
Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Bellas Artes
Departamento de Diseño e Imagen
Máster Universitario en Diseño

Diseño a partir de la tecnología para la mejora de la calidad de vida.

Diseño paramétrico de un producto de apoyo
para niños con movilidad reducida.

Marina González López-Ortega

Director:
Ricardo Espinosa

Madrid, convocatoria ordinaria,
Junio, 2023

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que me dieron su apoyo y han sido importantes durante la realización de este Trabajo de Fin de Máster.

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor, Dr. Ricardo Espinosa, por su guía experta, apoyo y dedicación. Sus conocimientos han sido fundamentales para enriquecer mi trabajo y mis conocimientos. Agradezco sinceramente sus valiosos consejos y su entusiasmo y dedicación por este proyecto.

A mis profesores del Máster, especialmente a Claudia Alejandra Sánchez Orozco, por sus excelentes comentarios sobre el proyecto.

Quiero extender mi agradecimiento a los profesionales del Centro de Educación Especial Guadarrama, a Rodrigo por su especial dedicación en el proyecto, a las orientadoras Susana Hernández y Lola Mesonero, y a la jefa de estudios Patricia Martín. A Mar Cruz, la coordinadora de la Oficina de Aprendizaje y Servicio del Ayuntamiento de Coslada, por hacer realidad la colaboración de este trabajo. Gracias por vuestras contribuciones, consejos y palabras y por hacer posible un proyecto tan bonito.

Agradecer a mi familia, a mis padres y a Ángela, por su amor y respaldo en cada paso de mi camino académico. Gracias por creer en mí y por motivarme a alcanzar mis metas. Por enseñarme más allá de los libros y apoyarme en todo momento.

También quiero expresar mi gratitud a Miguel, por su amor incondicional y su apoyo constante. Su paciencia y comprensión durante todo el trabajo han sido fundamentales para mantenerme motivada y enfocada en mi objetivo. Gracias por enseñarme y compartir conmigo parte de tu pasión, sin ti esto no sería posible.

Quiero agradecer a mis amigos, Alicia, Lucía, Laura y Jorge, quienes me brindaron su amistad, ánimo y alegría durante este proceso. Gracias por estar siempre dispuestos a escucharme y por empujarme a ser lo que quiero en la vida.

Quiero dedicárselo a mi familia y amigos, por confiar siempre en mí. Dedicado también a los niños del Colegio de Educación Especial Guadarrama, para conseguir una educación más accesible para todos.

Palabras clave:

Diseño paramétrico/ impresión 3D / desing for all/ diseño universal/ diseño inclusivo/ diseño social/ diseño accesible/ productos de apoyo/ metodología APS

Definiciones básicas:

Diseño paramétrico: “Se denomina diseño paramétrico a un proceso de diseño basado en un esquema algorítmico que permite expresar parámetros y reglas que definen, codifican y aclaran la relación entre los requerimientos del diseño y el diseño resultante.” (Colaboradores de Wikipedia, 2021)

Impresión 3D: “La impresión 3D es un avance muy importante de tecnologías de fabricación por adición donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición de capas sucesivas de material.” (Adeva, 2023)

Desing for all: “El diseño universal o diseño para todos es la creación de productos y entornos pensados de modo que sean utilizables por todas las personas en la mayor medida posible, sin necesidad de que se adapten o especialicen.” (*Principios del Diseño Universal | Buenos Aires Ciudad - Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires*, s. f.)

Diseño universal: “El diseño universal es un paradigma del diseño relativamente nuevo, que dirige sus acciones al desarrollo de productos y entornos de fácil acceso para el mayor número de personas posible, sin la necesidad de adaptarlos o rediseñarlos de una forma especial.” (Corresponsables, 2017)

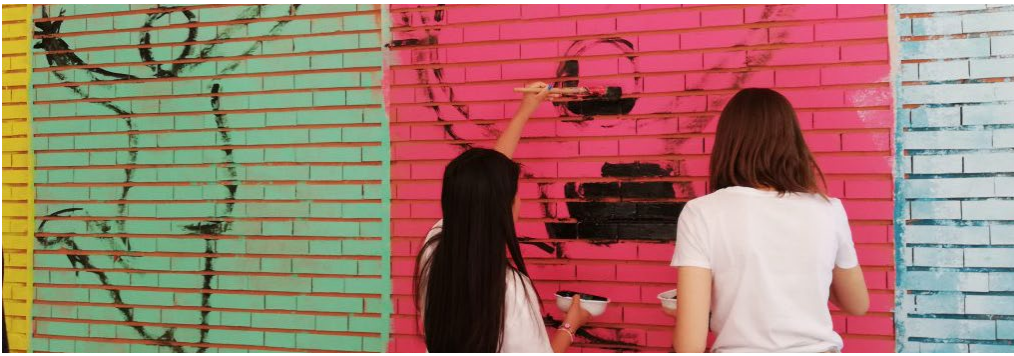
Diseño inclusivo: “El diseño inclusivo es aquel que no requiere adaptaciones o ajustes para que diferentes personas, con diferentes habilidades o limitaciones, puedan usar determinado producto. El cambio de mentalidad es primordial para que ésto ocurra y el diseño inclusivo sea considerado desde el inicio de la ejecución del proyecto.” (Soares, 2019)

Diseño social: “Diseño que contribuye al mejoramiento del planeta y al bienestar de sus habitantes. Teniendo como objetivo de su proyecto trabajar juntos para encontrar soluciones a situaciones sociales a través del diseño, mientras proveemos un sentido de involucramiento y solidaridad mundial.” (*Ecodiseño: Diseño de Productos-Servicios Sostenibles | Cámara de España*, s. f.)

Metodología APS: “Aprendizaje y Servicio (APS) es una metodología que integra el aprendizaje de contenidos, habilidades y valores y el servicio a la comunidad, en un mismo proyecto educativo, con el fin de “ofrecer un servicio” directo a la sociedad, para transformarla y mejorarla.” (Paula, s. f.)

INDICE

Resumen.....	2
1. Introducción.....	3
2. Contexto y motivación.....	6
3. Objetivos y metas.....	7
4. Marco teórico y estado del arte.....	9
4.1 Diseño universal.....	10
4.2 Metodología APS.....	21
4.2.1 APS para inclusión social.....	23
4.3. Aplicación de un proyecto APS en la educación especial.....	29
4.3.1 Identificación de las necesidades específicas de los niños con discapacidad	29
4.3.2 Selección y adaptación de los productos de apoyo a las necesidades identificadas.....	31
4.3.3 Evaluación del impacto de los productos impresos en 3D en el aprendizaje y bienestar de los niños.....	33
4.4 Diseño paramétrico.....	35
4.4.1 Introducción al diseño paramétrico	35
4.4.2 Herramientas de diseño paramétrico utilizadas.....	36
4.4.3 Desarrollo de modelos paramétricos para productos de apoyo.....	40
4.5 Impresión 3D y accesibilidad.....	41
4.5.1 Tecnologías de impresión 3D disponibles.....	44
4.5.2 Materiales de impresión 3D.....	45
4.5.3 Sistemas de comunicación y plataformas online para su acceso.....	48
5. Desarrollo del proyecto.....	51
5.1 Primeras pruebas.....	54
5.2 Primer prototipo.....	58
5.3 Resultados.....	61
6. Conclusiones y trabajo futuro.....	65
6.1 Conclusiones generales del proyecto.....	65
6.2 Limitaciones y posibles mejoras.....	67
6.3 Propuestas de trabajo futuro.....	69
7. Bibliografía.....	71
8. Anexos.....	80



Resumen

El diseño busca el disfrute y resolver la problemática que surge de las necesidades humanas para conseguir capacitar de manera efectiva a las acciones del mismo. En muchas ocasiones, la búsqueda de estas soluciones se centra únicamente en un sesgo humano donde las capacidades físicas o psicológicas del usuario el cual se establece se define de manera errónea. Indirectamente no se tiene en cuenta al usuario que tiene algún tipo de discapacidad, y diseñar en ese contexto resulta limitante para el usuario establecido y genera una sociedad con diseños y productos que limitan a una parte de los usuarios.

En los últimos años, contamos con un gran avance en el campo de la tecnología de impresión 3D, permitiendo la creación de productos de apoyo personalizados para personas con necesidades especiales. En este Trabajo de Fin de Máster, se investiga cómo el diseño social se proyecta en la actualidad ayudándose de la tecnología gracias a la parametrización utilizada para crear productos de apoyo impresos en 3D para niños con necesidades especiales en espacios educativos, concretamente en el Colegio de Educación Especial Guadarrama de Coslada. En este proyecto se examinan las diferentes necesidades de los niños y se desarrolla el planteamiento de diferentes diseños paramétricos que se adapten para resolver los problemas planteados. Se emplea un enfoque de diseño centrado en el usuario para asegurar que los productos cumplan con las necesidades y cualidades técnicas de cada usuario. Se realiza un estudio de viabilidad para evaluar la efectividad de los productos de apoyo impresos en 3D en el desarrollo y su mejora en el aprendizaje de los niños.

El objetivo final es proporcionar un producto y difundir la creación de productos de apoyo personalizados para usuarios con necesidades especiales mediante la parametrización y la impresión 3D debido a su gran accesibilidad y bajo coste. El planteamiento del proyecto también investiga sobre la distribución de estos productos de apoyo a través de páginas web y recursos online para conseguir llegar al mayor número de usuarios de manera fácil y económica.

1. Introducción

El diseño es la manera de proyectar alguna mejora teniendo en cuenta que el consumidor es diverso. El diseño va más allá de la accesibilidad ya que no significa resolver un problema o situación específica, sino que se trata del disfrute por todas las personas, desde niños a adultos, independientemente de sus capacidades. Según Jose Luis Mayordomo (2012), arquitecto de la Asociación Española de Profesionales de Accesibilidad (ASEPAU), afirma que cuando el diseño verdaderamente resuelve estas cuestiones podemos decir que capacita y, por el contrario, el mal diseño discapacita al usuario. La discapacidad no es una característica propia del sujeto, es la capacidad que el propio medio le aporta al usuario. Antonio Corbalán Pinar (2013) explica que una puerta o espacio mal diseñado puede incapacitar a una persona para poder circular en su entorno, por lo que en este ámbito hay que tener especial cuidado de sus dimensiones y características para poder facilitar el día a día de una persona con diversidad funcional y un descuido de las mismas puede invalidar cualquier otra actuación orientada a la accesibilidad de las personas, independientemente de sus cualidades físicas.

Las personas con discapacidad necesitan herramientas para lograr mayor capacitación y poder disponer de igualdad de oportunidades y posibilidades para poder participar en todos los aspectos de la sociedad en el entorno construido, en los productos o servicios, en la cultura e incluso en la información. Para ello lo que precisan son soluciones seguras, cómodas, y que sean funcionales de la forma más autónoma posible y necesitan cumplir con una estética, ya que un mal diseño puede generar complejos o malestares en el usuario. Según el nuevo documento de la Estrategia Española sobre discapacidad que se quiere aplicar entre 2022-2030 y aprobada por el Consejo de Ministros de 3 de mayo de 2022 defienden que es necesario que las empresas, los profesionales y las administraciones públicas tengan en cuenta la discapacidad a la hora de crear cualquier proyecto, se necesita una mentalidad inclusiva a la hora de desarrollar un producto o servicio, o a la hora de poner en marcha una política pública. Es un pensamiento que ha de ser parte de la metodología del diseño y debe estar intrínseco en la forma de trabajar, en las estrategias y objetivos para la sociedad.

Las personas con diversidad funcional, así como las personas que tienen su movilidad reducida, pueden encontrar actualmente diferentes soluciones que acaban de entrar en la cotidianidad como la impresión 3D o la domótica. Como afirma Randstad (2023), la tecnología está al servicio del ser humano y al lograr adaptarlo este tipo de recursos, puede conseguir que la vida sea mucho más accesible pudiendo controlar aspectos de su entorno doméstico o laboral.

Como explican Thais Pousada García y Jessica Garabal Barbeira (2016), durante el transcurso de diversas actividades diarias, es posible enfrentar dificultades al realizar acciones como levantar los brazos para peinarse, inclinar objetos como una jarra de agua, subir escaleras o agacharse para calzarse. Estas dificultades surgen debido a la limitación para realizar movimientos en contra de la fuerza de gravedad. Estas actividades, que en principio parecen simples, pueden volverse sumamente complejas no solo por las limitaciones físicas de la persona, sino también debido a las barreras presentes en un entorno poco accesible, incluso en su propio hogar. Actualmente contamos con pocas soluciones disponibles para abordar este tipo de problemas.

En la actualidad, se han desarrollado diferentes objetos, utensilios, dispositivos y aparatos que pueden ayudar y facilitar la realización de diversas actividades. Estos productos están diseñados específicamente para asistir a personas con discapacidad y se les conoce como productos de apoyo. Estos dispositivos han sido creados y fabricados con el propósito de abordar las limitaciones físicas de las personas con discapacidad, abarcando desde tareas básicas como el cepillado de dientes y el vestirse, hasta actividades relacionadas con el ocio, como el uso de equipo deportivo adaptado.. De forma “oficial”, la definición que se ha establecido como producto de apoyo se describe como:

“Cualquier producto (incluyendo dispositivos, equipo, instrumentos, tecnologías y software) fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, controlar, mitigar o neutralizar deficiencias, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación.”
(Definición de la Norma ISO 9999:2011)

En resumen, los productos de apoyo son dispositivos utilizados por personas con diversidad funcional para facilitar una variedad de actividades relacionadas con el cuidado personal, movilidad, vestimenta, tareas domésticas, actividades escolares, juegos, ocio y uso de nuevas tecnologías. La silla de ruedas es el producto de apoyo más conocido y utilizado. Aunque inicialmente puede haber cierta resistencia a su uso debido a que representa el símbolo internacional de la discapacidad, las personas con enfermedades neuromusculares descubren que les brinda libertad, mejora su movilidad personal e independencia, y eventualmente valoran su uso en diferentes áreas de su vida.

Pousada García y Garabal Barbeira explican que los productos de apoyo pueden ser útiles para cualquier persona en momentos específicos. Por ejemplo, el uso de gafas de lectura, audífonos, muletas o incluso cepillos de dientes eléctricos son ejemplos de cómo un dispositivo puede ayudar o facilitar actividades diarias para

personas con diversas capacidades y necesidades. Por lo tanto, como concluyen García y Barbeira, se podría afirmar que todos somos candidatos a ser usuarios de uno de estos productos y a beneficiarnos de su apoyo en diferentes áreas de nuestra vida. Los beneficios potenciales de cualquier producto de apoyo son numerosos. Sin embargo, no todos los dispositivos son útiles para todos, ni dos personas en las mismas condiciones recibirán la misma ayuda. Como señalan García y Barbeira, es importante conocer nuestras necesidades reales, los recursos disponibles y las fortalezas y debilidades del usuario antes de comprar o utilizar cualquier producto. A partir de ahí, un profesional como un terapeuta ocupacional realiza una evaluación y proporciona asesoramiento personalizado, proponiendo diferentes opciones de productos de apoyo que podrían mejorar la realización de diversas actividades en diferentes entornos frecuentados por la persona.

En la actualidad, desde el punto de vista comercial, el desarrollo y la innovación han permitido el diseño de una amplia variedad de dispositivos aplicables a diferentes actividades que realiza una persona, como comer, vestirse, bañarse, conducir, moverse, jugar a las cartas, practicar tenis, utilizar ordenadores, teléfonos móviles, asistir a clases o desempeñar un puesto de trabajo. Estos dispositivos son aplicables en diversos espacios, como el hogar, la escuela, la oficina, los centros comerciales, los parques y otros lugares de ocio, e incluso en diferentes contextos sociales, como reuniones con amigos, convivencia familiar, entrevistas de trabajo o juegos con compañeros de clase. Las posibilidades son muy amplias, desde grúas para facilitar las transferencias a los cuidadores, herramientas adaptadas de jardinería o deportes, ropa adaptada, utensilios de cocina, productos de asistencia para levantarse e incluso brazos robotizados.

García y Barbeira también sugieren que tanto las tiendas de productos ortoprotésicos como en Internet podemos encontrar recursos importantes para acceder a información sobre estos productos. Sin embargo, al utilizar la información en línea, debemos ser precavidos, ya que aunque puede ser un gran aliado para encontrar soluciones, también puede ofrecernos opciones inadecuadas para la situación del usuario.

En la tesis doctoral *“Experiencia docente de adaptación al EEES, bases didácticas de la intervención logopédica”* de Rosa Belén Santiago Prado (2010), explica que es necesario que el profesional que proporcione el asesoramiento ha de considerar diversos factores, relacionados, evidentemente con el usuario final del producto, las actividades a realizar y sus contextos y entornos. De esta forma, se establece una relación terapéutica de intercambio, en la que el usuario tiene las riendas y es el que dirige la intervención. La financiación para la adquisición de

estos dispositivos es muy heterogénea, según la comunidad autónoma en la que viva la persona que los va a utilizar. A nivel autonómico, todas las regiones cuentan con un Catálogo de Productos Ortoprotésicos, basado en el catálogo básico de la Cartera de servicios comunes del Sistema Nacional de Salud (SNS). En estos catálogos se contemplan todos aquellos productos ortoprotésicos, cuya compra está financiada por el propio sistema de salud de cada comunidad autónoma.

El uso del diseño y de la impresión en 3D en la creación de este tipo de productos cada vez es más común, ya que permite la creación de objetos tridimensionales de manera rápida y económica, facilitando a los diseñadores el poder conseguir de manera efectiva una visualización 360 del objeto planteado e incluso de obtener un prototipado rápido de la pieza. Dentro de esta metodología y forma de trabajo se encuentra el diseño paramétrico, el diseño paramétrico es una técnica que permite la creación de objetos a partir de parámetros predefinidos, lo que facilita la personalización de los productos y genera un amplio abanico de posibilidades donde estos objetos son capaces de adecuarse en su mayor medida al usuario. La combinación de esta técnica con la impresión 3D permite la creación de objetos personalizados y adaptados a las necesidades de cada usuario consiguiendo una fabricación fácil y rápida junto con un bajo coste lo que supone un aumento en la accesibilidad a día de hoy.

2. Contexto y motivación

Este proyecto emplea la metodología de aprendizaje y servicio (APS), una estrategia educativa que combina el aprendizaje académico con la realización de un servicio a la comunidad. En este caso, se trata de una colaboración con el Colegio de Educación Especial Guadarrama, un centro de atención a niños con discapacidades o necesidades especiales. En este proyecto se busca ofrecer herramientas y recursos al centro para la creación de productos de apoyo adaptados a las necesidades de cada niño. La tecnología juega un papel fundamental en este proyecto, ya que busca aprovechar las ventajas que ofrece para poder ofrecer soluciones más eficaces y personalizadas. Se trata de una propuesta innovadora que busca aprovechar las ventajas que ofrece la tecnología para mejorar la calidad de vida de los niños y apoyar el trabajo que se realiza en los centros, ya sea como recurso a los educadores, personal técnico o como apoyo para el personal fisioterapéutico, empleándolo como una nueva herramienta de trabajo.

El objetivo principal del proyecto es proporcionar herramientas personalizadas y adaptadas a las necesidades de cada niño, de manera gratuita y fácilmente accesible a través de un repositorio online. Esto permitirá generar productos de apoyo de manera eficiente, sin necesidad de recurrir a soluciones de muy alto precio o que requieran un alto nivel de especialización. La motivación detrás del proyecto es mejorar la calidad de vida de los niños y apoyar el trabajo psicomotriz que se realiza en los centros de atención, ofreciendo soluciones adaptadas a cada alumno. Además, se busca concienciar y generar un nuevo pensamiento de diseño universal, donde se valore la necesidad de crear productos accesibles para todo tipo de usuario. Este proyecto representa una iniciativa innovadora y con un alto componente social, que busca aprovechar las ventajas de la tecnología para mejorar la calidad de vida de los usuarios con discapacidades o necesidades especiales. La colaboración entre la comunidad educativa y las entidades sociales es esencial para poder llevar a cabo este tipo de iniciativas, y se espera que este proyecto pueda servir como modelo para futuras colaboraciones en este ámbito.

3. Objetivos y metas

El objetivo de este proyecto es diseñar y desarrollar productos de apoyo impresos en 3D con diseño paramétrico, que sean personalizables para adaptarse a las necesidades específicas de los niños con necesidades especiales. Para ello, se dispondrá el producto online donde los usuarios puedan acceder y personalizar el producto de apoyo, y descargarlos para su impresión en 3D. El proyecto también busca mejorar la calidad de vida de los niños con necesidades especiales al proporcionarles herramientas que les permitan desarrollar sus habilidades en el centro educativo y apoyar en su trabajo de comunicación. Otro objetivo importante del proyecto es promover en la educación la tecnología de la impresión 3D entre los estudiantes y profesores de los colegios, a través de la implementación de estos productos de apoyo en el aula para que dispongan de nuevos recursos a los que ahora no pueden acceder.

Para lograr estos objetivos, el proyecto tiene varias metas específicas, como el diseño del prototipo y su divulgación a través de una plataforma web para la personalización y descarga del producto para posteriormente poder realizar su impresión en una impresora 3D, la investigación y selección de materiales adecuados para la impresión 3D, y la evaluación y pruebas de los prototipos en los propios centros para posteriormente realizar las mejoras y cambios requeridos por los propios centros. Esto permitirá una evaluación más exhaustiva de la

efectividad de los productos, así como su adaptación a las necesidades de los niños. Además, se promoverá la capacitación de los profesores y el personal de atención a la discapacidad en el uso de los productos y la tecnología de impresión 3D.

Otro objetivo importante de este proyecto es fomentar la colaboración entre el sector educativo y los estudiantes, con el fin de mejorar la calidad de vida de los niños con necesidades especiales y generar relaciones educativas para la continuidad de este tipo de proyectos. Se pretende involucrar a estudiantes de diseño en la creación de nuevos diseños paramétricos para productos de apoyo, lo que les permitirá adquirir habilidades técnicas y contribuir con su conocimiento y creatividad a la mejora de la comunidad. De esta forma, se busca formar una comunidad en la que los estudiantes, profesores y profesionales trabajen juntos para desarrollar soluciones innovadoras y accesibles para las necesidades comunitarias que surgen actualmente.

Con respecto a las metas específicas, se espera que el proyecto logre crear una comunidad en línea de usuarios y diseñadores de productos de apoyo con diseños en 3D, donde se puedan compartir experiencias y conocimientos sobre la tecnología y su aplicación en la atención a la discapacidad. Se pretende también establecer un sistema de retroalimentación para recibir comentarios y sugerencias de los usuarios, con el fin de mejorar constantemente la calidad y la eficacia de los productos.

También se dispondrá de una guía para el uso de la plataforma web, y se planteará su posible difusión entre colegios y organizaciones relacionadas con la atención a niños con necesidades especiales para su mayor alcance posible. El proyecto también incluirá colaboraciones con instituciones y organizaciones relacionadas con la atención a niños con necesidades especiales para la implementación de los productos de apoyo en el aula y en la vida diaria de los niños, para garantizar la sostenibilidad y continuidad del proyecto.

Finalmente, se espera que el proyecto pueda ser escalable y sostenible en el tiempo, mediante la creación de estas alianzas, de esta forma, se podrá garantizar la continuidad del proyecto y su expansión a otras regiones y países donde la tecnología de impresión 3D esté disponible y sea accesible para la atención a la discapacidad.

4. Marco teórico y estado del arte

Según Janet Engel (2022), los diseñadores que trabajan con diseño universal se esfuerzan por crear productos, servicios y entornos que sean accesibles para todas las personas, independientemente de sus habilidades físicas, mentales o sensoriales. El objetivo del diseño universal es eliminar las barreras que pueden hacer que las personas se sientan excluidas o discriminadas.

