



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Creación de un producto de apoyo de
simulador de conducción para personas
afectadas con ictus

Creation of a driving simulator assistive
technology for people affected by stroke

Autor

Sorin-Gabriel Ion

Directora

Marta Marín Berges

Facultad de Ciencias de la Salud

Curso Académico 2023-2024

Agradecimientos a la directora del Trabajo de Fin de Grado, por despertar en mí el interés y las ganas de realizar un trabajo con impresión 3D. A todos los profesores de la Universidad de Zaragoza.

Además, agradecer a Tinkercad, Cura, 3DLAND y Thingiverse por permitir el libre acceso a la creación y búsqueda de la información sobre productos en impresión 3D y facilitar el trabajo.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| ICTUS | 3 |
| PRODUCTOS DE APOYO | 4 |
| IMPRESIÓN 3D | 5 |
| OCIO | 5 |
| MODELOS UTILIZADOS | 6 |
| OBJETIVOS | 7 |
| OBJETIVO PRINCIPAL | 7 |
| OBJETIVOS SECUNDARIOS | 7 |
| METODOLOGÍA | 8 |
| FASE 1. BÚSQUEDA | 8 |
| FASE 2. CREACIÓN DEL PRODUCTO DE APOYO | 8 |
| FASE 3. EFICACIA DEL PRODUCTO DE APOYO..... | 9 |
| FASE 4. CONFECCIÓN FINAL DEL PRODUCTO DE APOYO | 9 |
| RESULTADOS | 10 |
| FASE 1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA | 10 |
| FASE 2. REVISIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL MERCADO | 10 |
| FASE 3. DISEÑO DEL PRODUCTO | 11 |
| FASE 4. PRODUCTO PARA EL MERCADO | 12 |
| DISCUSIÓN | 14 |
| CONCLUSIÓN | 15 |
| BIBLIOGRAFÍA | 16 |
| ANEXOS | 19 |
| ANEXO 1. PRODUCTOS DEL MERCADO..... | 19 |
| ANEXO 2. DISEÑO DEL PRODUCTO DE APOYO EN TINKERCAD | 19 |
| ANEXO 3. PRIMER PROTOTIPO | 21 |
| ANEXO 4. PRODUCTO FINAL..... | 22 |

RESUMEN

Introducción: el ictus tiene consecuencias físicas en la persona lo que provoca limitación en algunas actividades significativas. El ocio es una actividad que la persona elige realizar en el tiempo libre y que tiene mucho potencial para trabajar su rehabilitación. Para conseguir la participación en la actividad, se utiliza un producto de apoyo. Los productos de apoyo se pueden diseñar e imprimir con una impresora 3D.

Metodología: para la creación del producto de apoyo se realizan las siguientes fases: una búsqueda bibliográfica, un análisis del mercado, el diseño del producto de apoyo, comprobar la eficacia del producto y la creación del producto de apoyo final.

Resultados: se observa la falta de productos de apoyo dirigidos al ocio en la búsqueda bibliográfica, la posibilidad de crear una perilla de volante adaptada a una persona con ictus y el diseño del producto de apoyo. No se realizan las fases de testeo con el grupo control mediante el uso del producto ni la confección del producto de apoyo final.

Discusión: la figura del terapeuta ocupacional como miembro del equipo de diseño para un producto de apoyo es esencial. La capacidad de personalizar según las necesidades de la persona hace que su potencial para la rehabilitación sea elevado. Con la participación en las actividades de ocio se consigue el equilibrio ocupacional.

Conclusión: la creación del producto de apoyo actúa tanto como medio de rehabilitación física como fin de satisfacer la participación en la actividad de la persona.

Palabras clave: producto de apoyo, Terapia Ocupacional, impresión 3D, ocio.

ABSTRACT

Introduction: stroke has physical consequences on the person which causes limitation in some significant activities. Leisure is an activity that the person chooses to do in free time and has great potential to work on rehabilitation. To achieve participation in the activity, a support product is used. Support products can be designed and printed with a 3D printer.

Methodology: for the creation of the support product, the following phases are carried out: a literature search, a market analysis, the design of the support product, testing the effectiveness of the product and the creation of the final support product.

Results: the lack of support products aimed at leisure is observed in the bibliographic search, the possibility of creating a steering wheel knob adapted to a person with stroke and the design of the support product. Neither the testing phases with the control group through the use of the product nor the making of the final support product are carried out.

Discussion: the figure of the occupational therapist as a member of the design team for a support product is essential. The ability to customize according to the person's needs makes his or her potential for rehabilitation high. With participation in leisure activities, occupational balance is achieved.

Conclusion: the creation of the assistive product acts both as a means of physical rehabilitation and as a means of satisfying the person's activity participation.

