



UNIVERSIDAD
DE BURGOS

TENEDOR ADAPTADO

CONTIGO SOY CAPAZ

Curso 2025/2026

Autores:

Cortés Sanz, Javier

Labat Garrúes, Marina

Lete Iraola, Itsaso

Manterola Aldazabal, Goretti

Martín Pérez, Eva

Martínez Bravo, Naroa

Pérez García, Mario

Asignatura: Organización del trabajo y RRHH / Órtesis, Prótesis y Productos de Apoyo

Profesores: Ana María Lara Palma y Montserrat Santamaría Vázquez

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	3
2.PRESENTACIÓN CASO CLÍNICO	6
2.1 PERFIL OCUPACIONAL	6
2.2 EVALUACIÓN. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES	8
2.2.1 ACTION RESEARCH ARM TEST (ARAT).....	9
2.2.2 PINZÓMETRO	10
2.2.3 DINAMÓMETRO	10
2.2.4 TEST DE MICROFILAMENTOS.....	11
2.2.5 GONIÓMETRO	11
2.2.6 MASILLA TERAPÉUTICA	12
2.2.7 MALETÍN PROFESIONAL CON CUBIERTOS ADAPTADOS	12
2.2.8 OBSERVACIÓN	13
2.3 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES	14
2.4 OBJETIVOS DEL CASO	14
2.4.1 OBJETIVO GENERAL	14
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2.5 INTERVENCIÓN	15
2.6 CRONOGRAMA	19
3.PRODUCTO DE APOYO	19
3.1 OBJETIVOS DEL PRODUCTO DE APOYO.....	19
3.1.1 GENERAL	19
3.1.2 ESPECÍFICOS	19
3.3 METODOLOGÍA	20
3.4 ASPECTOS INNOVADORES.....	22
3.5 GRÁFICOS E IMÁGENES	26
3.5.1 POSICIÓN FIJA	27
3.5.2 POSICIÓN MÓVIL CON DESBLOQUEO A TRAVÉS DE BOTONES.....	28
3.5.3 POSICIÓN MÓVIL CON BLOQUEO A TRAVÉS DE GOMA ELÁSTICA	31
3.6 CLASIFICACIÓN ISO	32
4.COMPLEJIDAD TÉCNICA DEL PRODUCTO	32
4.1 DISEÑOS	32
4.1.1 DISEÑO “FIJO”.....	32
4.1.2 DISEÑO “MÓVIL CON DESBLOQUEO A TRAVÉS DE BOTONES”	34
4.1.3 DISEÑO “POSICIÓN MÓVIL CON BLOQUEO A TRAVÉS DE GOMA ELÁSTICA”	37
4.1.4 OTROS DISEÑOS E IDEAS.....	38

4.2 ESTADO ACTUAL DE NECESIDADES (ESTÉTICA, FUNCIONALIDAD, EFICIENCIA, COMODIDAD)	39
4.2.1 ESTÉTICA.....	39
4.2.2 FUNCIONALIDAD.....	39
4.2.3 EFICIENCIA.....	39
4.2.4 COMODIDAD.....	39
4.3 INGENIERÍA BÁSICA	39
4.3.1 DIMENSIONES Y FORMAS.....	39
4.3.2 CALIDAD.....	40
4.3.3 ESTÉTICA.....	40
4.3.4 SIMULACIÓN CAD	40
4.4 INGENIERÍA DE SEGUNDO NIVEL.....	40
4.4.1 MATERIA PRIMA.....	40
4.4.2 SEGURIDAD.....	41
4.4.3 MEDIOAMBIENTE Y ECODISEÑO	41
4.4.4 LISTA DE MATERIALES (BOM)	41
4.5 INGENIERÍA DE DETALLE	43
4.5.1 AMFE	43
4.5.2 DISEÑO DETALLE PARA LA FIABILIDAD.....	45
4.5.3 COSTES	45
4.6 CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO.....	47
4.6.1 DISEÑO Y DESARROLLO	47
4.6.2 PRODUCCIÓN.....	47
4.6.3 DISTRIBUCIÓN.....	47
4.6.4 USO.....	47
4.6.4 VISIÓN GLOBAL CICLO DE VIDA	48
4.6.6 FIN DE VIDA	48
4.6.7 MANTENIMIENTO Y REUTILIZACIÓN	48
4.6.8 JUSTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS	48
4.7 MATRIZ QFD.....	49
5. AGRADECIMIENTOS.....	50
6. BIBLIOGRAFÍA.....	51
7. ANEXO.....	52

1.INTRODUCCIÓN

El producto de apoyo diseñado para una usuaria con Parálisis Cerebral Infantil (PCI), la causa más frecuente de discapacidad motora en edades tempranas consta de un tenedor de agarre tipo T con el objetivo de llevar a cabo una alimentación independiente.

La parálisis cerebral (PC) es una lesión que se da en el cerebro durante el periodo perinatal que provoca alteraciones en el movimiento, pudiendo en algunos casos asociarse con discapacidad intelectual (1).

Además de los trastornos motores, las personas con parálisis cerebral suelen presentar alteraciones sensoriales y dificultades en las funciones perceptivas y cognitivas, siendo también comunes los problemas de comunicación, las alteraciones en la conducta, en estructuras y funciones musculoesqueléticas, y la epilepsia (1).

De acuerdo con la Asociación Española de Pediatría (AEPED), cabe mencionar las comorbilidades más habituales en la Parálisis Cerebral Infantil (1).

Aproximadamente el 50% de los casos presentan discapacidad intelectual, mientras que la epilepsia se manifiesta en un rango que va del 25 al 50% de los pacientes, dependiendo del cuadro clínico. Es más frecuente en las formas tetraplégicas, donde supera el 50%, seguida por las hemiplégicas con un 40%, las discinéticas con un 25% y las diplégicas con un 15%. Además, la probabilidad de epilepsia aumenta cuando el coeficiente intelectual es más bajo (1).

Asimismo, los trastornos del lenguaje son muy comunes, afectando entre el 75 y el 80% de los casos, y los trastornos conductuales aparecen en un 25 a 40% de los pacientes, siendo importante considerar la posible presencia de disfunción ejecutiva o de un Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH). También, se observan alteraciones del sueño en más del 25% de los casos (1).

Entre el 30 y el 40% de los pacientes presentan dificultades relacionadas con la alimentación, como la disfagia y otros problemas similares, y cerca del 7% requiere la colocación de una gastrostomía (1).

Por otro lado, la sialorrea tiene un impacto significativo en la vida social y puede asociarse con infecciones respiratorias recurrentes causadas por broncoaspiración, mientras que el estreñimiento es otro trastorno frecuente en este grupo de pacientes (1).

En el ámbito neurosensorial, los déficits visuales son frecuentes y se manifiestan principalmente a través de defectos de refracción que afectan aproximadamente al 50% de los pacientes, así como por la presencia de estrabismo en un 40% (1).

Además, los problemas auditivos también están presentes y se estiman en una proporción que varía entre el 10 y el 20% de los casos (1).

Las alteraciones musculoesqueléticas se presentan principalmente en pacientes con espasticidad, siendo muy comunes en los pies, aunque las más graves suelen afectar a las caderas y se manifiestan también en forma de escoliosis (1).

Como consecuencia de las alteraciones mencionadas anteriormente, muchos pacientes desarrollan una insuficiencia respiratoria progresiva que constituye una causa importante de morbilidad (1).

De igual manera, existen otras manifestaciones que deben tenerse en cuenta, como es el dolor, el cual está presente en un porcentaje elevado de estas personas, oscilando entre el 50 y el 75% (1).

Los problemas de control urinario son igualmente frecuentes y pueden presentarse en un 30 a 60% de los casos, a lo que se añaden las dificultades vinculadas con la higiene bucodental y la aparición de osteoporosis, esta última habitualmente relacionada con la poca movilidad y la desnutrición (1).

Es un colectivo que requiere un enfoque multidisciplinar ya que conlleva diversos déficits motores y posturales, los cuales restringen la participación y realización de múltiples actividades. Este equipo está compuesto además de todos los profesionales sanitarios, por los profesionales del ámbito educativo que acompañan día a día a los usuarios en los colegios. Cabe destacar, que todas las decisiones han de ser tomadas teniendo en cuenta al usuario además de a su familia, dado que, por lo general, son los encargados de proporcionar apoyo y cuidados (1).

Es igualmente esencial atender el componente psicosocial, garantizando el bienestar tanto del paciente como de quienes se encargan de su cuidado. Para ello, es fundamental favorecer el cumplimiento de tratamientos con respaldo científico, apoyar su participación en el ámbito escolar y social, además de acompañar a lo largo de las distintas fases de su crecimiento, asegurando además una transición adecuada hacia la etapa adulta (1).

Existen 3 síndromes que predominan:

La parálisis cerebral espástica es la forma más frecuente, manifestándose entre el 70 y el 80% de los casos. Su característica principal es la espasticidad, que se manifiesta sobre todo en las extremidades distales como resultado de la alteración en la vía piramidal. Las personas que la presentan suelen mostrar dilación y dificultad para ejecutar movimientos voluntarios, una motricidad fina poco precisa, problemas para coordinar y disociar los movimientos, así como una notable tendencia a la fatiga (1).

La parálisis cerebral discinética representa entre el 10 y el 15% de los casos y se distingue por la aparición de movimientos involuntarios, repetitivos y estereotipados. Asimismo, la sialorrea suele manifestarse con relativa frecuencia, en contraste con la epilepsia y las dificultades cognitivas, que por lo general no se observan (1).

La parálisis cerebral atáxica aparece aproximadamente en el 4% de los afectados, y se caracteriza por la presencia de hipotonía en la fase lactante junto con un retraso en la adquisición de hitos del desarrollo psicomotor. Con el tiempo, se evidencia inestabilidad al mantenerse de pie o sentado, asimetrías, dificultades en la coordinación y alteraciones en la motricidad fina (1).

Además de las formas descritas, existen combinaciones mixtas que reúnen elementos de las anteriores, siendo estas especialmente habituales en el ámbito clínico (1).

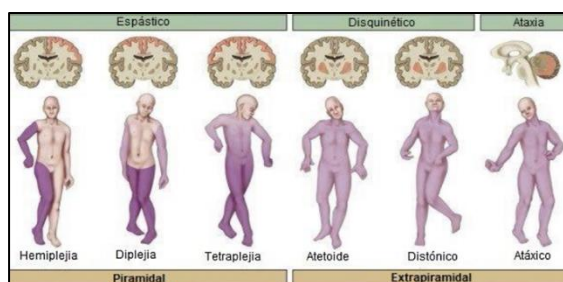


Ilustración 1 Tipos de Parálisis Cerebral (2).

En este caso, se evalúa e interviene a una paciente con parálisis cerebral de tipo espástico, que presenta alteraciones motoras, sensoriales y perceptivas, así como dificultades en el sueño y déficits visuales. La espasticidad predomina en la parte distal de la extremidad superior izquierda, condicionando la participación y ejecución de ciertas actividades funcionales, entre otras, la alimentación. Además, presenta lentitud y dificultad en la realización de movimientos voluntarios, motricidad fina imprecisa, alteraciones en la coordinación y disociación de movimientos, y una marcada fatigabilidad.

