



Modelo de un prototipo para impresión 3D como solución de problemas de ingeniería de  
Software

Cristian Avendaño Salgado

Ana María David Agudelo

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Centro Universitario Bello (Antioquia)

Programa Ingeniería de Software

noviembre de 2024

Modelo de un prototipo para Impresión 3D como solución de problemas en ingeniería de  
software

Cristian Avendaño Salgado

Ana María David Agudelo

Trabajo de investigación e innovación presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero de Software

Asesor(a)

Julio Ulises Palomeque Martínez

Alejandra Ospina Herrán

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Centro Universitario Bello (Antioquia)

Programa Ingeniería de Software

noviembre de 2024

## Contenido

Lista de tablas .....	5
Lista de figuras .....	6
Lista de Anexos .....	8
Resumen .....	9
Abstract.....	11
Introducción.....	13
CAPÍTULO I .....	16
1 Marco Teórico.....	16
2 Revisión de literatura.....	18
2.1 Impresión 3D y Producción entre Pares Basada en Bienes Comunes .....	18
2.2 Inclusión de la Metodología MAKER en la Educación y la Fabricación.....	19
2.3 Aplicaciones Biomédicas de la Impresión 3D.....	19
2.4 Impresión 3D en la Cirugía Plástica y Reconstructiva .....	20
2.5 Aplicaciones Industriales y Educativas de la Impresión 3D .....	20
2.6 Papel del cirujano ortopédico y traumatólogo de la impresión 3D.....	21
2.7 Impresión 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de Ingeniería y Diseño.....	21
2.8 Impresión 3D de maquetas y prototipos en arquitectura y construcción.....	22
2.9 Las impresoras 3D y el diseño de medicamentos.....	22
2.10 Diseño y fabricación de baterías impresas en 3D .....	22
Diseño y fabricación de baterías impresas en 3D .....	26
CAPÍTULO II .....	30
3 Metodología.....	30
3.1 <i>Diseño de investigación</i> .....	30
3.2 <i>Metodología aplicada</i> .....	31
3.2.1 Selección de participantes .....	32
3.2.2 Procedimientos .....	37
3.2.3 Resultados.....	40

3.2.4	Resultados de la Fase de Modelado y Selección de Prototipos.....	46
3.2.5	Prototipos Impresos Finalizados .....	56
3.2.6	Análisis de Costos y Eficiencia: Impresión 3D vs. Fabricación industrial .....	68
3.2.7	Discusión .....	70
3.2.8	Trabajos a futuros .....	72
4	Conclusiones .....	74
5	Referencias.....	76
6	Anexos.....	78

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Fortalezas y debilidades de las literaturas</i> .....	23
<b>Tabla 2</b> <i>Configuraciones del programa de laminado para los modelos</i> .....	67
<b>Tabla 3</b> <i>Análisis de costos y eficiencia: Impresión 3D vs Fabricación industrial</i> .....	68

### Lista de figuras

Figura 1 <i>Distribución de experiencia (en porcentaje) en la comunidad maker</i> .....	41
Figura 2 <i>Distribución de roles en la comunidad maker</i> .....	42
<b>Figura 3</b> <i>Uso de impresión 3D en proyectos personales</i> .....	43
<b>Figura 4</b> <i>Mayores retos de la impresión 3D en las comunidades maker</i> .....	44
<b>Figura 5</b> <i>Componentes impresos con mayor frecuencia (en porcentajes)</i> .....	46
<b>Figura 6</b> <i>Modelo de prototipado de Conducto Doble</i> .....	47
<b>Figura 7</b> <i>Conducto doble instalado en la impresora 3D</i> .....	48
<b>Figura 8</b> <i>Modelo Conducto Doble en Laminador Ultimaker Cura</i> .....	49
<b>Figura 9</b> <i>Modelo prototipado de Raspberry Pi 4</i> .....	50
<b>Figura 10</b> <i>Modelo estuche Raspberry Pi 4 en el laminado Ultimaker Cura</i> .....	51
<b>Figura 11</b> <i>Modelo prototipado Husillo Z Ender 3</i> .....	52
Figura 12 <i>Modelo Husillo cargado en Ultimaker Cura</i> .....	53
Figura 13 <i>Modelo prototipado Brazo Flexible</i> .....	54
Figura 14 <i>Modelo Brazo flexible en el laminado Ultimaker Cura</i> .....	55
Figura 15 <i>Proceso de impresión de partes del brazo flexible</i> .....	56
<b>Figura 16</b> <i>Proceso de impresión de los brazos ajustables del modelo</i> .....	57
<b>Figura 17</b> <i>Proceso de impresión de la base giratoria del brazo flexible</i> .....	57
<b>Figura 18</b> <i>Modelo del brazo flexible finalizado</i> .....	58
<b>Figura 19</b> <i>Proceso de impresión de la carcasa superior</i> .....	59
<b>Figura 20</b> <i>Se imprime la carcasa inferior del modelo</i> .....	60
<b>Figura 21</b> <i>Proceso de impresión de carcasa inferior finalizada</i> .....	61
<b>Figura 22</b> <i>Unión de las carcasas para el modelo de Raspberry Pi</i> .....	61

<b>Figura 23</b> Proceso de impresión del husillo .....	62
<b>Figura 24</b> Proceso de impresión del husillo finalizado.....	63
<b>Figura 25</b> Proceso de impresión del conducto doble.....	64
<b>Figura 26</b> Proceso de impresión finalizado del conducto doble .....	65

**Lista de Anexos**

<b>Anexo A</b> Manual práctico para la impresora Elegoo Neptune 3 Pro .....	78
---	----

## Resumen

El estudio titulado "Modelo de un prototipo para Impresión 3D como solución de problemas en Ingeniería de Software" analiza la integración de tecnologías de impresión 3D y la metodología Maker y estas como pueden transformar en proyectos tecnológicos. Destacando los desafíos que se pueden presentar ante la disponibilidad y el costo de piezas físicas, también se resalta el potencial que tienen estas herramientas para ayudar a reducir la dependencia de proveedores externos y que de alguna manera estas tecnologías puedan fomentar en la sociedad la innovación para crear soluciones a diferentes problemas. Se tiene en cuenta que la impresión 3D tiene un crecimiento rápido en el mercado, con una proyección de anual del 23.3% hasta el año 2030, destacando su importancia y relevancia en el campo de ingeniería de software.

En la actualidad en el campo de ingeniería de software, realizar creaciones de prototipos y la integración de componentes físicos tiene diferentes retos, especialmente cuando se necesitan piezas que se deban personalizar. Se requieren proveedores externos que incrementan los costos en el momento de comprar las piezas y a la vez es un proceso lento. En muchas ocasiones la disponibilidad de piezas específicas es muy compleja porque esta es muy limitada.