Podemos definir el concepto de Diseño Universal como:

“El diseño de productos, entornos y servicios para que puedan ser utilizados por todas las personas, en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptación o diseño especializado”. (Engel, 2022)

Esto puede incluir adaptar los productos para personas con discapacidades, mejorar la legibilidad de los textos para personas con discapacidades visuales o auditivas, o crear espacios públicos para mejorar la accesibilidad a personas con discapacidades físicas. Los diseñadores que trabajan con diseño universal utilizan un enfoque centrado en el usuario para garantizar que sus diseños sean accesibles para la mayor variedad de personas posible.

El diseño universal y la impresión 3D pueden combinarse de varias maneras para crear productos y entornos accesibles para todas las personas. Por ejemplo, se pueden crear piezas impresas en 3D que sean fácilmente adaptables para personas con discapacidades, como una manivela para una persona con discapacidad física que necesita una herramienta para mover objetos. También se pueden crear juguetes y juegos accesibles para niños con discapacidades, como un cubo de Rubik con piezas más grandes para niños con discapacidad visual. Además, la impresión 3D también puede utilizarse para crear prototipos de productos y entornos accesibles para ser evaluados y mejorados en función de las necesidades de los usuarios.

Cómo afirma Contreras (2018), la tecnología de impresión en 3D se ha convertido en una herramienta cada vez más utilizada en el campo de la educación y la inclusión de personas con necesidades especiales. La posibilidad de diseñar y fabricar productos personalizados y adaptados a las necesidades individuales de cada niño ha revolucionado la forma en que se aborda la atención a estos estudiantes. En el campo de la educación especial, se han desarrollado diversos proyectos que utilizan la impresión en 3D para la fabricación de productos de apoyo para niños con discapacidades físicas, cognitivas y sensoriales. Estos

productos incluyen desde juguetes adaptados hasta herramientas de aprendizaje y ayudas técnicas.

Uno de los principales beneficios de la impresión en 3D en este campo es la capacidad de diseñar y fabricar productos personalizados. El diseño paramétrico permite ajustar las características de un producto a las necesidades individuales de cada niño, lo que garantiza una mayor eficacia y comodidad en su uso.

En cuanto a productos de apoyo para niños con discapacidades físicas, se han desarrollado dispositivos de ayuda para la movilidad como andadores, sillas de ruedas, y prótesis personalizadas. También se han fabricado dispositivos de apoyo para niños con discapacidades cognitivas, como juguetes y herramientas de aprendizaje adaptadas a sus necesidades. En el campo de las discapacidades sensoriales, se han desarrollado productos como auriculares adaptados, juguetes táctiles y herramientas para la comunicación. Estos productos permiten a los niños con discapacidades sensoriales interactuar con el mundo que les rodea de manera más efectiva y cómoda.

La tecnología de impresión en 3D ha demostrado ser una herramienta valiosa en el campo de la educación especial para la fabricación de productos de apoyo personalizados para niños con discapacidades físicas, cognitivas y sensoriales. A medida que se desarrollan nuevas técnicas y materiales, se espera que esta tecnología continúe siendo una herramienta crucial en el apoyo y desarrollo a los usuarios con necesidades especiales.

4.1 Diseño universal

Ante el elevado precio de los productos de apoyo, se han empezado a crear otras iniciativas relacionadas con el consumo colaborativo, el reciclaje y la venta de segunda mano. Así, encontramos soluciones como las que ofrece ASEM Galicia (2020), que ha creado un Banco de Productos de Apoyo, que funciona como una especie de préstamo de diferentes dispositivos a los socios de esta entidad, hasta que lo requieran. El uso de los bancos de productos de apoyo ha sido también una práctica que han incorporado otras entidades como Cruz Roja (2016) o la Fundación Universia (2011), siendo más específica para estudiantes o profesores universitarios. Otra opción para la compra de productos de apoyo, sobre todo de aquellos menos asequibles, como camas articuladas, grúas o coches adaptados, es la venta de segunda mano. En las oficinas de los servicios sociales de los ayuntamientos suele haber anuncios sobre este tipo de ventas, y también se pueden encontrar en algunas páginas online de Internet.

Las opciones son muchas y la necesidad de diseñar aplicando el bajo coste con unas recomendaciones básicas para el diseño y construcción, podremos crear productos totalmente personalizados y que respondan de forma real a nuestras necesidades. El blog de un miembro de la asociación de enfermedades neuromusculares de Sevilla (ASENSE), denominado “*inventos y adaptaciones caseras*” y en el que Quino, Joaquín Pérez Ruiz-Adame (2017), muestra un variado y original conjunto de productos de apoyo de bajo coste que ha diseñado para mejorar la realización de actividades de la vida diaria de su hijo. En esta línea también trabaja el gran foro creado en torno al Encuentro Internacional de Tecnologías libres, *Diseño abierto*, donde diferentes adaptaciones que son elaboradas por usuarios, se exponen todos los años en el Centro de Recuperación de Minusválidos Físicos (CRMF) de Albacete.

Un proyecto similar es Oliber realizado por Bárbara López y Camila Vivallo (2019). Se trata de una órtesis para personas con manos atrofiadas por diversas causas como amputados, mano en capullo por piel de cristal, esclerósisis múltiple o secuelas por quemaduras. Permite a las personas realizar actividades cotidianas como comer, escribir o simplemente cepillarse los dientes. Funciona por medio de imanes los cuales soportan 1Kg y placas metálicas que el usuario las puede adaptar al objeto que desee.

Ikea y la Fundación ONCE son dos organizaciones que han mostrado un fuerte compromiso con el diseño universal y el diseño social, y han llevado a cabo una serie de proyectos importantes en este campo. El diseño universal se refiere a la creación de productos y entornos que pueden ser utilizados por cualquier persona, independientemente de sus habilidades o discapacidades. Por otro lado, el diseño social se enfoca en la creación de soluciones que aborden problemas sociales y medioambientales por lo que ambos conceptos se relacionan en parte en sus objetivos.

Uno de los proyectos más importantes llevados a cabo por Ikea es la creación de la colección “*Omtänksam*”. Esta colección, lanzada en 2018, se centra en el diseño universal y está diseñada para hacer que la vida diaria sea más fácil para personas con discapacidades físicas. La colección incluye una amplia gama de productos, desde cojines y sillas hasta utensilios de cocina y otros productos para el hogar. Cada producto ha sido diseñado cuidadosamente para ser accesible y fácil de usar para personas con discapacidades, pero sin sacrificar el estilo o la funcionalidad.

En esta línea también se encuentra el proyecto “*ThisAbles*” (2018), que tiene como objetivo mejorar la vida de las personas con discapacidades físicas y brindarles una experiencia de vida más inclusiva y accesible. La iniciativa consiste en la creación de una línea de muebles y accesorios que están diseñados especialmente para personas con discapacidades, permitiéndoles disfrutar del hogar de manera más independiente y cómoda.

Esta iniciativa fue desarrollada en colaboración con asociaciones de personas con discapacidades y diseñadores especializados en productos para la accesibilidad, y se lanzó por primera vez en Israel en 2018. Los productos incluyen mesas con ajuste de altura, manijas de puerta fáciles de usar o adaptadores para ayudar a las personas a alcanzar objetos más altos.

El proyecto se ha expandido a nivel internacional, y actualmente se encuentra disponible en varios países, incluyendo Estados Unidos, Reino Unido, España y Suecia, entre otros. Además, Ikea ha proporcionado los diseños en STL y los planos de los productos de “*ThisAbles*” de forma gratuita en su sitio web, para que las personas puedan construir los productos en sus hogares o para que otras empresas puedan adaptarlos a sus necesidades.

Otro proyecto notable es la colaboración de Ikea con la Fundación ONCE y la empresa española de diseño “*Plenitud Diversidad*”. Juntos, han creado un conjunto de productos de mobiliario de oficina diseñados para ser accesibles para personas con discapacidades físicas. Estos productos incluyen mesas de trabajo ajustables en altura, sillas ergonómicas y otros elementos de mobiliario que permiten a las personas con discapacidades trabajar de manera cómoda y productiva.

Además de su trabajo en el diseño universal, Ikea y la Fundación ONCE también han realizado proyectos importantes en el campo del diseño social. Por ejemplo, Ikea España lanzó la iniciativa “*Diseña por Todos*” (2018), en colaboración con la Fundación Tomillo y la Fundación ONCE. El objetivo de esta iniciativa era promover la inclusión social y el empleo de personas con discapacidades intelectuales a través del diseño de productos para el hogar. Los participantes de la iniciativa trabajaron con diseñadores profesionales de Ikea para crear productos innovadores y funcionales que puedan ser producidos en masa y vendidos en tiendas de Ikea.

Estos proyectos han demostrado que el diseño puede ser una herramienta poderosa para abordar los problemas sociales y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades. Con su compromiso continuo con estos principios,

Figura 1:
Fotografía del proyecto *ThisAbles* Ikea.



Figura 2:
Fotografía del taller educativo *Moldeando la imaginación*.



estas organizaciones están liderando el camino en la creación de productos y entornos más inclusivos y accesibles para todos. Como explica Fernando Alonso López (2016) en su tesis doctoral sobre *“La accesibilidad y su evolución”*, estos proyectos son un gran ejemplo de cómo una empresa puede contribuir a la inclusión social y la accesibilidad, al desarrollar productos que abordan las necesidades de las personas con discapacidades y al hacer que estos productos estén disponibles para una audiencia más amplia.

Según Toboso Martín y Rogero García (2012) en la investigación social sobre personas con discapacidad, *“Diseño para todos”*, explican que la investigación

en el sector de usuarios con discapacidad ha concretado que actualmente existe un aumento importante, y muchas de las fuentes de información no recogen de manera efectiva la realidad del colectivo. Es muy importante que se investigue sobre estos casos ya que puede aportar al diseño mucha información precisa acerca de las personas para mejorar la eficacia de los productos y servicios. La fase del diseño implica tener en cuenta los requisitos de accesibilidad derivados de los distintos tipos de capacidad funcional de las personas, no tenerlos en cuenta, supone discriminación, exclusión y problemas de inclusión social. Frecuentemente se diseña para un usuario con capacidades funcionales estándar, por lo que buena parte de los métodos, técnicas e instrumentos de investigación no incorporan las características de accesibilidad e inclusión derivadas para todos los usuarios.

El diseño de bienes, productos, entornos, procesos, servicios y actividades en general a menudo descuida las necesidades de personas con discapacidad, resultando en discriminación diaria para millones de personas como explica la ONU (2006). La investigación sociológica muestra que los métodos y herramientas de investigación mal diseñados pueden limitar la participación de las personas con discapacidad y generar información incompleta sobre su realidad. La investigación social se enfrenta a dos retos principales: mejorar la calidad del diseño metodológico para garantizar la representación y promover la plena participación de las personas con discapacidad, al mismo tiempo que elimina barreras y proporciona recursos adicionales. La investigación sobre la sociedad inclusiva mejorará la calidad de la investigación y proporcionará información valiosa para las políticas nacionales sobre inclusión y representación de las personas con discapacidad.

Por otro lado, existe la necesidad de tener en cuenta las voces de las personas con discapacidad en la mayor medida posible, desarrollando cambios en los métodos y herramientas para eliminar todas las posibles barreras a la participación en estos objetivos, así como la necesidad de recursos adicionales. , no se puede descartar. se omite. La investigación social diseñada teniendo en cuenta la plena inclusión de las personas con discapacidad ayudará a mejorar la calidad de la investigación no solo para las personas con discapacidad sino también para toda la población. Desde esta perspectiva de inclusión, los resultados de la investigación social pueden utilizarse plenamente como base para informar las políticas nacionales para ayudar a las personas con discapacidad a estar plenamente representadas e incluidas en todos los ámbitos de la sociedad.

Otro autor que explica y habla sobre el concepto de responsabilidad social y ambiental y trabajar para construir un mundo más justo y sostenible es Victor Papanek (1977), *“Diseñar para el mundo real”*. El autor defiende la idea de que el diseño debe estar al servicio de las necesidades reales de las personas y del planeta en el que vivimos. Papanek critica el enfoque tradicional del diseño, que se centra en la estética y la forma de los objetos, y propone un nuevo paradigma que sitúa la búsqueda de soluciones a problemas sociales y entornos realistas en el centro de la práctica del diseño. El autor aboga por un diseño responsable y ético que tenga en cuenta los impactos sociales y ambientales de los productos y servicios que se desarrollan. En su visión, un diseñador no es solo un creador de objetos sino también un agente de cambio, capaz de cambiar la realidad y mejorar la vida de las personas. Esto requiere que los diseñadores adopten una postura crítica y reflexiva, cuestionen los valores y prioridades de los sistemas en los que operan y colaboren con expertos y actores sociales para lograr un cambio real.

El interés de Papanek, en una conferencia celebrada en Australia en el RMIT Design Center (1990), señaló que no había duda de que el equilibrio ecológico del planeta es insostenible. Por lo tanto, existe la necesidad de proteger los recursos y activos de la Tierra y cambiar nuestros patrones más fundamentales de consumo, uso, producción, reutilización y reciclaje. De lo contrario, ninguna de las utopías o contrautopías en el futuro que la humanidad vaticina podría convertirse en realidad. A su juicio, todos estamos comprometidos en preocuparnos por los temas ambientales y poder contribuir a mejorar el medio ambiente desde el rol de todos en la sociedad.

Según Papanek (1977), el futuro del diseño es la síntesis de muchas ramas socioeconómicas y políticas diferentes para apoyar el desarrollo sostenible del planeta. En última instancia, *Green Order* es un llamado a la acción para que los diseñadores asuman la responsabilidad de crear un futuro sostenible y ético.

“La mayoría de los diseñadores del mundo centran todos sus esfuerzos en el desarrollo de productos y servicios exclusivamente para el 10% de los clientes potenciales de todo el planeta. Es necesaria una revolución en el diseño para poder alcanzar el otro 90%.”

(Dr. Paul Polak, International Development Enterprises. 2013)

Según Jordi Iglesias (2015) en su tesis doctoral, la idea tradicional del diseño suele estar asociada con la creación de productos para ser vendidos por una industria y dirigidos a los consumidores. Sin embargo, muchos diseñadores han

reconocido la importancia de la responsabilidad social en la práctica del diseño. Esto significa que el diseño debe ser orientado hacia las personas, trabajando para y por ellas, y yendo más allá del simple beneficio de una transacción comercial. El objetivo es utilizar el diseño para beneficiar a las personas, tanto dentro de las empresas como en la sociedad, fortaleciendo el negocio en el proceso.

Iglesias explica que el diseño social incluye la difusión de los valores constitucionales, los derechos humanos, la asistencia social, la cooperación al desarrollo, la promoción de la igualdad de oportunidades y la tolerancia, la protección del medio ambiente y muchos otros temas para mejorar la vida de las personas. El cuidado social requiere nuevos lenguajes y formas, y las empresas de productos sostenibles se han dado cuenta de que se debe considerar todo el sistema del que forma parte el producto. El Diseño Social va un paso más allá al diseñar un sistema que apoya a las personas y la infraestructura, hace que los productos sean más creativos, innovadores y justos, y lo que hacen es bueno para la sociedad y el medio ambiente. El diseño social se ocupa del desarrollo de nuevas estrategias, conceptos, ideas y organizaciones que satisfagan todo tipo de necesidades sociales. Todo esto incluye involucrar a las partes interesadas, construir relaciones sólidas y compartir conocimientos. Las empresas necesitan productos y procesos sostenibles, pero también tienen que incluir la sostenibilidad de las personas con las que se relacionan y de la sociedad en general para tener éxito. Por suerte, cada vez hay más ejemplos de compañías que están cambiando el juego a su favor mediante el uso del diseño social.

“El diseño social está basado en la creación de nuevas plataformas de comunicación, interacción, intercambio y desarrollo, que huyen de la simple protesta para buscar soluciones a través del diseño. Sus intervenciones quieren fomentar el debate social, el planteamiento de problemas y a su vez dotar de nuevos espacios y herramientas”.

(María Hidalgo Rudilla fundadora de la ONG Diseño Social EN+, 2014.)

Otro autor, Ezio Manzini (2015) en su libro, *“Cuando todos diseñan”*, plantea una visión inspiradora y optimista del diseño como una actividad colectiva y colaborativa, que puede contribuir a construir un mundo más justo, sostenible e inclusivo. El libro ofrece una reflexión crítica sobre los desafíos y oportunidades que plantea esta nueva forma de entender el diseño, y propone una serie de herramientas y recursos para fomentar la colaboración y la creatividad en este ámbito.

Manzini explora el concepto de diseño abierto y colaborativo y cómo este enfoque puede cambiar la forma en que pensamos y diseñamos hoy. Parte de la

idea de que en un mundo cada vez más conectado, el diseño ya no es dominio exclusivo de los profesionales, sino que se puede abordar de manera colectiva y colectiva. A lo largo del libro, Manzini explica cómo el diseño abierto permite soluciones más innovadoras, eficientes y sostenibles al involucrar a múltiples partes interesadas en el proceso de diseño. Además, analiza cómo las nuevas tecnologías y herramientas digitales están abriendo nuevas oportunidades en el campo, permitiendo una colaboración más estrecha y un intercambio de ideas más flexible. El trabajo también se centra en el papel de la cultura libre y el software libre en el diseño colaborativo, y cómo estos enfoques pueden fomentar la participación ciudadana en el diseño y creación de soluciones a problemas cotidianos.

Manzini destaca la existencia de dos tipos de diseños: los diseños donde cualquiera puede hacer, y los diseños expertos, realizados por diseñadores profesionales. Ambas prácticas interactúan y se complementan, contribuyendo a conseguir objetivos más ambiciosos en la nueva relación entre diseño y progreso. En el mundo del diseño, la figura de Ezio Manzini es cada vez más relevante como referente de la corriente de innovación social sostenible. Según Manzini, ambos tipos de profesionales pueden generar cambios importantes en la sociedad, especialmente si se enfocan en formas de trabajo colaborativo.

Uno de los puntos fuertes del libro es que demuestra que los enfoques de diseño de servicios se pueden implementar en las organizaciones públicas para aumentar su impacto. Estos métodos funcionan a escala comunitaria y de proyecto de abajo hacia arriba. Como resultado, las decisiones son tomadas por todos los interesados, lo que aumenta su eficacia.

En esta línea, el libro *“El diseño como experiencia”* de Rachel Cooper y Mike Press (2007), es un libro que busca demostrar la importancia del diseño en la vida cotidiana y cómo este puede mejorar nuestras experiencias como usuarios. A través de ejemplos concretos y herramientas prácticas, los autores invitan a reflexionar sobre la relación entre diseño y experiencia, y a utilizar esta herramienta de manera efectiva para crear un mundo más adaptado a nuestras necesidades y deseos.

Cooper y Press buscan profundizar en el papel del diseño en la vida cotidiana y cómo este influye en nuestras experiencias como usuarios. La idea principal del libro es que el diseño no solo se trata de la apariencia de los objetos, sino que es una herramienta que nos permite interactuar con el mundo que nos rodea de manera más efectiva y significativa. Para ello, los autores exploran la relación

entre diseño y experiencia, y cómo el diseño puede mejorar o afectar nuestra relación con el entorno.

Los autores argumentan que el diseño no es solo una actividad estética sino también una herramienta para crear experiencias, definidas así por las interacciones de las personas con el diseño. De esta forma, el libro enfatiza la importancia de tener en cuenta las necesidades y expectativas del usuario a la hora de diseñar, pues de esta manera se puede crear un diseño que se ajuste a su contexto y necesidades.

El libro analiza la naturaleza del diseño en el contexto de la “economía de la experiencia”, un fenómeno caracterizado por consumidores que no solo compran productos útiles, sino que también los ven como herramientas para crear imágenes y personalidad. Los autores, Cooper y Press, se centran en esta nueva era, explorando el papel que deben desempeñar los diseñadores y diseñadoras como creadores de la experiencia humana, no solo como fabricantes de bienes y servicios.

Los autores abordan diversos contextos, prácticas y cometidos en los que se desenvuelve la profesión del diseño, incluyendo la cultura de consumo, la industria y el sector empresarial, la experiencia, la investigación, la comunicación y los perfiles profesionales.

Por otro lado, en el campo de diseño digital, “*Makers*” de Chris Anderson (2012), es un libro que presenta una visión optimista y entusiasta de la tecnología de la impresión 3D y la fabricación digital, argumentando que estas tecnologías están impulsando una nueva revolución industrial y una cultura maker que está transformando la forma en que se crea y se distribuye la riqueza. Anderson ofrece una reflexión interesante sobre el impacto potencial de la fabricación digital en la economía y en la sociedad, suponiendo un futuro en el que la creatividad y la innovación son los motores del progreso.

Según Anderson (2012), la tecnología de la impresión 3D y otras tecnologías de fabricación digital están democratizando la producción, permitiendo a cualquier persona crear objetos y productos personalizados sin necesidad de grandes inversiones en maquinaria y herramientas. Esta nueva forma de producción está impulsando una cultura maker, en la que los individuos se convierten en creadores y emprendedores, diseñando y fabricando sus propios productos y compartiendo sus diseños y conocimientos con la comunidad *maker*. Esta cultura *maker* está transformando la forma en que se crea y se distribuye la riqueza, ya que permite a los individuos crear valor a través de la creatividad y la innovación.

Además, Anderson explora el impacto potencial de la fabricación digital en la economía y en la sociedad en general, argumentando que la tecnología de la impresión 3D y la fabricación digital pueden impulsar una nueva era de descentralización y localización en la producción, reduciendo la dependencia de las grandes corporaciones y fomentando una economía más sostenible y equitativa.

Gracias a tecnologías como las impresoras 3D y las cortadoras láser, se pueden controlar de forma local, personal y colaborativa. Usando la arquitectura de Internet, puede desarrollar proyectos específicos, mejorar proyectos existentes y producir productos reales.

La digitalización de productos físicos puede tener implicaciones sociales, económicas y culturales tan importantes como la revolución industrial. El autor sugiere que democratizar esta innovación en el mundo podría conducir a una economía más participativa y descentralizada. Esta idea está respaldada por una cita del libro, que señala que la revolución digital se ha limitado en gran medida a las pantallas, mientras que la mayoría de nuestras actividades tienen lugar en el mundo material y se basan en los productos de la economía manufacturera. Sin embargo, esta economía está en manos de grandes empresas y profesionales capacitados debido a la experiencia, equipamiento y alto costo de producción en masa. Mucho se está creando alrededor de este tema, desde impresoras y escáneres 3D hasta cortadoras láser, máquinas CNC, hardware abierto, electrónica y muchos más conceptos que realmente están revolucionando. Estas herramientas cambian fundamentalmente la forma en que fabricamos y eliminan las barreras de entrada que quedaron de la revolución industrial.

Actualmente, estamos presenciando un cambio significativo en la forma en que se produce y consume a nivel global. Además, estos cambios también están afectando a la industria automotriz, y tienen importantes implicaciones macroeconómicas en términos de ventajas comparativas y el papel de la mano de obra en los procesos de producción.

Otro autor que habla sobre este concepto es John M. Jordan (2019) en su libro *3D "Printing: The Next Industrial Revolution"* en el que realiza una visión profunda y detallada sobre el mundo de la impresión 3D, su evolución, aplicaciones y potencial para revolucionar la industria.

Jordan explora cómo la impresión 3D está cambiando la forma en que se diseñan, producen y distribuyen los productos en la actualidad. Explica los diferentes desafíos que enfrenta la impresión 3D, incluyendo la falta de estándares, la

calidad y precisión de las impresoras, la protección de la propiedad intelectual y los desafíos éticos y legales que surgen a medida que la tecnología continúa avanzando.