Por estas razones, el producto de apoyo desarrollado consiste en un tenedor de agarre en forma de T, ajustado a las características de la usuaria.

2.PRESENTACIÓN CASO CLÍNICO

2.1 PERFIL OCUPACIONAL

Usuaría de 19 años, residente de Las Quintanillas, un pueblo de la provincia de Burgos, diagnosticada de parálisis cerebral con afectación en el hemicuerpo izquierdo.

Como consecuencia de esta afectación presenta una marcha atípica debido a un esquema elemental, además de un patrón de miembro superior izquierdo con flexión y leve abducción de hombro, flexión de codo, flexión palmar con desviación cubital de muñeca con anfiartrosis, flexión y aducción de dedos y el 1º dedo alojado. Del mismo modo, padece de miopía, astigmatismo, baja agudeza visual y dificultades en el campo visual.

Además, presenta entumecimiento, baja sensibilidad, más concretamente en la zona dorsal, lo que conlleva que no sienta dolor. De igual manera, presenta una alteración

en la propiocepción que compensa mediante la visión. Asimismo, presenta más fuerza en su extremidad derecha a pesar de no poder mantenerla en un largo periodo de tiempo debido a la fatiga. En cuanto al tono, tiene espasticidad en la mano izquierda, la no dominante, la cual aumenta al realizar actividades bimanuales. Para la reducción de esta se le inyecta toxina botulínica. En cuanto al agarre, realiza una prensión palmar sin involucrar a las falanges, por lo que no tiene suficiente soporte para el agarre de objetos, lo que dificulta su precisión en la realización de ciertas tareas.

A nivel cognitivo, la usuaria mantiene casi todas las habilidades como son la memoria, la atención, la emotividad, la conciencia entre otras. Cuenta con dificultades en la orientación y en la percepción, concretamente en la propiocepción.

La usuaria vive con sus padres y hermana pequeña, los cuales le ayudan en ciertas tareas para facilitar su desempeño ocupacional ya que en el hogar no poseen ninguna adaptación ni productos de apoyo.

Del mismo modo, precisa de ayuda para algunas Actividades de la Vida Diaria (AVD) e Instrumentales (AIVD) como son: la conducción y movilidad en la comunidad, preparación de la alimentación, higiene y aseo personal, vestido... No obstante, sigue trabajando en el desarrollo de habilidades bimanuales para adquirir la independencia en otras actividades como el manejo de llaves. Además, refiere dificultades en la conciliación del sueño que trata con fármacos.

Su actitud positiva y resiliente han facilitado la obtención de logros, como por ejemplo el abrochado y desabrochado del sujetador y la subida y bajada de la cremallera, a pesar de que para conseguirlas realiza ciertas compensaciones con otras partes del cuerpo.

Actualmente cursa segundo grado de Lengua y Literatura Española en la Universidad de Burgos. En esta precisa adaptaciones como por ejemplo la ampliación de la duración de exámenes, papel en hoja cuadriculada, imágenes a color y tamaño de letra ampliado, las cuales facilitan su participación. La educación secundaria la cursó en el IES Conde Diego Porcelos, donde aparte de contar con adaptaciones como las mencionadas anteriormente, recibía sesiones de fisioterapia.

En cuanto a su entorno social, cuenta con una red sólida de amistades los cuales la apoyan y con quienes hace planes. Principalmente cuenta con dos grupos, uno el de la universidad y el otro del instituto, aunque aparte de estos dos grupos tiene una amiga externa del colegio. Todas ellas, se encuentran en la propia ciudad de Burgos, por lo que necesita que alguno de los padres la acerque y la recoja cuando queda con ellas. Al punto de encuentro con sus padres, siempre va acompañada por sus amigos debido a las dificultades en la orientación.

Uno de los planes que suele hacer con sus amigos y familiares es el de comer fuera de casa. En varias ocasiones ha recibido miradas y malas caras por necesitar ayuda para cortar los alimentos, ya que, a pesar de ser capaz de sujetar el tenedor con su mano derecha, no es capaz de cortar un alimento. Es por ello por lo que su objetivo principal es conseguir autoalimentarse de manera totalmente independiente.

En cuanto a sus habilidades sociales y comunicativas, se mantienen intactas ya que es capaz de comenzar y mantener en el tiempo una conversación de manera fluida sin dificultades en el habla.

Entre semana, la usuaria sigue una rutina muy establecida en la cual se siente realizada. Dentro de ella, la actividad que más disfruta es el ejercicio físico, en especial la elíptica que practica a diario en su propio domicilio. Esta, además de ser una actividad de ocio, favorece el desarrollo de la musculatura, lo que fomenta sus habilidades motoras.

Por último, todos los viernes recibe tratamiento fisioterapéutico a domicilio. Sin embargo, ella misma considera beneficioso trabajar con un equipo multidisciplinar para recibir diversos tratamientos favoreciendo así su independencia. No obstante, el alto coste de estos servicios representa una barrera la cual no puede superar.

2.2 EVALUACIÓN. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva con el objetivo de conocer holísticamente a la usuaria para proporcionarle un producto de apoyo adaptado a sus necesidades, intereses y aptitudes.

La evaluación se realizó en 3 sesiones, fomentando la alianza terapéutica y obteniendo así más información.

La primera sesión se hizo en un aula de la Universidad de Burgos donde acudieron la usuaria junto a su fisioterapeuta y terapeuta ocupacional. Se comenzó realizando una entrevista semiestructurada para recabar información necesaria acerca de sus rutinas, su entorno, las dificultades en la realización de ciertas tareas, sus necesidades y prioridades. Del mismo modo, la fisioterapeuta proporcionó información relevante para la observación ya que conocía a la usuaria y su patología de primera mano. La entrevista, fue complementada con las siguientes pruebas estandarizadas: Action Research Arm Test (ARAT), pinzómetro, dinamómetro, test de microfilamentos, goniometría y masilla terapéutica.

La segunda sesión tuvo lugar únicamente con la usuaria en un aula de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Burgos. En esta se utilizó el Maletín Profesional de Cubiertos Adaptados para valorar diferentes agarres, identificando el más adecuado para ella. Además, mediante la observación y una entrevista informal se recabó más información para completar su perfil ocupacional.

La tercera sesión, del mismo modo que las anteriores, tuvo lugar en un aula de la Facultad de Ciencias de la Salud. En ella, se recabó información esencial para completar el perfil ocupacional. Asimismo, se volvieron a tomar medidas como la goniometría para corroborar lo registrado el primer día, además de la posición de agarre utilizando masilla terapéutica.

2.2.1 ACTION RESEARCH ARM TEST (ARAT)

El primer test que se realizó fue el ARAT, el cual sirve para evaluar la prensión gruesa, el agarre, la pinza y el movimiento grueso. Esto facilitó conocer más a fondo las habilidades motoras de la usuaria tanto de su mano dominante como de su no dominante.

En primer lugar, se administró el test en la mano no dominante. Por un lado, obtuvo una calificación de “Ningún movimiento es posible” en las siguientes áreas. En la prensión gruesa, el agarre de objetos de mayor diámetro; y en el agarre, la actividad

bimanual de pasar agua de un vaso a otro. Por otro lado, en los apartados de pinza y movimiento grueso, logró una calificación de “Movimiento realizado, pero anormalmente” (7.ANEXO).

En cambio, con la mano dominante, es capaz de realizar el test casi al completo de manera correcta (7.ANEXO).



Ilustración 2 Evaluación prensión gruesa (Test ARAT)

2.2.2 PINZÓMETRO

Posteriormente se utilizó el pinzómetro para valorar la fuerza digital. En la pinza lateral derecha, la cual se hace entre el pulgar y el lateral del índice, se obtuvo una puntuación de 1 kilogramo en su mano no dominante frente a los 6 kilogramos de la mano derecha, en este caso la dominante. En cuanto a la pinza de pulgar, la realizada entre el pulgar y los demás dedos, la mano derecha alcanzó 9 kilogramos, mientras que la izquierda no consiguió efectuar la pinza.

2.2.3 DINAMÓMETRO

Se utilizó un dinamómetro para medir la fuerza de agarre de la mano. En el caso de la usuaria con la mano derecha consiguió 19,6 kilogramos, por lo contrario, con la

mano izquierda obtuvo 3,8 kilogramos, apreciándose gran diferencia de peso.



Ilustración 3 Test de fuerza de agarre mediante dinamómetro

2.2.4 TEST DE MICROFILAMENTOS

Con el objetivo de evaluar la sensibilidad se planteó administrar el test de microfilamentos, sin embargo, la usuaria expresó que no tenía sensibilidad en la mano no dominante, por lo que se descartó esta evaluación.

2.2.5 GONIÓMETRO

Para analizar el patrón de la mano no dominante, se utilizó el goniómetro, presentando 55° de flexión palmar y 15° de desviación cubital.

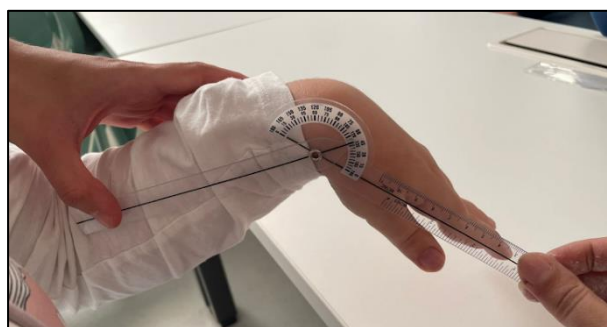


Ilustración 4 Flexión palmar mano no dominante

2.2.6 MASILLA TERAPÉUTICA

Se hizo uso de masilla terapéutica para obtener el modelo de agarre de la mano no dominante de la usuaria, permitiendo tener la réplica de su agarre a largo plazo y usarlo en la realización del producto de apoyo.

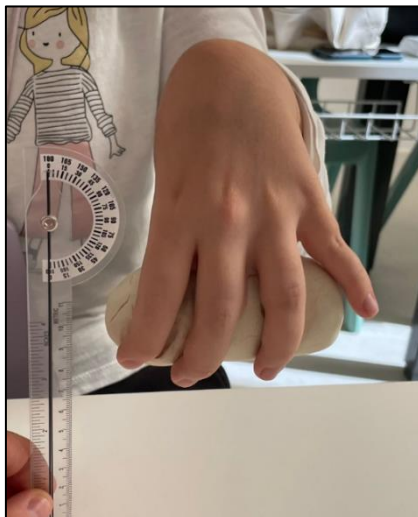


Ilustración 5 Modelo de agarre mano no dominante

2.2.7 MALETÍN PROFESIONAL CON CUBIERTOS ADAPTADOS

En esta evaluación se utilizó un maletín con utensilios adaptados, el cual contiene agarres de diferentes texturas, pesos y diámetros. Del mismo modo, incluye cucharas, tenedores y cuchillos de diferentes longitudes, curvaturas y diámetros.



Ilustración 7 Agarre tipo "T"



Ilustración 6 Maletín profesional con cubiertos adaptados

Este maletín permitió a la usuaria probar diferentes agarres y materiales, facilitando la elección del producto de apoyo. Ella verbalizaba su opinión acerca de cada utensilio que se le daba a testar, rechazando así opciones y quedándonos con un boceto inicial, el agarre tipo “T”.