Keywords: assistive technology, Occupational Therapy, 3D printing, leisure.



INTRODUCCIÓN

Este trabajo de fin de grado desarrolla el proceso para la creación de un producto de apoyo de simulador de conducción para personas afectadas con hemiplejía.

ICTUS

El ictus es una enfermedad provocada por cambios bruscos en la circulación del cerebro, originando una falta de riego sanguíneo, la cual dependiendo de la zona cerebral afectada provoca determinadas secuelas. Dichas secuelas pueden estar representadas en menor o mayor nivel, de forma aislada o en conjunto y pueden ser: motoras, sensitivas, visuales, de comunicación, cognitivas y emocionales (1).

La hemiplejía constituye la secuela motora más común de un accidente cerebrovascular que provoca discapacidad en la persona. Se trata de ciertos cambios fisiológicos, funcionales y sociales en la persona, sujetos a una posible evolución mediante múltiples factores. No se debe confundir con un estado final y definitivo del ictus (2).

La mano pléjica es una consecuencia del ictus. Presenta un patrón de bajo tono muscular o flacidez en el lado afecto en los primeros estadios acompañado una flexión en los dedos y en la mano. Después, se convierte en un patrón espástico que produce un excesivo aumento del tono muscular donde todo el miembro superior se ve afectado. En la mano, las pinzas digitales no pueden realizarse por la flexión de muñeca y la aducción del pulgar. Es importante el trabajo de movilidad para evitar la rigidez y pérdida del estiramiento de los músculos (2).

Dicha enfermedad cerebrovascular constituye un gran impacto en la sanidad y en la sociedad ya que se trata de la primera causa de discapacidad adquirida en un adulto y la segunda de demencia. Se prevé que tanto la incidencia como las defunciones aumenten entre el 2015 al 2035, 35% y 39%, respectivamente (3).

Actualmente, en España, cada año entre 110.000 y 120.000 personas sufren un ictus, de los cuales un 50% sufren secuelas que les provoca ciertas discapacidades o fallecen. En Aragón, 3.300 personas sufren un accidente cerebrovascular cada año (4).

En los últimos 20 años, se aprecia un aumento del 25% de incidencia de ictus entre las personas de 20 a 64 años. Esto provoca la necesidad de crear una mayor prevención de los factores de riesgo y crear un estilo de vida más saludable. Al existir un gran número de nuevos casos de ictus en personas jóvenes es de interés la creación de productos de apoyo que les permita la participación en un ocio tecnológico (4).

Las personas que sufren alguna afectación que repercute a nivel motor, comienzan con abandonos de las actividades que realizaban antes debido a la dificultad que les genera. Con un análisis de la actividad, se estudia dónde tiene la persona la dificultad y se busca una adaptación para solucionarlo. Una posible solución es un producto de apoyo personalizado a las necesidades de la persona (5, 6).

Los productos de apoyo personalizados ofrecen a la persona unas dimensiones cómodas y eficientes en su uso. Para ello, se toman las medidas necesarias de la persona, se observan desviaciones o irregularidades en la zona y se aplican al producto de apoyo (5, 6).

PRODUCTOS DE APOYO

El producto de apoyo es aquel objeto, tecnología, instrumento o software creado o ya existente en el mercado encargado de compensar o eliminar las barreras para realizar una actividad, evitando la restricción en la participación de las personas (7).

Los productos de apoyo se clasifican en 20 categorías según la norma UNE EN ISO 9999:2023. Documento que recoge la terminología de los productos de apoyo y la categoría a la que pertenecen, dentro de dichas categorías se encuentran subcategorías más específicas de cada producto de apoyo (7).

El producto de apoyo confeccionado en este trabajo de fin de grado pertenece a la categoría de productos de apoyo diseñados en 3D para el esparcimiento y el ocio. A esta categoría pertenecen todos los productos que facilitan la participación en las actividades de ocio de la persona, como es el caso de los simuladores de juego (7).

IMPRESIÓN 3D

La impresión 3D es una técnica de diseño que da la oportunidad de personalizar al máximo los productos de apoyo. Permite la creación de un producto nuevo o la modificación de un producto ya creado para adaptarlo a una persona en concreto. Dicho producto facilita su desempeño en la actividad (8, 9).

La utilización de productos de apoyo realizados con impresión 3D y su posterior formación al usuario sobre su uso tiene potencial de ser una técnica eficiente y rentable económicamente en la rehabilitación física (8, 9).

Se trata de una herramienta económica debido a la existencia de programas de libre acceso que permiten el modelado y el ajuste de impresión. El material que se emplea puede ser PLA o ABS y ambos tienen un coste reducido (10, 11).