Por medio de la impresión 3D y la metodología Maker se propone una solución que permite a los desarrolladores crear piezas y adaptar componentes físicos para que los usuarios puedan adquirir estas piezas de manera rápida y económica, dejando atrás las limitaciones que puedan presentar los proveedores externos.

El principal objetivo es investigar e implementar la impresión 3D como una herramienta eficiente en la ingeniería de software, permitiendo el diseño y creación de piezas personalizadas de prototipos, carcasas y componentes para diferentes sistemas.

Esta investigación analiza la reducción de costos, proveedores externos y el tiempo de producción de diferentes piezas. Donde se unen diferentes tecnologías de impresión 3D y el diseño asistido por computadora (CAD) para crear diferentes prototipos funcionales.

La metodología aplicada en esta investigación se realizó en diferentes fases. Inicialmente se realizó una revisión exhaustiva de la literatura y consulta a expertos en software y hardware para identificar problemas que se puedan presentar en la creación de componentes físicos. Continuamos con el diseño de prototipos por medio de herramientas CAD (Thinkercad y Fusion 360).

En esta investigación se incluyeron dos grupos de participantes: Expertos de la comunidad Maker y estudiantes de ingeniería de software. Hicieron colaboraciones en el proceso por medio de cuestionarios donde se evidenciaron diferentes perspectivas de la impresión 3D y la ingeniería de software.

En los criterios de éxito se tomaron la funcionalidad técnica, eficiencia de fabricación y adaptabilidad de prototipos. Con esto se obtuvieron resultados que demostraron que la impresión 3D reduce de manera significativa los tiempos y costos que se presentan en la creación de prototipos permitiendo que el enfoque Maker fomente en los estudiantes la creación y el aprendizaje práctico.

Esta metodología es factible y otorga muchos beneficios en la ingeniería de software permitiendo la personalización y creación de componentes físicos de una manera más rápida.

### **Abstract**

The study titled "Model of a Prototype for 3D Printing as a Solution to Problems in Software Engineering" examines the integration of 3D printing technologies and the Maker methodology, highlighting their potential to transform technological projects. It emphasizes the challenges related to the availability and cost of physical components while showcasing the ability of these tools to reduce dependency on external suppliers. Moreover, the study underscores how these technologies can foster innovation in society, enabling the creation of solutions to various problems. Considering the rapid growth of the 3D printing market, with an annual projected growth rate of 23.3% through 2030, the study highlights its importance and relevance in the field of software engineering.

Currently, in software engineering, creating prototypes and integrating physical components presents challenges, particularly when custom parts are required. Relying on external suppliers often raises costs and lengthens the acquisition process. In many cases, the availability of specific components is limited, making it difficult to obtain them on demand.

Through 3D printing and the Maker methodology, this study proposes a solution that allows developers to create parts and adapt physical components so that users can acquire them quickly and affordably, bypassing the limitations posed by external suppliers.

The main objective is to investigate and implement 3D printing as an efficient tool in software engineering, enabling the design and creation of custom prototype parts, enclosures, and components for various systems. This research analyzes cost reduction, minimized reliance on external suppliers, and shortened production times for different components. Various 3D printing technologies and computer-aided design (CAD) tools come together in this study to create functional prototypes.

The methodology applied in this research was conducted in several stages. Initially, an extensive literature review and consultations with software and hardware experts identified problems that may arise in the creation of physical components. Next, prototypes were designed using CAD tools (Tinkercad and Fusion 360).

Two groups of participants were included in this study: Maker community experts and software engineering students. They contributed by completing questionnaires that revealed various perspectives on 3D printing and software engineering.

Success criteria included technical functionality, manufacturing efficiency, and prototype adaptability. The results demonstrated that 3D printing significantly reduces both the time and cost involved in creating prototypes, allowing the Maker approach to foster creativity and hands-on learning for students.

This methodology is feasible and brings substantial benefits to software engineering, enabling faster customization and creation of physical components.

## Introducción

Actualmente la ingeniería de software cada día afronta retos muy complejos y uno de ellos particularmente es la creación e integración de componentes físicos en los proyectos tecnológicos. Los proveedores externos de estos productos avanzan cada día de una manera muy notoria que incita a la sociedad a crear soluciones que permitan la reducción de costos y agilizar en la producción de estos. La impresión 3D se ha destacado como tecnología y herramienta clave logrando resolver las dificultades con la personalización y la disponibilidad de piezas físicas, a la vez la tecnología Maker facilita que este trabajo en un enfoque práctico y la creación de soluciones en conjunto de otras personas.

En este estudio "Modelo de un prototipo para impresión 3D como solución de problemas en Ingeniería de software", se investiga de una manera exhaustiva como la implementación de tecnologías de impresión 3D junto con la metodología Maker puede mejorar de una manera optimizada la creación y el reemplazo de componentes que son muy importantes y necesarios en el desarrollo de software para sistemas físicos. Por medio de esta investigación más detallada, se explora de qué manera estas tecnologías avanzan a comparación de otros proveedores de piezas físicas logrando que esta producción se realice de una más ágil, accesible para que económicamente pueda ser una opción razonable en la creación de prototipos y piezas.

Este estudio tiene como objetivo explicar de una forma muy clara como la tecnología de impresión 3D no solo ayuda en la reducción de costos de proveedores de estos productos, sino que a la vez fomenta en la sociedad la innovación en la fabricación de piezas personalizadas y de una manera creativa. Se evidencia que la impresión 3D y el enfoque Maker son herramientas fundamentales para confrontar estos retos actuales en la ingeniería de software que cada día es más exigente de una manera competitiva y que puede traer soluciones muy significativas en la sociedad.

Se pretende dar un contexto a el problema a investigar, donde se destaca importancia al señalar la integración de impresión 3D y la metodología Maker en el campo de la ingeniería de software y la conexión que tiene con la creación de componentes físicos. La innovación que presentan las tecnologías de impresión 3D y el vínculo con el enfoque Maker ha logrado superar los convenientes que se pueden presentar por costos o alguna limitación que se manifieste por los proveedores tradicionales piezas.

¿Cómo puede la incorporación de la impresión 3D y la metodología MAKER en la cadena de suministro y el desarrollo de herramientas acelerar el proceso de desarrollo y mejorar la calidad del diseño de software y hardware en comparación con los métodos tradicionales?

Este estudio tiene la importancia de establecer las necesidades que se puedan presentar en el momento que se realice la búsqueda de diferentes métodos que los desarrolladores de software e ingenieros puedan utilizar para crear prototipos que se puedan realizar de manera rápida, que sea de bajo costo y que se pueda personalizar. En la circunstancia donde la tecnología presenta alta demanda y se tiene en cuenta dos factores muy importantes que son los plazos de entrega del producto y el costo que tiene la producción del producto, la impresión 3D y el enfoque Maker se perfila para obtener una solución segura y eficaz para confrontar este tipo de retos y de esta manera se puede fomentar varias actividades como crear prototipos de una manera rápida, personalizada en el diseño de software y hardware.