2.2.8 OBSERVACIÓN

Durante las tres sesiones la observación fue imprescindible para conocer a la paciente y facilitar el proceso de diseño del producto de apoyo final.

En la primera valoración, se hizo una interpretación de la acción de cortar un alimento. Para ello, se colocó un plato con un trozo de plastilina, asemejándose a un alimento, y se le proporcionó un tenedor y cuchillo para que simbolizase esa tarea.

En la segunda evaluación, se volvió a valorar la acción de cortar un alimento, pero con diversos utensilios adaptados y con un alimento real. Se colocó un plato y se le ofrecieron diversos agarres y tenedores que probó con una manzana, con el objetivo de valorar cómo la fuerza que hay que ejercer para conseguir cortarla influye en el tipo de agarre. A pesar de que la usuaria verbalizaba su opinión de cada agarre, la observación permitió concluir que el tipo “T” podía ser una opción viable, ya que como no se disponía de ningún dispositivo con este tipo de sujeción no había sido anteriormente probado. Para certificar la viabilidad de esta idea, se realizó un utensilio casero y se observó que este permitía la actividad bimanual de cortar.

Tras la evaluación, se observó que la usuaria precisaba ayuda en las actividades bimanuales, ya que el uso de su mano izquierda se veía alterada debido a su patrón postural espástico.

Su miembro superior izquierdo se encuentra en flexión y leve abducción de hombro, flexión de codo, flexión palmar con desviación cubital de muñeca con anfiartrosis, flexión y add de dedos y el 1º dedo alojado. Del mismo modo, la usuaria realiza agarre de prensión palmar evitando el uso de las falanges, a pesar de que es capaz de realizar la pinza con ellas, excepto con las distales.

Asimismo, su poca precisión, propiocepción, sensibilidad y fuerza dificultan la participación de la mano no dominante.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Teniendo en cuenta las dificultades detectadas en la evaluación, se identificaron ciertas necesidades que se tuvieron en cuenta a la hora de diseñar el producto de apoyo.

En primer lugar, debido a la limitación motora de la extremidad superior izquierda, desde una perspectiva funcional, el producto de apoyo tiene que proporcionar independencia a la usuaria, así como favorecer la bimanualidad funcional, evitando de este modo la necesidad de asistencia de otras personas. Del mismo modo, conviene evitar la necesidad de realizar el cambio de dominancia.

Teniendo en cuenta la dificultad en el agarre de cubiertos convencionales, se observó la necesidad de la adaptación del producto de apoyo a su agarre palmar. Asimismo, en consecuencia, de la debilidad y fatiga muscular, el producto de apoyo ha de ser fabricado con un material ligero y de fácil manejo. Además, al tratarse de un producto de apoyo de uso diario, es necesario que el material sea duradero y fácil de limpiar.

Por otro lado, la falta de sensibilidad y las alteraciones en la propiocepción hacen que el producto de apoyo requiera garantizar estabilidad y un agarre seguro.

Por último, teniendo en cuenta la necesidad de la usuaria de comer fuera del domicilio, es esencial que el diseño sea cómodo para transportar.

2.4 OBJETIVOS DEL CASO

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Adquirir independencia en la AVD de alimentación, concretamente en el corte de alimentos.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aumentar la precisión de la mano izquierda.
- Desarrollar la coordinación bimanual.
- Potenciar la fuerza de ambos miembros superiores.
- Aumentar la resistencia de las extremidades superiores.
- Entrenar el uso del producto de apoyo.
- Aumentar la satisfacción personal de la usuaria.
- Mejorar el autoconcepto de la usuaria.

2.5 INTERVENCIÓN

Con el objetivo de que la usuaria adquiriera la independencia en el cortado de alimentos, desde el equipo de terapia ocupacional se propone el siguiente plan de intervención.

Durante el diseño y la producción del utensilio adaptado, se realizará una intervención de 4 meses para adquirir las capacidades necesarias para su uso. Esta comenzará en octubre y finalizará en enero.

Esta intervención se llevará a cabo en el Laboratorio de Autonomía Avanzada de la Universidad de Burgos. Las sesiones tendrán una duración de aproximadamente 60 minutos, aunque esta podrá ser modificada dependiendo de la fatiga y motivación de la usuaria.

Asimismo, el número de sesiones y las habilidades a trabajar irán variando en función de cómo la usuaria vaya desarrollándolas, ya que puede que existan más dificultades en unas que en otras.

En el primer mes de la intervención, se trabajará la fuerza y la resistencia del agarre de la mano izquierda. Para ello, se utilizará el enfoque de *Aprendizaje Motor Orientado a la Tarea (AMOT)*.

- *MEMORY CON PESO*

El primer ejercicio consta de un tablero con distintas fichas con peso que tapan varios dibujos o palabras emparejadas de temas de su interés, como la historia, cantantes o series de televisión. El objetivo del juego es encontrar parejas levantando las fichas que los tapan. En cada ronda sólo se podrán levantar dos, por lo que es importante ir acordándose de la posición de cada dibujo. El peso de las fichas se irá aumentando a medida que vaya progresando de sesión a sesión.

- *EL AHORCADO CON PULSADORES*

El ahorcado es un juego que tiene como objetivo adivinar una palabra letra por letra. Tomando esto como referencia, se rediseñarán las normas colocando unos pulsadores asociados a cada letra del abecedario sobre la mesa. Para seleccionar una letra deberá mantenerla pulsada un tiempo específico. El tiempo irá en aumento a medida que vaya adquiriendo mayor resistencia.

Para trabajar la resistencia y fuerza del agarre de la mano derecha, se llevará a cabo en base a *AMOT*.

- *BOLOS SOBRE LA MESA*

En el extremo opuesto a la usuaria, sobre la mesa de trabajo, se colocarán los bolos con temáticas de su interés como es la historia. La usuaria deberá derribar los bolos con pelotas de diferentes pesos, de menor a mayor según vaya aumentando su fuerza.

- *ADIVINA QUIÉN*

En el lado derecho de la usuaria se colocará un tablero que contiene diferentes palabras con características de personajes que ella conoce. Estas palabras están ocultas por lo que con cada palabra descubierta tendrá una oportunidad de adivinar de qué

personaje se trata. Para poder destaparlas, la usuaria deberá rascar la superficie eliminando la capa superior que las oculta. De esta manera, se logrará el aumento de la resistencia por la repetición de rascado, que requiere de flexo-extensión del miembro superior.

Además, durante las actividades que realice con la mano derecha, la usuaria mantendrá la mano izquierda siempre sobre la mesa de trabajo y esta deberá presionar esponjas de diferentes consistencias, de menor a mayor. De esta forma, mientras trabaja resistencia y fuerza con la mano derecha, la mano izquierda seguirá activa, desarrollando esas mismas habilidades mientras mantiene el foco de atención en su otra mano.

En el segundo mes de la intervención, se trabajará la precisión de la mano izquierda.

- *PUNZÓN Y GLOBOS*

Sobre la mesa de trabajo se colocará un tablero con pequeños globos hinchados, los cuales tendrán palabras, fechas, nombres... de diferentes temáticas escritas sobre la superficie. Para comenzar con la actividad, se le hará una pregunta a la usuaria y esta deberá explotar el globo que contenga la respuesta correcta. El requerimiento de precisión se podrá graduar con el tamaño de los globos, a menor tamaño mayor precisión requerida.

En el tercer mes se intervendrá en la coordinación bimanual, es decir se realizarán tareas que requieran el uso de ambas manos.

- *TALLER DE BISUTERÍA*

La usuaria muestra gran interés por las pulseras y colgantes, por ello, se plantea una actividad de bisutería. En esta, la usuaria deberá crear sus propias alhajas sosteniendo la cuerda o cadena con la mano izquierda e introduciendo los abalorios con la mano derecha. La actividad se graduará con el tamaño de la cuerda y las cuentas, a mayor coordinación bimanual demuestre la usuaria menor será el tamaño de las cuentas.

En las últimas semanas de la intervención, se realizarán actividades que requieran de las habilidades anteriormente relacionadas.

Una de las actividades planteadas es el “árbol de mi vida”. En esta actividad la usuaria deberá construir un árbol donde situará diferentes personas, momentos, entornos... de su vida. Para ello se prepararon piezas de diversos tamaños y pesos que deberá encajar entre ellas y situarlas en cada área de su vida. El árbol comenzará en el suelo y alcanzará una altura que no supere los 90° de flexión de hombro. De esta manera trabajará la fuerza, resistencia, precisión y coordinación bimanual.

Tras completar el periodo de entrenamiento para aumentar las habilidades necesarias para el corte de alimentos, se le entregará el producto de apoyo que se ha desarrollado durante ese tiempo. La adquisición del producto requiere de un posterior entrenamiento de su uso, puesto que esa herramienta será completamente nueva y desconocida para la usuaria.

El entrenamiento del producto de apoyo comenzará con el aprendizaje de uso y de cuidado de este mismo. Posteriormente, cuando la usuaria se haya familiarizado con el utensilio, comenzará la práctica con alimentos reales en consulta. La consistencia, tamaño y fluidez de los alimentos variará acorde al progreso de la usuaria. Esta actividad será supervisada por el terapeuta quien guiará y aconsejará durante el proceso. Tras el entrenamiento en consulta se concluirá la intervención con la práctica en el hogar.

Además del entrenamiento, también se proporcionará una serie de recomendaciones que la usuaria podrá incluir en su día a día que faciliten la actividad de la alimentación como, por ejemplo: mantel antideslizante, tabla canadiense y platos con reborde.

2.6 CRONOGRAMA



Ilustración 8 Cronograma producto de apoyo

3.PRODUCTO DE APOYO

3.1 OBJETIVOS DEL PRODUCTO DE APOYO

3.1.1 GENERAL

- Favorecer la independencia en la AVD de alimentación.

3.1.2 ESPECÍFICOS

- Facilitar la bimanualidad en la actividad de la alimentación.
- Garantizar la seguridad en la alimentación.
- Asegurar la resistencia del producto de apoyo.
- Garantizar un diseño ligero.
- Brindar un diseño ergonómico.
- Facilitar el transporte del producto.

3.3 METODOLOGÍA

El proceso de diseño y elaboración de este producto de apoyo se desarrolló en diversas fases, siguiendo un enfoque colaborativo entre alumnos de Terapia Ocupacional e Ingeniería de Organización Industrial. A continuación, se detallan las etapas seguidas:

Fase 1. Reunión inicial y análisis del caso

Se realizó una primera reunión del equipo de trabajo con el objetivo de analizar el caso clínico asignado: una usuaria de 18 años con diagnóstico de Parálisis Cerebral Infantil (PCI), hemiplejía izquierda y dificultad visual asociada. Se identificaron sus principales limitaciones funcionales, especialmente en las actividades bimanuales y en la independencia para sujetar y cortar alimentos.

En esta reunión, se definieron las líneas generales de actuación, los roles de cada alumno y los objetivos iniciales del proyecto.