Uno de sus usos ha sido la sustitución del tratamiento mediante yeso por férulas confeccionadas en 3D que permiten la reducción de peso, la posibilidad de transpiración, aseo, resistencia y buenos resultados de consolidación de la fractura (10, 11).

Desde terapia ocupacional se han desarrollado diferentes órtesis y prótesis diseñadas en 3D como pueden ser: férula de Stack, órtesis cock-up o las prótesis de miembro superior. También se han diseñado productos de apoyo personalizados según las necesidades de la persona, como es el caso de la página 3dlan. En esta página web se observa que la gran parte de los productos de apoyo están diseñados para realizar actividades básicas de la vida diaria, pero apenas existen para actividades de ocio. 12, 13, 14

OCIO

El ocio es una actividad intrínsecamente motivada en la cual la persona participa en su tiempo libre, por lo tanto, se trata de una ocupación muy significativa (15).

Es importante conseguir un equilibrio de las áreas ocupacionales de una persona, de esta forma se consigue una mejor calidad de vida. Para conseguir la participación en una de las áreas de ocupación según el Marco de Trabajo de la Terapia Ocupacional como es el ocio y el tiempo libre se crea el producto de apoyo para el volante de simulación (16).

Los simuladores de juego ofrecen la posibilidad de crear un ambiente de entrenamiento de situaciones reales o simplemente un ambiente de disfrute con su uso. Los productos de apoyo confeccionados adaptan el uso de una perilla para volante de conducción, simulando el manejo de un volante de un vehículo real (16).

El desarrollo de intervenciones para un caso de ictus con la utilización de simuladores ofrece una modalidad de rehabilitación entretenida y lúdica, la cual hace que se cree una adherencia al tratamiento. Se realizan movimientos que el paciente ya tiene integrados por la experiencia previa a un daño cerebral adquirido, esto hace que por medio de un simulador puedan aparecer dichos movimientos de forma automática. Por ello, cada vez más se van implementando los llamados "juegos serios" en la rehabilitación física en pacientes que hayan sufrido un daño cerebral adquirido o pacientes con la enfermedad de Parkinson (17).

MODELOS UTILIZADOS

Para el diseño del producto de apoyo se tiene en cuenta el Modelo de Ocupación Humana (MOHO) ya que trata 3 aspectos esenciales de la Terapia Ocupacional. Primero, se trabaja desde ocupaciones significativas para la persona, o sea, aquellas en las que se encuentra la motivación para su realización. En segundo lugar, se busca crear una rutina diaria que sea equilibrada en todas las áreas ocupacionales de la persona. Por último, se observa y se entrena el desempeño en las actividades diarias (18).

Con la creación del producto se pretende incidir en lo anteriormente descrito, ya que cumple con los 3 aspectos esenciales, es una actividad significativa, se pone en valor las actividades de ocio y se entrenan en su desempeño (18).

Complementando al Modelo de Ocupación Humana, se utiliza el modelo Cinesiológico biomecánico ya que desde la aparición de la figura del terapeuta ocupacional se muestra la ocupación como medio de la rehabilitación física (19).

Para la creación del producto de apoyo se recoge la información sobre los balances tanto musculares como articulares de la persona. Con dicha información se puede

observar que limitaciones presentará y la forma de solucionarlo creando las estructuras necesarias en el nuevo producto de apoyo (20).

El modelo es importante para buscar la máxima precisión en la creación del producto, pero no se deben aplicar solo las teorías anatómicas, sino considerar la posición del paciente como figura íntegra de las intervenciones.

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL

- Creación de un producto de apoyo para un volante de simulador para una persona con hemiplejía como consecuencia de un ictus.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Analizar los productos ya existentes en el mercado y en la bibliografía.
- Crear un prototipo de producto de apoyo que permita la rehabilitación del miembro superior afectado (mejorar balance articular, muscular, promover actividades bilaterales, coordinación visomotora).
- Conseguir realizar una actividad significativa de ocio para lograr el equilibrio ocupacional.
- Analizar las necesidades de la población afectada por las secuelas proporcionadas de un ictus.



METODOLOGÍA

Se trata de una búsqueda bibliográfica junto a un análisis de mercado y un diseño del producto de apoyo. Se realizan las tres fases en conjunto para crear un producto de apoyo completo y que pueda ser funcional. Después, se haría una cuarta fase con un grupo control para observar la eficacia y la eficiencia del producto de apoyo y se buscarían materiales más adecuados para crear el producto de apoyo final.

FASE 1. BÚSQUEDA

- Búsqueda bibliográfica: en inglés como en español en las siguientes bases de datos: Dialnet, Pubmed , Google Scholar, Scopus y Web of Science. Los términos de búsqueda empleados fueron: <<Impresión 3D>>/<<3D printing>>, <<Terapia Ocupacional>>/<<Occupational Therapy>>, <<Ocio y esparcimiento>>/<<leisure and entertainment>> y <<Producto de apoyo>>/<<Assistive technology>>.