El objetivo principal de este proyecto es explorar y aplicar la impresión 3D en la ingeniería de software para desarrollar soluciones innovadoras a problemas específicos, utilizando habilidades en diseño asistido por computador (CAD) y validación de prototipos funcionales. Para lograr esto se busca identificar problemas en ingeniería de software que puedan ser resueltos por medio de la impresión 3D, aplicar las herramientas (CAD) para enfrentar estos retos y desarrollar prototipos funcionales que puedan evaluar la efectividad de estas soluciones.

Este proceso es muy eficiente porque logra reducir el tiempo del diseño de la pieza y los costos que se puedan presentar, esto trae grandes ventajas a comparación de los métodos tradicionales.

## CAPÍTULO I

### 1 Marco Teórico

Al hacer uso del hardware y software se pueden visualizar diferentes desafíos que permitan crear soluciones de manera personalizada y rápida y que se requieran realizar en un tiempo específico. Para comprender de manera precisa como la impresión 3D realiza aportes con el desarrollo y creación de componentes es importante explorar conceptos que son claves en esta investigación y que permiten integrar diferentes procesos y técnicas para hacer uso de estas tecnologías.

La impresión 3D es una tecnología que es también conocida como fabricación aditiva y permite la creación de objetos tridimensionales por medio de un diseño digital, añadiendo capa por capa. Al hacer uso de esta tecnología es muy importante la técnica de prototipado rápido porque permite la creación de prototipos personalizados y que estos se puedan realizar de manera rápida, económica y precisa y que son perfectos para las piezas que necesitan medidas y formas específicas.

El modelo 3D que es generado mediante software CAD es importante para la fabricación, ya que este permite realizar ajustes y diferentes simulaciones antes de que este sea impreso y validar que se haga correctamente. Estos modelos se pueden convertir en prototipos funcionales ya que son creados con las características y funciones que tendrá el prototipo final.

La optimización de recursos es fundamental en la impresión 3D, porque permite hacer uso de los materiales de manera eficiente reduciendo tiempo y dinero. La impresión 3D juega un papel muy importante en la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) porque permite que los estudiantes apliquen conocimientos desde lo teórico como lo práctico, como la creación de prototipos de baja y alta fidelidad donde estos términos se utilizan para evaluar aspectos de diseño y funcionalidad.

Los materiales utilizados en la impresión 3D, como el PLA (ácido poliláctico), es fundamental en la creación de prototipos. El PLA es muy popular porque facilita el uso de este y mejora su durabilidad y su costo, también destacar que es amigable con el medio ambiente.

El post-procesamiento de los objetos impresos, como el lijado y la pintura, permiten mejorar los detalles de apariencia y la resistencia del producto. Las tolerancias en la impresión 3D es muy importante ya que estas aseguran que las piezas se puedan encajar de manera más precisa.

## 2 Revisión de literatura

Por medio de las investigaciones realizadas se ha concluido que la impresión 3D ha modificado notoriamente en los campos de la industria y la investigación, logrando que estas tengan flexibilidad y personalización en la producción de piezas. Para esto se estudiaron algunos de los proyectos que han sido muy relevantes y que tienen relación con la impresión 3D en diferentes campos, como la fabricación digital, la educación, la medicina y la ingeniería, con el objetivo de identificar las oportunidades para innovar, enfocado en el sector de la ingeniería de software.

### 2.1 Impresión 3D y Producción entre Pares Basada en Bienes Comunes

Este es uno de los avances más significativos que trata de la combinación de la impresión 3D con el concepto de bienes comunes. Este enfoque fomenta la creación en conjunto de productos accesibles y que puedan ser modificables por los usuarios. Este es el proyecto de una fresadora-impresora 3D construida con piezas de Lego y basada en el diseño RepRap, esta es una impresora que permite a los usuarios personalizar y mejorar sus propias máquinas.

Este tiene como objetivo demostrar el modularidad en los procesos que facilitan el desarrollo como la producción de herramientas que pueden ser personalizadas y que son accesibles. Este proyecto permite la innovación mediante tecnologías que son económicas como el Lego y que puedan resaltar en los conocimientos compartidos y producción digital de una manera colaborativa. Es importante tener en cuenta la sostenibilidad en los materiales que son utilizados para la impresión 3D y como puede ser su impacto ambiental(Kostakis & Papachristou, 2014).

## **2.2 Inclusión de la Metodología MAKER en la Educación y la Fabricación**

El movimiento MAKER, ha crecido de una manera notoria en popularidad y esto se logró gracias a su enfoque principal que es la creatividad y la innovación tecnológica, este movimiento se ha destacado por permitir trabajar en un campo fértil que permite crear soluciones personalizadas. Este estudio se centra en un diseño que emociona a los estudiantes para generar una inclusión particularmente en las personas que tienen discapacidades por medio de la fabricación y el diseño. A través de este estudio se logra que los estudiantes sean más consientes para desarrollar técnicas que permitan diseñar soluciones más inclusivas. Para el uso de estas tecnologías se podría considerar otras herramientas que ayuden a fomentar la metodología Maker para mejorar en la personalización y creación de diseños.

La metodología MAKER se ha utilizado para resolver problemas de accesibilidad y se tiene como objetivo obtener beneficios de esta para promover la innovación en el campo de la ingeniería de software, aplicando el diseño asistido por computadora (CAD) y la impresión 3D para desarrollar prototipos funcionales(Bar-El & Worsley, 2021).

## **2.3 Aplicaciones Biomédicas de la Impresión 3D**

En el campo de la medicina, la impresión 3D ha generado avances significativos, como la creación de baterías impresas en 3D para dispositivos médicos portátiles y la fabricación de órganos artificiales y prótesis personalizadas. Estos avances han facilitado la personalización de dispositivos médicos. Estas baterías son especiales para aquellos dispositivos que necesitan energía y que puedan mejorar en el rendimiento de implantes y prótesis. Se destaca que la impresión 3D en biomédica se está actualizando en la creación de prótesis y órganos que deben ser creados de manera artificial para mejorar en las técnicas y en los materiales.

Estas tecnologías ayudan a fomentar la medicina personalizada para ser efectivos en las necesidades que tiene cada paciente. Se debe considerar una investigación más exhaustiva para mejorar en los procesos y garantizar que la impresión 3D se logre integrar de manera correcta en la atención médica. Es muy importante tener en cuenta como es la fabricación de estos órganos y tejidos en la impresión 3D(Alejandro et al., 2020).

