seguridad y facilidad de uso.

Ergonomía mejorada

- El acople está diseñado especialmente para adaptarse a manos pequeñas o con poca fuerza, como las de la usuaria.
- Además, el mango tiene una forma curva que reduce el cansancio y permite usar el cuchillo durante más tiempo sin molestias.

Mayor seguridad

- Hemos añadido una doble protección para que la cuchilla no quede expuesta accidentalmente y así evitar cortes.
- También se han reforzado las partes del acople para que pueda soportar bien el peso y la presión al cortar.

Pruebas para garantizar su durabilidad

- El diseño ha pasado por simulaciones y pruebas de uso continuo para comprobar que los materiales y las uniones resisten el desgaste y el uso repetido.

4.4.3. COSTES

- El cuchillo que se escogió como base para realizar el producto forma parte de un set de siete utensilios de corte de la marca Cecotec. El pack entero tiene un coste de 19,90 €, por lo que, si dividimos entre siete, podremos estimar el precio del cuchillo que hemos utilizado nosotros: $19,90 \text{ €} / 7 \text{ cuchillos} = 2,85 \text{ €}$.
- El material 3D se compra por filamentos, que suelen tener un precio de entre 15 y 30 € el kilogramo. Nuestro acople pesa aproximadamente 20 gramos, por lo que aproximadamente, el gasto en material es de entre 0,3 y 0,6 €.
- En cuanto a electricidad, una impresora 3D suele consumir entre 50 y 150 W/h. Nuestra pieza tardó aproximadamente 20 minutos en imprimirse, por lo que si multiplicamos ese consumo por el precio de la electricidad, que a día 2 de Diciembre de 2024 está en una media de 0,2 €/kWh, obtenemos que los costes de la electricidad es de aproximadamente entre 0,01 y 0,03 €.
- Si tenemos en cuenta la depreciación de la impresora, podemos estimar que una impresora cuesta alrededor de unos 300 € y que tiene una vida útil media de 3000 horas, por lo que el coste por hora de uso es de aproximadamente 0,1 €/hora, por lo que para los 20 minutos que tarda en imprimirse nuestra pieza, supondrá un coste de aproximadamente 0,033 €.

- Añadimos el precio de la brida, que ronda entre los 0,01 y 0,05€, dependiendo de la cantidad de la que sea el paquete.

Coste total estimado:

$$2,85 + (0,3 - 0,6) + (0,01 - 0,03) + 0,033 + (0,01 - 0,05) = 3,203 - 3,563 \text{ €}$$

Por lo tanto, el producto tendrá un coste aproximado de entre tres euros y tres euros y medio.

4.5. CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

4.5.1. DISEÑO Y DESARROLLO

- Identificación de necesidades, definición de requisitos.
- Bocetos y prototipado.
- Pruebas y reajustes.
- Producción del diseño final.

4.5.2. PRODUCCIÓN

- Fabricación del producto final (acople), intentando minimizar residuos en el proceso.

4.5.3. DISTRIBUCIÓN

- Entrega al usuario final.

4.5.4. USO

- Está diseñado para soportar un uso diario y repetitivo, sin que se produzca un desgaste significativo.
- En cuanto al mantenimiento, se basará en una limpieza sencilla con agua y jabón, no requiere un mantenimiento técnico ya que no incluye piezas susceptibles a necesitarlo.
- Si se quiere meter el cuchillo al lavavajillas, es recomendable cortar la brida para quitar el acople y poder lavar el cuchillo sin problema en el lavavajillas, no es recomendable meter el acople a lavar ahí.

4.5.5. FIN DE VIDA

- Plásticos y metales reciclables.

4.6. MATRIZ QFD PARA EL PRODUCTO

Para realizar la matriz QFD, utilizamos una plantilla para Excel que encontramos en internet. En la imagen se pueden ver las relaciones que hemos considerado para poder realizarla.