Además, se utilizan los booleanos AND y OR.

- Análisis de productos del mercado:
 - búsqueda en bibliotecas de impresión 3D gratuitas como en páginas de comercio online. Las bibliotecas gratuitas utilizadas son: 3dlan y Thingiverse. Se utilizan las palabras <<producto de apoyo>>/<<assistive technology>> y <<conducción>>/<<Drive>>, combinadas entre sí.
 - En la búsqueda de productos ya existentes en el mercado laboral, se utiliza la palabra perilla para volante.

FASE 2. CREACIÓN DEL PRODUCTO DE APOYO

- Creación de un producto de apoyo que permita la conducción de un volante de conducción simulada, mejorando los ya creados en el mercado.
- Creación de las piezas del producto con las correspondientes modificaciones mediante el programa de acceso gratuito Tinkercad.
- Realización de varios prototipos de prueba hasta ajustar el prototipo final. Todos los prototipos se imprimen en 3D con el filamento de PLA ajustando los parámetros desde el programa Cura, también de acceso gratuito.

FASE 3. EFICACIA DEL PRODUCTO DE APOYO

- Realización mediante una selección de un grupo de personas con afectación del ictus y con interés en el uso de simuladores de conducción.
- Creación de sesiones de entrenamiento para la utilización del producto y un análisis inicial y final de los rangos de movimiento del miembro superior mediante valoraciones. Además, se valora la adherencia al tratamiento, la satisfacción de la persona y la autonomía alcanzada en el resto de las actividades básicas de la vida diaria.

FASE 4. CONFECCIÓN FINAL DEL PRODUCTO DE APOYO

- Búsqueda de materiales adecuados para la producción del producto de apoyo final.
- Asociación con recursos dónde fabricar cantidad mayores del producto de manera rentable.
- Comercialización del producto final.

RESULTADOS

FASE 1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

En la búsqueda bibliográfica de las diferentes bases de datos, no se encuentra ningún artículo relacionado con la creación de un producto de apoyo desde la terapia ocupacional para el ocio. Se observa la página Se encuentra un estudio de la creación de un pastillero personalizado para un paciente donde explica la eficacia del producto en la adherencia al tratamiento (21).

Por último, se encuentra un artículo donde explica las fases de la creación de un producto de apoyo dirigido a las personas con hemiplejía. Se trata de un corta uñas accionado con el pie que da la posibilidad a estas personas de tener un cuidado personal autónomo y seguro (22).

FASE 2. REVISIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL MERCADO

En el análisis del mercado se aprecia que no hay ninguna creación de producto de apoyo para volante de simulador de juego en impresión 3D. Esto se comprueba con una búsqueda en las diferentes bibliotecas gratuitas de impresión 3D (3DLan, Thingiverse, ...).

La siguiente búsqueda realizada en internet sobre una perilla de volante, se observan las deficiencias en el diseño que provoca la limitación en la participación de las personas que tengan alguna patología en la mano. La falta de posibilidad de regular la perilla en el plano horizontal limita a una persona que tenga una desviación lateral de muñeca su uso, además de no tener un método de apoyo para las personas que no tengan una suficiente fuerza muscular para mantener el agarre de la pinza digito palmar en la perilla (Anexo 1).

No se observa un precio elevado en los productos existentes del mercado, pero con la impresión 3D se puede conseguir una reducción del coste junto con el aumento en la posibilidad de uso para las personas con patología motora de la mano.

FASE 3. DISEÑO DEL PRODUCTO

Con ambos análisis realizados, tanto el análisis de artículos en las diferentes plataformas como el análisis del mercado de los productos ya existentes, se comienza con la creación del diseño según las necesidades observadas.

En primer lugar, se observa la imposibilidad de regular la perilla a nivel de las desviaciones laterales de muñeca que pueda presentar la persona. Como resultado ante dicho problema se crea una pieza intermedia entre la abrazadera del volante de conducción y la perilla donde irá apoyada la mano. Dicha pieza permite regular tanto a nivel vertical como horizontal la perilla para que la persona tenga la mayor funcionalidad durante el uso del simulador.

En segundo lugar, se encuentra el problema de la pérdida de adherencia por la falta de fuerza en el agarre utilizando la pinza digito palmar en posición de pronación. Como resolución al problema se colocan unas abrazaderas en el lateral de la parte superior de la perilla con el objetivo de colocar velcro y utilizarlo como medio de apoyo en el agarre durante el uso del simulador. Otra posible opción sería la colocación de una superficie antideslizante en toda la parte superior de la perilla. Analizando las necesidades de la persona y su mayor funcionalidad en el uso, se coloca una opción u otra (Anexo 2).