#### **2.4 Impresión 3D en la Cirugía Plástica y Reconstructiva**

La impresión 3D ha tenido un avance muy significativo es en la cirugía plástica y reconstructiva, ya que se permite crear modelos anatómicos que puedan a los cirujanos planificar algunos procedimientos y de esta manera recrear cirugías antes de realizarlas. Además, se evidencia que la impresión 3D se ha utilizado para la creación de implantes personalizados, que permite tener una recuperación más eficiente y rápida.

Este estudio se enfoca en la creación de implantes que puedan ser personalizados y que este pueda ser más adaptable a las necesidades del paciente. Es importante investigar sobre las políticas de estandarización para los procesos de los profesionales del uso de las tecnologías de impresión 3D. Se puede resaltar como la impresión 3D ayuda a la educación médica ya que esta permite que tanto estudiantes como profesores puedan practicar en modelos realistas(Telich-Tarriba et al., 2020).

#### **2.5 Aplicaciones Industriales y Educativas de la Impresión 3D**

En el campo industrial, la impresión 3D ha facilitado procesos en los sectores de automoción, la construcción y la industria petrolera. Este estudio se centra en la influencia de los procesos en la impresión 3D y como la industria del petróleo hace uso de esta tecnología para crear piezas más personalizadas para que de esta manera logre obtener una eficiencia y reducción de costos en los procesos de mantenimiento que se deban realizar. Se podría tener en cuenta como las empresas

pueden tener retos por la falta de técnicos y personal profesional y se podría desarrollar programas que puedan formar el personal profesional para este campo(Odremán R, 2014).

## **2.6 Papel del cirujano ortopédico y traumatólogo de la impresión 3D**

En el campo de la medicina, se destaca el avance de la impresión 3D en la cirugía ortopédica y traumatológica. Esta tecnología ha permitido que los cirujanos puedan ofrecer tratamientos de una manera más personalizados y que estos sean más efectivos, se centra de una manera muy especial en la creación de moldes ortopédicos e implantes personalizados, y que de esta manera se pueda permitir la bioimpresión de tejidos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la impresión 3D ha mejorado para que los procedimientos quirúrgicos sean más específicos que se pueda reducir los tiempos y costos, se continúan presentando retos en los altos costos, la falta de regulaciones y la necesidad de técnicos capacitados. La bioimpresión de tejidos es un campo con un gran potencial de desarrollo, que aún está en investigación para su aplicación regulada en la medicina(Andrés-Cano et al., 2021).

## **2.7 Impresión 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de Ingeniería y Diseño**

En los campos de la educación y la ingeniería, la impresión 3D ha sido una herramienta que ha permitido grandes avances. Se destaca que el uso de esta tecnología en los procesos educativos ha mejorado la comprensión de conceptos tridimensionales en los estudiantes de ingeniería mecánica y así ha logrado fomentar el desarrollo de habilidades en los mismos estudiantes y profesores. Se destaca que, en países como el Reino Unido y Corea del Sur, la impresión 3D a integrar las políticas educativas para apoyar materias STEM. A nivel local, existen universidades en Colombia que han demostrado mejoras significativas en los resultados de aprendizaje al integrar esta tecnología en diferentes

programas de ingeniería, permitiendo de esta manera que los estudiantes puedan crear modelos físicos para comprender diferentes conceptos(Rua Ramirez et al., 2018).

## **2.8 Impresión 3D de maquetas y prototipos en arquitectura y construcción**

Otro campo en el que la impresión 3D ha avanzado es la arquitectura y construcción, donde se permite la creación de modelos físicos para la visualización de diseños. Destacando que esta tecnología ha representado de manera física los diseños arquitectónicos con mayor precisión y rapidez, facilitando a los diseñadores y constructores la visualización de volúmenes y espacios. Aunque hay que tener en cuenta que existen algunas limitaciones donde hay que tener cuidado con la delicadez de algunos materiales y los costos que este pueda conllevar, donde se demuestra que se deben superar retos que puedan facilitar el proceso en el momento de la creación de modelos físicos(Dominguez et al., 2013).

## **2.9 Las impresoras 3D y el diseño de medicamentos**

En el campo farmacéutica se destaca como la impresión 3D está avanzando para facilitar la creación de medicamentos personalizados y en dosis que se debe utilizar, y como estas se pueden adaptar las necesidades de cada paciente. La personalización de nuevo productos permite que se puedan abrir nuevas oportunidades en algunos tratamientos médicos y en la producción de medicamentos. Se debe tener en cuenta los retos de los costos y las regulaciones que se deban considerar para la realización y producción de estos(Marson et al., 2016).

## **2.10 Diseño y fabricación de baterías impresas en 3D**

Las baterías impresas permiten ajustarse a configuraciones personalizadas, lo que a su vez proporciona beneficios en dispositivos médicos que utilizan la bioimpresión, como implantes o dispositivos que requieren fuentes de energía específicas para funcionar. La incorporación de ambas

tecnologías puede propiciar la eficacia de la medicina personalizada, lo que posibilita la utilización de dispositivos médicos como una asistencia para el ser humano, así como una fuente de energía eficiente y ajustada (Lyu et al., 2021).

**Tabla 1**

*Fortalezas y debilidades de las literaturas*

Artículo estudiado	Fortalezas	Debilidades	Aportes de la investigación
Impresión 3D y producción entre pares basada en bienes comunes	Fomenta el trabajo en equipo y permite hacer uso de herramientas económicas y de impresoras 3D para personalizar piezas.	Dificultad en la integración de modelos creados con tecnologías avanzadas. Los costos en la producción son variables.	Se Desarrollará prototipos con materiales sostenibles para resolver diferentes dificultades en la ingeniería de software.
Inclusión de la Metodología MAKER en la Educación y la Fabricación	Fomente en la sociedad la creatividad y el aprendizaje práctico, especialmente en aquellos escenarios donde se deben resolver problemas.	Restringe aplicaciones en el campo de la educación. Limita la exploración de problemas en software-hardware.	Se aplicará la metodología para crear diseños de prototipos funcionales que se pueden utilizar en proyectos tecnológicos.

---

Aplicaciones Biomédicas de la Impresión 3D	Personalización en dispositivos médicos, prótesis y órganos que ayudan con los avances de la bioimpresión.	Tiene un costo alto en la impresión y complejidad en la fabricación de tejidos y órganos.	Desarrollará prototipos funcionales donde se hace uso del hardware y software para reducir costos y tiempos de entrega y que se puedan usar en dispositivos biomédicos.
Impresión 3D en la Cirugía Plástica y Reconstructiva	Ayuda a crear modelos anatómicos y que se puedan usar en simulaciones quirúrgicas. Permite la personalización de implantes.	Tiene un costo alto en la impresión y se necesitan profesionales capacitados que puedan utilizar la tecnología de impresión 3D para este campo	Las herramientas CAD y la impresión 3D ayudarán a crear prototipos que sean más accesibles para las personas y que ayuden adaptarlos a necesidades más específicas
Aplicaciones Industriales y Educativas de la Impresión 3D	Ayuda que los sectores industriales sean más eficientes y que el aprendizaje STEM mejore por medio de prototipos.	Requiere de materiales importados y personal capacitado para trabajar en este campo.	Permitirá fomentar habilidades técnicas y diseño de herramientas que ayuden a la solución de problemas en la ingeniería de software.