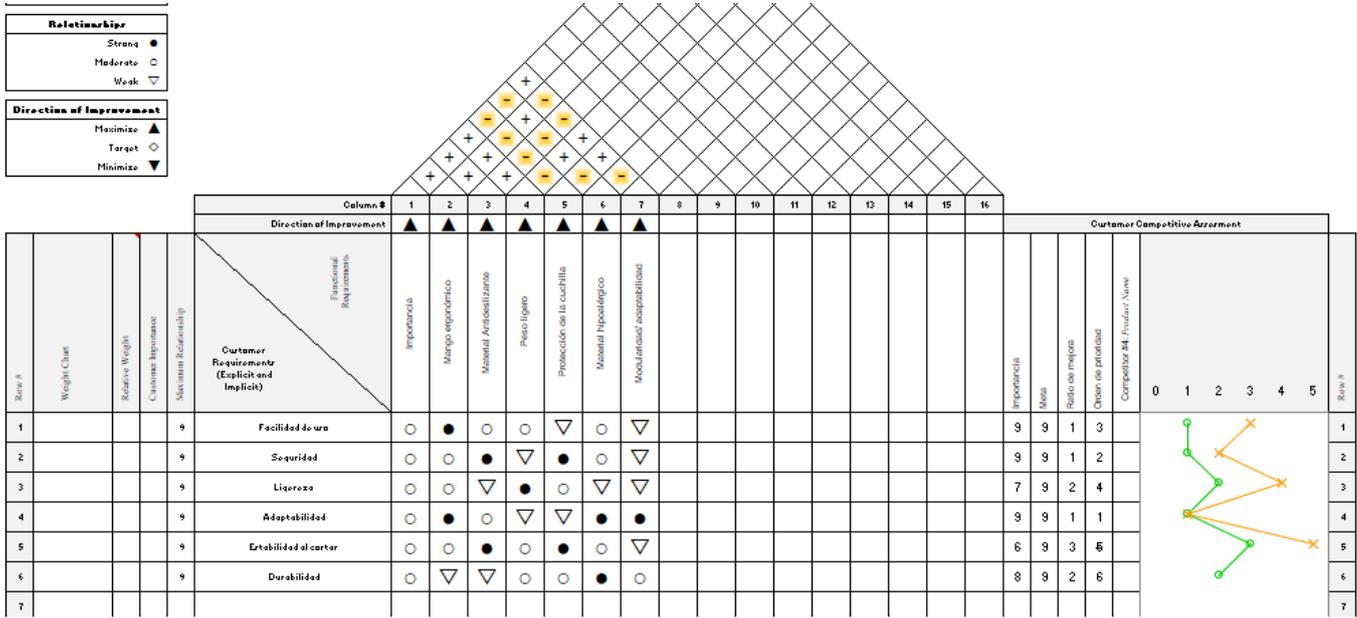


Ilustración 19: Matriz QFD.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Lesión Medular: Guía para el manejo integral del paciente con LM crónica. Aspaym Madrid. Disponible en: www.aspaymmadrid.org/wp-content/uploads/2018/05/guia-manejo-integral-2013.pdf
2. Guía de aplicación Weefim. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/gua-de-aplicacin-weefimdoc/260953274>
3. Weefim- Evaluación para Niños. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/326443849/Weefim-Evaluacion-Para-Ninos>
4. *Búsqueda de Productos por niveles ISO 9999:2022.* (s/f). Imserso.es. Disponible en: <https://catalogocephat.imserso.es/productos/iso/busquedavarios>
5. Matriz QFD <https://mundo-excel.com/qfd/>

6.AGRADECIMIENTOS

De parte de todos los miembros del grupo queremos dar las gracias a:

- A la usuaria por ofrecerse e intentar explicarnos qué es lo que necesitaba.
- A su madre, por la paciencia ante tantas preguntas y por darnos su visión.
- A la fundación APACE y NeuroMÁS.
- A la terapeuta ocupacional de la niña, que nos ayudó en todo momento.
- A la Estación de la ciencia y en especial a Dioni, por su ayuda para hacer el mejor diseño posible.
- A nuestras profesoras: Montserrat Santamaría Vázquez y Ana María Lara Palma, por guiarnos a lo largo del proyecto, por su pasión por su trabajo y su forma de expresarlo durante las clases.

Atentamente:

- Alicia Contero Muñiz.
- Alba Cruz Adrián.
- Momchil Dragomirov Nikolaychov.
- Blanca González Bellido.
- Rubén González Turrientes.
- Emma Gutiérrez Galván.
- David Pajares Martínez.