Jordan explora el impacto social y económico que la impresión 3D está teniendo en la industria y en la sociedad en general. Discute temas como la personalización de la producción, la reducción de residuos, la democratización de la fabricación y la posible desaparición de ciertas profesiones debido a la automatización de la producción. El autor presenta un análisis profundo y detallado del estado actual y futuro de la impresión 3D, y su potencial para transformar la forma en que se diseñan, producen y distribuyen los productos en la industria. Expone que la fabricación digital es más adecuada en la fabricación a pequeña escala de piezas pequeñas.

En base a esta idea de producción, es interesante entender un nuevo concepto que sugieren Benedikt Gross, Hartmut Bohnacker, Julia Laub, Claudius Lazzaroni (2018) en el libro *“Generative design”*, donde nace una nueva metodología que utiliza algoritmos y programación para generar soluciones de diseño. En lugar de que el diseñador humano tome todas las decisiones creativas, un sistema computarizado se utiliza para crear iteraciones y opciones de diseño que luego se pueden evaluar y modificar.

Uno de los lenguajes de programación utilizados para el diseño generativo es JavaScript. En particular, el marco de p5.js se ha convertido en una herramienta popular para la creación de proyectos de diseño generativo. P5.js es un marco de JavaScript que se centra en la creación de gráficos interactivos y visualizaciones. Puede utilizarse para crear animaciones, juegos y, por supuesto, proyectos de diseño generativo. En términos de diseño, p5.js puede utilizarse para crear patrones, formas y diseños abstractos, así como para explorar estructuras orgánicas y formas de la naturaleza.

Lo que hace que p5.js sea particularmente útil para la generación de diseño es su capacidad para programar iteraciones y variaciones. En lugar de tener que crear cada diseño manualmente, el programador puede escribir un algoritmo que produzca una serie de opciones de diseño en función de ciertos parámetros. Por ejemplo, se pueden ajustar los valores de color, forma, tamaño y posición para generar una variedad de diseños.

Además, p5.js permite la interactividad. Los usuarios pueden ajustar los parámetros de diseño en tiempo real, lo que les permite experimentar con diferentes opciones y ver cómo afectan el diseño final. Esta característica es

particularmente útil para la creación de diseños generativos para aplicaciones web y móviles. La utilización de p5.js para la generación de diseño es una forma innovadora de crear diseños. La programación permite a los diseñadores generar iteraciones y variaciones rápidamente, lo que puede llevar a soluciones de diseño eficientes. Todo ello supone un nuevo concepto que va más allá de los planteamientos anteriores y de la nueva industria actual, surge una nueva metodología del diseño, lo que significa que una fusión de estas ideas puede significar un cambio muy significativo en la sociedad y producción.

OpenSCAD es otra herramienta para la generación de diseño. A diferencia de p5.js, que se centra más en la generación de diseño visual e interactivo, OpenSCAD se basa en un enfoque basado en texto y paramétrico. En lugar de programar iteraciones y variaciones en un entorno visual, los diseñadores utilizan un lenguaje de scripting para describir los objetos tridimensionales.

OpenSCAD utiliza una sintaxis de script simple y legible que permite a los diseñadores crear modelos complejos mediante la combinación de operaciones y transformaciones geométricas. Una de las ventajas de OpenSCAD es su enfoque paramétrico. Los parámetros se pueden definir en el script y luego ajustarse fácilmente para generar diferentes variantes del diseño. Esto resulta especialmente útil cuando se trabaja en proyectos que requieren cambios frecuentes o iteraciones rápidas.

Además, OpenSCAD ofrece la posibilidad de exportar modelos 3D, lo que amplía aún más las posibilidades de diseño. Los modelos pueden importarse en varios formatos estándar, como STL y DXF, y luego modificarse y combinar con otros objetos en el entorno de scripting.

Aunque OpenSCAD puede no ser tan accesible o intuitivo para aquellos que no están familiarizados con la programación, ofrece una gran flexibilidad y control sobre el proceso de diseño. Su enfoque basado en texto permite a los diseñadores crear modelos paramétricos, lo que puede resultar especialmente útil en proyectos para la generación de piezas que posteriormente se imprimirán en una impresora 3D.

4.2 Metodología APS

Los proyectos de aprendizaje-servicio se han vuelto muy populares en todo el mundo y cada vez se implementan más en diferentes niveles educativos, desde la educación infantil hasta los programas de posgrado, tanto en instituciones educativas formales como en organizaciones sociales en todo el mundo.

Cómo explica Luis Manuel Pérez Galván (2017), los proyectos de aprendizaje-servicio solidario combinan el aprendizaje disciplinario con el desarrollo de habilidades, la formación en valores y la participación ciudadana activa, en un marco de solidaridad basado en una relación respetuosa y recíproca entre los participantes. Los términos “aprendizaje-servicio” o “aprendizaje-servicio solidario” tienen como objetivo conseguir una experiencia educativa en la que los estudiantes aprenden a través de una actividad concreta en beneficio a la comunidad.

Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes (2017), expone que una metodología de enseñanza y aprendizaje que puede ser considerada una forma de aprendizaje basado en la experiencia, similar al aprendizaje basado en proyectos o el aprendizaje basado en problemas. El aprendizaje-servicio es una forma de aprendizaje activo que implica a los estudiantes en la comprensión de la realidad, trabaja en torno a un problema motivador y permitela adquisición de competencias a través del trabajo colaborativo para encontrar soluciones. A diferencia de otras variantes de aprendizaje basado en proyectos que se limitan a problemas definidos en el aula, los proyectos de aprendizaje-servicio permiten a los estudiantes vincularse con el mundo real, interactuar con personas y organizaciones de la comunidad y aplicar y desarrollar competencias y conocimientos para contribuir a resolver problemas reales.

Figura 3:

Fotografía de Jesús de Miguel, 2017.



Delors (1996) en su concepción de la educación como un todo señala cuáles son los cuatro pilares básicos educativos; aprender a vivir, aprender a conocer, aprender a hacer y aprender a ser. El APS es una herramienta que combina estos aprendizajes en favor del desarrollo de una educación en valores. Los estudiantes eligen el tema sobre el que desean realizar el servicio, planifican y ejecutan la acción con el apoyo del educador, reflexionan sobre las acciones y las evalúan. La filosofía del APS concibe al estudiante como ciudadano comprometido y activo en el presente. Los valores adquiridos a través del APS orientan y fundamentan el comportamiento del individuo en una sociedad con valores éticos y universales.

El aprendizaje-servicio se define como una metodología educativa que combina el aprendizaje de conocimientos, habilidades y valores con el servicio a la comunidad. Se trata de una metodología que se planifica institucionalmente en forma integrada con el currículum, con el objetivo de mejorar la sociedad a través de un servicio directo. El servicio solidario desarrollado por los estudiantes es destinado a cubrir necesidades reales de una comunidad, planificado institucionalmente en forma integrada con el currículum y en función del aprendizaje de los estudiantes. La UNESCO recomienda fortalecer y promover este enfoque pedagógico como una manera de “reimaginar el futuro juntos”. Esta metodología, según Puig y Palos (2006), involucra a los estudiantes en la identificación de las necesidades de su entorno más cercano, como su colegio, barrio, ciudad o pueblo, y los anima a participar activamente en solucionar esas necesidades. Los estudiantes son los que eligen el tema en el que quieren participar, y planifican la acción con la guía de un educador. Durante el proceso, están totalmente involucrados en un asunto público y en un contexto real, y luego llevan a cabo las reflexiones y evaluaciones necesarias para medir el impacto de sus acciones. En resumen, el aprendizaje y servicio es una metodología rica en valores que promueve la participación activa, la autonomía, y el fomento de valores éticos y universales en los estudiantes.

4.2.1 APS para inclusión social

Como expone la Fundación BBVA (2005), el fomento de procesos de inclusión social es una tarea que requiere la implicación activa y crítica de toda la ciudadanía en el análisis de los mecanismos de exclusión y en la creación de redes de inclusión y reconocimiento. La exclusión social se encuentra relacionada con la injusticia y la falta de acceso a derechos económicos, sociales y culturales. Este es un proceso complejo que incluye una dimensión estructural y económica, que se manifiesta en dificultades para acceder al mercado laboral y otros recursos

educativos y sociales. También hay una dimensión contextual y territorial, relacionada con la integración en la comunidad y la ruptura de las relaciones familiares y sociales. Por último, existe una dimensión personal y subjetiva, que tiene que ver con la ruptura de la comunicación, la dificultad para dar sentido a la vida y la erosión de las capacidades personales. Por lo tanto, fomentar procesos de inclusión requiere acciones en tres ámbitos: estructural, contextual e individual. Deben implementarse propuestas que fortalezcan un sistema social y económico más justo y equitativo, faciliten la vinculación y la participación en el territorio y fomenten procesos de humanización y dignificación de las personas que viven situaciones de exclusión.

Las propuestas de aprendizaje servicio representan una oportunidad única para vivir experiencias formativas y de servicio comunitario que, combinadas con momentos de trabajo en equipo, pueden contribuir a la construcción de un capital social orientado a la inclusión, como bien explica el IES Ágora (2007). Este tipo de aprendizaje se basa en la comprensión de las necesidades sociales como oportunidades para desafiar a la sociedad y mejorar la realidad. Las propuestas de aprendizaje servicio brindan una oportunidad para desarrollar habilidades y valores que permiten a las personas participar activamente en la construcción de una sociedad más inclusiva y justa. Al mismo tiempo, permiten vivir experiencias significativas que contribuyen a la formación integral de las personas.

En el mundo entero se han documentado muchos proyectos de aprendizaje-servicio (AYSS) llevados a cabo por estudiantes incrementando la oferta a escuelas con alumnos con diferentes tipos de discapacidad, incluyendo aquellos que viven en condiciones de extrema pobreza o son parte de minorías marginadas. Sin importar sus circunstancias, todos los estudiantes tienen la oportunidad, el derecho y la dignidad de aportar algo positivo a los demás, brindar un servicio a su comunidad y aprender a través de la acción. Por ejemplo, niños no videntes que han señalado las calles de su ciudad con Braille. Estos proyectos de aprendizaje-servicio buscan simultáneamente desarrollar los “cuatro pilares” de la educación en el Siglo XXI, tal como fueron propuestos por la UNESCO (2018) en el famoso Informe Delors *“La educación encierra un tesoro”*. Estos pilares incluyen:

Aprender a aprender: se busca aumentar la motivación y permitir una nueva percepción del aprendizaje a través de la actividad solidaria, aplicar los conocimientos teóricos en contextos reales y generar nuevos aprendizajes.

Aprender a hacer: las actividades en terreno permiten desarrollar habilidades básicas para la vida, el trabajo y el ejercicio de la ciudadanía activa, como trabajar en equipo, tomar decisiones en situaciones difíciles, asumir responsabilidades y comunicarse efectivamente.

Aprender a ser: la actividad solidaria y la reflexión sistemática sobre los valores y actitudes involucrados en la actividad apuntan a fomentar el desarrollo de actitudes prosociales y la capacidad de resiliencia, es decir, hacer frente a las dificultades, superarlas y ser transformados positivamente por ellas.

Aprender a vivir juntos: se busca desarrollar, a través de la acción, una formación para la participación ciudadana y social, permitiendo la interacción positiva tanto dentro del grupo escolar como con personas, organizaciones y realidades sociales diversas.

Según Irene Silva (2016), los niños, adolescentes y jóvenes de todo el mundo valoran experiencias que les permiten ser partícipes en sus comunidades y aprender de manera diferente. A pesar de los contextos culturales y teóricos distintos, se pueden encontrar experiencias similares en lugares diferentes. En los últimos años, se han creado muchas redes de promoción del aprendizaje-servicio en los cinco continentes, desde Asia hasta América Latina. El diálogo activo entre estas redes está enriqueciendo el movimiento pedagógico y la reflexión sobre su práctica. Algunos ejemplos de experiencias de aprendizaje-servicio realizadas en diversos niveles y contextos educativos de Iberoamérica:

- Jardín de Infantes “*Isla de los Estados*”, Carlos Paz, Córdoba, Argentina. Aprendiendo en clase sobre el cuerpo humano, los niños manifestaron su incomodidad con el centro local de salud, por la falta de espacios de entretenimiento en la sala de espera, y propusieron crear un rincón de lectura. Con ayuda de sus familias, se recolectaron libros de cuentos y se amobló con estantes y almohadones un rincón de lectura en la sala de espera. La actividad benefició al conjunto de la comunidad, y permitió a los niños poner en juego actividades de lecto-escritura, de educación artística y formación ciudadana. (<https://youtu.be/Hn8DSMi7-0U>)
- Colegio Marista, Santiago de Chile: en la asignatura de Química, los estudiantes desarrollaron un sistema para recuperar aguas grises para riego, contribuyendo al cuidado del medio ambiente y a la mejora de la calidad de vida de poblaciones de la periferia. (<https://youtu.be/DFekbE-kXuo>)

- Escuela Especial Juana Manso. Villa Allende, Córdoba, Argentina: en el taller de carpintería, los estudiantes diseñaron y produjeron escritorios y amoblamiento escolar adecuado para niños y adolescentes en sillas de ruedas. (<https://youtu.be/bBfpocG98k>)

Hay instituciones educativas que están incorporando proyectos que combinan el aprendizaje y la acción solidaria desde el principio. Sin embargo, muchas otras escuelas han evolucionado hacia un aprendizaje-servicio a través de prácticas previas y han progresado a lo largo del tiempo para lograr acciones más efectivas, aprendizajes más significativos y un impacto más significativo en la comunidad, la institución y la vida de los estudiantes.

En la página web de RedAps (2012) explican la importancia de que las escuelas partan de lo que ya están haciendo para desarrollar proyectos de aprendizaje-servicio que estén estrechamente ligados a la identidad institucional. Algunas escuelas ya están llevando a cabo actividades solidarias de forma esporádica y no están relacionadas con el ámbito académico. Para hacer una transición hacia proyectos de aprendizaje-servicio solidario, es necesario preguntarse cómo los conocimientos adquiridos en la escuela pueden ser aplicados y desarrollados en el contexto de la actividad solidaria, integrar las acciones solidarias con los aprendizajes académicos apropiados, establecer objetivos formativos claros y evaluar los resultados, no solo en términos de su impacto en la comunidad, sino también en cuanto al impacto en el camino educativo de los estudiantes..

Los proyectos de aprendizaje servicio son una excelente oportunidad para visibilizar los saberes y fortalezas de estas personas y permitirles experimentar una sensación de valor y autoestima. La posibilidad de superar retos, compartir experiencias y participar en la comunidad son elementos clave para la toma de consciencia de su valor personal.

Erika Patricia Guerra (2019) explica que para llevar a cabo proyectos de aprendizaje servicio con éxito, es esencial tener una pedagogía que se enfoque en el acompañamiento individualizado. Esto significa que debemos fomentar la creación de espacios en los que se puedan establecer objetivos a corto y largo plazo, conocer las necesidades, demandas, ilusiones y sueños de las personas involucradas y hablar sobre los progresos y desafíos que puedan surgir durante el proyecto. Para lograr esto, es recomendable designar a un referente educativo que funja como punto de contacto y al que las personas puedan acudir para establecer una relación de confianza.

Guerra también expone que para cumplir con los requisitos de una pedagogía del acompañamiento, los profesionales deben desarrollar no solo sus competencias técnicas, como el trabajo por planes individualizados, la gestión de casos o el diseño de acciones de formación, sino también su sensibilidad pedagógica. Deben estar capacitados para crear vínculos de confianza, analizar prejuicios, brindar apoyo emocional y brindar ayuda y asesoramiento durante todo el proceso. Una pedagogía del acompañamiento implica un enfoque en el acompañamiento individualizado y en el desarrollo de habilidades sensibles para brindar apoyo durante el proceso.

En la publicación sobre “*El partenariado como estrategia de trabajo social comunitario*” de Josep Just (2000) explica cómo el proceso del establecimiento de relaciones de partenariado puede resultar muy beneficioso para diferentes proyectos y trabajos en distintas áreas. Es por ello que, es muy importante fomentar este tipo de colaboración entre entidades y personas. En primer lugar, se destaca la importancia de identificar los potenciales colaboradores y de invitarlos a participar en el proyecto. Para ello, es necesario realizar un análisis de las oportunidades de inclusión, formación y trabajo que se ofrecen, conocer las propuestas de éxito y establecer una invitación para que las instituciones y asociaciones participen en el proyecto. Además, resulta fundamental establecer un compromiso de colaboración entre los diferentes participantes. En este sentido, es necesario escucharse mutuamente y confiar en el trabajo que se va a realizar. Asimismo, se debe pensar y establecer de forma colaborativa y participativa las grandes líneas de trabajo y los acuerdos concretos a los cuales se responsabiliza cada miembro de la red. Otro aspecto importante es desprotocolizar las relaciones entre entidades, disminuyendo la burocratización en las relaciones y favoreciendo la comunicación entre los diferentes colaboradores.

Fernando Posada Prieto (2019) indica que la institución educativa que se embarca en un proyecto de aprendizaje-servicio tiene la oportunidad de evaluar sus impactos tanto en el aprendizaje logrado como en la mejora de la calidad de vida de la comunidad. En muchos casos, estos proyectos se multiplican y se convierten en parte de la cultura institucional, donde todos los docentes y estudiantes se involucran activamente. La transición hacia la institucionalización del aprendizaje-servicio es un paso crucial en este proceso. Esto significa que el aprendizaje-servicio se ha incorporado como parte de la identidad de la institución educativa y de la forma de enseñar y aprender. Esta incorporación implica poner por escrito la opción por un modelo institucional solidario y por la propuesta pedagógica del aprendizaje-servicio en la misión institucional o en el Proyecto Educativo Institucional. Sin embargo, la verdadera institucionalización

del aprendizaje-servicio va más allá de las palabras y se refleja en la forma en que la institución se vincula con los estudiantes, los docentes, las familias y la comunidad. Una institución que tiene asumida la solidaridad como parte de su identidad muestra este compromiso en su vida cotidiana, no solo en los proyectos de aprendizaje-servicio y no solo en el momento actual, sino también en el futuro.

El aprendizaje servicio es una metodología que no puede ser llevada a cabo de manera individual, sino que es necesario implementar estrategias de cooperación y trabajo conjunto entre administraciones, asociaciones y empresas para desarrollar acciones de inclusión. Para avanzar hacia la colaboración, es fundamental generar espacios de diálogo y establecer planes de trabajo conjunto. Una de las claves para conseguir la relación es la del itinerario, que implica la necesidad de diseñar proyectos que permitan un seguimiento individualizado de cada participante. Para ello, es fundamental crear espacios de encuentro en los que se pueda cuidar la relación educativa y pensar en acciones que se desarrollen tanto a corto como a largo plazo.

Otra clave importante es la de la globalidad, que exige tener una visión completa y detallada tanto del proyecto en sí mismo como de la evolución de las personas que forman parte del mismo. Como explica el Grupo Asana (2022), es necesario comprender todas las fases del proyecto y cómo cada una de ellas afecta a los participantes, para poder ofrecer un acompañamiento adecuado y personalizado.

Finalmente, otra clave es la flexibilidad. Los educadores deben ser capaces de equilibrar la exigencia de responsabilidades con el fomento de la superación personal de los participantes. Es importante definir acciones concretas que el grupo pueda desarrollar, pero también estar abiertos a introducir cambios y mejoras durante el proceso, para adaptarse a las necesidades y características de los participantes y asegurar el éxito del proyecto en su conjunto.

4.3. Aplicación de un proyecto APS en la educación especial

4.3.1 Identificación de las necesidades específicas de los niños con discapacidad

La identificación de las necesidades específicas de los niños con discapacidad es un proceso crucial para garantizar que reciban el apoyo y la atención adecuados para su desarrollo y bienestar. Este proceso implica la evaluación de las habilidades y necesidades individuales del niño, así como la identificación de cualquier barrera o dificultad que pueda impedir su participación plena en la vida escolar y comunitaria.

Existen diversas técnicas y enfoques para la identificación de las necesidades específicas de los niños con discapacidad, incluyendo la evaluación clínica, la observación directa, y la observación del niño para la recopilación de información y realizar un seguimiento a través de la revisión de registros escolares y médicos.

Es importante que la identificación de las necesidades específicas se realice de manera temprana, ya que permite intervenir de manera oportuna y mejorar las posibilidades de éxito del niño en su desarrollo, es por ello que este proyecto se involucra con los alumnos más jóvenes del centro. Además, la identificación debe ser un proceso continuo, ya que las necesidades de un niño con discapacidad pueden cambiar con el tiempo, así el modelo paramétrico puede ser adaptado en toda ocasión y en el proceso. Y también es importante involucrar al niño y a los profesionales del centro en el proceso de identificación, ya que pueden proporcionar información valiosa sobre las habilidades y necesidades del niño, así como sobre cualquier dificultad o barrera que esté enfrentando ya que trabajan de primera mano con el alumno.

Una vez identificadas las necesidades específicas del niño, es importante desarrollar un plan de intervención y apoyo que se adapte a sus necesidades individuales y le permita alcanzar su máximo potencial. Esto puede incluir servicios de terapia, apoyos educativos, adaptaciones curriculares, entre otros.

Los alumnos de los colegios que colaboran con la metodología APS presentan diferentes discapacidades, físicas, mentales o intelectuales. Esto supone que existen diferentes maneras de interactuar con el entorno lo que genera diferentes barreras a cada usuario. Esto impide que la participación de acciones cotidianas no sean efectivas y plenas en la sociedad, y puede generar una desigualdad de condiciones respecto a los demás ciudadanos. Este proyecto se ajusta a todas

las necesidades de las diferentes discapacidades del aula, lo que aumenta su accesibilidad.

La investigación sobre las necesidades de los niños se ha evaluado de dos maneras diferentes, la primera de ellas, donde se ha realizado una investigación propia de las necesidades en función de las capacidades de los niños y se ha realizado un análisis de posibles necesidades objetivas sobre ello. La segunda de ellas, se han definido por los propios colegios y se han analizado en un medio interno tras días de trabajo y experiencia con el usuario final.

Los niños con discapacidad que participan en el proyecto pueden presentar una serie de necesidades específicas, en el ámbito de la educación inclusiva, es fundamental que los niños con discapacidad tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar todo su potencial. Para ello, es necesario que el colegio cuente con una serie de medidas y recursos que les permitan desempeñarse de manera efectiva en el entorno escolar.

En primer lugar, es importante que el colegio sea accesible para todos los niños, incluyendo aquellos que tienen discapacidad motriz. Para ello, se requieren diferentes recursos y espacios adaptados que faciliten su educación en el colegio. Esto no solo mejora su calidad de vida, sino que también les permite participar de manera activa en todas las actividades escolares.

En segundo lugar, es posible que algunos niños con retraso madurativo necesiten adaptaciones curriculares para poder seguir el ritmo de aprendizaje de sus compañeros de clase. Esto puede incluir ajustes en el contenido del plan de estudios, la velocidad de enseñanza y la forma en que se presentan las actividades. En ocasiones, los recursos comunicativos suelen apoyar mucho el desarrollo cognitivo del alumno.

En tercer lugar, es probable que los niños con discapacidad requieran apoyo especializado para ayudarles a desarrollar sus habilidades motoras y cognitivas. Esto puede incluir la contratación de un educador especial, un terapeuta ocupacional o un fisioterapeuta que les brinde un apoyo personalizado y les permita alcanzar sus objetivos de desarrollo. Este personal especializado en ocasiones, requiere de objetos de apoyo.