---

---

Papel del cirujano ortopédico y traumatólogo de la impresión 3D	Permite la personalización de moldes e implantes que ayuden a mejorar el proceso quirúrgico.	Tiene altos costos en la impresión y carece de personal capacitado en la bioimpresión.	Permitirá crear prototipos personalizados que puedan ser trabajados entre los campos de ingeniería de médicos.
Impresión 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de Ingeniería y Diseño	Ayuda a comprender mejores conceptos complejos entre la ingeniería y el diseño y a la vez fomenta el aprendizaje práctico.	Se enfoca principalmente en la educación y no presenta problemas reales donde se puedan integrar la ingeniería de software.	Fomentar el uso didáctico con proyectos que puedan integrar el hardware y software con prototipos físicos en la ingeniería de software.
Impresión 3D de maquetas y prototipos en arquitectura y construcción	Ayuda a reducir costos en la impresión y permite visualizar de manera rápida los diseños arquitectónicos.	Se trabaja con materiales frágiles y que tienen costos altos.	Permitirá desarrollar prototipos económicos que puedan ser diseñados y utilizados para hacer pruebas y que se puedan integrar con software y hardware.
Las impresoras 3D y el diseño de medicamentos	Personalización de nuevos tratamientos y formulaciones.	Tiene altos costos y requiere de regulaciones estrictas	Personalización económica y que se adapte a diversas

---

---

		y los materiales farmacéuticos son limitados.	piezas que puedan ser integradas con el diseño y diferentes técnicas funcionales.
Diseño y fabricación de baterías impresas en 3D	Ayuda a mejorar el rendimiento energético y que se pueda ajustar dispositivos médicos y electrónicos.	Tiene problemas de compatibilidad y diseño con dispositivos existentes.	Diseñar componentes energéticos y físicos que ayudan a la integración y velocidad en diferentes proyectos de ingeniería de software y hardware.

---

*Nota. Cuadro con fortalezas y debilidades de las literaturas relacionadas y como va a aportar a la investigación.*

Finalmente se resalta como "La guía de diseño para no diseñadores" ha sido una pieza fundamental para el aprendizaje y las habilidades para mejorar en las técnicas de impresión 3D y el uso del software para los estudiantes, para que de esta manera se pueda comprender esta tecnología y crear nuevas producciones innovadoras con esta tecnología. Esta guía ayuda que los estudiantes puedan identificar como adaptar modelos tridimensionales haciendo uso de plataformas como Thingiverse y trabajar en los formatos estipulados como (STL, 3MF, OBJ). Esto ayuda a mejorar la calidad de impresión para ajustar la pieza a la resolución y parámetros deseables.

También se adquieren conocimientos en el manejo del software de corte de capas como Ultimaker Cura, para que se pueda conocer cómo se debe ajustar velocidad, temperatura, relleno. Por

último, se explica el proceso final de post-procesamiento para mejorar la estética y durabilidad de los modelos.

Los proyectos realizados anteriormente aportan significativamente a la investigación “Modelo de un prototipo para impresión 3D como solución de problemas de ingeniería de software”. Se evidencia que estos estudios son tratados en diferentes áreas como la medicina, la industria, la educación y la ingeniería, se evidencia que la impresión 3D es una tecnología adaptable que permite la creación y prototipado de piezas o componentes que beneficia a la ingeniería de software.

Inicialmente se habla de la flexibilidad y la personalización que tiene la impresión 3D para resolver aquellos problemas específicos en el desarrollo de software que necesitan de componente físicos ya sean carcasas para diferentes dispositivos o prototipos. En las revisiones realizadas se demostró que el campo de la medicina y la industria permite que se puedan personalizar piezas con soluciones exactas y que se adapten a las diferentes necesidades de los usuarios. La adaptabilidad es decisiva en esta investigación porque permite que la creación de piezas se realice de una manera fácil y más rápida en componentes físicos, esto mejora el proceso y funcionalidad de los prototipos.

La impresión 3D ayuda a reducir la dependencia de proveedores externos porque permite la fabricación y creación de los componentes. Esto trae beneficios a la ingeniería de software porque precisamente en este campo se requieren estas piezas para realizar pruebas ya sean de hardware y software. En la literatura expuesta se evidencia que la impresión 3D puede trabajar con autonomía y que tiene el control del proceso en los materiales, esto beneficia completamente a la ingeniería porque acorta los tiempos de espera de la pieza y a la vez el costo de los gastos también reduce, permitiendo un proceso más eficiente a comparación de adquirir estas piezas por medio de proveedores tradicionales.

En los proyectos revisados se evidencia que el enfoque Maker fomenta la creatividad y el aprendizaje práctico, y esto se destaca en esta investigación. El enfoque Maker logra alimentar la cultura fomentada que la sociedad “El hacer”, para que los estudiantes, desarrolladores y profesores puedan hacer experimentos en la creación de proyectos digitales y el diseño asistido por computadora (CAD). Este enfoque logra beneficiar a futuros ingenieros de software porque fomenta en la sociedad la habilidad de diseñar, producir y personalizar diferentes prototipos físicos y a la vez ayuda con la resolución de problemas por medio de este aprendizaje práctico.

En esta investigación el uso de esta metodología reta a los desarrolladores de software a seguir con este enfoque de creación y adaptación para soluciones físicas, alimentando el desarrollo del aprendizaje y que estas se puedan usar a futuro.

El manejo de las herramientas CAD junto con el software de impresión 3D sobas bases fundamentales que mencionaron en estas literaturas. Se adquieren habilidades en el modelado y creación de estas piezas de una manera fácil. En estos proyectos se destaca como el conocimiento que se tiene en el diseño asistido y las herramientas que se puedan utilizar para realizar cortes y postprocesamiento logra que los usuarios puedan ajustar y adaptar el diseño para mejorarlo de una manera efectiva para obtener un producto final.

Por último, la impresión 3D aporta en la optimización de recursos y costos que se puedan presentar en la ingeniería de software. En las literaturas revisadas se demuestra que la producción y creación de piezas por medio de impresión 3D reduce el tiempo de entrega y costos teniendo en cuenta los métodos de fabricación tradicionales. Esto beneficia al equipo de desarrollo porque se pueden realizar pruebas y de una manera rápida y económica, esto es algo importante en la ingeniería de software porque se pueden realizar ajustes en los prototipos para presentar un producto final acorde a las necesidades del usuario.