Con el primer prototipo realizado del producto de apoyo se deduce que la densidad debe ser alta para aguantar la fuerza sobre todo en las partes de unión con los tornillos. Además, la pieza intermedia no permite la correcta unión con la parte de la perilla debido a la falta de superficie que existe entre un agujero y otro. Entre las dos mitades de la perilla, se coloca un engranaje de rotación que permita girar cuando se sobrepase cierto grado de giro que la muñeca ya no soporta. Dicho engranaje separa mucho las superficies entre sí, lo que dificulta su manejo (Anexo 3).

Las correcciones utilizadas tras el primer prototipo fueron la creación de una mayor superficie intermedia entre los agujeros de la pieza central que permite regular en ambos planos, tanto vertical como horizontal el ajuste. Para ello se coloca una superficie cuadrada de forma que una en cruz con la otra superficie cuadrada el otro agujero.

Para crear un engranaje de giro con menos distancia entre las dos superficies, se crea un sistema de rotación utilizando la caja de una crema. Dicha caja se separa en las dos partes y se adhiere al espacio creado en cada una de las superficies de la perilla, después de unen las dos partes de la caja con vaselina para crear una mejor rotación en los giros (Anexo 4).

Por último, en los ajustes de impresión se aumenta la densidad para que el producto sea lo suficientemente resistente a la fuerza de ajuste de los tornillos con las tuercas y para una buena resistencia durante su uso en el tiempo.

Para valorar los costes de producción de dicho prototipo final del producto de apoyo se realiza la siguiente tabla:

Tabla 1. Costes de producción prototipo.

| MATERIAL | PRECIO |
|-------------------------------|--------|
| <i>Impresora 3D</i> | 178 € |
| <i>Filamento PLA empleado</i> | 4,50 € |
| <i>Crema Nivea</i> | 1,20 € |
| <i>Tornillería</i> | 2 € |
| <i>Pegamento</i> | 2 € |
| <i>Velcro</i> | 2,50 € |
| <i>Luz empleada</i> | 1,65 € |

FASE 4. PRODUCTO PARA EL MERCADO

Dicha fase no se realiza en este trabajo de fin de grado por los altos costes económicos que conlleva.

Los resultados del grupo control se evalúan para observar si existe una mejoría en las capacidades físicas de la persona y su satisfacción personal con el éxito en su uso.

Si es positivo su funcionamiento con este grupo de personas, se debe crear un protocolo de utilización. Con esto se busca crear unas instrucciones de uso para que todas las personas que quieran comprarlo y utilizarlo puedan hacerlo.

El siguiente paso trata de una búsqueda de materiales que tengan cierta resistencia en el tiempo, ya que las piezas creadas en impresión 3d con PLA sobre todo las piezas giratorias, llegan a romperse. Se utiliza ese material buscando que los costes de adquisición sean económicos y accesibles.

Por último, se debe patentar la idea ya que es un diseño que no se ha creado antes. Para ello, se debe presentar una solicitud al órgano competente de la región. Se pagan las tasas correspondientes (1.200 €) y se rellenan los formularios necesarios (solicitud e Informe sobre el Estado de la Técnica). Dicho trámite suele durar entre 21 a 24 meses. Con la concesión de la patente se tiene 20 años de protección, improrrogables, con un pago mensual para su mantenimiento en vigor.

DISCUSIÓN

Para analizar los productos de apoyo creados con impresión 3D se realiza un balance de aspectos beneficiosos y negativos.

Como aspectos beneficiosos se observa que la impresión 3D en PLA es una modalidad económica y fácil de utilizar para adaptar al paciente una órtesis, una prótesis o un producto de apoyo a sus necesidades. Este material es ligero, resistente, cómodo para el uso del paciente y ambientalmente reciclable.

Además, la personalización ofrece aspectos positivos como es la adherencia del paciente al tratamiento, una mejor funcionalidad en las sesiones y un mejor desempeño en las actividades de la vida diaria.

Todas las ganancias que se consiguen con la rehabilitación mediante el producto de apoyo se aplican a otras actividades de la vida diaria donde el paciente tiene más capacidad funcional y una mejor calidad de vida.

El terapeuta ocupacional forma parte de un equipo sociosanitario en los tratamientos, pero existe la posibilidad de incluir la figura del terapeuta en un equipo de diseño de productos con ingenieros especializados en ello. La aportación de la figura del terapeuta es analizar las necesidades del paciente o el grupo de pacientes para crear una adaptación eliminando las limitaciones que tiene la persona o el grupo en la actividad. Se busca ofrecer una visión terapéutica centrada en la persona, teniendo en cuenta sus actividades significativas, en lugar de tener una visión más médica o lógica.