Fase 2. Planificación de la evaluación

En esta fase se planificaron las acciones necesarias para la valoración integral de la usuaria y se elaboró un consentimiento informado para la toma de fotografías y vídeos durante el proceso. Asimismo, se diseñó una entrevista semiestructurada basada en las áreas ocupacionales propuestas por la *American Occupational Therapy Association (AOTA)*, con el objetivo de elaborar el perfil ocupacional. Además, se recopilaron y adquirieron los materiales necesarios, incluyendo algunos recursos facilitados por la Universidad de Burgos (UBU).

Fase 3. Evaluación

La evaluación se desarrolló en tres sesiones:

- **Primera sesión:** se llevó a cabo una primera toma de contacto con la usuaria mediante una entrevista semiestructurada de carácter informal, en la que se recogió información sobre sus datos personales, rutinas diarias, entorno físico y social, dificultades funcionales y prioridades percibidas. Se aplicaron diversas

herramientas de evaluación: *ARAT*, pinzómetro, dinamómetro, *Test de Microfilamentos*, goniómetro y masilla terapéutica.

En esta sesión participaron su fisioterapeuta y una terapeuta ocupacional.

- **Segunda sesión:** se completó la información del perfil ocupacional y se aplicaron pruebas específicas con el maletín profesional de cubiertos adaptados. Se observó la ejecución de la tarea con distintos tipos de agarre, registrando el desempeño funcional y las adaptaciones espontáneas realizadas por la usuaria.
- **Tercera sesión:** se tomaron nuevas medidas con el goniómetro y la masilla terapéutica, con el fin de confirmar el patrón postural y las dimensiones definitivas necesarias para el diseño del producto de apoyo.

Fase 4. Identificación de necesidades y establecimiento de objetivos

A partir de la información obtenida en la fase de evaluación, se identificaron las principales necesidades funcionales de la usuaria y se definieron los objetivos de diseño e intervención para guiar el desarrollo del dispositivo.

Fase 5. Análisis de mercado y justificación del diseño

Se realizó un análisis de productos similares existentes en el mercado con funciones similares, evaluando sus características, ventajas y limitaciones. A partir de esta información se efectuó un proceso de ideación, con el objetivo de definir las posibles líneas de diseño y seleccionar la propuesta más adecuada a las necesidades detectadas en la usuaria.

Fase 6. Planificación del diseño y desarrollo del prototipo

Se elaboró un cronograma de trabajo que recogía las distintas etapas de diseño, validación y fabricación del producto de apoyo. Posteriormente, se realizaron visitas al espacio de fabricación digital *UBUMaker*, donde se llevó a cabo la impresión del prototipo inicial utilizando tecnología de impresión 3D.

3.4 ASPECTOS INNOVADORES

Tras una búsqueda exhaustiva y el análisis del mercado se encontraron diversos utensilios adaptados, entre los que se encuentran los siguientes.

- *TENEDOR ADAPTADO ANGULADO*

El Tenedor Adaptado Angulado presenta un ángulo de 40° y un mango antideslizante, diseñado con el objetivo de facilitar la alimentación de personas con alteraciones en el miembro superior (3).

Este tenedor está principalmente diseñado para el uso continuo en una única mano, sin embargo, la usuaria manifestó que no consideraba factible utilizar el cuchillo con su mano no dominante. Por ello, durante la acción de cortar y comer, el tenedor no se empleará con la misma mano. En la acción de cortar los alimentos, el tenedor se sostendrá con la mano izquierda, mientras que, para comer, se utilizará la mano derecha.

Además, el patrón de desviación cubital de la usuaria y su falta de precisión dificultaban la acción de pinchar los alimentos. Del mismo modo, a la hora de llevar el alimento a la boca, la angulación del tenedor requería un movimiento de muñeca que la usuaria no puede realizar.



Ilustración 9 Tenedor adaptado angulado

- *CUBIERTO DE AGARRE REDONDO*

El cubierto de agarre redondo cuenta con un mango de forma esférica que facilita la alimentación independiente (4). No obstante, la prensión palmar de la mano de la usuaria dificulta su uso, ya que el cubierto se cae frecuentemente.



Ilustración 10 Cubierto de agarre redondo

- *EMPUÑADURA AJUSTABLE PARA SUJETAR CUBIERTOS*

Las empuñaduras ajustables están diseñadas para facilitar el agarre de los cubiertos y promover una mayor independencia durante la alimentación (5). Sin embargo, en el caso de la usuaria no es conveniente su uso, ya que, por un lado, ella es capaz de sujetar el cubierto con su prensión, y, por otro lado, el tenedor va a cambiar de mano durante la comida, lo que hace que la empuñadura resulte incómoda y poco práctica.



Ilustración 11 Empuñadura ajustable para sujeción de cubiertos

- *CUCHILLO BASCULANTE*

El cuchillo basculante facilita cortar los alimentos con una única mano, requiriendo mínima fuerza y esfuerzo (6). Se planteó la posibilidad de utilizarlo con la mano no dominante, la izquierda, sin embargo, la usuaria manifestó desacuerdo por lo que se descartó esta opción. Aun así, se observó que el tipo de agarre del utensilio era beneficioso para ella.



Ilustración 12 Cuchillo basculante

- *TENEDOR - CUCHILLO*

El utensilio tenedor-cuchillo combina en una pieza las funciones de ambos cubiertos (7). Se valoró la posibilidad de usarlo utilizando únicamente su mano dominante. Por el contrario, esta opción fue descartada, ya que nuestro objetivo era favorecer la habilidad bimanual y estimular el uso del miembro superior izquierdo.



Ilustración 13 Tenedor-cuchillo

- *TENEDOR DIRECCIONADO AGARRE PRENSIÓN PALMAR*

El tenedor de agarre de prensión palmar es un tenedor pensado para utilizarse en pronación y con el utensilio direccionado hacia adelante y hacia abajo (8). Cuenta con un agarre de velcro que fija el utensilio a la mano, esta opción fue descartada por la usuaria ya que deseaba cambiar el utensilio a su mano dominante para llevar el alimento a la boca. La forma de la empuñadura de este utensilio no permite clavar el tenedor de manera perpendicular lo que causa el desplazamiento del alimento dificultando la acción.



Ilustración 14 Tenedor direccionado con agarre de prensión palmar

El tenedor diseñado para la usuaria se pensó en base a sus necesidades y aptitudes. La usuaria no disponía de ningún dispositivo adaptado, por lo que no tenía experiencia previa con los cubiertos adaptados. Teniendo en cuenta que su principal dificultad es el cortado de los alimentos, se ha creado un tenedor de agarre tipo “T” que facilita el agarre del utensilio, además de dar mayor estabilidad en el clavado de la comida ya que este se introduce perpendicularmente. Además, a la empuñadura se le añadió las hendiduras que proporciona más soporte y comodidad que la usuaria verbalizó. Otro aspecto a tener en cuenta fue el diámetro, el cual se estableció en base a la masilla terapéutica.

Asimismo, teniendo en cuenta su reducida movilidad y precisión, se estableció una largura específica adecuada a sus necesidades. Igualmente, se tuvo en cuenta el ángulo del tenedor.

Por último, se diseñó un mecanismo de movilidad para lograr la multiposición. Esto permite tener tanto un tenedor tipo “T” como un tenedor convencional, facilitando comer y cortar con ambas manos, además de, facilitar el transporte.

En resumen, todos estos aspectos son innovadores ya que no se encuentran en el mercado; además, se ajusta a sus características dando solución a sus necesidades

3.5 GRÁFICOS E IMÁGENES

Para la realización del producto se realizaron diferentes bocetos iniciales, uno de los bocetos iniciales propuestos fue el siguiente:

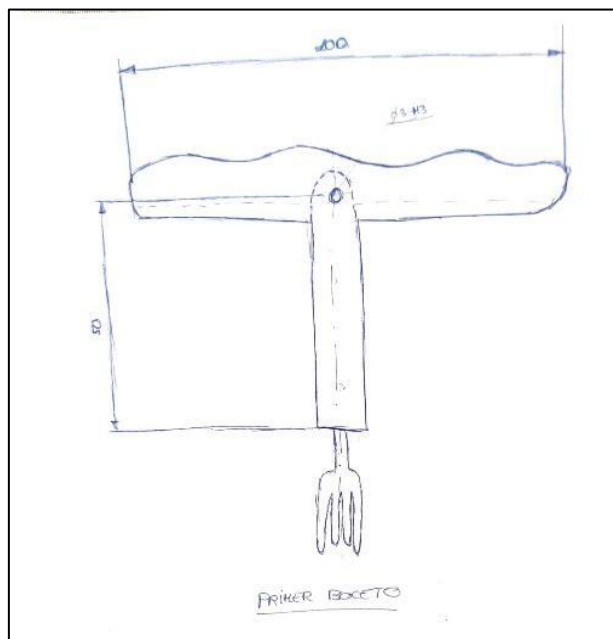


Ilustración 15 Primer boceto del prototipo

También se realizaron diseños iniciales del producto a través del programa SolidWorks que se puede apreciar en la siguiente imagen renderizada:



Ilustración 16 Renderizado en perspectiva

Respecto al diseño final del producto, se desarrollaron diferentes propuestas empleando el programa Tinkercad. Aunque se generaron varias alternativas, finalmente se seleccionaron tres diseños principales, variando tanto la posición del tenedor como el sistema de bloqueo entre configuraciones. Estos tres diseños fueron los siguientes:

- Posición fija
- Posición móvil con bloqueo a través de botones
- Posición móvil con bloqueo a través de goma

3.5.1 POSICIÓN FIJA

El primer diseño planteado fue un tenedor con posición fija, donde el mango y el cuerpo del cubierto formaban una única pieza sin posibilidad de giro. Este diseño presentaba una estructura estable y robusta, permitiendo un agarre cómodo y seguro que facilitaba el uso del tenedor por parte de la usuaria.

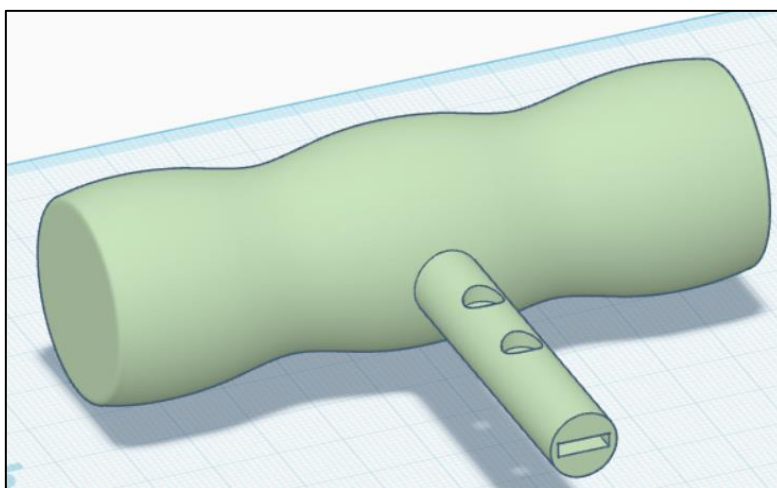


Ilustración 17 Vista de diseño "fijo"

El resultado final del diseño fijo se puede apreciar en la siguiente imagen:



Ilustración 18 Resultado diseño fijo

3.5.2 POSICIÓN MÓVIL CON DESBLOQUEO A TRAVÉS DE BOTONES

El segundo diseño desarrollado fue un tenedor con posición móvil y bloqueo mediante botones, en el cual el mango y el cuerpo del cubierto estaban unidos por un eje articulado que permitía modificar la orientación del tenedor según las necesidades de la usuaria. Este sistema incorporaba dos botones laterales que, al presionarse, liberaban el mecanismo y permitían ajustar la posición, fijándose nuevamente al soltarlos.