Con estas reducciones el proyecto se beneficia completamente porque se realiza el proceso de un manera rápida y económica y esto permite que se aumente la viabilidad y eficacia en la ingeniería de software donde la personalización y la rapidez son cruciales para este procedimiento.

Los proyectos realizados ofrecen un apoyo teórico y práctico al estudio que se está realizando, ya que demuestran como la impresión 3D junto con la metodología Maker pueden resolver lo diferentes retos que se puedan presentar en el diseño y creación en la ingeniería de software.

Al manejar estas dos tecnologías, el proyecto tiene los conocimientos de las herramientas que se deben utilizar para realizar procesos de una manera ágil en las soluciones personalizadas y funcionales, donde se disminuye los costos y el tiempo, y a la vez fomenta diferentes habilidades que se pueden prácticas de manera creativas en los desarrolladores.

## CAPÍTULO II

### 3 Metodología

#### 3.1 *Diseño de investigación*

El estudio presenta un enfoque innovador utilizado para implementar soluciones tecnológicas combinando software y fabricación aditiva mediante impresión 3D. Este enfoque no sólo implica el uso de las últimas tecnologías, sino que también implica el desarrollo de estrategias innovadoras que aborden problemas específicos de desarrollo de software. El objetivo de la impresión 3D es crear prototipos funcionales que puedan usarse en proyectos de software que requieran componentes físicos, como carcasas de hardware, dispositivos personalizados y más.

Esta estrategia de innovación aplicada permite a los desarrolladores superar las barreras tradicionales, como la dependencia de proveedores para la adquisición de componentes físicos. Con la impresión en 3D, es posible fabricar piezas personalizadas con rapidez, lo que reduce los tiempos de desarrollo y mejorando la capacidad de iteración. El estudio analiza cómo esta tecnología puede optimizar el desarrollo de software mediante la creación de prototipos funcionales de forma más ágil y eficaz.

Se utiliza la metodología MAKER, que promueve un enfoque de aprendizaje práctico basado en el diseño y la producción de prototipos. Esta metodología se fundamenta en la idea de "aprender haciendo", donde los estudiantes y profesionales se involucran activamente en la creación de soluciones físicas mediante la impresión 3D y herramientas de diseño asistido por computador (CAD). La iteración constante y el prototipado son componentes claves para optimizar los resultados de los proyectos, permitiendo efectuar ajustes y validaciones en tiempo real.

### **3.2 Metodología aplicada**

Para llevar a cabo esta propuesta, el procedimiento inicio con una exhaustiva búsqueda bibliográfica en bases de datos como Scopus y ScienceDirect, centrada en estudios recientes sobre la industria del software y el uso de impresión 3D. Esta evaluación permitió identificar problemas habituales en ingeniería de software que podrían abordarse mediante modelado 3D. La investigación bibliográfica no solo contribuyó a definir los desafíos actuales, sino también a destacar cómo la impresión 3D se ha implementado en otros sectores para solventar problemas de manera eficiente.

#### Fase 1: Revisión de la literatura y consulta a expertos

Se realizaron consultas a expertos en el área del software a través de cuestionarios. Este paso fue fundamental para tener una más clara comprensión de las necesidades específicas de la industria. Los expertos proporcionaron una valiosa información sobre los retos más habituales en el diseño de prototipos físicos en proyectos de software, especialmente aquellos relacionados con la integración de software y hardware. Esta consulta permitió identificar problemas específicos que la impresión 3D podría solucionar, tales como la creación de carcasas personalizadas, piezas de dispositivos IoT, y otros elementos físicos necesarios para validar componentes de software.

#### Fase 2: Diseño de prototipos mediante CAD

El siguiente paso consistió en elaborar modelos tridimensionales mediante la utilización de herramientas de diseño asistido por computador (CAD), tales como UltimakerCura, Tinkercad y Fusion 360. Estos modelos fueron concebidos con el propósito de abordar los problemas detectados en la fase previa. Se llevaron a cabo ajustes constantes durante el proceso de diseño, adaptando los modelos para mejorar su funcionalidad y optimización.

### Fase 3: Impresión 3D y pruebas funcionales

En última instancia, los diseños más atractivos se seleccionarán para la impresión 3D. En esta etapa, se ajustarán los parámetros técnicos de las impresoras para asegurar que los prototipos se imprimieran con la mayor precisión posible. Se seleccionarán materiales apropiados, como PLA, reconocido por su durabilidad y resistencia, y se ajustarán criterios como el grosor y la estructura interna de los prototipos con el fin de maximizar su funcionalidad.

Una vez impresos, los prototipos serán sometidos a pruebas funcionales en condiciones reales para confirmar su rendimiento. Se evaluará la precisión dimensional, la resistencia estructural y la compatibilidad con los sistemas de software. El objetivo de esta etapa será asegurar que los prototipos no solo cumplirán con los requisitos técnicos, sino que también sean factibles en entornos reales de ingeniería de software.

#### **3.2.1 Selección de participantes**

En la presente investigación se busca obtener una comprensión detallada de los desafíos que enfrentan las comunidades Maker en el diseño de prototipos físicos que integran software y hardware, así como la aplicación de la Guía de Diseño para No Diseñadores en la enseñanza de técnicas de impresión 3D. Con el fin de alcanzar esta meta, se seleccionaron dos grupos fundamentales de participantes.

- Expertos e integrantes de las comunidades maker.
- Estudiantes que se les impartió una teoría de la Guía de Diseño para No Diseñadores.

El primer grupo de participantes estaba conformado por expertos y miembros activos de comunidades Maker, seleccionados por su experiencia y conocimientos en la fabricación digital,

especialmente en el empleo de impresión 3D para proyectos interdisciplinarios. Los expertos desempeñan un papel esencial al compartir sus vivencias prácticas y desafíos enfrentados al incorporar software y hardware mediante prototipos físicos.

#### Criterios de selección

Los participantes debían contar con al menos un año de experiencia trabajando con impresión 3D en proyectos personales, educativos o profesionales. Este requisito aseguraba que los expertos poseerían un sólido conocimiento y pudieran proporcionar información relevante sobre los retos más habituales en la implementación de esta tecnología.

Participación en comunidades de creación creativa, los especialistas seleccionados fueron integrantes activos de las comunidades Maker, involucrados en proyectos colaborativos, talleres o eventos relacionados con la impresión 3D.