En cuarto lugar, algunos niños con discapacidad motriz y retraso madurativo pueden tener dificultades para comunicarse, lo que puede dificultar su integración en el entorno escolar. Por lo tanto, es importante que el colegio cuente con herramientas y recursos que les permitan expresarse y comunicarse de manera efectiva, como sistemas de comunicación alternativos y dispositivos de asistencia tecnológica.

Finalmente, es importante que los maestros y el personal del colegio tengan una buena comprensión de las necesidades de los niños, así como una actitud de sensibilización que les permita brindarles el apoyo adecuado y promover su inclusión y participación en todas las actividades del colegio. La educación inclusiva es un derecho humano fundamental y es responsabilidad de todos los miembros de la comunidad escolar trabajar juntos para hacerla realidad.

Las necesidades establecidas por los propios colegios, nacen de casos particulares donde el alumno necesita de unos medios más concretos a nivel físico. En estos colegios surgieron necesidades diversas que se definieron como proyectos donde en un futuro pueden conseguir adaptarlo a más usuarios.

Estas necesidades fueron analizadas por los docentes, personal profesional, físicos, o incluso vinieron de mano de la dirección del centro. Las edades de los usuarios de las cuales surgieron diferentes propuestas comprenden desde los 4 a los 21 años.

4.3.2 Selección y adaptación de los productos de apoyo a las necesidades identificadas

Para garantizar una educación inclusiva y de calidad para los niños con discapacidad, es esencial contar con medidas y recursos adecuados que les permitan participar activamente en el entorno escolar. Esto incluye la accesibilidad física del colegio, adaptaciones curriculares personalizadas, apoyo especializado para el desarrollo de habilidades motoras y cognitivas, herramientas y recursos de comunicación, y la actitud de sensibilización de todo el personal del colegio. La educación inclusiva es un derecho humano fundamental que debe ser promovido y protegido por todos.

Los posibles objetos de los cuales fueron propuestos por el centro son:

- Un sillón con sujeción a los diferentes asientos comunes del usuario para corregir la postura y conseguir que la cadera quede totalmente apoyada en la parte trasera del asiento.
- Un panel con celdas para los comunicadores de los niños. Son tablets con un programa de botones donde los más pequeños, con problemas de comunicación, se apoyan para lograr comunicar sus necesidades. La problemática surge por la falta de precisión al pulsar los botones.
- Una agarradera para los lápices. Para mejorar el agarre de material de escritura.

- Un sistema para el ratón de los ordenadores, para ayudarles con la precisión de pulsar los botones.
- Objetos de asistencia para la realización de actividades laborales. Espacio de cafetería.
- Agarraderas para material escolar.
- Agarraderas o soporte para botellas.
- Atril de trabajo para tablets o juegos y así fomentar la movilidad de la muñeca.

Para el proyecto, se ha realizado una lluvia de ideas de posibles objetos que pueden resolver las necesidades de los alumnos en los centros educativos, estos objetos pueden definirse en futuros proyectos de diseño o de colaboración:

- Rampa de acceso: Una rampa de acceso (o objeto con inclinación que facilite el acceso) adaptada a las necesidades de los espacios donde los niños con discapacidad motriz, tengan dificultades para acceder. Puede ser impresa en 3D (o imprimir una pequeña rampa auxiliar) utilizando materiales resistentes y antideslizantes. Esta rampa puede ser ajustada a las dimensiones específicas del escalón y puede incluir varios escalones.
- Juguetes adaptados: Los niños con discapacidad motriz o con retraso madurativo pueden tener dificultades para jugar con juguetes convencionales o dificultad. Con la impresión en 3D, se pueden crear juguetes adaptados a sus necesidades, como bloques con formas grandes y fáciles de agarrar o juguetes con formas grandes y fáciles de comprender.
- Herramientas de comunicación: Para los niños con discapacidad motriz y retraso madurativo que tienen dificultades para comunicarse, se pueden imprimir en 3D herramientas de comunicación adaptadas, como tableros de comunicación con imágenes grandes y fáciles de ver.
- Adaptaciones curriculares: Los maestros pueden utilizar la impresión en 3D para crear adaptaciones curriculares personalizadas para los niños con discapacidad motriz y retraso madurativo, como materiales de lectura con letra grande o juegos educativos con piezas grandes y fáciles de manipular.
- Apoyos para escritura: Los niños con discapacidad motriz y retraso madurativo pueden tener dificultades para escribir con lápices y bolígrafos convencionales. Con la impresión en 3D, se pueden crear sujeciones para lápices y bolígrafos adaptados.

- Agarradera para lápices: Una agarradera para lápices fácil de imprimir en 3D para ayudar a sujetar mejor los lápices y mejorar su escritura.
- Extensiones para botones: Extensiones para botones fáciles de imprimir en 3D para ayudar a los niños a presionar botones con mayor facilidad en los dispositivos de comunicación.
- Adaptador para cubiertos: Un adaptador para cubiertos fácil de imprimir en 3D para ayudar a los niños con discapacidad motriz a sostener mejor los cubiertos y mejorar su capacidad para comer.
- Adaptador para juguetes: Un adaptador para juguetes fácil de imprimir en 3D para ayudar a los niños con discapacidad motriz a manipular juguetes con mayor facilidad.
- Agarradera para juegos de mesa: Una agarradera para juegos de mesa fácil de imprimir en 3D para ayudar a los niños con discapacidad motriz a sostener mejor los juegos de mesa y mejorar su capacidad para jugar.
- Agarradera para libros: Una agarradera para libros fácil de imprimir en 3D para ayudar a los niños con discapacidad motriz a sostener mejor los libros y mejorar su capacidad para leer.
- Apoya manos para escribir: Un apoya manos fácil de imprimir en 3D para ayudar a los niños con discapacidad motriz a mantener una postura adecuada mientras escriben.
- Adaptador para tablet: Un adaptador para tablet fácil de imprimir en 3D con un soporte para los dedos para ayudar a los niños con discapacidad motriz a manipular la pantalla con mayor facilidad.
- Agarradera para juguetes: Una agarradera para juguetes fácil de imprimir en 3D con un diseño adaptado para los niños con discapacidad motriz.

4.3.3 Evaluación del impacto de los productos impresos en 3d en el aprendizaje y bienestar de los niños

Después de la entrega del primer prototipo del objeto, se ha de realizar una evaluación del uso para conseguir que el análisis del uso de la pieza sirva de guía de mejora para su producción final.

La impresión en 3D es una tecnología emergente que ha revolucionado la forma en que se pueden crear productos personalizados y específicos para una variedad de aplicaciones. En el ámbito educativo, la impresión en 3D ha demostrado ser una herramienta valiosa para fomentar la creatividad, la innovación y el aprendizaje práctico. Los productos impresos en 3D pueden tener un impacto significativo en el aprendizaje y bienestar de los niños, pero es necesario realizar una evaluación rigurosa para comprender mejor cómo estos productos pueden afectar a los niños en diferentes entornos educativos.

La evaluación del impacto de los productos impresos en 3D en el aprendizaje y bienestar de los niños implica la medición de varios factores clave, como la motivación, la creatividad, la capacidad de resolución de problemas y la participación activa en el proceso de aprendizaje. Estos factores pueden ser difíciles de medir de manera precisa, por lo que es necesario utilizar una variedad de métodos y técnicas de evaluación. En este proyecto se cuenta con el apoyo de diferentes profesionales del centro los cuales han analizado y han definido las mejoras y la utilidad de este objeto en el sistema de aprendizaje y desarrollo.

La forma de evaluar el impacto del producto impreso en 3D en el aprendizaje y bienestar de los niños es a través de la observación y el análisis del comportamiento de los niños en el aula. Los maestros y educadores pueden observar cómo los niños interactúan con la pieza impresa en 3D y cómo afectan a su proceso de aprendizaje. También pueden analizar cómo mejoran la capacidad de los niños para comunicarse dentro del aula.

Las pruebas formales empleadas para medir la efectividad objeto de apoyo en el aprendizaje y bienestar de los niños se han realizado haciendo preguntas específicas a los profesionales y educadores del centro sobre el uso de ellos en el aprendizaje y cómo han afectado la comprensión y el conocimiento de los niños.

Es importante señalar que la evaluación del impacto en los niños debe ser continua y adaptarse a los diferentes entornos educativos. Actualmente en el Centro de Educación Especial Guadarrama se cuenta con tres modalidades diferentes en los tableros de los comunicadores, en función de la edad y de la discapacidad del alumno, cada tablero está ajustado con un vocabulario diferente y cuenta con diferentes filas y columnas en función del nivel establecido. En este proyecto se ha llevado a cabo la evaluación del objeto en el primer nivel. La evaluación debe realizarse regularmente para garantizar que el objeto se esté utilizando de manera efectiva y para poder identificar posibles áreas donde se necesiten mejoras o cambios.

4.4 Diseño paramétrico

4.4.1 Introducción al diseño paramétrico

El diseño paramétrico es una técnica que permite la creación de modelos 3D mediante la definición de parámetros y reglas de construcción (Kolarevic, 2003). Estos parámetros y reglas pueden ser modificados fácilmente para generar diferentes variantes del modelo original. Esto permite una mayor flexibilidad en el proceso de diseño y una fácil adaptación a los cambios y necesidades del proyecto. Además, el diseño paramétrico también permite una mayor colaboración entre distintos miembros del equipo de diseño, ya que todos pueden trabajar en el mismo modelo y compartir las modificaciones. En resumen, el diseño paramétrico es una herramienta poderosa para mejorar la eficiencia y la calidad en el proceso de diseño.

Según Woodbury (2010), el diseño paramétrico es un enfoque de diseño que permite una mayor flexibilidad y control en el proceso de diseño. En lugar de crear un objeto con medidas fijas, el diseño paramétrico utiliza variables y relaciones para definir el objeto. Esto permite ajustar fácilmente las medidas y propiedades del objeto, lo que resulta en una mayor eficiencia y rapidez en la iteración de diseño.

El diseño paramétrico es esencial para lograr una solución óptima y adaptable a los requisitos específicos del proyecto. Al utilizar un enfoque paramétrico, se pueden realizar pruebas y ajustes rápidos y eficientes, lo que resulta en un diseño final de alta calidad y personalizado.

El diseño paramétrico también permite una mayor colaboración y coordinación entre los diferentes departamentos y profesionales involucrados en el proyecto. Al utilizar un lenguaje común y un sistema de relaciones y variables, se pueden realizar cambios en una sola área que afecten automáticamente a otras áreas, lo que resulta en un proceso de diseño más fluido y sin problemas.

Según Pottmann, Asperl, Hofer, y Kilian (2007), el diseño paramétrico es esencial para el desarrollo de productos industriales y de gran escala. Al utilizar variables y relaciones, se pueden crear soluciones escalables y adaptables a diferentes requisitos, lo que resulta en un proceso de producción más eficiente y efectivo.

El diseño paramétrico es una técnica que tiene una amplia gama de usos en diversos campos. En arquitectura, se utiliza para diseñar edificios y estructuras

de manera más eficiente y flexible, permitiendo la modificación fácil de las dimensiones y características del edificio, como la cantidad de pisos o la orientación de las ventanas. En ingeniería, se aplica para diseñar componentes y sistemas mecánicos, como piezas de maquinaria o sistemas de transmisión de potencia, de manera que se puedan adaptar a los requerimientos del proyecto. En la fabricación, se emplea para diseñar herramientas y moldes para la producción de piezas, permitiendo la fácil modificación de las características de la pieza y la optimización de la producción. En el diseño de productos, se utiliza para crear productos adaptables a las necesidades y preferencias del usuario, como en el diseño de muebles o electrodomésticos. En el arte, se aplica para generar formas y patrones geométricos complejos para la creación de piezas de arte digital o esculturas generativas. Por lo que esta metodología aplicada a una fabricación digital junto con el diseño paramétrico de piezas pequeñas y requiriendo pocas unidades, tiene mayor potencial y resulta más eficiente para este proyecto.

4.4.2 Herramientas de diseño paramétrico utilizadas

El diseño paramétrico ha ganado una gran popularidad en los últimos años debido a su capacidad para generar soluciones creativas y eficientes. Esta metodología de diseño se basa en la definición de parámetros y relaciones entre ellos, lo que permite generar modelos y formas complejas que se adaptan automáticamente a cambios en los valores de los parámetros. Para llevar a cabo este tipo de diseño, se utilizan diversas herramientas de software que ofrecen una amplia gama de funcionalidades. En este apartado, se presentarán algunas de las herramientas de diseño paramétrico más utilizadas en la actualidad, así como sus características y aplicaciones que mejor se adecúan al proyecto.

Una de las herramientas más populares en el ámbito del diseño paramétrico es Grasshopper, una extensión de Rhino3D. Grasshopper permite a los diseñadores crear algoritmos visuales mediante la conexión de componentes gráficos. Estos componentes representan operaciones matemáticas, geometrías y otros elementos que se combinan para generar modelos paramétricos. Además, Grasshopper ofrece la posibilidad de vincularse con otros programas de diseño, como Revit o AutoCAD, lo que facilita la transferencia de datos y la colaboración entre diferentes equipos de diseño. (explicado por McNeel, 2021).

Otra herramienta destacada en el ámbito del diseño paramétrico es Dynamo, que se integra con el software BIM Revit. Dynamo permite a los diseñadores crear algoritmos paramétricos y automatizar tareas en el contexto de proyectos

de arquitectura y construcción. Esta herramienta es especialmente útil para la generación de geometrías complejas, la exploración de diferentes opciones de diseño y la optimización de parámetros. Además, Dynamo cuenta con una comunidad en línea muy activa, donde los usuarios comparten y colaboran en el desarrollo de scripts y herramientas personalizadas. (Autodesk, 2021).

Otro software ampliamente utilizado en el diseño paramétrico es CATIA, una aplicación de modelado 3D desarrollada por Dassault Systèmes. CATIA ofrece una amplia gama de funcionalidades para el diseño paramétrico, incluyendo la creación de relaciones y restricciones entre elementos geométricos, la definición de parámetros y la generación automática de modelos basados en estos parámetros. CATIA es ampliamente utilizado en la industria aeroespacial y automotriz, donde se requiere el diseño de productos complejos y la simulación de su comportamiento. (Dassault Systèmes, 2021).

Además de estas herramientas, existen otras opciones en el mercado, como Rhino/Grasshopper, parametric modeler desarrollado por Robert McNeel & Associates, que permite a los diseñadores crear modelos 3D paramétricos y realizar análisis avanzados. También se encuentra Fusion 360, una solución de diseño de Autodesk que combina diseño paramétrico, modelado de sólidos y superficies, simulación y herramientas de fabricación. Ambas herramientas son ampliamente utilizadas en el campo del diseño industrial y la ingeniería mecánica. (McNeel, 2021).

OpenSCAD es un software de modelado 3D basado en código, diseñado específicamente para diseño paramétrico. A diferencia de otros programas de diseño 3D más conocidos, OpenSCAD utiliza un lenguaje de script en lugar de una interfaz gráfica de usuario (GUI) tradicional. Esto significa que los objetos y las operaciones se definen mediante código, lo que permite un control preciso sobre las dimensiones y parámetros de los modelos y además, permite su adaptación al entorno web.

La usabilidad de OpenSCAD puede variar según la experiencia y habilidades del usuario. Para aquellos familiarizados con la programación y el diseño paramétrico, OpenSCAD ofrece una forma poderosa y flexible de crear modelos 3D. Al escribir código, los usuarios pueden definir las formas geométricas, aplicar operaciones booleanas y establecer relaciones paramétricas entre los componentes. Esto permite la generación rápida y precisa de modelos con dimensiones variables y ajustables.

Sin embargo, para aquellos que no están familiarizados con la programación o que prefieren una interfaz visual, la curva de aprendizaje de OpenSCAD puede ser más pronunciada. Es necesario comprender los conceptos básicos del lenguaje de script y la sintaxis de OpenSCAD para utilizar eficazmente el programa. Aunque OpenSCAD proporciona documentación y ejemplos en su sitio web, puede requerir un tiempo de dedicación para dominar las técnicas y mejores prácticas de diseño.

En cuanto a su utilidad en un proyecto de diseño paramétrico con fabricación pequeña, OpenSCAD ofrece varias ventajas. En primer lugar, al ser un programa de código abierto, es gratuito y accesible para cualquier persona. Esto es especialmente beneficioso para proyectos con presupuestos limitados o para aquellos que desean experimentar con el diseño paramétrico sin incurrir en costos adicionales.

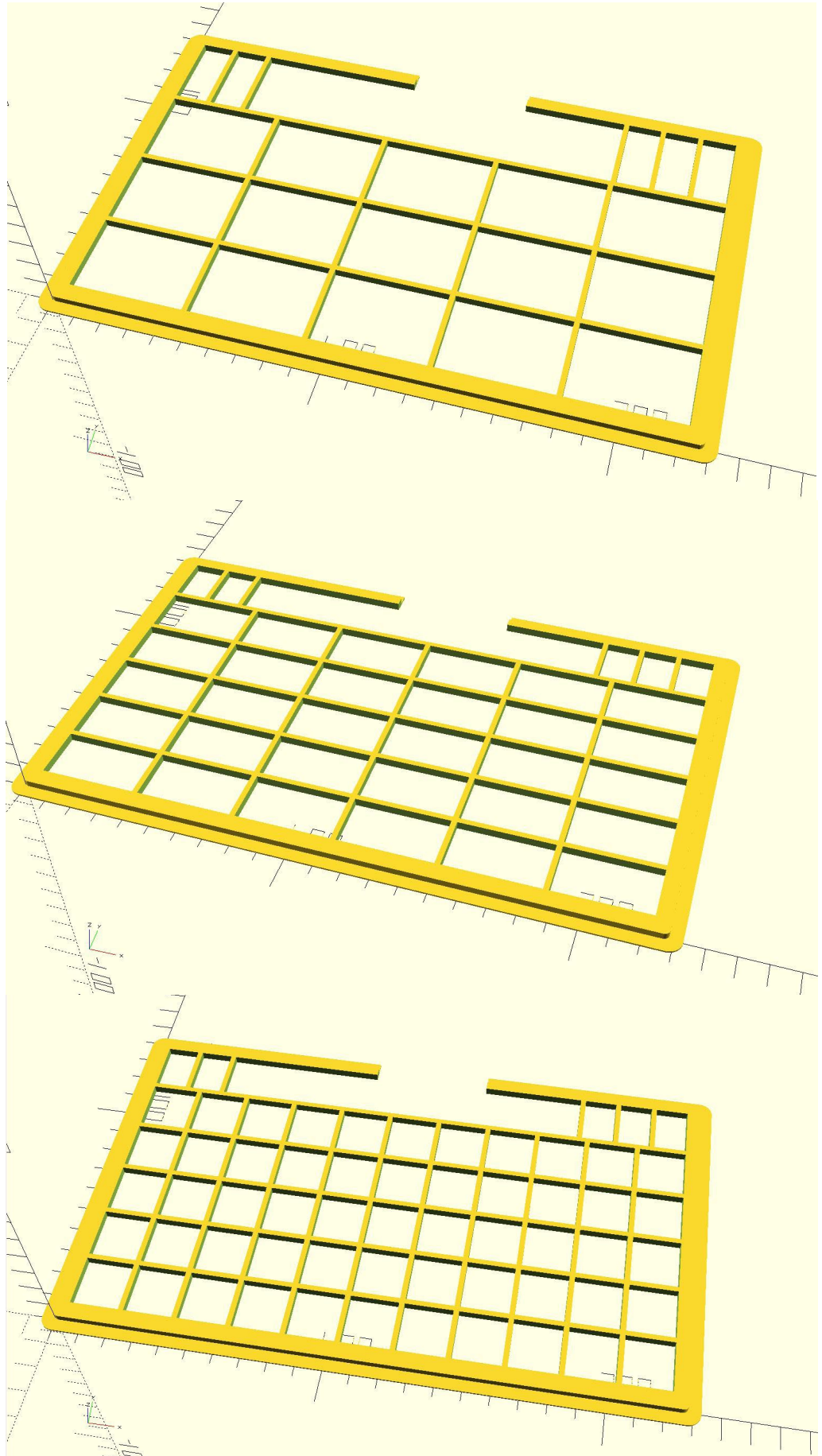
Además, debido a su enfoque en el diseño paramétrico, OpenSCAD permite una fácil modificación y adaptación de los modelos. Si se requiere un cambio en las dimensiones o características del diseño, simplemente se pueden ajustar los parámetros relevantes en el código, y el modelo se actualizará automáticamente. Esto ahorra tiempo en comparación con la modificación manual de modelos en programas de modelado tradicionales.

En el contexto de una fabricación pequeña, OpenSCAD puede ser particularmente útil para la creación de prototipos y la iteración rápida. Dado que los modelos se definen mediante código, es posible automatizar el proceso de generación de múltiples variaciones de diseño con dimensiones y configuraciones diferentes. Esto facilita la evaluación y comparación de opciones de diseño antes de realizar la fabricación.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que OpenSCAD puede tener limitaciones en términos de capacidades de modelado complejas y representación visual avanzada. Debido a su enfoque en la generación de geometría sólida, no ofrece herramientas para trabajar con superficies orgánicas o texturas detalladas. Además, la visualización en tiempo real en OpenSCAD puede ser limitada, ya que requiere que el usuario ejecute el código para ver el modelo resultante.

A continuación se dispone una muestra de ejemplos propios generados para comprender cómo la herramienta puede generar diferentes modelos cambiando dos de sus valores, el número de filas y columnas.

Figura 4:
Fotografía propia, ejemplos de diseños generativos en OpenScad.



4.4.3 Desarrollo de modelos paramétricos para productos de apoyo

Según Ribeiro, Aoussat y Coutellier (2021), en el campo del diseño paramétrico, se ha observado un creciente interés y aplicación en el desarrollo de productos de apoyo para personas con movilidad reducida, problemas de comunicación u otros desafíos específicos. Estos productos de apoyo, también conocidos como ayudas técnicas, buscan mejorar la calidad de vida y la autonomía de las personas con discapacidad, proporcionándoles soluciones personalizadas y adaptadas a sus necesidades individuales. En este contexto, el diseño paramétrico se ha convertido en una herramienta invaluable para el desarrollo y fabricación de productos de apoyo altamente funcionales y accesibles.

Un ejemplo destacado de aplicación del diseño paramétrico en productos de apoyo es el diseño y fabricación de prótesis personalizadas. Utilizando herramientas de diseño paramétrico, como las mencionadas anteriormente, los diseñadores pueden crear modelos 3D de prótesis y ortesis que se adaptan perfectamente a las características anatómicas de cada individuo. Los parámetros y las restricciones se ajustan según las necesidades específicas del usuario, lo que resulta en un producto final altamente personalizado y cómodo de usar. . Además, como explican Aitor Lekuona Amundarain, Manuel Domínguez Somonte y María del Mar Espinosa Escudero (2021), el diseño paramétrico permite la optimización de los componentes, asegurando una funcionalidad óptima y una mayor durabilidad de las prótesis y ortesis. Estos avances han contribuido significativamente a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad y a brindarles una mayor independencia en sus actividades diarias.

Otro ámbito en el que el diseño paramétrico ha demostrado ser de gran utilidad es en la creación de dispositivos de comunicación aumentativa y alternativa (CAA) explicado por American Speech-Language-Hearing Association (s.f.). Estos dispositivos son esenciales para las personas con dificultades en el habla o la comunicación, permitiéndoles expresarse y comunicarse de manera efectiva. Mediante el diseño paramétrico, los diseñadores pueden crear interfaces personalizadas y adaptadas a las necesidades comunicativas de cada individuo. Los parámetros de diseño, como el tamaño de los botones, el diseño de la interfaz y las opciones de personalización, pueden ajustarse fácilmente, lo que garantiza una experiencia de comunicación más eficiente y cómoda para el usuario. Además, el diseño paramétrico facilita la iteración y mejora continua de los dispositivos de CAA, permitiendo la rápida incorporación de retroalimentación de los usuarios y profesionales de la salud.