Por otro lado, los aspectos negativos son: que se trata de un proceso lento de impresión que provoca un gasto energético y la necesidad de abandonar la supervisión de la impresión en algunos momentos. La placa de impresión tiene un tamaño limitado tanto en largura, anchura como altura de las piezas. Las piezas con cierto grado de roce entre ellas llegan a una pronta erosión, por lo que para piezas con continuo contacto se busca un material más resistente.

Es un campo que aún no está muy desarrollado desde la Terapia Ocupacional, ya que se asocia a los equipos de ingenieros debido a los diseños y las necesidades. Por ello, la información acerca de productos de apoyo o investigaciones relacionadas con impresión 3D son muy escasas.

CONCLUSIÓN

Con la creación del producto de apoyo de este trabajo de fin de grado se busca un sentido terapéutico desde la rehabilitación del paciente por medio de la utilización del producto y como fin terapéutico consiguiendo realizar una actividad significativa de ocio.

La Terapia ocupacional es un parte esencial del diseño de un producto creado en 3D para satisfacer las necesidades de una persona, ya que se evalúa la necesidad y se posiciona a la persona como prioridad del diseño. Los diseños de productos de apoyo para el ocio son escasos por lo que se debe investigar y crear más diseños desde la profesión.

Debido al impacto positivo en las personas con la utilización de estos productos, se observa un gran potencial en la rehabilitación con el uso de los diseños personalizados.

Los elevados costes para realizar el producto final y la búsqueda de un grupo control para comprobar la funcionalidad del producto no han permitido realizar las últimas etapas del proceso. Se muestra el desarrollo del diseño y las correcciones hasta llegar al prototipo final.



BIBLIOGRAFÍA

1. Cuadrado A. Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. *Galicia Clin.* 2009;70(3):25–40.
2. Lombillo Laferte LM, Martínez Segon S, Serra Valdes Y, Rodríguez. Complicaciones en pacientes hemipléjicos por ictus. Mutuberria, Liván. *Revista cubana med [online]*. 2014, [citado el 8 de junio de 2024] vol.53, p 134-143.
3. Atlas del Ictus España 2019 [Internet]. Sen.es. 2019 [citado el 8 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.sen.es/images/2020/atlas/Atlas_del_Ictus_de_Espana_version_web.pdf
4. Reverté Villarroya S, Suñer Soler R, Sauras Colón E, Zaragoza Brunet J, Fernández Sáez J, Lopez Espuela F. Ictus isquémico y factores de riesgo vascular en el adulto joven y el adulto mayor. Estudio retrospectivo de base comunitaria. *Atención primaria [Internet]*. 2023 [citado el 5 Junio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2023.102623>
5. Morales Molano M, Bravo Agustín I. El ocio terapéutico. Envejecimiento activo, envejecimiento en positivo. Giró Miranda J. 2006; p 133-154.
6. Federico M, Fernandez Pardal M, Bonardo P. *Neurología. Editorial panamericana*. 2º edición capítulo 2;39.
7. Productos de apoyo extraídos de la norma UNE EN ISO 9999:2017 Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología [Internet]. Gob.es. [citado el 8 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.rpdiscapacidad.gob.es/ayudas/PRL/ANEXO_IV_20221201.pdf
8. Kuo F-L, Wu Y-S, Kuo T-Y, Lee Y-S, Huang S-W, Lee H-C. Effects of 3D-printed assistive device on daily life function in patients with neurological impairment: a pilot study. *Disability and rehabilitation. Assistive Technology*. 2024; 19(4): p 1648–56. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/17483107.2023.2227222>
9. Marín Berges M, Pozo Tamayo J, Simón Lasheras MJ. Impresión 3D para TERAPEUTAS OCUPACIONALES. *COPTOA*; 2020 mar.
10. Lozano Larrea RN, Gurumendi España IE, Benalcázar Game JG, Vélez Almea MD. Ortesis del miembro superior para hemipléjicos. *Polo del Conocimiento*. Octubre 2023; Vol. 8; p 1500–1509.