La diversidad de roles se esperaba que los participantes desempeñaran una variedad de roles dentro de estas comunidades, desde desarrolladores de software e ingenieros hasta aficionados y educadores. Esto otorgó una amplia variedad de perspectivas acerca de los desafíos técnicos y las soluciones implementadas.

Se elaboró un formulario estructurado en diferentes secciones clave para recopilar la información de los expertos. Este cuestionario fue distribuido a través de plataformas especializadas, tales como plataformas especializadas como Thingiverse y comunidades maker. Esta encuesta se centró en los siguientes puntos:

La información general, los participantes compartieron información adicional acerca de su experiencia en la comunidad maker y su papel como estudiante, desarrollador, ingeniero, aficionado, entre otras.

Los expertos plantearon interrogantes acerca del número de proyectos con impresión 3D llevados a cabo durante el último año, así como acerca de la tecnología utilizada en proyectos como prototipos de hardware, dispositivos IoT, carcasas personalizadas, entre otros.

En el proceso de diseño de prototipos, se planteó a los expertos los principales desafíos que enfrentaban al diseñar prototipos físicos que integran software y hardware, tales como dificultades de compatibilidad, costos elevados o precisión en los diseños impresos.

Utilización de la impresión 3D en la solución de problemas, se examinaron a continuación qué tipos de problemas habían logrado resolver con la impresión 3D, y qué componentes físicos solían imprimir para validar software (carcasas, componentes internos, interfaz de usuario).

Se procede a la integración de la impresión 3D con el software. Se planteó un cuestionamiento acerca de la facilidad con la que los participantes integraban los prototipos físicos impresos en 3D con el software en sus proyectos, así como de las herramientas empleadas (CAD, slicers, entre otros).

Al finalizar el cuestionario se les solicitó comentarios y sugerencias ya que estas respuestas plantearan mejoras en la tecnología de impresión 3D para facilitar la integración de software y hardware, y que evaluaran la metodología MAKER como solución a los desafíos de integración.

La selección de estudiantes y la implementación de la Guía de Diseño para No Diseñadores.

El segundo grupo de participantes estaba compuesto por estudiantes que se les impartió una teoría con la Guía de Diseño para No Diseñadores. Se seleccionó este grupo para evaluar cómo los principiantes, sin experiencia previa en diseño 3D, podrían aprender los conceptos teóricos fundamentales sobre las herramientas.

Se seleccionaron estudiantes de pregrado, específicamente de la carrera ingeniería de software, con el objetivo de abarcar una gran variedad de habilidades y experiencias en el uso de tecnologías emergentes como la impresión 3D.

Los estudiantes seleccionados no poseían experiencia previa en diseño 3D ni en el uso de software CAD, ni experiencia previa en modelos 3D y su creación. Se llevó a cabo la evaluación de la Guía de Diseño para No Diseñadores, la cual estaba concebida con el propósito de instruir teóricamente a los usuarios acerca de cómo elaborar modelos para impresión 3D de manera eficaz.

A través de la implementación de la "Guía de Diseño para No Diseñadores", los estudiantes obtuvieron una inmersión teórica y profunda en el proceso de diseño y la impresión 3D. Esta guía facilitó una comprensión más clara y aplicada del uso de herramientas y software esenciales en el ámbito de la fabricación 3D. Uno de los principales resultados alcanzados fue la capacidad de los estudiantes para identificar, descargar y preparar modelos tridimensionales desde una variedad de plataformas digitales, como Thingiverse y Cults. Esta habilidad les permitió adaptar los diseños descargados a sus proyectos específicos, asegurando que los modelos se ajustaran a las necesidades particulares de cada tarea.

Los estudiantes se familiarizaron con diversos formatos de archivos como STL, 3MF y OBJ, cruciales para el trabajo en impresión 3D. Con la guía aprenderán a optimizar estos modelos para mejorar su calidad y funcionalidad durante la impresión. Este proceso incluirá ajustes en la resolución y en las configuraciones de los modelos para evitar errores comunes y asegurar una impresión exitosa.

Esta experiencia les proporcionará una base sólida para enfrentar desafíos técnicos relacionados con la conversión y preparación de archivos 3D.

Además, desarrollarán habilidades esenciales en el uso de software de corte de capas, como Ultimaker Cura. Los estudiantes realizarán ajustes detallados en los parámetros de impresión, tales como la velocidad, la temperatura del extrusor y la densidad de relleno. Este trabajo práctico no solo les permitirá perfeccionar sus capacidades técnicas en el manejo del software, sino que también les brindará una visión integral del flujo de trabajo desde el diseño hasta la impresión. La capacidad de ajustar estos parámetros de manera efectiva les ayudará a entender mejor el impacto que cada ajuste tiene en el resultado final del prototipo impreso.

Otro aspecto significativo del aprendizaje será el post-procesamiento de las piezas impresas. Los estudiantes comprenderán la importancia del acabado y la limpieza de las piezas, un paso fundamental para obtener productos de alta calidad. Aprenderán técnicas de acabado como el lijado, la aplicación de capas base y el uso de pinturas para mejorar la estética y durabilidad de los modelos impresos. Este conocimiento teórico les permitirá transformar prototipos funcionales en productos visualmente atractivos y listos para su uso final.

La experiencia completa fortalecerá la confianza de los estudiantes en el uso de tecnologías emergentes, como la impresión 3D, para resolver problemas tanto creativos como técnicos. Al enfrentar desafíos reales y aplicar soluciones prácticas, los estudiantes desarrollarán una mayor capacidad para utilizar estas tecnologías de manera innovadora. La habilidad de integrar el diseño asistido por computador (CAD) con técnicas de impresión 3D les proporcionará herramientas valiosas para abordar proyectos complejos y fomentar su creatividad en el campo de la ingeniería y el diseño.

El éxito en estas áreas no solo mejorará la competencia técnica de los estudiantes, sino que también les brindará una perspectiva más amplia sobre el potencial de la impresión 3D como herramienta en la resolución de problemas. La capacidad de visualizar, crear y ajustar prototipos de manera efectiva los preparará para enfrentar desafíos futuros en sus carreras profesionales, donde el diseño y la fabricación digital jugarán un papel cada vez más importante.

### **3.2.2 Procedimientos**

#### Diseño de prototipos mediante CAD

El propósito primordial consistió en elaborar modelos tridimensionales que abordarán los problemas específicos identificados previamente durante el proceso de investigación. Con el fin de alcanzar esta meta, se procedió a seguir los siguientes procedimientos, empleando diversas herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) y plataformas de modelos 3D.

#### Paso 1: Selección y Definición de Problemas a Abordar

Según las encuestas realizadas por especialistas y observaciones anteriores, se determinaron los problemas concretos que los prototipos necesitaban resolver, como son carcasas a medida, componentes de dispositivos IoT y otros elementos físicos que ayudan a validar el software.