4.5 Impresión 3D y accesibilidad

La impresión 3D es una tecnología que permite crear objetos tridimensionales a partir de un diseño digital. Esta tecnología ha evolucionado significativamente en los últimos años, y se ha convertido en una herramienta valiosa en diversos campos, como la medicina, la arquitectura, la ingeniería y el diseño de productos.

En cuanto a la accesibilidad, la impresión 3D puede ser utilizada para crear objetos que faciliten el acceso y la movilidad de personas con discapacidad. Por ejemplo, se pueden imprimir prótesis personalizadas para personas con amputaciones, adaptaciones para sillas de ruedas, o juguetes adaptados para niños con discapacidad.

Además, la impresión 3D también puede ayudar a reducir los costos de estos objetos, ya que permite la producción en pequeñas cantidades y sin la necesidad de moldes costosos. Esto significa que las personas con discapacidad pueden tener acceso a objetos específicos y personalizados que les ayuden a mejorar su calidad de vida.

En el ámbito educativo, la impresión 3D también puede ser utilizada para crear modelos y maquetas que ayudan a mejorar la comprensión de los estudiantes con discapacidad visual o auditiva. Los modelos tridimensionales pueden ayudar a estos estudiantes a visualizar y entender mejor los conceptos.

En el ámbito laboral, la impresión 3D también puede ser utilizada para crear herramientas y equipos adaptados para personas con discapacidad. Por ejemplo, se pueden imprimir adaptaciones para mesas de trabajo, herramientas de taller, o dispositivos de seguridad.

La impresión 3D es una tecnología que está cambiando el mundo actual de muchas maneras. Está siendo utilizada para crear objetos que mejoran la accesibilidad y la movilidad de personas con discapacidad, y también para reducir los costos de estos objetos. Es importante seguir investigando y desarrollando esta tecnología para seguir mejorando la calidad de vida global.

La exposición “*Print3D*” del Caixa Forum de Madrid (2023), es una fascinante muestra que explora el mundo de la impresión 3D, una tecnología que ha revolucionado la forma en que se diseñan y producen objetos. Se destacan las innovaciones clave y los hitos que han impulsado la evolución de la tecnología de impresión 3D, incluyendo el desarrollo de la tecnología de fabricación aditiva, la invención de la estereolitografía y la popularización de la impresión en 3D.

El catálogo presenta una amplia gama de objetos impresos en 3D, desde herramientas y utensilios cotidianos hasta piezas de arte y arquitectura. Los visitantes pueden explorar las diferentes aplicaciones de la tecnología de impresión 3D, desde la fabricación de prótesis médicas hasta la producción de piezas de aviación y automoción, pasando por la moda y la joyería. También destaca el potencial de la impresión 3D en el ámbito de la sostenibilidad y la reducción de residuos. Se presentan ejemplos de cómo la impresión en 3D puede ayudar a reducir la huella de carbono de la producción industrial y permitir una producción más local y personalizada. Se presentan diferentes tipos de materiales, desde plásticos y metales hasta materiales biodegradables y orgánicos. También se destacan las diferentes técnicas de impresión 3D, como la deposición de material fundido (FDM), la sinterización selectiva por láser (SLS) y la estereolitografía (SLA). Además de los objetos impresos en 3D, la exposición también presenta una serie de instalaciones interactivas que permiten a los visitantes experimentar con la tecnología de impresión 3D. Los visitantes pueden crear sus propios diseños en 3D y ver cómo se imprimen en tiempo real en una impresora 3D en funcionamiento. Explica el contexto actual en el desarrollo de prototipos y muestra cómo la impresión en 3D se ha convertido en una herramienta esencial para la creación de prototipos en diferentes sectores, como la ingeniería, la arquitectura, la moda y la medicina, entre otros. La exposición Print3D explica el contexto actual en el desarrollo de prototipos y muestra cómo la impresión en 3D ha revolucionado la forma en que se diseñan y fabrican nuevos productos y proyectos.

La tecnología de impresión 3D ha permitido que la creación de prototipos sea más rápida, eficiente y económica, lo que ha tenido un gran impacto en la forma en que se desarrollan nuevos productos y proyectos. La capacidad de imprimir en 3D permite a los diseñadores y fabricantes crear y probar prototipos con mayor facilidad y rapidez, lo que permite una mayor flexibilidad en la iteración del diseño y una mayor capacidad para detectar errores y hacer ajustes antes de la producción final.

La creación de un objeto de apoyo impreso en 3D es un ejemplo de cómo la impresión en 3D puede ser utilizada para crear piezas personalizadas y adaptadas a las necesidades específicas del usuario. La tecnología de impresión en 3D ha abierto la puerta a la creación de piezas únicas y personalizadas que no serían posibles de otra manera, lo que ha tenido un gran impacto en la forma en que se diseña y fabrica una amplia variedad de productos. Esto ha permitido a los diseñadores y fabricantes crear prototipos de productos de manera más rápida y económica que los métodos de fabricación tradicionales. También ha

permitido a los consumidores personalizar sus productos de acuerdo a sus gustos y necesidades. Además, la impresión 3D ha reducido los costos de producción y ha permitido la fabricación en pequeñas cantidades. Esto ha permitido a las pequeñas empresas competir en un mercado dominado por las grandes empresas. También ha abierto nuevas oportunidades en la industria de la salud, ya que ha permitido la creación de prótesis personalizadas y ha mejorado la eficiencia en la producción de dispositivos médicos.

Sin embargo, la impresión 3D también presenta ciertas desventajas. Una de las principales es la calidad del material utilizado. La mayoría de las impresoras 3D utilizan materiales plásticos que no son tan resistentes como los materiales utilizados en la fabricación tradicional. Esto ha limitado la utilidad de la impresión 3D en la fabricación de objetos de alta resistencia. Otra desventaja es la velocidad de producción. Aunque la impresión 3D es más rápida que los métodos de fabricación tradicionales para la creación de prototipos, todavía es un proceso lento y limitado para la producción en masa. Esto ha limitado su utilidad en la producción a gran escala.

Aunque presente ciertas desventajas, sigue siendo una tecnología en constante evolución que tiene el potencial de transformar la forma en que se fabrican y consumen los productos. Esto ha mejorado la accesibilidad para personas con discapacidades, ya que les permite obtener productos adaptados a sus necesidades de manera más rápida y económica, por ejemplo, la impresión 3D ha permitido la creación de prótesis personalizadas para personas con discapacidades físicas, lo que ha mejorado significativamente su calidad de vida. Además, la impresión 3D ha permitido la creación de dispositivos de asistencia para personas con discapacidades visuales o auditivas, como prótesis auditivas y dispositivos de lectura en braille.

La impresión 3D también ha mejorado la accesibilidad para la educación y la investigación. Los estudiantes y los investigadores pueden imprimir modelos tridimensionales para aprender y estudiar de manera más efectiva, lo que ha mejorado el acceso a la educación y la investigación en todo el mundo. Además, la impresión 3D ha mejorado la accesibilidad para la fabricación de piezas de repuesto y objetos difíciles de encontrar en el mercado. Es una tecnología revolucionaria que ha cambiado la forma en que se producen y se diseñan objetos en el mundo.

En cuanto a la forma de acceder a productos modelados en 3D, existen varias opciones disponibles. Una opción es utilizar un software de modelado 3D para crear diseños personalizados desde cero. También es posible descargar modelos

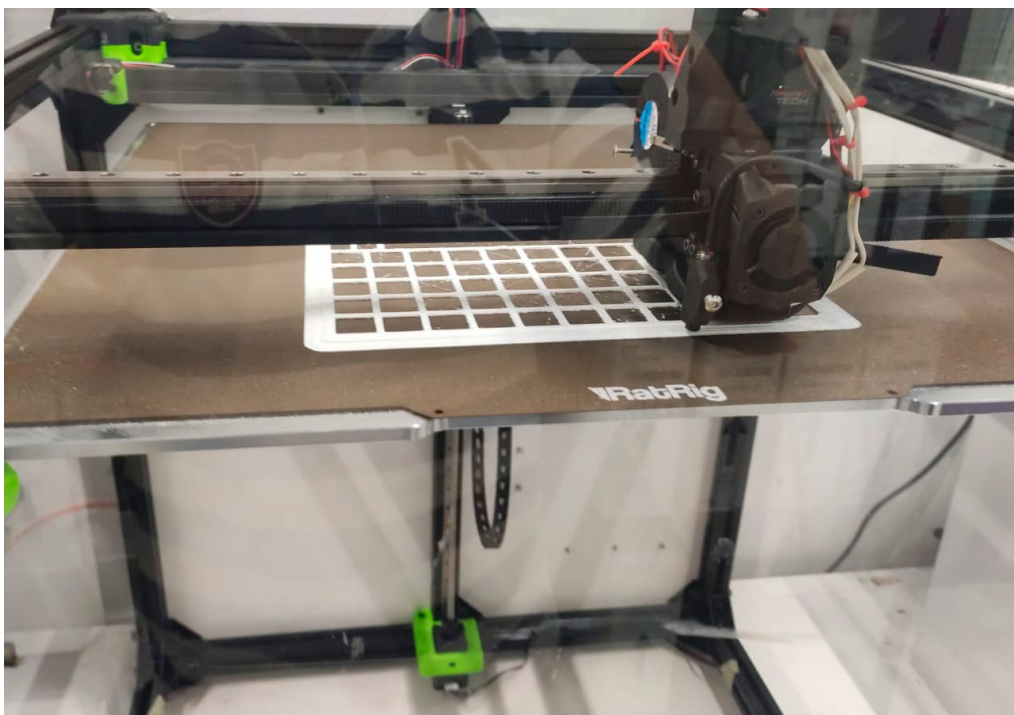
3D ya existentes desde una variedad de fuentes en línea, como sitios web de intercambio de archivos y bibliotecas de modelos 3D.

Además, muchas empresas ofrecen servicios de impresión 3D en línea, donde los usuarios pueden cargar sus propios diseños o elegir entre una selección de diseños preexistentes. Estos servicios de impresión 3D en línea suelen ser accesibles y convenientes para los usuarios que no tienen acceso a una impresora 3D o que no tienen experiencia en diseño 3D.

La impresión 3D es una tecnología en constante evolución que está transformando la forma en que se diseñan y producen los objetos en todo el mundo. Con una amplia variedad de opciones disponibles para acceder a productos modelados en 3D, la impresión 3D es una herramienta cada vez más accesible y práctica para usuarios de todos los niveles de habilidad y experiencia.

Figura 5:

Fotografía propia, impresión de las primeras pruebas.



4.5.1 Tecnologías de impresión 3D disponibles

La impresión 3D es una tecnología que permite la creación de objetos tridimensionales a partir de un diseño digital. Existen varias tecnologías de impresión 3D disponibles en el mercado, cada una con sus propias características y ventajas. Una de las tecnologías de impresión 3D más populares es Fused Deposition Modeling (FDM), que utiliza un filamento de plástico que se calienta y se deposita capa por capa para crear el objeto.

Como explica ALL3DP (s.f.), esta tecnología es adecuada para piezas de baja precisión y es a menudo la opción más asequible en comparación con otras tecnologías de impresión 3D. Otra tecnología de impresión 3D es la Stereolithography (SLA), que utiliza un láser para solidificar capa por capa un polímero líquido. SLA ofrece una alta precisión en la impresión y es adecuado para piezas con detalles finos y requisitos de alta precisión. Sin embargo, el costo de los equipos y los materiales es generalmente más alto que FDM.

La Selective Laser Sintering (SLS) es otra tecnología de impresión 3D que utiliza un láser para sinterizar capa por capa un polvo de materiales termoplásticos. SLS es adecuado para piezas con altos requisitos de precisión y resistencia mecánica, y se utiliza en aplicaciones industriales y aeroespaciales. Sin embargo, el costo de los equipos y los materiales es generalmente más alto que FDM y SLA.

La tecnología Material Jetting utiliza pequeñas gotas de material para crear capa por capa el objeto. Material Jetting es adecuado para piezas con detalles finos y requisitos de alta precisión, y permite la impresión de objetos con varios colores y materiales. Sin embargo, el costo de los equipos y los materiales es generalmente más alto que FDM y SLA.

Ahora es posible crear piezas con altos requisitos de precisión y resistencia mecánica, así como objetos con detalles finos y varios colores. A medida que la tecnología continúa avanzando, seguramente veremos nuevas y emocionantes tecnologías de impresión 3D en el futuro. Además de estas tecnologías de impresión 3D, también existen otras menos comunes como Binder Jetting, que utiliza un líquido aglutinante para unir capas de polvo, Direct Energy Deposition (DED), que utiliza un láser para fundir y depositar metal. Estas tecnologías son adecuadas para aplicaciones específicas, como la creación de piezas metálicas o la impresión en cerámica. En este proyecto se empleará la tecnología de impresión FDM al ser la más común, económica y accesible actualmente.

4.5.2 Materiales de impresión 3D

Debido a que en este proyecto se utilizará la tecnología de FDM por ser la más accesible y barata de todas, esta sección queda dedicada exclusivamente a los materiales destinados a FDM, sin olvidar de que con otras tecnologías, otros tipos de plásticos y metales pueden ser impresos. Los materiales más conocidos son:

PLA (Ácido poliláctico):

Ventajas:

- Es uno de los materiales más populares para impresión 3D debido a su facilidad de uso.
- Es biodegradable y se produce a partir de fuentes renovables, como el almidón de maíz o la caña de azúcar.
- Ofrece una buena calidad de impresión con detalles precisos.
- No emite olores fuertes ni vapores tóxicos durante la impresión.

Desventajas:

- No es resistente al calor y puede deformarse a temperaturas relativamente bajas.
- Tiene una menor resistencia mecánica en comparación con otros materiales como el ABS o el nylon.
- Puede ser más frágil y propenso a la rotura en comparación con materiales más flexibles.

ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno):

Ventajas:

- Tiene una buena resistencia mecánica y es más duradero que el PLA.
- Puede soportar temperaturas más altas sin deformarse, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren resistencia térmica.
- Es resistente a los impactos y tiene una buena tenacidad.
- Puede ser lijado y pintado después de la impresión.

Desventajas:

- Emite olores y vapores tóxicos durante la impresión, por lo que se recomienda imprimir en un espacio bien ventilado o utilizar una impresora con una carcasa cerrada y un sistema de filtrado de aire.
- Requiere una temperatura de impresión más alta y una cama caliente para evitar la deformación y el desprendimiento de la plataforma de impresión.
- Es menos biodegradable y menos respetuoso con el medio ambiente que el PLA.

ASA (Acrilonitrilo Estireno Acrilato):

Ventajas:

- Tiene una excelente resistencia a la intemperie, lo que lo hace adecuado para aplicaciones al aire libre.
- Ofrece una buena resistencia a los rayos UV y a la decoloración.
- Es resistente a los productos químicos y a los disolventes.
- Tiene una mayor resistencia térmica en comparación con el PLA y el ABS.

Desventajas:

- Requiere una temperatura de impresión más alta y una cama caliente.
- Puede ser más difícil de imprimir debido a su menor fluidez y mayor tendencia al warping.
- Tiene una menor disponibilidad en comparación con otros materiales más comunes como el PLA y el ABS.

PA12 (Nylon 12):

Ventajas:

- Excelente resistencia mecánica: el PA12 ofrece una alta resistencia y rigidez, lo que lo hace adecuado para piezas que requieren durabilidad y soportar cargas mecánicas.
- Buena resistencia a la abrasión: el nylon 12 es resistente al desgaste y a la fricción, lo que lo convierte en una opción adecuada para piezas sujetas a rozamiento constante.
- Tolerancia a altas temperaturas: el PA12 puede soportar temperaturas relativamente altas sin deformarse, lo que lo hace útil en aplicaciones donde se requiere resistencia térmica.
- Baja absorción de humedad: en comparación con otros tipos de nylon, el PA12 tiene una menor capacidad de absorción de humedad, lo que ayuda a mantener la estabilidad dimensional de las piezas impresas.

Desventajas:

- Mayor dificultad de impresión: el nylon 12 es más difícil de imprimir en comparación con otros materiales más comunes debido a su baja fluidez y mayor tendencia al warping.
- Mayor temperatura de impresión: requiere una temperatura de impresión más alta en comparación con materiales como el PLA o el ABS.
- Sensibilidad a la humedad: el PA12 es más susceptible a la absorción de humedad del entorno, lo que puede afectar la calidad y las propiedades físicas de las piezas impresas. Se recomienda almacenar y manipular el material adecuadamente para minimizar este problema.

TPU (Poliuretano termoplástico):

Ventajas:

- Alta flexibilidad y elasticidad: el TPU es conocido por su capacidad de estiramiento y flexión, lo que lo hace ideal para piezas que requieren resistencia a la deformación y capacidad de recuperación.
- Resistencia al impacto: el TPU puede absorber golpes y resistir impactos, lo que lo convierte en una opción popular para aplicaciones que requieren amortiguación y protección.

- Buena adherencia a la superficie de impresión: el TPU tiene una buena adherencia a la cama de impresión, lo que reduce la probabilidad de desprendimiento durante la impresión.
- Resistencia química: es resistente a una amplia gama de productos químicos y solventes, lo que amplía sus aplicaciones potenciales.

Desventajas:

- Mayor dificultad de impresión: el TPU puede ser más desafiante de imprimir en comparación con materiales rígidos debido a su baja rigidez y mayor tendencia al warping.
- Sensibilidad a la humedad: al igual que otros materiales sensibles a la humedad, el TPU puede absorber la humedad del entorno, lo que puede afectar la calidad de impresión y las propiedades físicas.
- Menor detalle y precisión: debido a su naturaleza elástica, el TPU puede no ser tan preciso en la reproducción de detalles finos en comparación con materiales más rígidos.
- Menor resistencia a la temperatura: el TPU puede ser susceptible a la deformación a altas temperaturas, por lo que no es recomendable para aplicaciones que requieran resistencia térmica significativa.

Finalmente el producto final del proyecto está impreso con Tough PLA Negro. Es un tipo de filamento para impresoras 3D que combina la facilidad de uso del PLA (ácido poliláctico) con la resistencia del ABS (acrilonitrilo butadieno estireno). Es conocido por ser más resistente y duradero que el PLA convencional, pero sin los problemas de deformación y agrietamiento que a veces se presentan con el ABS. Entre sus ventajas se encuentran su resistencia, facilidad de impresión, estética y biodegradabilidad, por lo que es una excelente opción para el proyecto ya que es un filamento resistente y duradero, fácil de imprimir y con un acabado estético atractivo, además de ser más sostenible y respetuoso con el medio ambiente que otros filamentos.

4.5.3 Sistemas de comunicación y plataformas online para su acceso

En la actualidad, los repositorios en línea de modelos 3D son una herramienta fundamental para acceder a productos modelados digitalmente que se pueden imprimir en 3D. Esto ha generado una gran accesibilidad y ha permitido que personas de todo el mundo puedan tener acceso a modelos de productos sin importar su ubicación geográfica o sus limitaciones físicas. La disponibilidad de modelos en línea permite que los usuarios con discapacidades y los profesionales

que trabajan con ellos puedan acceder a una amplia variedad de productos y adaptaciones que pueden ser impresos en 3D en cualquier momento. Además, muchos de estos modelos son de código abierto, lo que significa que cualquier persona puede descargarlos y modificarlos para adaptarlos a sus necesidades específicas. Actualmente, contamos con algunos repositorios que ofrecen este tipo de servicio:

Sketchfab es una plataforma en línea que permite a los usuarios compartir y explorar modelos 3D. La plataforma es utilizada por una amplia gama de usuarios, desde artistas digitales y diseñadores hasta ingenieros y científicos. Uno de los aspectos más interesantes de Sketchfab es que permite a los usuarios compartir modelos 3D que son paramétricos, aunque no permite modificarlos en la propia página. Los modelos pueden ser visualizados en línea utilizando un navegador web, lo que significa que no es necesario descargar ningún software adicional para ver los modelos. Además, Sketchfab admite una amplia gama de formatos de archivo 3D, lo que facilita la carga de modelos desde una variedad de herramientas de modelado 3D. La plataforma es altamente visual y permite a los usuarios interactuar con los modelos en tiempo real. Esto hace que Sketchfab sea una herramienta poderosa para los diseñadores, ingenieros y científicos que desean compartir modelos 3D altamente detallados y personalizables.

Thingiverse es una plataforma de intercambio de diseños 3D que permite a los usuarios subir y descargar modelos 3D gratuitos. La plataforma es propiedad de MakerBot Industries, una compañía de impresoras 3D, y es una de las comunidades más grandes de diseñadores 3D en línea. Esta plataforma se ha convertido en una herramienta invaluable para la comunidad de diseñadores, ingenieros y entusiastas de la impresión 3D en todo el mundo. Thingiverse ofrece una plataforma fácil de usar para compartir diseños y descargar diseños 3D de forma gratuita.

CabHub es una plataforma de colaboración en línea que permite la gestión, intercambio y edición de archivos en tiempo real, lo que la convierte en una herramienta muy útil para la difusión y desarrollo de proyectos de diseño paramétrico. Además, CabHub cuenta con herramientas de edición en línea que permiten a los diseñadores realizar cambios en el modelo en tiempo real, lo que reduce la necesidad de enviar archivos de ida y vuelta y garantiza que todos los miembros del equipo de diseño estén trabajando en la misma versión del modelo. Esto es especialmente útil cuando se trata de diseños complejos que requieren la colaboración de varios miembros del equipo. Otra ventaja de la implementación de CabHubes que la plataforma es compatible con diferentes tipos de archivos, lo

que facilita la gestión y organización de los documentos y archivos relacionados con el proyecto de diseño paramétrico.

MakeWithTech es una plataforma en línea que permite a los usuarios colaborar en proyectos de diseño, crear modelos 3D, hacer simulaciones y compartir su trabajo con otros usuarios. En el contexto de un diseño paramétrico, MakeWithTech puede ayudar a difundir el proceso y los resultados del diseño de una manera más interactiva y accesible. También es posible crear modelos 3D interactivos que permitan a los usuarios experimentar con diferentes configuraciones y ver cómo afectan al diseño final. La implementación de MakeWithTech en la difusión online de un diseño paramétrico no solo permite llegar a un público más amplio, sino que también permite fomentar la colaboración y la creatividad. La plataforma permite a los usuarios colaborar en línea, compartir ideas y aprender de otros usuarios. Esto puede ser muy beneficioso para el desarrollo de proyectos de diseño y para fomentar la innovación en este campo.

Github es una plataforma colaborativa que permite al diseñador subir su código y compartirlo con otros usuarios, quienes pueden modificarlo y contribuir a su mejora. Además, Github cuenta con herramientas de control de versiones, lo que facilita la gestión de cambios en el diseño y asegura la integridad del mismo. Github permite realizar ramificaciones del proyecto para trabajar en nuevas funcionalidades o correcciones de errores, y luego fusionar los cambios con la rama principal del proyecto. Esto es especialmente útil en proyectos de diseño paramétrico, donde es común que se realicen cambios frecuentes en la configuración del modelo.

Además de las herramientas de gestión de versiones, Github también cuenta con funcionalidades para la colaboración entre usuarios. Por ejemplo, es posible crear un espacio para discusión y debate de los cambios realizados en el proyecto. También es posible utilizar las opciones de “Issues” y “Pull Requests” para reportar errores, solicitar nuevas funcionalidades o contribuir al desarrollo del proyecto. Github es una plataforma de código abierto, lo que significa que cualquier usuario puede acceder al diseño y contribuir a su mejora.