11. Silva, J., Silva, M., Soares, B., Quintão, C., Londral, A. R., & Quaresma, C. (2024). Multi-activity 3D printed assistive technology in children: a case study. *Assistive Technology*, 1–6. <https://doi.org/10.1080/10400435.2024.2328091>
12. Ayhan E, Kuzucu Y, Aslaner EE, Tuna Z. Evaluating Stack splint use for mallet finger. *J Hand Surg Asian Pac Vol* [Internet]. 2021;26(01):47–51. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1142/s2424835521500077>
13. Chang M, Jung N-H. Comparison of task performance, hand power, and dexterity with and without a cock-up splint. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2013 [citado el 5 de junio de 2024];25(11):1429–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.25.1429>
14. Dote J, Nahuelhual P, Cubillos R, Fuentes G, Zuñiga J. Funcionalidad de prótesis de mano impresa en 3D en adolescentes con amputación congénita parcial de mano: una serie de casos. *Rev Chil Pediatr* [Internet]. 2020;91(3):410. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.32641/rchped.v91i3.1415>
15. American Occupational Therapy Association. Occupational therapy practice framework: Domain and process. 4th ed. *American Journal of Occupational Therapy*. 2020; p 625-683. Disponible en: <https://doi.org/10.5014/ajot.2020.74S2001>
16. Marí Ytarte R, Cantero Garlito PA, Vila Merino ES. Ocio, bienestar y calidad de vida en terapia ocupacional. Ed. Síntesis; 2017.
17. de Noreña Martínez D, Latorre González G. El juego como terapia. Parte I: uso de videojuegos en neurología clínica. *Revista Kranion*. Diciembre 2022;9. Disponible en: <El-juego-como-terapia-Parte-I-uso-de-videojuegos-en-neurologia-clinica.pdf> ([researchgate.net](https://www.researchgate.net))
18. Kielhofner G. Terapia ocupacional. Modelo de Ocupación Humana. Teoría y aplicación. Ed. Médica Panamericana; 2004.
19. Morrison R, Olivares-Aising D, Vidal D. La filosofía de la Ocupación Humana y el paradigma social de la Ocupación. Algunas reflexiones y propuestas sobre epistemologías actuales en Terapia Ocupacional y Ciencias de la Ocupación. *Revista Chilena* [Internet]. Diciembre 2011; Disponible en: <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/RTO>
20. López BP. Terapia Ocupacional en Discapacitados Físicos. Teoría y Práctica. Ed. Médica Panamericana; 2004.

21. Schwartz JK, Fermin A, Fine K, Iglesias N, Pivarnik D, Struck S, et al. Methodology and feasibility of a 3D printed assistive technology intervention. *Disabil Rehabil Assist Technol* [Internet]. 2020;15(2):141–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/17483107.2018.1539877>
22. Silva J, Silva M, Soares B, Quintão C, Londral AR, Quaresma C. Multi-activity 3D printed assistive technology in children: a case study. *Assist Technol* [Internet]. 2024;1–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10400435.2024.2328091>

ANEXOS

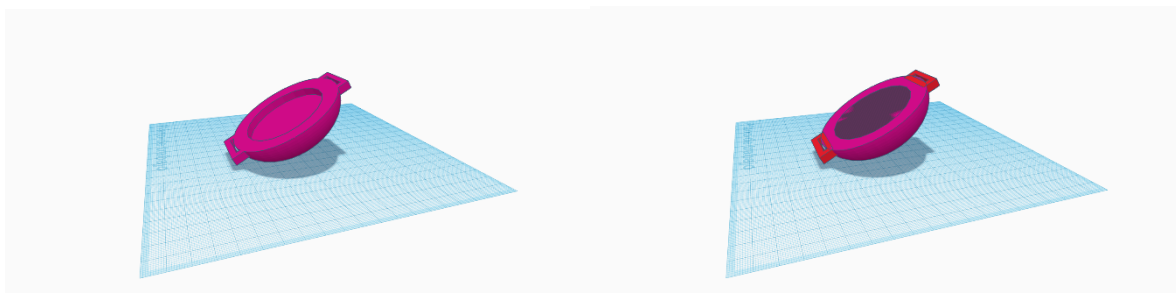
ANEXO 1. PRODUCTOS DEL MERCADO



Los productos observados tienen todos la estructura fija que no permite la regulación en todos los planos, sólo se puede ajustar la inclinación de la abrazadera cuando se coloca en el volante. Una persona con dificultad en la mano para mantener la fuerza en la pinza digito palmar, no será capaz de aguantar la posición en la perilla durante mucho tiempo.