Las diferentes posiciones de las que consta este mecanismo se pueden apreciar en las siguientes imágenes.

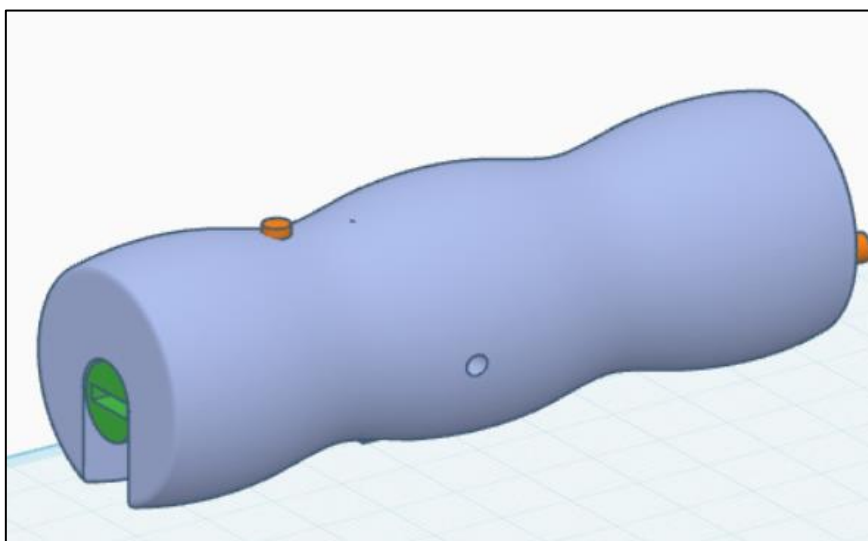


Ilustración 19 Posición de tenedor convencional

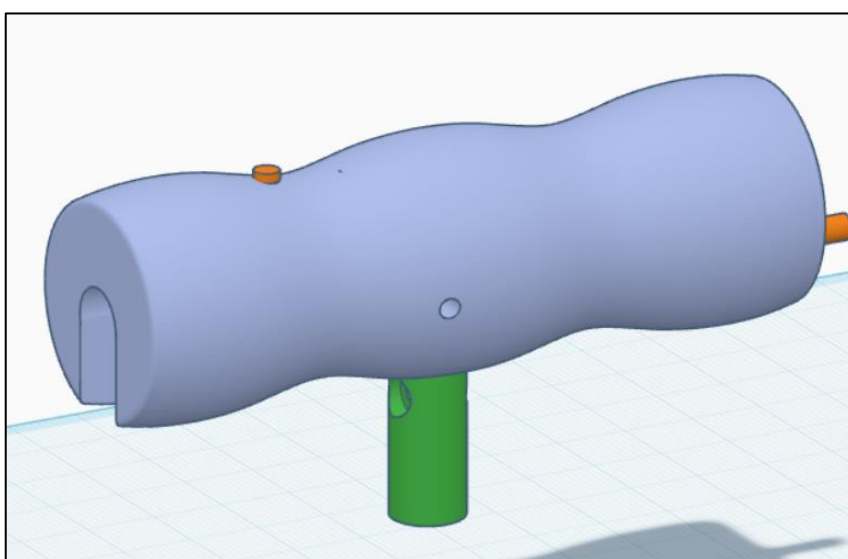


Ilustración 20 Posición "T"

El mecanismo interior que compone este diseño se aprecia en la siguiente imagen.

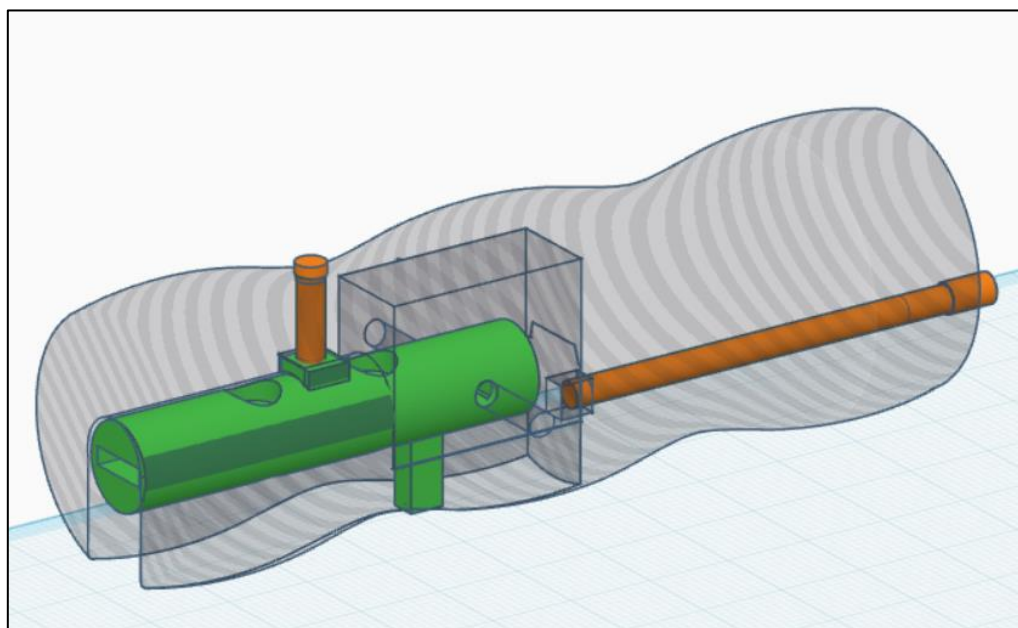


Ilustración 21 Vista interior del diseño

El resultado final del diseño móvil se puede apreciar en la siguiente imagen:



Ilustración 22 Resultado diseño móvil

3.5.3 POSICIÓN MÓVIL CON BLOQUEO A TRAVÉS DE GOMA ELÁSTICA

El tercer diseño desarrollado fue un tenedor con posición móvil y bloqueo mediante goma, en el cual el mango y el cuerpo del cubierto estaban unidos por un eje articulado similar al diseño anterior, pero la fijación de la posición se lograba mediante una banda elástica que ofrecía resistencia al movimiento

El diseño de dicho instrumento es el reflejado en Ilustración 23 Diseño con bloqueo a través de goma elástica.

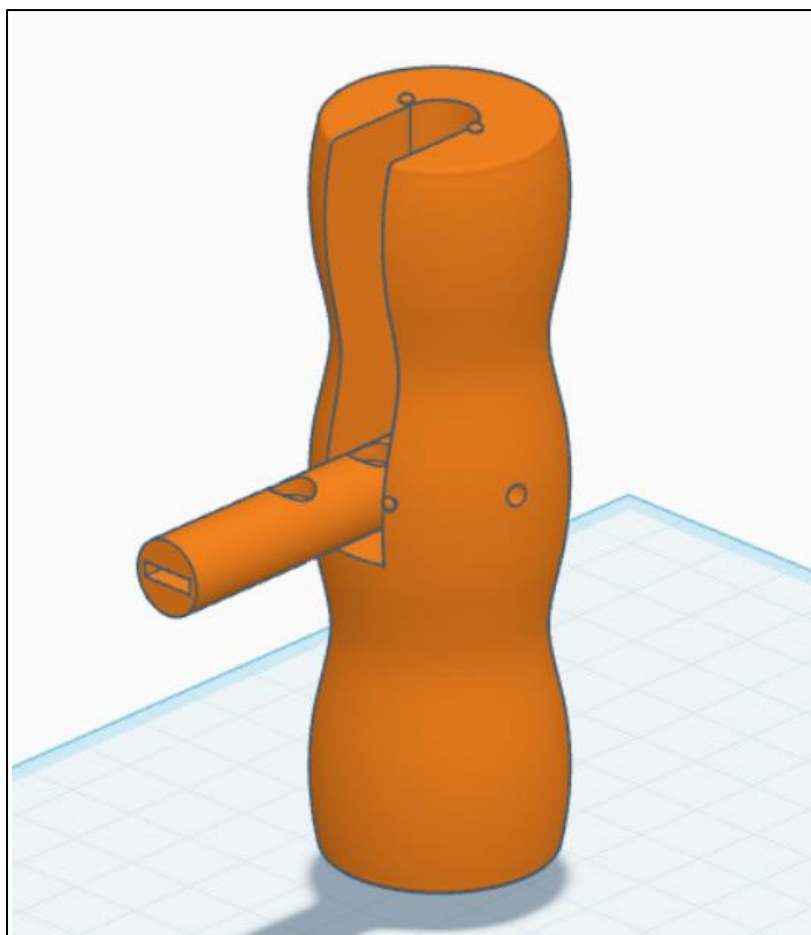


Ilustración 23 Diseño con bloqueo a través de goma elástica

3.6 CLASIFICACIÓN ISO

La norma UNE-EN ISO 9999:2022 categoriza los productos de apoyo según su función, dividiéndolo en tres niveles jerárquicos (9) :

- El nivel 1 (clases): Agrupa los productos dependiendo de su objetivo principal, en este caso, las primeras dos cifras son 15 “Productos de apoyo para las actividades domésticas y la participación en la vida doméstica”.
- El nivel 2 (subclases): Especificando más en el producto de apoyo, las dos siguientes cifras son 09 “Productos de apoyo para comer y beber”.
- El nivel 3 (divisiones): En el nivel más detallado, las dos últimas cifras son 13 “Cubiertos, palillos y pajitas”.

Por lo tanto, el código del producto de apoyo es 15 09 13.

4.COMPLEJIDAD TÉCNICA DEL PRODUCTO

4.1 DISEÑOS

Se han realizado una serie de diseños para tratar de dar solución al problema planteado. Estos diseños distan este sí en cuanto al funcionamiento, lo que crea diferencias a la hora de usarlo, a continuación, se especifica en detalle cada uno de los diseños.

4.1.1 DISEÑO “FIJO”

Este diseño propone una solución para mejorar el agarre a través de un mango ergonómico, colocando el tenedor en forma de “T”. El tenedor quedaría fijo en la pieza a través de dos tornillos de métrica tres y las respectivas tuercas de la misma medida (visible en Ilustración 17).

- Diseño del mango:

El mango se ha diseñado con una forma específica bajo la demanda de la usuaria, todas las esquinas han sido redondeadas con el objetivo de cumplir criterios ergonómicos y de no entorpecer a la usuaria en el uso del producto. En cuanto al peso, se trató de que no fuera muy elevado debido a que en la evaluación se observó que este factor podía ser una dificultad añadida para la usuaria.

- Fijación del tenedor al dispositivo:

El tenedor elegido para el dispositivo queda embutido en la pieza y fijo mediante dos tornillos de métrica tres. Como no se puede roscar el material, los tornillos quedarán sujetos mediante unas tuercas de métrica tres. Se ha tenido en cuenta para la estética y no entorpecer a la usuaria ya que las cabezas de tornillo y tuerca no sobresalen más allá del dispositivo.