Finalmente, se ha empleado la plataforma MadeWithTech para la difusión de este proyecto debido a que tiene varias ventajas que la hacen adecuada para difundir un producto de apoyo paramétrico. En primer lugar, su enfoque de página gratuita permite que cualquier persona interesada en el proyecto pueda ver y contribuir en la plataforma, fomentando la innovación y la mejora continua de los productos. Además, su comunidad activa de usuarios puede proporcionar

retroalimentación y ayuda para mejorar el producto y resolver problemas técnicos. MadeWithTech también utiliza herramientas de control de versiones que permiten un seguimiento de los cambios en el código fuente y facilitan la colaboración y la gestión de proyectos complejos. Finalmente, su capacidad de integración con otras plataformas y herramientas facilita la difusión y el uso del producto de apoyo paramétrico. En conjunto, estas ventajas hacen que MadeWithTech sea una opción atractiva para proyectos de este tipo.

5. Desarrollo del proyecto

El desarrollo de prototipos para productos de apoyo es una tarea crucial para mejorar la calidad de vida de personas con necesidades especiales. En este contexto, la impresión 3D y el diseño paramétrico se han convertido en herramientas valiosas para crear productos personalizados que cumplan con las necesidades específicas de cada usuario.

En este sentido, proporcionar un prototipo impreso en 3D, es un excelente ejemplo de cómo la tecnología puede ser utilizada para mejorar la vida de los niños con necesidades especiales. En este proyecto, se ha colaborado con un centro de niños con necesidades especiales y se ha diseñado específicamente para una clase de niños de entre 5 y 7 años.

El proyecto parte de la búsqueda de relaciones para poder realizar una colaboración donde el alumno y la institución u organización tenga intereses comunes o afines para comenzar un nuevo proyecto. Particularmente, la búsqueda de esta relación se realizó a través del ayuntamiento de Coslada, donde ellos mismos realizaron un cuestionario para conocer los intereses y necesidades de ambas partes, para poder realizar una puesta en común y conocer qué proyectos podían salir adelante. Especialmente, se propuso a través de las coordinadoras del centro de educación especial Guadarrama la creación de productos de apoyo para el centro, debido a que las fisioterapeutas a menudo necesitaban adaptar objetos y crear prototipos con materiales que ellas mismas tenían en el centro y en ocasiones este proceso les resultaba complejo y falto de recursos o materiales.

La primera reunión entre las organizaciones y alumnos se realizó para conocer los posibles proyectos y las necesidades que habían surgido y para conocer las organizaciones. En este tipo de metodología participan organizaciones e instituciones que cuentan con usuarios con discapacidad o que tienen algún tipo de minusvalía.

En función de mis intereses personales, las necesidades que comentaba el colegio de educación especial Guadarrama junto con Rosa Parks se ajustaba a la metodología y diseño que me interesaba. Ambas entidades proponían la creación de productos de apoyo debido a diferentes circunstancias.

Briefing del proyecto

Fecha: desde el 15 de diciembre de 2022- 25 de mayo de 2023

Resumen del Proyecto:

El objetivo principal de este proyecto es diseñar y fabricar una rejilla paramétrica digitalmente diseñada e impresa en 3D para niños con movilidad reducida. Este proyecto se llevará a cabo como parte de una iniciativa de aprendizaje y servicio en colaboración con el Colegio de Educación Especial Guadarrama.

El colegio de educación especial Guadarrama se dedica a brindar una educación inclusiva y de calidad a niños con diversas discapacidades, incluidas aquellas que afectan su movilidad. Actualmente, hay una necesidad de desarrollar soluciones personalizadas que ayuden a estos niños a mejorar su autonomía y movilidad y necesitan de objetos de apoyo para actividades diarias que realizan en el aula.

Para abordar esta necesidad, el proyecto se centrará en diseñar y fabricar una rejilla paramétrica impresa en 3D. Esta rejilla servirá como una ayuda ergonómica y funcional que permitirá a los niños con movilidad reducida realizar actividades de comunicación de manera efectiva. El trabajo de comunicación lo realizan con un comunicador, una tablet táctil que posee un programa que define un tablero con palabras, verbos, personas... que utilizan para construir frases y trabajar el desarrollo cognitivo y físico mediante el trabajo móvil de la muñeca para pulsar los botones.

La primera fase del proyecto implica una investigación exhaustiva para comprender las necesidades y requerimientos específicos de los niños. Se trabaja en estrecha colaboración con terapeutas ocupacionales y especialistas en movilidad reducida del centro para recopilar información valiosa y orientación. Esto ayuda a diseñar una rejilla que se ajuste de manera óptima a las características y limitaciones individuales de cada niño.

Una vez completada la fase de investigación, se avanzará en el desarrollo del diseño y ajuste paramétrico de la rejilla. Se utilizarán técnicas de modelado y diseño paramétrico para crear un modelo personalizable y ajustable a los valores requeridos. Esto nos permitirá ajustar la rejilla según las necesidades específicas de cada niño, considerando factores como la altura, el ancho, la posición y otros elementos ergonómicos.

Una vez finalizado el diseño paramétrico, procederemos a la impresión en 3D de las rejillas personalizadas para cada niño. Utilizaremos una impresora 3D de calidad y materiales plásticos para garantizar la resistencia de las rejillas.

Durante esta fase, se entregará a los terapeutas ocupacionales y los especialistas para obtener retroalimentación y mejorar el producto diseñado, para garantizar que el diseño de la rejilla cumpla con los estándares de funcionalidad requeridos. Observaremos cómo interactúan los niños con las rejillas y recopilaremos comentarios para futuras mejoras y ajustes.

Finalmente, instalaremos las rejillas impresas en 3D en el colegio de educación especial Guadarrama y se publicará el diseño en una plataforma online donde cualquier usuario podrá adaptar su modelo en base a las medidas que requiera y podrá generar un archivo STL para que pueda realizar su fabricación.

En respuesta, este proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los niños con movilidad reducida al proporcionarles una herramienta diseñada específicamente para sus necesidades individuales. Además, el conocimiento y la experiencia adquiridos en este proyecto sentarán las bases para futuras iniciativas de diseño inclusivo y colaborativo.

El proyecto se llevará a cabo en un plazo de 4 meses.

Investigación y diseño preliminar (Semana 1-4):

- a. Realizar una investigación exhaustiva sobre las necesidades y requerimientos específicos de los niños con movilidad reducida.
- b. Consultar a expertos en terapia ocupacional y especialistas en movilidad reducida para recopilar información y orientación.
- c. Diseñar de manera preliminar el modelo paramétrico de la rejilla utilizando OpenScad.

Desarrollo del diseño y ajuste paramétrico (Semana 4-8):

- a. Refinar y ajustar el diseño paramétrico de la rejilla en base a los datos y la retroalimentación recopilada de los expertos y terapeutas.
- b. Establecer una metodología para personalizar la rejilla según las necesidades individuales de cada niño.

Impresión en 3D y producción (Semana 8-12):

- Preparar los modelos de diseño para la impresión en 3D, teniendo en cuenta los materiales adecuados y la durabilidad requerida.
- Utilizar una impresora 3D de calidad para fabricar las rejillas.
- Realizar pruebas de calidad para garantizar que las rejillas impresas cumplan con los estándares de calidad establecidos.

Pruebas y evaluación en el colegio Guadarrama (Semana 12-16):

- Entregar las rejillas a los terapeutas ocupacionales y los especialistas para obtener retroalimentación y mejorar el producto diseñado.
- Instalar las rejillas impresas en 3D en el colegio de educación especial Guadarrama.
- Publicar el diseño en una plataforma online donde cualquier usuario podrá adaptar su modelo en base a las medidas que requiera.

CALENDARIO Y DESARROLLO DEL PROYECTO 2023



5.1 Primeras pruebas

El desarrollo del proyecto comenzó realizando una investigación exhaustiva sobre las necesidades de los niños en el centro. Se estableció que los niños tenían dificultades para navegar por la pantalla táctil de la tablet y existían dificultades para seleccionar los botones del programa, los movimientos se realizaban con la parte exterior de la mano o se utilizaban varios dedos para seleccionar o

establecer el vocabulario. Para solucionar estos problemas, se definió crear una rejilla impresa en 3D que se adaptara a la pantalla de la tablet y se ajustara al tamaño de cada tablero creado en la tablet de cada niño.

El desarrollo del proyecto se ha realizado en estrecha colaboración con los profesores, educadores, fisioterapeutas y el personal del centro para probar y conseguir el mayor rendimiento del diseño de los prototipos.

Para conocer las propuestas y las necesidades que los propios centros habían detectado, se realizó una primera visita en enero de 2023 para conocer las instalaciones y las diferentes aulas de las cuales habían detectado que se podría ofrecer un diseño que resolviera los problemas de cada una. En esta primera visita se mostró gracias a la participación de algunos de los alumnos, los problemas que habían planteado y cómo realmente afectaba, por ejemplo, se mostró cómo un alumno tenía dificultades para utilizar el ratón del ordenador, o las dificultades que presentaba cuando intentaba escribir en el cuaderno. Después de esta visita, tuvimos una reunión con el colegio de educación especial Rosa Parks, de manera telemática, en ella nos definieron las necesidades que habían detectado resultando común alguno de ellos como un sistema que sujetara la cadera al sentarse para corregir la postura.

Tras analizar los proyectos, el proyecto que ofreció el colegio Guadarrama se ajustaba más a mis intereses personales ya que quería seguir una metodología que utilizara el diseño paramétrico y el modelado por parámetros para conseguir realizar un producto lo más universal posible y así conseguir, de esa manera, que cualquier usuario pudiera adaptar el producto a sus necesidades.

Figura 6:
Planos propios, medidas reales del comunicador y la funda.

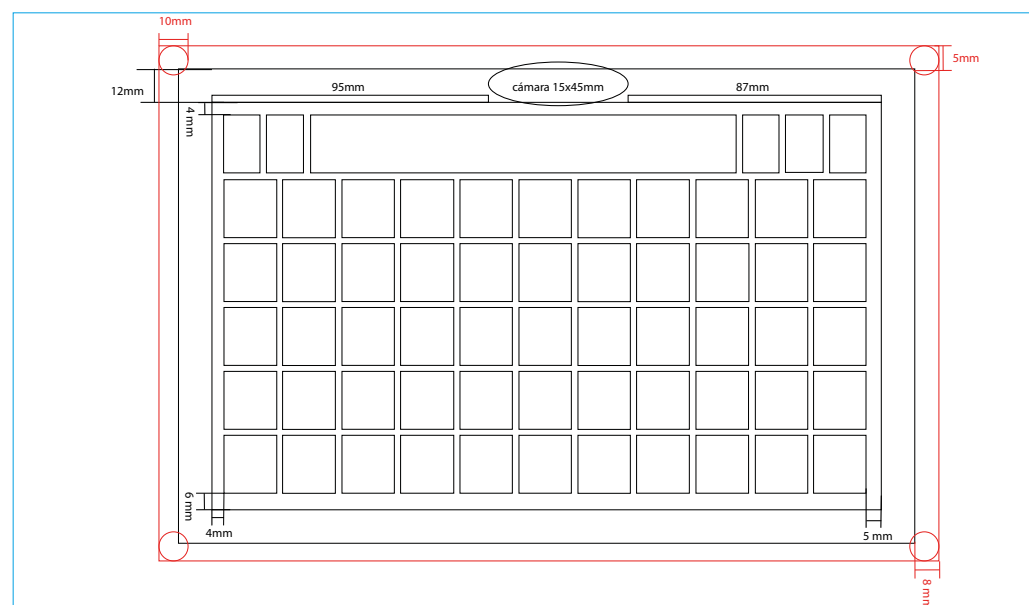


Figura 7:
Fotografía propia, análisis del uso del comunicador.



Figura 8:
Fotografía propia, detalle del tablero del comunicador.



El diseño tenía la obligación de realizar una separación física entre los botones de la pantalla táctil para así obligar el empleo de la movilidad de la muñeca. Apoyar el sistema de uso de los comunicadores, gracias a limitar las celdas entre ellas, supone también un apoyo al trabajo fisioterapéutico que realizan los niños en el centro, ya que muchos de ellos no consiguen realizar los movimientos de la muñeca y algunos de ellos tienen asociado el pulsar de manera equivocada o emplean la parte trasera de la mano consiguiendo así, que el trabajo de comunicación no sea efectivo o eficiente ya que cometen más errores. También ese proceso ejercita el movimiento completo de la mano junto con los dedos para fortalecer y apoyar al trabajo psicomotriz del aula.

Figura 9:

Fotografía propia, análisis del sistema de protección del comunicador.



El diseño paramétrico en 3D de la rejilla permite una personalización completa y una adaptación precisa a las necesidades individuales de los niños en la clase. El uso del software de diseño paramétrico permite una rápida iteración y modificación del diseño para ajustarlo a las necesidades individuales de cada niño, lo que a su vez aumenta la eficacia de la rejilla. Además, la impresión 3D permite la producción rápida y económica de las rejillas personalizadas para cada niño, lo que significa que se pueden producir varias versiones de la rejilla para probarlas y ajustarlas según las necesidades específicas de cada niño o de cada nivel, ya que en el centro el número de filas y columnas varía en función del nivel en el cual se encuentra el niño. El uso de PLA como material de impresión tiene varias ventajas en este proyecto, el PLA es un material biodegradable y no tóxico, lo que lo hace seguro para su uso en un ambiente escolar y en contacto con los niños. También es fácil de imprimir y tiene una buena calidad de impresión, lo que permite una producción rápida y precisa.

El diseño resultante para el proyecto, se definió después de una serie de bocetos y pruebas digitales que se muestran en el Anexo 1, y pruebas físicas que se muestran a continuación y de manera más detallada en el Anexo 2. Tras definir las pruebas y conocer las medidas, se definió el sistema de fijación con el que iba a contar la rejilla. Para esto, se establecieron cuatro círculos dado que los bordes internos de la funda eran redondos, y los círculos se unieron mediante un modificador hull. La sujeción se realiza gracias a la capa superior de plástico de la funda, que se ajusta con presión a la parte de silicona y encierra la tablet. Para ello, era necesario que la parte más externa fuera lo más fina posible pero que mantuviera la suficiente firmeza para que aguantara la presión y que no ceda al movimiento.

Figura 11:

Fotografía propia, prueba y análisis del sistema de sujeción del comunicador.



Para crear más sujeción, se definió otra capa superior en la cual se ajusta al borde interno de la capa de la funda de plástico la cual sujeta y da firmeza al conjunto de filas y columnas que crean la división de los botones. Para comprobar la utilidad, se imprimieron cuatro pequeños prototipos de las esquinas para comprobar si la

el comunicador. Dentro de esta parte del proceso surgieron diferentes errores, no solo de tamaño, si no de impresión dado por una mala calibración de la impresora.

5.3 Resultados

Finalmente, tras la realización de 5 pruebas diferentes, conseguí adaptar la rejilla

Figura 13:
Fotografía propia, primer prototipo entregado para su testeo.



al comunicador. Este primer prototipo se hizo entrega al colegio para realizar unos pequeños testeos y así tener un feedback y realizar los cambios necesarios y que se requerían para conseguir un producto fiel y útil.

El prototipo se testeó durante una semana y se pusieron en contacto para comentar los cambios que se sugerían:

-Reducir los bordes unos milímetros y conseguir más amplitud en el eje

Figura 14: Longitudinal.

Fotografía propia, prototipo inicial y final, detalle de la cámara.



-Modificar el tamaño de la cámara, ampliar el espacio visual.

-Reducir el borde inferior y desplazar las divisiones horizontales hacia abajo.

Una parte fundamental de este prototipo final fue la definición de la altura de las rejillas para definir una separación que fuera suficientemente alta para pulsar y limitar cada botón. El primer prototipo comenzó con una altura de un milímetro y medio, mientras que este prototipo final tiene una altura de dos milímetros y medio, una altura suficiente y que no varía excesivamente el tiempo de impresión

Figura 15:

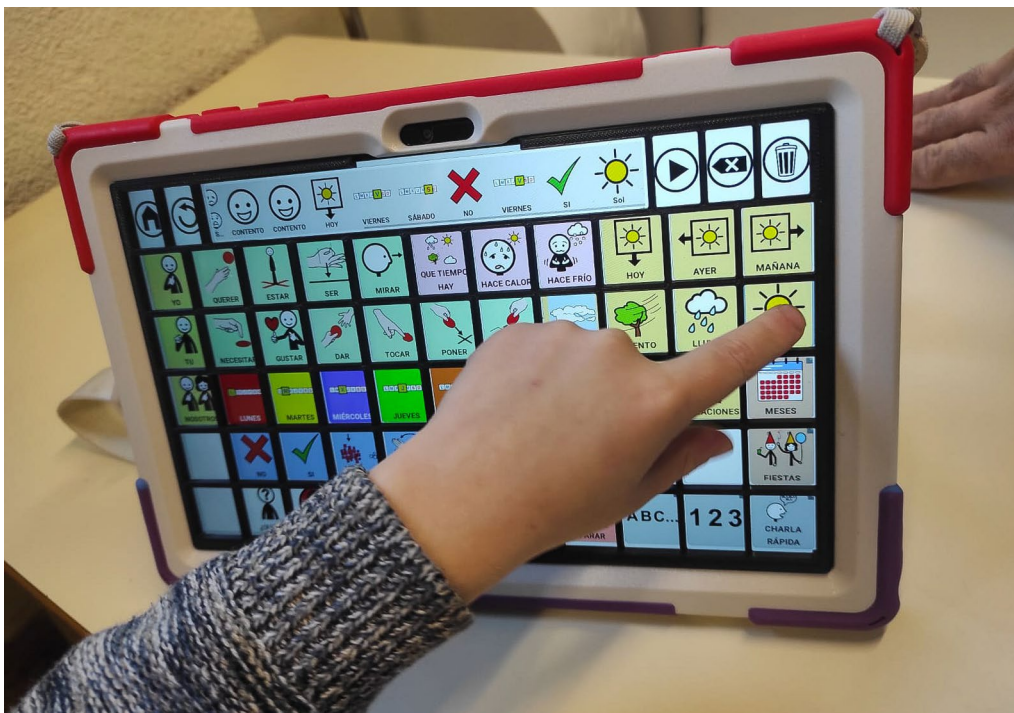
ya que es un aspecto importante de mantener. Cada pieza tarda aproximadamente



tres horas en imprimir.

Figura 17:

Fotografía propia, objeto final empleado en el aula.



Tras las modificaciones, el 16 de mayo de 2023 se entregó el prototipo final junto con cuatro copias más para su uso definitivo en el centro.

El diseño paramétrico en 3D utilizado en este proyecto permite la personalización de la rejilla para adaptarse a las necesidades específicas de los niños que utilizarán el dispositivo. Esta personalización se logra mediante la modificación de los parámetros del diseño para crear una rejilla que se adapte a las dimensiones y la colocación de los botones del programa. De esta manera, se puede garantizar que los niños puedan interactuar de manera más efectiva y precisa con el programa.

Una vez que se ha completado el diseño paramétrico, se procede a la impresión en 3D de la rejilla utilizando PLA. La elección del material PLA se debe a su bajo costo y facilidad de uso, además de ser un material biodegradable. La impresión en 3D permite crear una rejilla con una alta precisión y calidad de impresión, lo que es importante para garantizar que la rejilla se ajuste adecuadamente al programa de apoyo a la expresión y cumpla su función correctamente. Además, todo el proceso de impresión se ha llevado a cabo con una impresora Ultimaker lo que significa un ahorro considerable de tiempo debido a sus bajos tiempos de impresión.

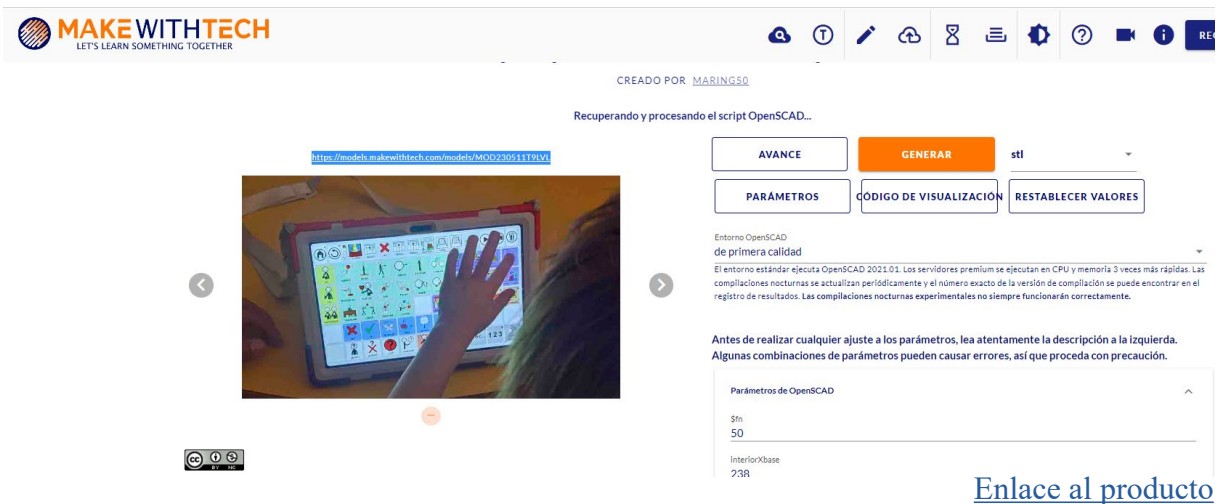
El postprocesado es el proceso que se realiza después de imprimir una pieza en 3D. Es un paso importante para garantizar que la pieza impresa cumpla con las especificaciones y requerimientos deseados. Uno de los beneficios de este

diseño es que no requiere realizar ningún tipo de postprocesado ya que la pieza sale impecable.

Finalmente, el producto final se publica en un repositorio de modelos paramétricos online, MadeWithTech, una página gratuita, donde se puede ajustar y modificar los parámetros de manera que cada usuario puede definir, según sus necesidades personales, las medidas necesarias para crear su objeto de apoyo. Este repositorio es totalmente gratuito y es público para aquellos usuarios que necesiten generar

Figura 18:

Fotografía de un propio objeto digital publicado en MadeWithTech



este tipo de servicio.

El desarrollo del prototipo es un ejemplo claro de cómo la tecnología 3D puede ser utilizada para crear productos de apoyo personalizados y accesibles para personas con necesidades especiales. La rejilla diseñada en este proyecto se inspira en la necesidad de crear un dispositivo que permita a los niños con necesidades especiales pulsar mejor los botones de un programa utilizado para el apoyo de la expresión y comunicación.

6. Conclusiones y trabajo futuro

6.1 Conclusiones generales del proyecto

El diseño es una disciplina que tiene una gran importancia social, ya que se encarga de crear productos y servicios que tienen un impacto directo en la vida de las personas. El diseño no solo se limita a la creación de objetos estéticamente atractivos, sino que también busca soluciones prácticas y funcionales para las necesidades reales de la sociedad.

Una de las principales contribuciones del diseño a la sociedad es la mejora de la calidad de vida de las personas. A través del diseño de productos ergonómicos y accesibles, se busca facilitar el día a día de las personas y mejorar su bienestar. Además, el diseño también puede contribuir a la resolución de problemas sociales y medioambientales, como la falta de accesibilidad, la contaminación o la escasez de recursos. El diseño promueve la experimentación y la exploración de nuevas formas de pensar y crear, lo que puede llevar a la creación de soluciones innovadoras.