ANEXO 2. DISEÑO DEL PRODUCTO DE APOYO EN TINKERCAD

El programa utilizado para la creación del producto es Tinkercad, un programa de libre acceso que permite la creación de piezas en 3D mediante la unión de diferentes figuras geométricas y mecanismo que ya ofrece el propio programa. El prototipo del producto de apoyo realizado está formado por 4 partes:

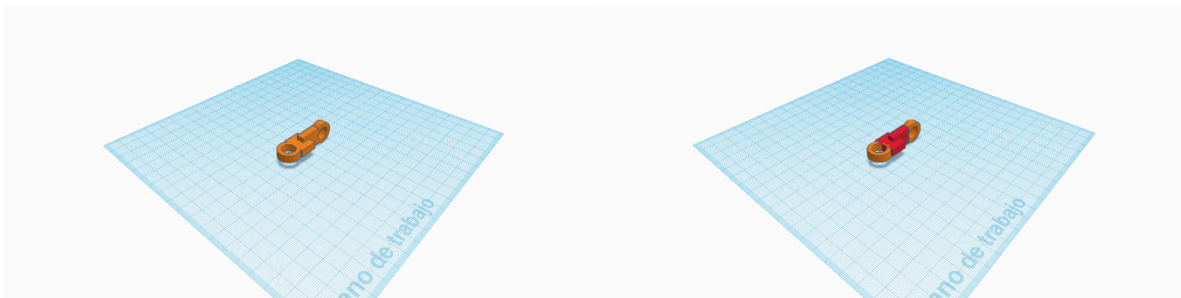


Se trata de la parte superior de la perilla donde irá apoyada la mano. En ella se puede apreciar la colocación de los enganches laterales para añadir el velcro y

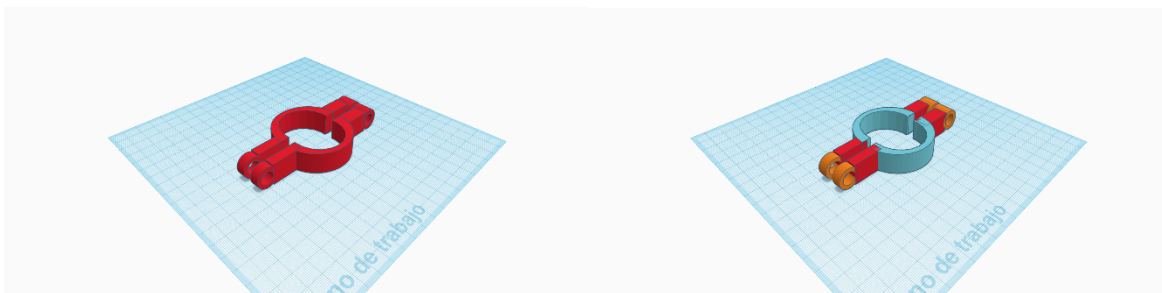
crear esta sujeción. Además, tiene un hueco con forma circular donde irá la parte de la crema pegada que permitirá el giro con la otra superficie de la perilla.



Es la otra parte de la perilla, base donde va colocada la parte superior y que permitirá realizar el giro con la otra parte de la crema pegada. Tiene dos agujeros en la base que permite la unión con la pieza central para un ajuste lateral.

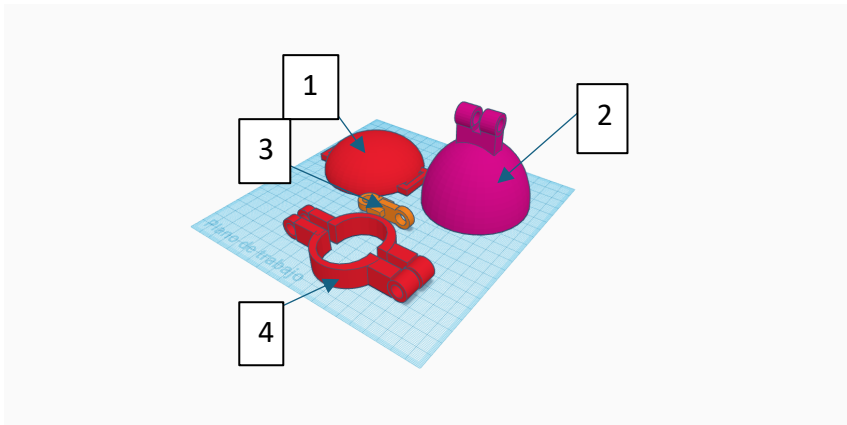


Se trata de la pieza central, encargada de unir la abrazadera con la perilla y permite su ajuste tanto en plano vertical como horizontal. Está formada por dos cuadrados centrales unidos en cruz con sus respectivos agujeros, que irán unidos a la abrazadera y a la base de la perilla.



Son las dos abrazaderas que van colocadas en el volante y unidas a la pieza central. En un extremo tienen dos agujeros para colocar el tornillo que permita cerrar la pieza y en el otro extremo, tiene un espacio donde se coloca la pieza central entre las dos abrazaderas.

Por último, el prototipo final se manda al programa Cura con la siguiente distribución y se ajustan niveles de impresión para poner la pieza a imprimir en la impresora 3D.



ANEXO 3. PRIMER PROTOTIPO



ANEXO 4. PRODUCTO FINAL