- Funcionamiento:

El diseño está pensado para que la usuaria utilice el dispositivo con su mano no dominante (la izquierda) posicionando la mano encima del mango y de esta manera fijar la comida con un ángulo de 90° para permitir realizar el corte con la mano dominante (atendiendo a las preferencias de la usuaria).

- Complejidad:

Con este diseño se busca una solución, sencilla, eficaz y eficiente para solventar el problema.

- Seguridad:

Se trata de un diseño pensado para el uso doméstico, por lo que los riesgos no son más que los propios de un cubierto estándar. Además, se ha trabajado redondeando las aristas para no dejarlas vivas y eliminar toda posibilidad de corte o daño durante su uso.

- Proceso de fabricación:

El dispositivo está impreso en 3D, con el propósito de que su peso sea el mínimo posible. El tenedor se debe mecanizar realizando dos agujeros pasantes de 3 mm. La tornillería y las tuercas son de ferretería y se ensamblan al final del proceso para fijar el tenedor a la pieza fija del dispositivo.

- Personalización a las necesidades para la usuaria:

Se ha diseñado basándose en las necesidades y comodidades de la usuaria, tratando de cuidar al detalle las formas de los contornos del dispositivo.

4.1.2 DISEÑO “MÓVIL CON DESBLOQUEO A TRAVÉS DE BOTONES”

Este diseño propone una solución para mejorar el agarre a través de un mango ergonómico, colocando el tenedor en forma de “T”. Además, el tenedor rotará 90° hasta alcanzar una posición horizontal, es decir, la forma de un tenedor convencional con agarre engrosado. Se justifica este diseño como una innovación del diseño anterior, con el objetivo de que el dispositivo sea “plegable” y por tanto pueda usarse un único cubierto a la hora comer. Del mismo modo, su transporte es más cómodo atendiendo a la necesidad de comer fuera del hogar. Se puede visualizar el modelo en Ilustración 19, Ilustración 20 e Ilustración 21.

- Diseño del mango:

El mango se ha diseñado con una forma específica bajo la demanda de la usuaria, todas las esquinas han sido redondeadas con el objetivo de cumplir criterios ergonómicos y de no entorpecer a la usuaria en el uso del producto. En cuanto al peso, se ha tratado de que no sea muy elevado debido a que en la evaluación se observó que este factor podía ser una dificultad añadida para la usuaria. Para poder realizar el giro, se ha realizado por la parte de abajo una abertura mínima viable que cumple los siguientes criterios:

- Es lo más fina posible de modo que no interfiere en el agarre de la usuaria, esta información ha sido obtenida de múltiples ensayos y pruebas.
- Los contornos del corte han sido redondeados lo máximo posible para evitar dañar a la usuaria.

Para permitir el accionamiento de los botones se han realizado unas aberturas cilíndricas de diámetro tres, con espacio para quedar embutidos en posición de reposo.

- Diseño pieza móvil:

La pieza que realiza el movimiento se ha diseñado para alojar el tenedor en su interior al tenedor, el cual quedará sujeto a través de dos tornillos y dos tuercas de métrica tres, embutidos ambos en la pieza. Por otra parte, los añadidos que se pueden observar en las imágenes (Ilustración 20), tienen la función de bloquear el movimiento. Estos salientes se alojarán en el mango en unos huecos exactamente iguales por apriete, creando un “clic” (explicado más adelante), en las dos posiciones extremas.

- Botones:

Son unas pequeñas piezas cilíndricas de diámetro tres que permiten desbloquear las posiciones empujando los aprietes, la cabeza es de un diámetro sutilmente mayor para quedar embutido y no poder encajado en el interior del mango.

- Funcionamiento:

Este diseño realiza una rotación de 90° grados entre mango y parte móvil (permitido por un pasador elástico M3x30), se explica su funcionamiento comenzando en la posición de T. En esta posición el botón lateral se encuentra hacia la izquierda ya que la parte móvil se encuentra fijada por apriete en esa posición. Para desbloquear esta posición la usuaria (sin realizar gran fuerza y con la mano hábil) pulsaría el botón lateral.

Una vez desbloqueada la posición la usuaria debe acompañar con la mano hábil la pieza móvil hasta que esta quede encajada en la posición de tenedor convencional.

En este instante queda bloqueada la posición de tenedor convencional, el botón superior sobresale y cuando se pulse se desbloquea esta posición.

- Complejidad:

Este diseño se propone como una solución más innovadora para solucionar el problema, siendo conscientes de las limitaciones del diseño y software CAD se ha tratado de afinar todos los detalles para su correcto funcionamiento y teóricamente es viable.

Para realizar el diseño nos hemos basado en el sistema LEGO, para diseñar el tipo de apriete entre las piezas.

- Seguridad:

Se trata de un diseño pensado para el uso doméstico, por lo que los riesgos no son más que los propios de un cubierto estándar. Un riesgo radica en que algún dedo quede atrapado en la rotación del dispositivo, entre el mango y la pieza móvil, pero al ser formas cilíndricas y redondeadas no debería dañar a la usuaria.

- Proceso de fabricación:

El dispositivo ha sido impreso en 3D, con el propósito de que su peso sea el mínimo posible. El tenedor ha sido mecanizado realizando dos agujeros pasantes de 3 mm. La tornillería y las tuercas son de ferretería y se ensamblan al final del proceso para fijar el tenedor a la pieza fija del dispositivo. Se añade un pasador elástico M3x30, para unir la parte móvil al mango y de esta manera permitir el movimiento.

- Personalización a las necesidades para la usuaria:

Se ha diseñado basándose en las necesidades y comodidades de la usuaria ya que manifestó la necesidad de conseguir un dispositivo portable para poder comer de forma autónoma en un restaurante con amigos y familiares.

4.1.3 DISEÑO “POSICIÓN MÓVIL CON BLOQUEO A TRAVÉS DE GOMA ELÁSTICA”

Este diseño (apreciable en Ilustración 23) propone una solución para mejorar el agarre a través de un mango ergonómico, colocando el tenedor en forma de “T”. Además, el tenedor rotará 90° hasta la posición de un tenedor convencional, como en el caso anterior, con la variante en el sistema de fijación de la posición.

- Diseño del mango:

Para este diseño se ha utilizado el mismo mango que en el anterior con la diferencia de que no se han realizado los agujeros para los botones. Sin embargo, se han colocado un par de pestañas a cada lado del mango en cada posición para colocar una goma elástica y así bloquear las dos posiciones extremas.

- Diseño pieza móvil:

La pieza que realiza el movimiento se ha diseñado de la misma manera que en el diseño anterior con la salvedad de que no se han realizado las pestañas o añadidos para encajar esta pieza en el mango

- Funcionamiento:

Este diseño realiza una rotación de 90° grados entre mango y parte móvil (permitido por un pasador elástico M3x30). Para su explicación se toma como referencia inicial la posición de T donde se colocará la goma entre las dos pestañas impidiendo el retroceso de la pieza móvil. Para desbloquear esa posición se desbloquea la goma y se coloca el dispositivo en posición convencional donde se vuelve a colocar la goma esta vez en las otras dos pestañas de la parte lateral.

- Complejidad:

Este diseño se propone como una solución más innovadora para solucionar el problema, se ha tratado de afinar todos los detalles para su correcto funcionamiento,

teóricamente es viable, aunque requiere de cierto grado de precisión que la usuaria tiene con la mano hábil.

- Seguridad:

Este diseño tiene riesgos similares al diseño anterior, añadiendo la ínfima posibilidad de que la goma saliera disparada al colocarla.

- Proceso de fabricación:

Es análogo al del diseño anterior, añadiendo la goma elástica al final del ensamblaje.

- Personalización a las necesidades para la usuaria:

Se atiende a la necesidad de conseguir un dispositivo portable para poder comer de forma autónoma en un restaurante con amigos y familiares.

4.1.4 OTROS DISEÑOS E IDEAS

Otros diseños diferentes que se han estudiado, para fijar las posiciones son los siguientes:

- Fijación de posición mediante imanes.
- Fijación de posición mediante juegos geométricos.
- Fijación de posición mediante un sistema de clipajes.

Estos han sido desestimados debido a su complejidad, no disponer de recursos y/o limitaciones del software.

A partir de este punto se ha considera el diseño fijo debido a que es el más viable de los propuestos y el preferido por parte de la usuaria.

4.2 ESTADO ACTUAL DE NECESIDADES (ESTÉTICA, FUNCIONALIDAD, EFICIENCIA, COMODIDAD)

4.2.1 ESTÉTICA

En referente a la estética el producto no está destinado a resolver una necesidad estética específica.

4.2.2 FUNCIONALIDAD

El mango es lo suficientemente ancho para que no tenga ningún problema al cogerlo. También tiene diferentes hendiduras para que se adapte a su mano y así mejorar la postura de maniobra específica de la mano.

4.2.3 EFICIENCIA

Respecto al grado de eficiencia, el producto permite que la usuaria realice movimientos con el menor esfuerzo posible. Además, la simplicidad de los sistemas permite que la usuaria pueda manejar el utensilio de forma rápida y precisa.

4.2.4 COMODIDAD

El tenedor ha sido diseñado para proporcionar un nivel bastante alto de comodidad durante su uso, especialmente teniendo en cuenta las limitaciones de fuerza de la usuaria. El peso reducido del producto evita sobrecargas y contribuye a una experiencia de uso más ligera y agradable.

4.3 INGENIERÍA BÁSICA

4.3.1 DIMENSIONES Y FORMAS

- Mango:
 - El diámetro máximo es 32,20 mm y 100mm de largo, medido en la sesión de evaluación con la usuaria.

- La forma similar a un manillar de bicicleta es debida a que la usuaria manifestó que este tipo de relieves mejoraba su agarre y la aportaba una mayor confianza.
- Parte tenedor:
 - Esta parte es cilíndrica de diámetro 10 mm, con un hueco rectangular en el centro de 8x2mm donde se alojará el tenedor, calculando la sección más ancha del tenedor para poder introducirlo sin tener que cortar la pieza.
 - Lleva también dos agujeros de diámetro 3 mm para poner los tornillos y un hueco de 6mm de diámetro para dejar embutida la cabeza del tornillo y la tuerca.

4.3.2 CALIDAD

Plástico de impresión 3D, con buena resistencia, destacada durabilidad y seguridad y un tacto agradable.

4.3.3 ESTÉTICA

En la medida de lo posible y la disponibilidad del material se ha tratado de utilizar colores y formas acordes a los manifestados por parte de la usuaria.

4.3.4 SIMULACIÓN CAD

Se ha utilizado el programa Tinkercad, asemejando las medidas a las tomadas en la sesión de evaluación, y la ayuda del software SolidWorks para obtener las primeras ideas y afinar algunos de los diseños planteados.

4.4 INGENIERÍA DE SEGUNDO NIVEL

4.4.1 MATERIA PRIMA

En el desarrollo del tenedor adaptable, todas las piezas prototipadas fueron fabricadas utilizando PLA (Ácido Poliláctico), un material ampliamente empleado en

impresión 3D debido a sus propiedades mecánicas, su facilidad de uso y su seguridad en aplicaciones educativas y de baja carga mecánica.