El diseño tiene un impacto económico y cultural importante en la sociedad. Este proyecto demuestra cómo la tecnología de impresión 3D y la parametrización pueden ser herramientas útiles para alcanzar un cambio social y ambiental. Este proyecto ha puesto de manifiesto la importancia del diseño en la creación de productos funcionales y útiles para la sociedad. El desarrollo de soluciones prácticas y sostenibles se hace cada vez más necesario en un mundo en constante evolución y en el que las necesidades cambian constantemente. El diseño de productos y servicios puede contribuir al desarrollo económico de las empresas y a la generación de empleo. La parametrización del comunicador lo hace más accesible y adaptable a diferentes usuarios y necesidades, lo que puede mejorar la accesibilidad y la inclusión de personas con discapacidades o necesidades especiales.

En términos de impacto social, el diseño de este proyecto puede ser especialmente relevante en contextos de emergencia o crisis, como en situaciones de desastres naturales o conflictos armados. En estos casos, la producción local y rápida de herramientas y dispositivos es fundamental para atender a las necesidades de la población afectada.

La utilización de la impresión 3D y la parametrización ha permitido crear un producto altamente adaptable y personalizable, que puede ser ajustado a diferentes tamaños en función de las necesidades de cada usuario. La utilización de la impresión 3D y la parametrización ha demostrado ser una herramienta muy valiosa en el proceso de diseño, ya que permite una mayor flexibilidad y adaptabilidad en la producción de productos a medida. La implementación de esta tecnología puede ser una alternativa viable para la creación de productos personalizados en diferentes sectores.

Sin embargo, también es importante tener en cuenta las limitaciones que existen en estos procesos, como la necesidad de software y maquinaria costosos y la complejidad del proceso de diseño paramétrico.

La colaboración con colegios de necesidades especiales ha sido esencial para garantizar que el producto de apoyo sea efectivo y cumpla con las necesidades específicas de los usuarios. Además, es importante tener en cuenta las limitaciones y desafíos que pueden presentarse en este tipo de colaboración, como las limitaciones de comunicación, accesibilidad y recursos. El proyecto ha sido una excelente manera de aplicar la impresión 3D en proyectos de impacto social y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad. Además, la formación y educación continua en el uso de software y tecnologías relacionadas con la impresión 3D y el diseño paramétrico son fundamentales para mejorar la calidad y eficiencia en el desarrollo de proyectos.

Gracias al proyecto, se ha podido trabajar en estrecha colaboración con terapeutas ocupacionales y otros profesionales para asegurarse de que los objetos de apoyo sean efectivos y adecuados para las necesidades de los estudiantes.

Para el desarrollo ha sido fundamental recibir los comentarios y sugerencias de mejora de los profesionales para el prototipo, y con ello, se ha publicado el proyecto para que cualquier usuario sea capaz de desarrollar una versión final de la rejilla que sea efectiva y útil para sus necesidades particulares. El proyecto tiene el potencial de mejorar significativamente la experiencia de los niños con necesidades especiales en el centro proporcionando un soporte de gran importancia para los niños en su camino hacia la comunicación y la expresión. Finalmente, los niños han demostrado una mayor facilidad para navegar por la pantalla táctil de la tablet y seleccionar los botones del programa.

6.2 Limitaciones y posibles mejoras

Las limitaciones en el diseño paramétrico en 3D son variadas y pueden afectar diferentes aspectos del proyecto. En primer lugar, una de las limitaciones más evidentes es la necesidad de utilizar un software específico y avanzado para llevar a cabo el diseño paramétrico en 3D. Este software puede ser costoso y difícil de aprender para algunos usuarios, lo que limita su acceso y uso en proyectos de menor envergadura.

La impresión 3D tiene limitaciones en cuanto al tamaño de los objetos que se pueden imprimir, lo que puede limitar la complejidad y el tamaño de los diseños paramétricos que se pueden crear. Esto ha supuesto que la rejilla no pudiera imprimirse en cualquier tipo de impresora, ya que su diseño se vería condicionado ya que habría que realizar una impresión por partes o piezas.

La impresión 3D puede tener un cierto margen de error en la precisión de los objetos impresos, lo que puede afectar a su funcionalidad y requerir ajustes adicionales para garantizar su precisión, sobre todo en proyectos como este dado que nos ajustamos a medidas muy pequeñas que requieren mayor exactitud.

El proceso de diseño paramétrico en 3D también puede ser complejo y requerir un tiempo significativo para realizarse, lo que puede retrasar el tiempo de entrega del proyecto y afectar a los plazos previstos. El diseño paramétrico en 3D también puede ser costoso debido a los costos de maquinaria, lo que puede afectar al presupuesto del proyecto y requerir una planificación financiera adicional.

Por otra parte, la colaboración con colegios de necesidades especiales también puede presentar diferentes limitaciones. Una de estas limitaciones puede ser en cuanto a la comunicación, ya que puede ser difícil establecer una comunicación efectiva y asegurar que todas las partes involucradas entiendan y estén alineadas con los objetivos del proyecto.

Asimismo, los colegios de necesidades especiales pueden tener limitaciones en cuanto a la accesibilidad física y tecnológica, lo que puede dificultar que el proyecto y los objetos de apoyo sean accesibles para todos los estudiantes involucrados. Otra limitación incluye la privacidad de los estudiantes, ya que puede resultar un proceso complejo conseguir la autorización de los padres o tutores para el empleo de imágenes y videos para investigación o análisis.

A pesar de estas limitaciones, el diseño paramétrico en 3D sigue siendo una herramienta valiosa y poderosa para la creación de productos de apoyo. Al abordar estas limitaciones, los diseñadores pueden encontrar soluciones creativas y trabajar en colaboración con otras partes involucradas para superar los desafíos.

En cuanto a la limitación del costo, los diseñadores pueden buscar alternativas más económicas al software y la maquinaria, como la utilización de herramientas de diseño de código abierto o software libre como el empleado en este proyecto, y la colaboración con laboratorios de impresión 3D en la comunidad. También pueden buscar financiamiento a través de subvenciones y programas de apoyo para proyectos de necesidades especiales.

Al abordar estas limitaciones de manera creativa y colaborativa, los diseñadores pueden crear soluciones innovadoras y accesibles que mejoren significativamente la calidad de vida de las personas con necesidades especiales.

6.3 Propuestas de trabajo futuro

Una posible propuesta de trabajo futuro para este proyecto sería desarrollar aún más la tecnología de impresión 3D y la parametrización de los productos para que sean aún más precisos y adaptables a las necesidades de los usuarios. Esto podría implicar la colaboración con ingenieros y diseñadores para desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes.

Otra propuesta sería trabajar en la difusión del proyecto a nivel mundial, con el objetivo de llegar a la mayor cantidad posible de usuarios con necesidades especiales. Esto podría implicar la colaboración con organizaciones y grupos en todo el mundo para hacer que los productos sean accesibles en diferentes idiomas y culturas.

También se podría trabajar en el desarrollo de herramientas y recursos para que los usuarios puedan crear y personalizar sus propios productos de apoyo. Esto podría incluir tutoriales en línea y herramientas de diseño fáciles de usar para que los usuarios puedan adaptar los productos a sus propias necesidades.

Otra posible propuesta de trabajo futuro para este proyecto podría ser la colaboración con centros de atención y organizaciones que trabajen con personas con necesidades especiales, para identificar las necesidades más urgentes y específicas de los usuarios. Esto podría ayudar a enfocar los esfuerzos en los productos de apoyo que tienen un mayor impacto en la vida de las personas y hacer que los recursos sean más efectivos.

Además, el desarrollo de materiales de alta calidad para la impresión 3D podría ser un enfoque importante en el futuro del proyecto. Si bien la impresión 3D ha avanzado significativamente en términos de precisión y accesibilidad, todavía hay limitaciones en cuanto a la variedad de materiales que se pueden utilizar. La investigación y el desarrollo de nuevos materiales que sean seguros, económicos y adecuados para productos de apoyo personalizados podría ser un área prometedora para explorar.

Otro aspecto importante a considerar en el futuro del proyecto es la seguridad y la calidad de los productos de apoyo personalizados. Asegurar que los productos sean seguros y de alta calidad es fundamental para garantizar la satisfacción del usuario y evitar posibles riesgos de seguridad. Por lo tanto, desarrollar estándares y protocolos para garantizar la calidad y la seguridad de los productos de apoyo personalizados puede ser un área clave de enfoque en el futuro.

También sería interesante explorar la posibilidad de colaborar con empresas y marcas de renombre para producir productos de apoyo personalizados. Si bien el objetivo principal del proyecto es hacer que los productos sean accesibles y económicos, también existe la oportunidad de trabajar con empresas para crear productos de alta calidad que sean aún más atractivos para los usuarios.

Finalmente, el proyecto podría centrarse en expandir su alcance a otras áreas de la atención médica y la terapia. La impresión 3D y la parametrización de los productos también se pueden utilizar para crear herramientas y dispositivos personalizados para la fisioterapia y la rehabilitación, por ejemplo. Al explorar estas áreas, el proyecto podría tener un impacto aún mayor en la vida de las personas con necesidades especiales y ser una herramienta útil para los profesionales de la salud y los terapeutas.

En definitiva, este proyecto tiene un gran potencial para mejorar la calidad de vida de muchas personas con necesidades especiales. Con la impresión 3D y la parametrización de los productos, se pueden crear productos personalizados y precisos a bajo costo y con una gran accesibilidad. Trabajar en la difusión del proyecto y en el desarrollo de herramientas y recursos para los usuarios es fundamental para que los productos sean accesibles para el mayor número posible de personas.

7. Bibliografía

|RedSocial RedEduca. (s. f.). <https://redsocal.rededuca.net/aprender-aportar-aps>

Abax3d. (2021). *La impresión 3D en comunicación: una herramienta valiosa para empresas*. Abax Innovation Technologies. <https://abax3dtech.com/2020/03/19/la-impresion-3d-en-comunicacion/>

Accessibilitas. (2022, 23 febrero). *Diseños 3D - Accessibilitas*. <https://accessibilitas.es/disenos-3d/>

Admin, & Admin. (2021). *Premio ApS en Infantil y Primaria | RedApS*. RedApS | Red Española de Aprendizaje-Servicio. <https://www.aprendizajeservicio.net/premio-aps-infantil-primaria>

Adeva, R. (2023, 9 marzo). Todo lo que debes saber sobre la impresión 3D y sus utilidades. *ADSLZone*. <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/impresion-3d/#:~:text=La%20impresi%C3%B3n%203D%20es%20un,partir%20de%20un%20modelo%20digital.>

Afrasiabi, M., Lüthi, C., Bambach, M., & Wegener, K. (2021). *Multi-Resolution SPH Simulation of a Laser Powder Bed Fusion Additive Manufacturing Process*. *Applied sciences*, 11(7), 2962. <https://doi.org/10.3390/app11072962>

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2023, 1 de marzo). *Real Decreto 193/2023, por el que se establecen las bases reguladoras del Programa de Diseño Social*. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 69, pp. 42707 a 42725. Recuperado de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-7417

All3DP. (2022). *Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D*. All3DP. <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>

American Speech-Language-Hearing Association. (s. f.). *Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación*. <https://www.asha.org/public/speech/spanish/los-sistemas-aumentativos-y-alternativos-de-comunicacion/>

Amundarain, A. L. (2021). *El diseño paramétrico como herramienta creativa en diseño de producto*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8060127>

Anabel. (s. f.). *Los 4 pilares de la educación* – Jacques Delors. <https://virgulablog.es/programacion-didactica/elementos-de-la-programacion-didactica/metodologia/los-4-pilares-de-la-educacion-jacques-delors/#:~:text=En%201996%2C%20se%20public%C3%B3%20el,juntos%20y%20aprender%20a%20ser>

Anderson, C. (2013). *Makers: La nueva revolución industrial. Nuevos Paradigmas: Una Mirada.*

Aprendizaje basado en proyectos. (2021, 6 mayo). *Kit de Pedagogía y TIC.* <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/pedagogic/aprendizaje-basado-proyectos/>

Aprendizaje por Servicio : *Programa Actívate I.E.S. Ágora.* (s. f.). Programa Actívate I.E.S. Ágora. <https://programa-activate-i-e-s-agora.webnode.es/aprendizaje-por-servicio/>

Aprendizaje servicio. (s. f.). *SGCTIE | Ministerio de Educación y Formación Profesional.* <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/sgctie/educacion-para-sostenibilidad/rec-aps.html>

Asana, T. (2022, 5 diciembre). *Guía para la gestión integrada de proyectos [2022]* • Asana. Asana. <https://asana.com/es/resources/project-integration-management>

Ayudas para Todos 3D. (s. f.). *productos impresos en 3d para ayudar en el agarre o sostener elementos* - Ayudas para Todos 3D. <https://ayudasparatodos3d.com/index.php/product-tag/productos-impresos-en-3d-para-ayudar-en-el-agarre-o-sostener-elementos/>

Bárbara, L. . (s. f.). *Oliber.* <https://revistaschilenas.uchile.cl/handle/2250/168783>

Berman, B. (2012). *3-D printing: The new industrial revolution.* Business Horizons, 55(2), 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2011.11.003>

Bertomeu, P. F. (2008). *La formación en la solidaridad y la convivencia a través de la participación activa: Un estudio de casos de un proyecto de aprendizaje y servicio solidario.* Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3903468>

Bonjorn, S. (2023, 10 mayo). *Impresión 3D: Presente y Futuro* | Datech. Datech. <https://www.datech.es/software/impresion-3d-presente-y-futuro/>

C, L. (2018). *Implementación de la impresión 3D en la educación ¿una necesidad?* 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-en-la-educacion-290820182/>

Campo Cano, L. (s. f.). *Aprendizaje servicio y educación superior Una rúbrica para evaluar la calidad de proyectos* [Tesis Doctoral]. Universitat de Barcelona.

Carlos, J. (2019, 29 julio). *Timothy Jacob Jensen, un artista del diseño universal* - Gentleman MX. Gentleman MX. <https://www.gentleman.excelsior.com.mx/timothy-jacob-jensen-un-artista-del-diseno-universal/>

Centros de Recuperación de Personas con Discapacidad Física (CRMF) - *Instituto de Mayores y Servicios Sociales*. (s. f.). Instituto de Mayores y Servicios Sociales. <https://imserso.es/centros/centros-de-recuperacion-personas-discapacidad-fisica-crmf>

CLAUDIASTUDIO1. (2013, 2 septiembre). *A LEER EN EL DISPENSARIO DE 5 MINUTOS* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Hn8DSMi7-0U>

Center for Learning Innovation and Knowledge - Metodología Aprendizaje Servicio (ApS). (s. f.). CLIK - Center for Learning Innovation and Knowledge. <https://www.upf.edu/es/web/clik/metodologies-docents-aps>

Contributors to Wikimedia projects. (2023). *OpenSCAD User Manual*. Wikibooks, open books for an open world. https://en.wikibooks.org/wiki/OpenSCAD_User_Manual

Colaboradores de Wikipedia. (2021). *Diseño paramétrico*. *Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_param%C3%A9trico

Corresponsables. (2017, 11 mayo). *DISEÑO UNIVERSAL O DISEÑO PARA TODOS*. Corresponsables.com España. <https://www.corresponsables.com/content/dise%C3%B1o-universal-o-dise%C3%B1o-para-todos>

De Barcelona, U.-. U. A. (s. f.). *Aprendizaje Servicio (ApS)* - Fundació Autònoma Solidària - UAB Barcelona. <https://www.uab.cat/web/cooperacion-epjg/aprendizaje-servicio-aps-1345780035414.html>

De La Fuente Robles, Y. M. (2014, 30 junio). *La Accesibilidad Universal y el Diseño para todos desde la perspectiva de género*. <https://www.cedid.es/redis/index.php/redis/article/view/107>

Delors, J. (1996.), *Los cuatro pilares de la educación” en La educación encierra un tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI.pp. 91-103 Recuperado de https://uom.uib.cat/digitalAssets/221/221918_9.pdf

Diseño e impresión 3D para productos de apoyo. III edición - UBUAbierta - | Universidad de Burgos. (s. f.). <https://www.ubu.es/te-interesa/disenio-e-impresion-3d-para-productos-de-apoyo-iii-edicion-ubuabierta>

Diseño Social. (s.f.). *En Diseño Social*. Recuperado de <https://disenosocial.org/disenio-social-concepto/>

Dynamo Studio | Computational BIM Design Software | Autodesk. (s. f.). <https://www.autodesk.com/products/dynamo-studio/overview>

Ecodiseño: Diseño de Productos-Servicios Sostenibles | Cámara de España. (s. f.). Cámara de España. <https://www.camara.es/innovacion-y-competitividad/como-innovar/disenio-sostenible>

Ena, N. V. (2020). *Omtänksam es la nuevo colección de Ikea creada para hacernos la vida más fácil (y cómoda) a todos*. Decoesfera. <https://decoracion.tendencias.com/varios/omtanksam-nuevo-coleccion-ikea-creada-para-hacernos-vida-facil-comoda-a-todos>

Engel, J. (2023, 10 enero). *Historia Del Diseño Universal*. <https://homedesignsforlife.com/historia-del-disenio-universal/>

Escamilla, O. (2020). *Campaña destacada: ThisAbles, el proyecto de IKEA para hacer sus muebles más accesibles*. Revista Merca2.0. <https://www.merca20.com/campana-destacada-thisables-el-proyecto-de-ikea-para-hacer-sus-muebles-mas-accesibles/>

Escuela de Valores del Grupo Asegurador La Segunda. (2014, 7 enero). *E20 Centro de Integración y Desarrollo - Quilmes, Buenos Aires* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9DMCSdFn53o>

Espacio de Innovación, Escuela de Ingenierías UPF y Departamento TIC - Aprendizaje Basado en Problemas// Aprendizaje Basado en Proyectos. (s. f.). Espacio de Innovación, Escuela de Ingenierías UPF y Departamento TIC. <https://www.upf.edu/es/web/usquid-etic/abp>

Estilografica. (s. f.). *El aprendizaje-servicio (APS) como metodología en el ámbito educativo.* Congreso Internacional Nodos del Conocimiento 2020. <https://2020.nodos.org/ponencia/el-aprendizaje-servicio-aps-como-metodologia-en-el-ambito-educativo/>

Fernando Alonso López. (2016) *La Accesibilidad En Evolución: La Adaptación Persona-Entorno Y Su Aplicación Al Medio Residencial En España Y Europa.* Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.

Fundación Cepaim. (2020, 28 septiembre). *Sembrando el futuro* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=6UmVdXcX6EQ>

Fundación BBVA. (2005). *Análisis de los factores de exclusión social.* Fundación BBVA. Recuperado de https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/exclusion_social.pdf

FundaciónGesta. (2017, 7 julio). *Aprendizaje Servicio Colegio Química Gesta Fundación Marista* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=DFekbE-kXuo>

Fundación ONCE. (s.f.). *La Fundación ONCE e IKEA impulsan la integración sociolaboral de las personas con discapacidad.* Recuperado de <https://www.fundaciononce.es/es/noticia/la-fundacion-once-e-ikea-impulsan-la-integracion-sociolaboral-de-las-personas-con>

Galván, L. M. P. (2017). *El aprendizaje-servicio (APS) como estrategia para educar en ciudadanía.* <https://www.redalyc.org/journal/4677/467751871004/html/>

Garriga, J. (2023, 6 febrero). *Productos de apoyo en impresión 3D son cada vez más utilizados en la rehabilitación de personas con dependencia o discapacidad.* *Plena Identidad.* <http://plenaidentidad.com/productos-de-apoyo-en-impresion-3d/>

Grasshopper. (s. f.). *algorithmic modeling for Rhino.* <https://www.grasshopper3d.com/>

Greenough, J. (2015, 29 enero). *The 3D-Printer Industry Is Taking Shape, With Big Implications For Product Design, Manufacturing, And Marketing*. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com/3d-printers-could-create-a-new-marketplace-for-entrepreneurs-2015-1>

Gross, B., Bohnacker, H., Laub, J., & Lazzeroni, C. (2018). *Generative Design: Visualize, Program, and Create with JavaScript in p5.js*. Chronicle Books.

History of RMIT. (s. f.). RMIT University. <https://www.rmit.edu.au/about/our-heritage/history-of-rmit>

Homemade Weapons Just The Start Of 3D Printing's Potential Security Risks, Analyst Says. (s. f.). Scribd. <https://es.scribd.com/article/379791130/Homemade-Weapons-Just-The-Start-Of-3-D-Printing-s-Potential-Security-Risks-Analyst-Says>

Iglesias, J. (2015). *El papel de las marcas de moda en la construcción de la identidad personal*. [TESIS DOCTORAL]. Universitat Ramon Llull, Facultat de Comunicació y Relaciones Internacionales Blanquerna

Jordan, J. M. (2019). *3D Printing*. MIT Press.

Kolarevic, B. (2005). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Taylor & Francis Group.

M, A. (2021). *Banco de productos de apoyo impresos en 3D para mejorar la vida de personas discapacitadas*. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/banco-de-productos-de-apoyo-120120212/>

María, J. (2021). *ThisAbles, una campaña maravillosa de IKEA*. Comunicación a medida | com-à-porter. <https://www.comaporter.com/thisables-una-campana-maravillosa-de-ikea/>

Martín, M. T. (2012b). *Diseño para todos» en la investigación social sobre personas con discapacidad*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4051565>

Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030. (2022). *Estrategia Española sobre Discapacidad 2022-2030: Hacia una sociedad inclusiva y sostenible*. Recuperado de <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/derechos-sociales/discapacidad/docs/estrategia-espanola-discapacidad-2022-2030-def.pdf>

Meneses, N., Meneses, N., & Casalarreina, C. (2021, 15 julio). *ApS: alumnos comprometidos y listos para cambiar el mundo*. El País. <https://elpais.com/economia/formacion/2021-07-15/aps-alumnos-comprometidos-y-listos-para-cambiar-el-mundo.html>

Mercado, L. (2023, 20 febrero). *IKEA presenta el proyecto ganador de su iniciativa para mejorar el acceso de los jóvenes a la vivienda*. Libre Mercado. <https://www.libremercado.com/2023-02-20/ikea-presenta-el-proyecto-ganador-de-su-iniciativa-para-mejorar-el-acceso-de-los-jovenes-a-la-vivienda-6988336/>

MODELOS COLABORATIVOS-EXPERIENCIAS DE APS (PARLA). (2023, 9 marzo). Comunidad de Madrid. <https://www.comunidad.madrid/actividades/2021/iniciacion-aprendizaje-servicio-aps-valdemoro>

Nuestra postura: igualdad, inclusión y diversidad. (s. f.). IKEA. <https://www.ikea.com/es/es/this-is-ikea/work-with-us/igualdad-diversidad-e-inclusion-pub86a2cb59>

Oficina Municipal de Aprendizaje - Servicio - Aprendizaje-Servicio (ApS) - Ayuntamiento de Madrid. (s. f.). <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Educacion-y-empleo/Oficina-Municipal-de-Aprendizaje-Servicio/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=2315b18a26912610VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=4d9d31d3b28fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD&idCapitulo=10738766>

Oliber – Galería del Séptimo Encuentro. (s. f.). <http://galerias.bid-dimad.org/septimoencuentro/es/oliber/>

OMTÄNKSAM, una colección para darte más apoyo. (s. f.). IKEA. <https://www.ikea.com/es/es/new/la-coleccion-omtaenksam-pub86c66380>

Our heritage. (s. f.). RMIT University. <https://www.rmit.edu.au/about/our-heritage>

Papanek, V. (1988). *Diseñar para el mundo real*. Editorial Pol-len edicions.

Pamela. (2022). *¿Qué es el Diseño Universal? 7 principios, 8 objetivos*. Corporación Ciudad Accesible. <https://www.ciudadaccesible.cl/que-es-el-diseno-universal/>

Paula. (s. f.). <https://www.paulaeducacion.es/web/esp/formacion-rosaliarte.html>

Pinar, A. C. (s. f.). *Accesibilidad en puertas y pasillos*. <http://periodico.laciudadaccesible.com/portada/opinion-la-ciudad-accesible/item/3249-accesibilidad-en-puertas-y-pasillos>

Pottmann, H. (2007). *Architectural Geometry*.

Presentación del Proyecto. (s. f.). http://inventosyadaptacionescaseras.blogspot.com/2014/08/presentacion-del-proyecto_33.html

Prieto, F. P. (2019, 17 diciembre). *Curso «Aprendizaje-Servicio LZ Construyendo un proyecto ApS» – Aprendizaje-Servicio CEP Lanzarote*. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/apsceplanzarote/2019/12/17/curso-aprendizaje-servicio-lz-construyendo-un-proyecto-aps/>

Principios del Diseño Universal | Buenos Aires Ciudad - Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (s. f.). <https://buenosaires.gob.ar/copidis/accesibilidad/principios-del-diseno-universal>

Print3D Reimprimir la realidad. (s. f.). CaixaForum Madrid. https://caixaforum.org/es/madrid/p/print3d_a87247586

PRODUCTOS DE APOYO. (2019, 23 mayo). Asem Galicia. <http://www.asemgalicia.com/productos-de-apoyo/>

Propuestas de uso educativo de la impresión 3D. (2017, 28 abril). Impresión 3D y cultura maker. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/3d/impresion-3d/como-funciona/propuestas-de-uso-educativo-de-la-impresion-3d/>

¿Quiénes somos? - Fundación Universia. (s. f.). <https://www.fundacionuniversia.net/es/quienes-somos.html>

Randstad. (2023). *Tecnología en el trabajo | Randstad*. <https://www.randstad.es/tendencias360/como-influye-la-tecnologia-en-el-entorno-laboral/>

Rbatlle, & Rbatlle. (2023). *Guías y recursos prácticos | RedApS. RedApS | Red Española de Aprendizaje-Servicio*. https://www.aprendizajeservicio.net/guias-practicas/?id_shown=para_saber_mas

Resumen de contenidos: APS - Aprendizaje Servicio: UPV. (s. f.). <http://www.upv.es/contenidos/APS/info/1083615normalc.html>

RMIT University. (s.f.). *History of RMIT*. Recuperado de <https://www.rmit.edu.au/about/our-heritage/history-of-rmit>

Rodriguez, P. (2019). *ThisAbles es la nueva iniciativa de Ikea para mejorar el acceso de personas discapacitadas a los muebles*. Xataka Smart Home. <https://www.xatakahome.com/curiosidades/thisables-nueva-iniciativa-ikea-para-mejorar-acceso-personas-discapacitadas-a-muebles-hogar>

Romero, F. A. Á.-., & Vanwambeke, E. (2018). *Aportes del diseño industrial a la reinserción social y económica de personas ofensoras de la ley: el caso de un proceso de co-diseño llevado a cabo con mujeres de la Prisión de San Diego*, Cartagena de Indias (2021). Versión preliminar. utadeo. https://www.academia.edu/49055659/Aportes_del_dise%C3%B1o_industrial_a_la_reinserci%C3%B3n_social_y_econ%C3%B3mica_de_personas_ofensoras_de_la_ley_el_caso_de_un_proceso_de_co_dise%C3%B1o_llevado_a_cabo_con_mujeres_de_la_Prisi%C3%B3n_de_San_Diego_Cartagena_de_Indias_2021_Versi%C3%B3n_preliminar

Santiago Pardo, R. B. (2010). *Experiencia docente de adaptación al EEES: bases didácticas de la intervención logopédica (1997-2007)*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=131423>

Serrano, N. C. (2022, 9 diciembre). *Los 4 pilares de la educación de Jacques Delors*.. <https://eresmama.com/cuatro-pilares-educacion-jacques-delors/>

Shape the world we live in | CATIA – Dassault Systèmes. (s. f.). <https://www.3ds.com/products-services/catia/>

Soares, P. (2019). *Diseño inclusivo: la importancia de cambiar conceptos*. *E-goi*. <https://blog.e-goi.com/es/disenoinclusivo/>

Social, D. (2022). *Equipo de Emprendedoras e Innovadoras Sociales*. *EN+ Diseño Social*. <https://disenosocial.org/enpositivo/>

Social, D. (2023, 21 febrero). *¿Qué es “diseño social”?* *Innovación Social aplicada al diseño*. *EN+ Diseño Social*. <https://disenosocial.org/disenosocial-concepto/>

Tecnología de bajo coste · Justificación de la acción. (s. f.). <http://www.crmfalbacete.org/recursosbajocoste/default.asp>

Tecnologías de impresión 3D en la educación, fundamentos y ventajas de cada una. (s. f.). https://filament2print.com/es/blog/181_ventajas-tecnologias-impresion-3d.html

TEDx Talks. (2012, 6 mayo). *Mis alumnos y las calles del pueblo* | Miguel Ángel Risso Patrón | TEDxRíodelaPlata [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=2iWuWJkdgSk>

Telefe Córdoba. (2016a, diciembre 13). *ALUMNOS CREAN MESAS PARA DISCAPACITADOS* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=bBfpocG98k>

Telefe Córdoba. (2016b, diciembre 13). *ALUMNOS CREAN MESAS PARA DISCAPACITADOS* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=bBfpocG98k>

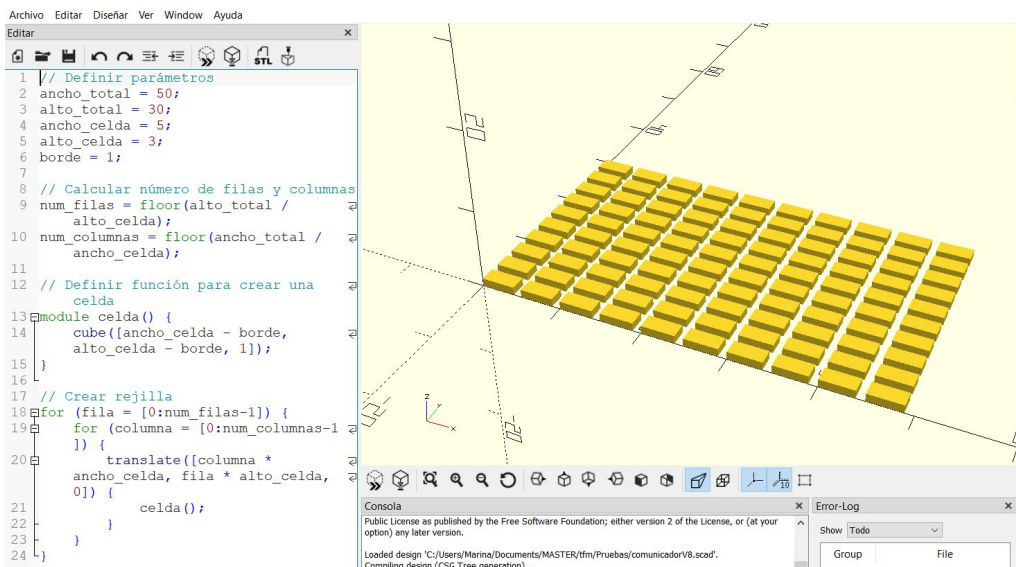
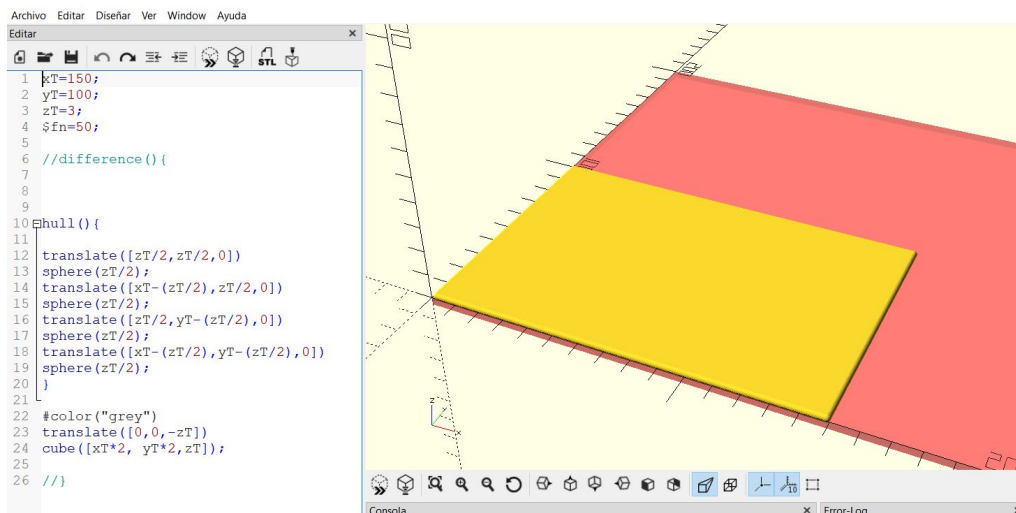
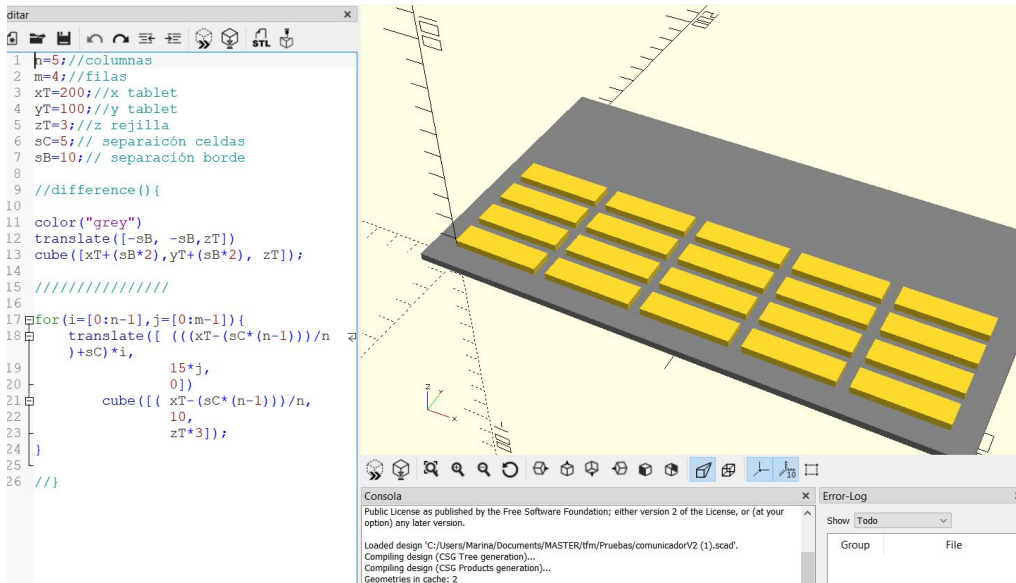
Thais Pousada García. Jessica Garabal Barbeira. Consellería de Sanidade, Servizo Galego de Saúde. (2016). *Programa de productos de apoyo para la autonomía personal*. Editorial ASEM Cantabria. Federación ASEM

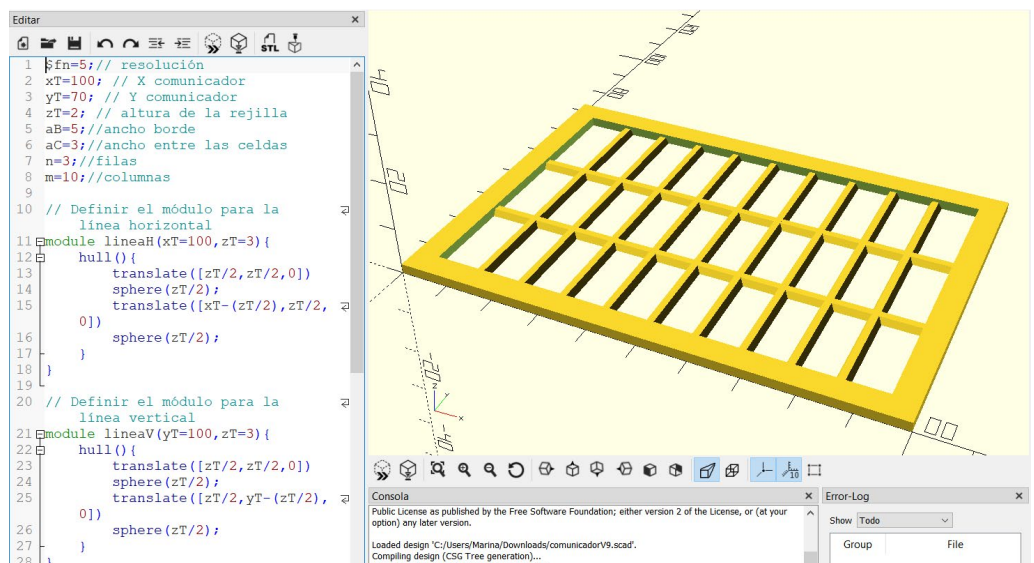
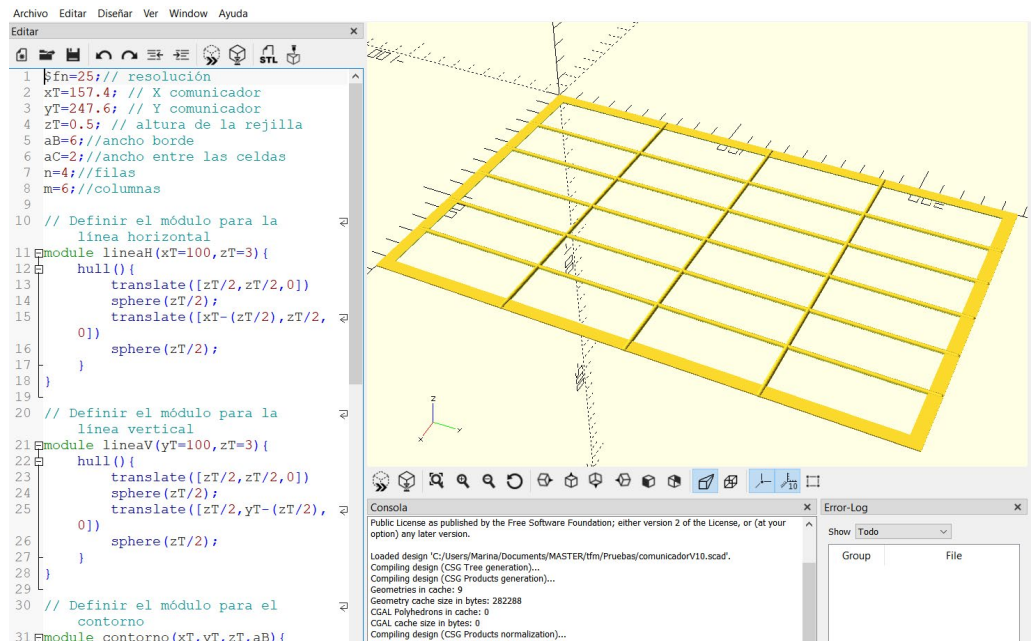
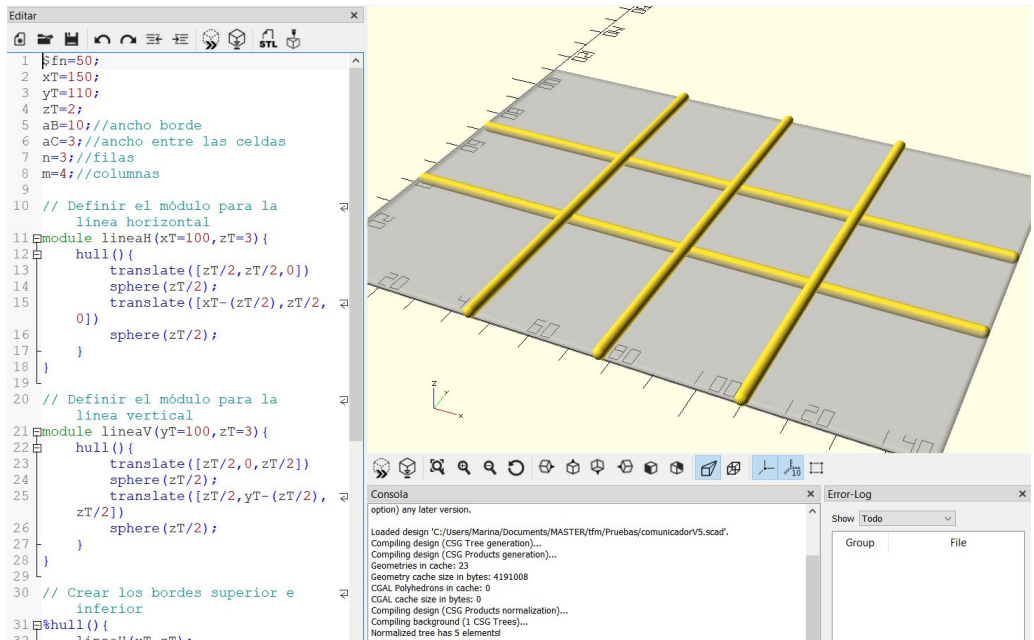
Treviño, E. P. G. (2022, 31 mayo). *¿Qué es el Aprendizaje-Servicio? - Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación*. Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación. <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/que-es-el-aprendizaje-servicio/>

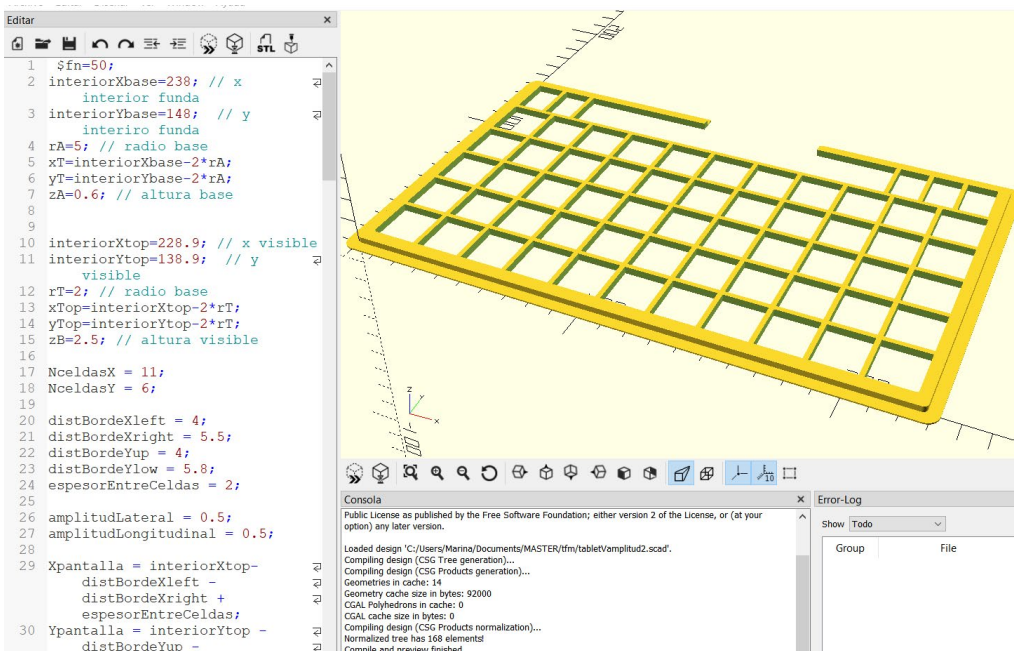
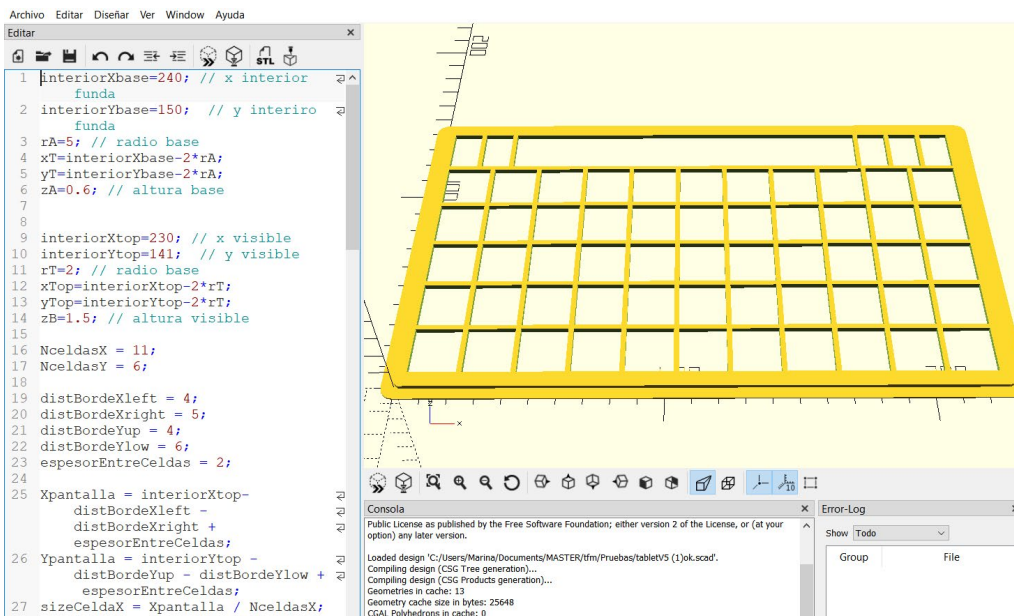
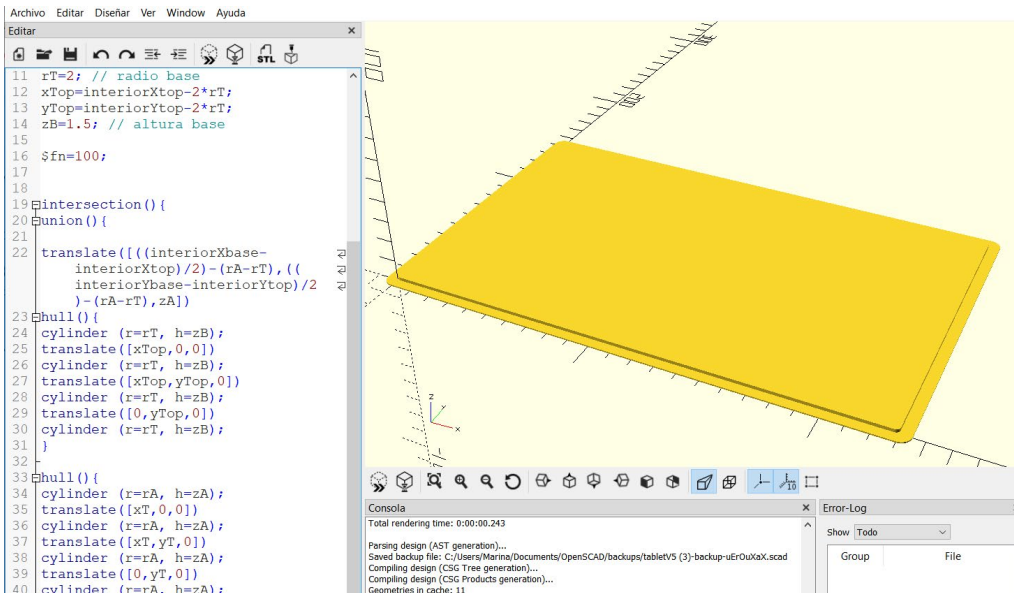
Woodbury, R. F. (2010). *Elements of Parametric Design*.

8. Anexos

Anexo 1. Capturas de los bocetos digitales generados en OpenScad







Anexo 2. Fotografías en detalle de los prototipos