4.4.2 SEGURIDAD

El tenedor adaptable ha sido diseñado con bordes y geometrías redondeadas para evitar cortes o roces durante su manipulación. El uso de PLA garantiza un material seguro, no tóxico y de superficie agradable, adecuado para prototipos en contacto indirecto con alimentos. El mecanismo de articulación incorpora holguras reducidas para evitar atrapamientos o pellizcos al ajustar la posición. Las zonas estructurales críticas han sido reforzadas para prevenir roturas inesperadas durante el uso.

4.4.3 MEDIOAMBIENTE Y ECODISEÑO

El prototipo se ha fabricado en PLA, un material reciclable y con menor impacto ambiental que los plásticos tradicionales, alineado con criterios de ecodiseño. El diseño optimiza el uso de material, reduciendo residuos durante la impresión 3D y mejorando la eficiencia del proceso. Además, su estructura permite un desmontaje sencillo, facilitando la correcta gestión y reciclaje de la pieza al final de su vida útil.

4.4.4 LISTA DE MATERIALES (BOM)

En este apartado se especifican la lista de materiales de los tres diseños diferentes. Algunas de las especificaciones técnicas comunes a los distintos modelos son las siguientes:

- Tornillo: Se han utilizado tornillos M3 con una longitud de 1 cm
- Tuerca: Se utilizan tuercas estándar M3 para asegurar las uniones.
- Pasador: Se incorporan pasadores cilíndricos M3 y 3 cm de longitud para permitir la articulación de los diseños.

Se aprecia la lista de materiales (BOM) de los tres diseños realizados. En el nivel 0 se encuentra el producto terminado, en el nivel 1 el semiterminado y en el nivel 2 las materias primas.

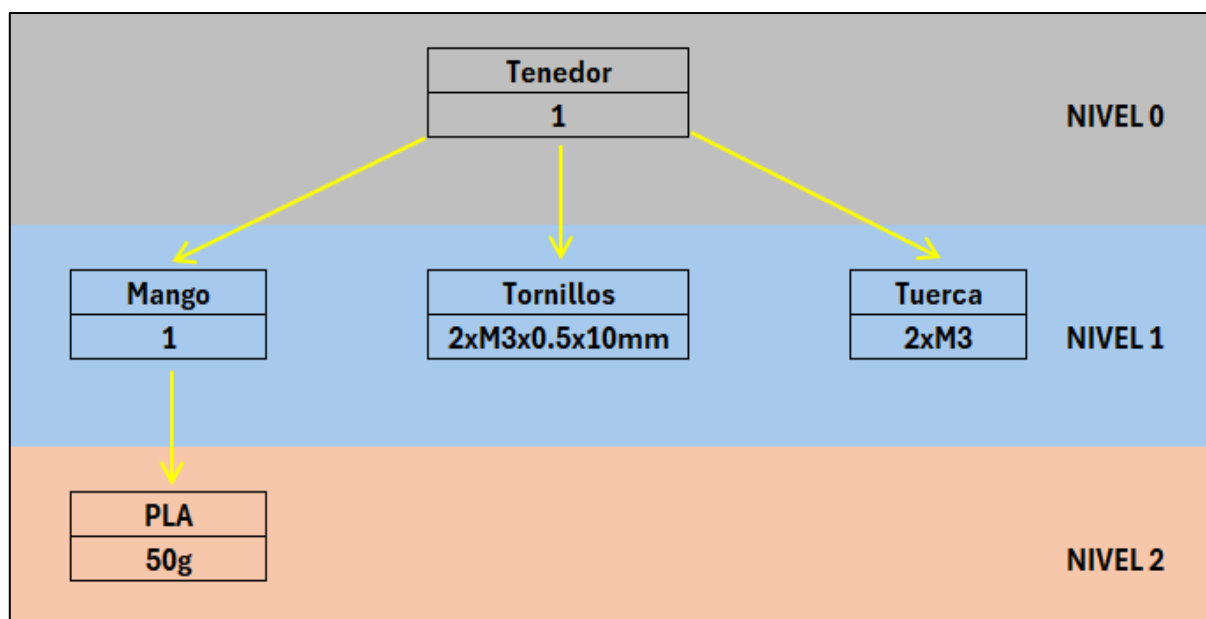


Ilustración 24 BOM Diseño Fijo

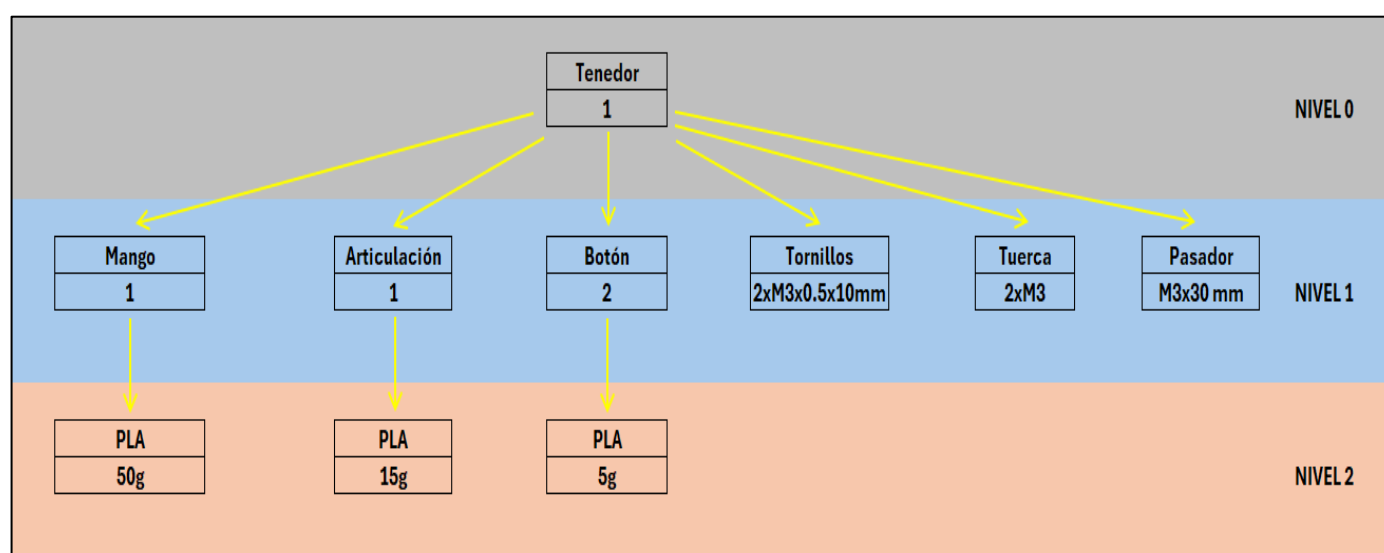


Ilustración 25 BOM Diseño móvil con desbloqueo a través de botones

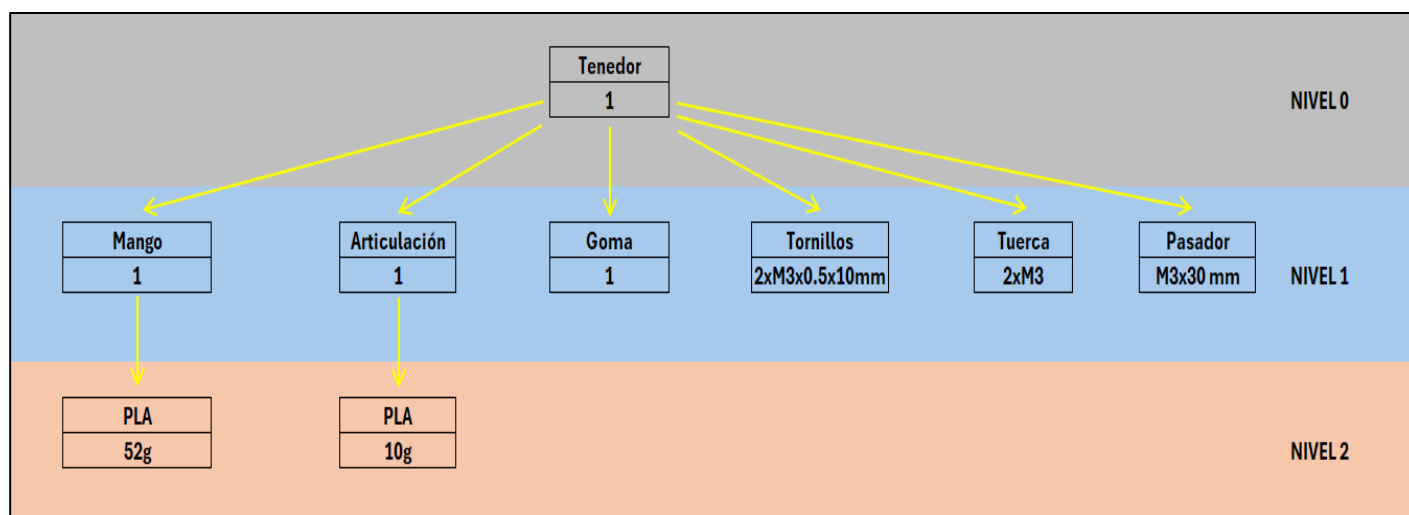


Ilustración 24 BOM Diseño móvil con bloqueo a través de goma elástica

4.5 INGENIERÍA DE DETALLE

En este apartado se tienen en cuenta diferentes criterios como el AMFE, se detalla la fiabilidad del producto y los costes de la producción del diseño escogido.

4.5.1 AMFE

Se ha realizado completo para los tres diseños del tenedor adaptable, con los componentes principales, modos de fallo, efectos, RPN y acciones recomendadas. Para el cálculo del RPN se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Severidad (S): Gravedad del fallo (1-10).
- Ocurrencia (O): Posibilidad de que ocurra (1-10).
- Detección (D): Capacidad de prevención del fallo antes de que llegue al usuario (1-10).

Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	S	O	D	RPN	Acción recomendada
Mango	Permitir agarre ergonómico y seguro	Rotura o deformación	Imposibilidad de sujetar el tenedor correctamente	9	3	4	108	Reforzar el grosor del mango y validar prototipo PLA
Eje articulado (diseños móviles)	Permitir giro y ajuste del tenedor	Bloqueo o desgaste prematuro	Imposibilidad de ajustar la posición, pérdida de funcionalidad	8	4	3	96	Comprobar tolerancias y materiales, realizar pruebas de durabilidad
Sistema de bloqueo por botones	Fijar posición deseada	Botones no bloquean	El tenedor se mueve inesperadamente	8	3	4	96	Ajustar fuerza del resorte y realizar test de repetición
Sistema de bloqueo por goma	Fijar posición deseada	Goma pierde elasticidad	El tenedor no se mantiene en posición	7	3	4	84	Elegir goma de mayor resistencia y comprobar desgaste tras uso repetido
Tornillos y tuercas	Unir componentes	Aflojamiento o pérdida	Pérdida de funcionalidad del conjunto	7	3	3	63	Aplicar ajuste adecuado y verificar apriete durante montaje
Pasadores	Permitir articulación	Salida del pasador	Pérdida de unión del conjunto móvil	8	2	3	48	Verificar tolerancias y longitud adecuada del pasador

Ilustración 25 AMFE del producto de apoyo

4.5.2 DISEÑO DETALLE PARA LA FIABILIDAD

- Uso de materiales seguros y advertencias:

Se ha tratado de mejora el agarre con una forma ergonómica y segura del mango para sujetarlo, para el diseño fijo se han usado materiales duraderos, ligeros y resistentes, pero cabe destacar que no debe meterse en el lavavajillas ya que el calor generado en el mismo podría fundir el PLA con el que está impreso.

- Tamaño y dimensiones:

Se trata de un dispositivo no muy voluminoso, ya que se ha intentado reducir la cantidad de material innecesario para reducir el peso y dimensiones, para facilitar su transporte.

- Garantías:

Tras haberse consultado diferentes fuentes sobre materiales de impresión (ver bibliografía) y redondeado todas las aristas posibles, podemos afirmar que es un producto seguro para todos los públicos.

- Durabilidad:

Una vez impreso se ha procedido al ensamblaje y prueba del dispositivo para garantizar que es duradero ante esfuerzos repetidos y continuos.

4.5.3 COSTES

Para el cálculo total de costes se han considerado los distintos diseños desarrollados, teniendo en cuenta que cada diseño presenta variaciones en componentes y consumo de material, lo que afecta directamente al coste final. Los principales elementos y variables consideradas son:

- Tenedor: El utensilio base utilizado en los tres diseños se adquirió en un pack de dos unidades con un precio de 5 €, por lo que el coste imputable a cada cuchillo es de 2,5 €.
- Material PLA: El material de impresión 3D tiene un coste aproximado de 20 €/kg. El peso de material empleado varía según el diseño: 50 g en el diseño fijo (1,00 €), 70 g en el diseño móvil con botones (1,40 €) y 62 g en el diseño móvil con goma (1,24 €).
- Tornillos y tuercas: Se utilizan tornillos y tuercas estándar para el ensamblaje de los diseños móviles. Cada tornillo cuesta 0,1 € y cada tuerca 0,05 €.
- Pasador: Presente únicamente en los diseños móviles, con un coste de 0,15 € por unidad.
- Goma elástica: Utilizada únicamente en el diseño móvil con goma, con un coste de 0,2 € por pack de 2 unidades.
- Electricidad: Cada impresión 3D tardó aproximadamente 25 minutos, y considerando el consumo de la impresora y el precio medio de la electricidad, el coste eléctrico por pieza se estima en 0,004 €.

Teniendo en cuenta todas estas variables, los costes totales estimados de cada diseño son los siguientes:

- Diseño fijo: 3,80 €
- Diseño móvil con botones: 4,35 €
- Diseño móvil con goma: 4,39 €

En conclusión, el coste del producto varía ligeramente según el diseño seleccionado, siendo el diseño fijo el más económico y los diseños móviles ligeramente más costosos debido al mayor consumo de material y la inclusión de elementos adicionales como pasadores y goma elástica.

4.6 CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

4.6.1 DISEÑO Y DESARROLLO

Para abordar un problema es preciso definirlo correctamente y concretar los diferentes requisitos específicos del proyecto. Es por ello por lo que todos los datos utilizados han sido obtenidos en la sesión de evaluación a través de diferentes pruebas realizadas por el grupo de Terapia Ocupacional y analizados por los Ingenieros con el objetivo de ceñirse a las necesidades.

En la siguiente fase se realiza una lluvia de ideas llamada “*brainstorming*”, acompañado de diferentes bocetos básicos e ideas para realizar las primeras pruebas preguntas a la usuaria.

Posteriormente se crea el diseño (en este caso varias alternativas), y se ajusta para su producción y posterior montaje.

4.6.2 PRODUCCIÓN

Se realiza el prototipo y posterior diseño con el objetivo de ser de bajo coste o del mínimo posible, eliminando todo tipo de desperdicios.

4.6.3 DISTRIBUCIÓN

La distribución es directa y por un canal corto, pasando de la fabricación a los dominios de la usuaria lo más rápido posible.

4.6.4 USO

Está diseñado para el uso en el hogar, de manera cotidiana pero también en casos puntuales en restaurantes de ahí que sea un dispositivo discreto dentro de las posibilidades. Diseñado para acciones repetitivas, sin producir desgaste físico ni a la usuaria ni en el producto.

4.6.4 VISIÓN GLOBAL CICLO DE VIDA

El producto se encuentra en la fase inicial, en su lanzamiento, por lo tanto, es una fase que es muy temprana para determinar su ciclo de vida real. Estimando que su uso es cotidiano y podría ser adquirido por personas con dificultades motoras en uno de los brazos, residencias, asociaciones y centros de día lo que conllevaría a una vida útil prolongada, su diseño robusto (en el caso del diseño fijo), que lo hace resistente aumentaría su durabilidad y retrasaría su declive.

4.6.6 FIN DE VIDA

Los materiales plásticos utilizados son reutilizables, buscando sea sostenible y respete en la medida de lo posible el medio ambiente, en cuanto a las partes metálicas, con una correcta limpieza bastaría para ser duradero en el tiempo.

4.6.7 MANTENIMIENTO Y REUTILIZACIÓN

El mantenimiento es sencillo, basta con enjuagarlo con agua y jabón para su correcta limpieza, no debe introducirse en el lavavajillas para no derretir el material.

4.6.8 JUSTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

Los tornillos y tuercas usados han sido adquiridos por el grupo de trabajo debido a su bajo y/o casi inexistente coste. El resto del material corresponde a la impresión 3D por parte de La Estación de la Ciencia y la Tecnología¹ (en Burgos).

¹ Ubicada en Burgos es una instalación que dedica parte de su actividad a la colaboración con la Universidad de Burgos, cursos de I+D y proyectos a través del espacio Ubumaker entre otras actividades.

4.7 MATRIZ QFD

		Correlaciones Positivo + Negativo - No Correlacion Relaciones Fuerte ● Moderada ○ Débil ▽ Dirección de mejora Maximizar ▲ Objetivo ◇ Minimizar ▼															
		</															

Ilustración 26 Matriz QFD

5. AGRADECIMIENTOS

Gracias a la realización de este proyecto, hemos podido presenciar de primera mano cómo acciones sencillas pueden tener un impacto significativo en la vida de las personas, y que, para ello, el apoyo y la colaboración son fundamentales.

Es por ello, que nos gustaría agradecer a la usuaria por la confianza depositada, su disponibilidad y su actitud proactiva.

Asimismo, agradecer a las profesionales que trabajan en COCEMFE por su implicación y ayuda.

Agradecer a la Universidad de Burgos por dar la oportunidad de llevar a cabo este tipo de proyectos y por facilitar el material y asesoramiento necesarios.

A nuestras profesoras Montserrat Santamaría Vázquez y Ana María Lara Palma, por ayudarnos, acompañarnos y guiarnos a través del proyecto.

Por último, a la Estación de la Ciencia y Tecnología por realizar la fabricación del producto de apoyo.

Atentamente:

Cortés Sanz, Javier

Labat Garrúes, Marina

Lete Iraola, Itsaso

Manterola Aldazabal, Goretti

Martín Pérez, Eva

Martínez Bravo, Naroa

Pérez García, Mario

6. BIBLIOGRAFÍA

1. García A, Arriola G, Sofía I, Casas M, Pascual IP, Luis G, et al. Parálisis cerebral [Internet]. Aeped.es. [citado el 25 de noviembre de 2025]. Disponible en: https://static.aeped.es/11_59a67aueb9.pdf
2. Peláez Cantero MJ, Moreno Medinilla EE, Cordon Martínez A, Gallego Gutiérrez S. Abordaje integral del niño con parálisis cerebral. An Pediatr (Ed. inglesa) [Internet]. 2021;95(4):276.e1-276.e11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2021.07.011>
3. Tenedor con Ángulo para Personas con Necesidades Especiales — OrtoPrime [Internet]. [citado 26 de noviembre de 2025]. Disponible en: https://ortoprime.es/products/tenedor-adaptado-angulado-40-para-movilidad-reducida?_gl=1*vvxda6*_up*MQ..*_ga*MTczMTgzMDUzMj4xNzY0MTQ5Njg3*_ga_LM1V61KSP8*czE3NjQxNDk2ODYkbzEkZzAkDE3NjQxNDk2ODYkajYwJGwwJGgw
4. Cubiertos lastrados en Ortopedia Plantia, de Donostia-San Sebastián – Ortopedia Plantia – Donostia San Sebastián [Internet]. [citado 25 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://plantiaortopedia.com/cubiertos-lastrados-en-ortopedia-plantia-de-donostia-san-sebastian/>
5. Cuchillo basculante [Internet]. [citado 25 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.ortoweb.com/cuchillo-basculante>
6. Empuñadura Ajustable para Sujetar Cubiertos | Facilita el agarre - Asister [Internet]. [citado 25 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.asister.es/tienda/empunadura-ajustable/>
7. Cuchillo-tenedor Nelson [Internet]. [citado 26 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.cuidado.es/cuchillo-tenedor-nelson/>
8. Tenedor direccionado con agarre palmar [Internet]. [citado 26 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://accede.uy/producto/tenedor-direccionado-con-agarre-palmar/>
9. UNE-EN ISO 9999:2023 Productos de apoyo. Clasificación y termi... [Internet]. [citado 26 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0070970>
10. Matriz QFD: <https://mundo-excel.com/qfd/>

7.ANEXO

Action Research Arm Test

Patient Name: H.M.R **Date:** 09/10/2025
Rater's Name: Eva Martín Pérez

Score Legend:

3	Finished the task quickly with the appropriate body position and normal hand/arm movements
2	Can finish the task but takes abnormally long, has great difficulty, or has improper body posture/hand/arm movements
1	Can finish the task partially regardless of position/movements
0	Unable to finish the task

Grasp

		Left	Right
1	Block (wood), 10 cm. cube	0	3
2	Block (wood), 2.5 cm. cube	1	3
3	Block (wood), 5 cm. cube	2	3
4	Block (wood), 7.5 cm. cube	2	3
5	Cricket ball	2	3
6	Sharpening stone	2	3
Subtotal		9	18

Grip

		Left	Right
1	Pour water from one glass to another	0	3
2	Transfer a 2.25 cm tube from one side to the other	1	3
3	Transfer a 1 cm. Tube from one side to the other	2	3
4	Place the washer over the bolt	2	3
Subtotal		5	12

Pinch

		Left	Right
1	Ball Bearing between thumb and ring finger (3rd finger)		
2	Marble between thumb and index finger (1st finger)	2	3
3	Ball bearing between thumb and middle finger (2nd finger)		
4	Ball bearing between thumb and index finger (1st finger)		
5	Marble between the thumb and ring finger (3rd finger)	2	2
6	Marble between the thumb and middle finger (2nd finger)	2	3
Subtotal		6/9	8/9

Reference: Internet Stroke Center
<https://Carepatron.com>

Powered by  carepatron

Gross Movement

		Left	Right
1	Hand behind the head	2	3
2	Hand on top of the head	2	3
3	Hand to mouth	2	3
Subtotal		6	9

Total	26/48	47/48
--------------	--------------	--------------