Se establecieron las especificaciones técnicas para cada problema identificado, tales como el tamaño, la forma, la resistencia y otros factores relevantes. Esta etapa fue fundamental para determinar qué características estructurales y funcionales debía cumplir cada prototipo.

Se evaluaron, además de las exigencias técnicas, las limitaciones de materiales, gastos y capacidad de las impresoras existentes, así como las restricciones de materiales, gastos y capacidad de las

impresoras existentes. Se evaluó si las impresoras soportaban determinados grosores o diseños, lo que mejoró de esta forma los diseños para un proceso de producción eficaz.

#### Paso 2: Selección de Herramientas y Plataformas CAD

Se evaluaron las opciones disponibles en cuanto a herramientas CAD para determinar cuáles serían más apropiadas según los requerimientos. Tinkercad, UltimakerCura y Fusion 360 se seleccionaron por su facilidad de uso, capacidad de optimización y herramientas de simulación.

#### Características de cada herramienta:

- Tinkercad, ha sido empleada para diseños iniciales y modificaciones rápidas debido a su interfaz accesible e intuitiva.
- Fusion 360, brinda la oportunidad de trabajar con modelos más complejos, incorporando simulaciones de resistencia y ensamblaje con el fin de validar la durabilidad de las piezas.
- UltimakerCura, brinda la asistencia necesaria para la elaboración de los modelos de impresión, incluyendo ajustes de relleno, grosor de capas y soportes entre otras.

Se examinaron plataformas de modelos como Thingiverse, MakerWorld y Cults para hallar modelos base que pudieran satisfacer los requisitos. Esto contribuyó a disminuir los plazos de diseño, al adaptar modelos existentes en lugar de crearlos desde cero.

#### Paso 3: Creación de Prototipos Iniciales en CAD

Se inició a elaborar modelos básicos en Tinkercad, explorando diferentes configuraciones de piezas, como carcasas y componentes internos. Los modelos han sido concebidos con una precisión aproximada para asistir a ajustes posteriores.

Los modelos iniciales fueron iterados con el fin de asegurar que cumplieran con las dimensiones y atributos requeridos. Se llevaron a cabo estudios en el programa CAD con el fin de corroborar la adaptabilidad de los diseños a los dispositivos y al software a emplear.

En la plataforma Fusion 360, se llevaron a cabo simulaciones de resistencia y montaje con el fin de corroborar la capacidad de los modelos de resistir las circunstancias previas. La plataforma Fusion 360 ha demostrado ser altamente útil para analizar elementos complejos, gracias a sus herramientas de análisis y simulación.

#### Paso 4: Configuración en UltimakerCura

Después de la elaboración y validación de los primeros prototipos, los modelos fueron enviados a UltimakerCura, donde se realizaron mejoras adicionales para acondicionar los diseños para la impresión en 3D.

En UltimakerCura, se procedió a la modificación de factores tales como el grosor de las capas, la densidad de relleno y los soportes necesarios para cada prototipo, mejorando de esta manera la durabilidad y exactitud de los componentes.

Cada modelo fue concebido de manera que maximizara la estabilidad y minimizara el consumo de material de soporte, lo que optimizó los tiempos de impresión y el costo de materiales.

#### Paso 5: Evaluación y Selección de Modelos en Plataformas 3D

En Thingiverse y Cults se procedió a la búsqueda de modelos que satisficieran las especificaciones de los prototipos en función de las necesidades identificadas.

Los modelos encontrados en estas plataformas fueron modificados en Tinkercad y Fusion 360, adaptándolos para satisfacer los requisitos específicos, tales como el tamaño, las conexiones y los ensamblajes necesarios.

Antes de utilizar los modelos de plataformas como Thingiverse, se revisaron las licencias para asegurar que podían modificarse y adaptarse libremente dentro del marco de la investigación.

### **3.2.3 Resultados**

Se presentan los resultados obtenidos a partir de las encuestas aplicadas a expertos de las comunidades Maker y especialistas. Estos resultados muestran los retos, oportunidades y preferencias en el uso de impresión 3D para la integración de software en proyectos de ingeniería.

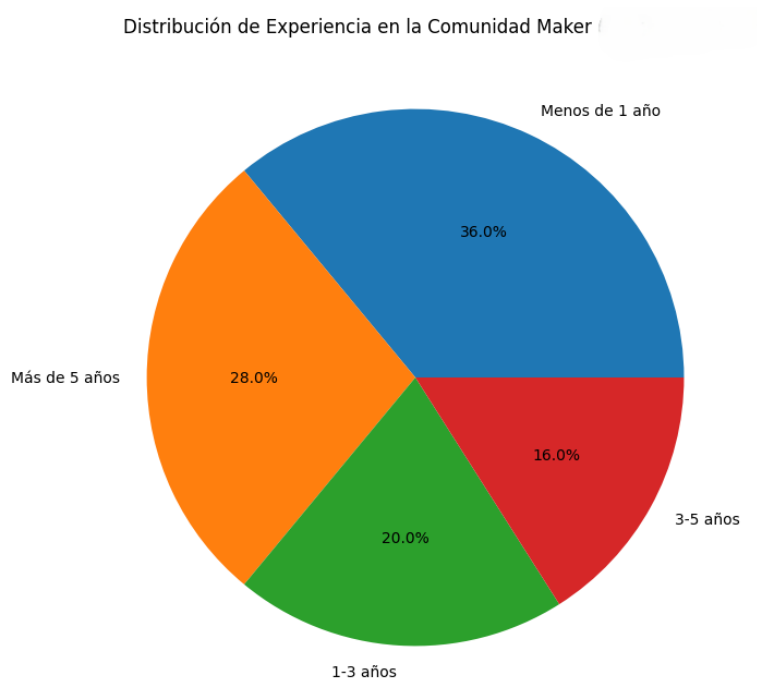
En la encuesta, una de las preguntas abarcaba un espectro diverso de la experiencia. Como se puede apreciar en la Figura 1, el 36% de los participantes tiene menos de un año en la comunidad, mientras que el 28% tiene más de cinco años de experiencia. Los dos extremos presentan la mayor proporción de respuestas, lo que sugiere una combinación de nuevos interesados y miembros experimentados.

Los miembros de menos de un año de experiencia señalan un crecimiento reciente y sostenido del interés por la impresión 3D. Por otro lado, los individuos experimentados con una duración superior a cinco años han experimentado una evolución tecnológica y han experimentado su progreso. La presente estructura bimodal sugiere que la comunidad maker se beneficia tanto de la innovación que aportan los

nuevos participantes como del conocimiento que proporcionan los miembros más avanzados, quienes pueden actuar como guías y referentes para los recién llegados.

### Figura 1

*Distribución de experiencia (en porcentaje) en la comunidad maker*



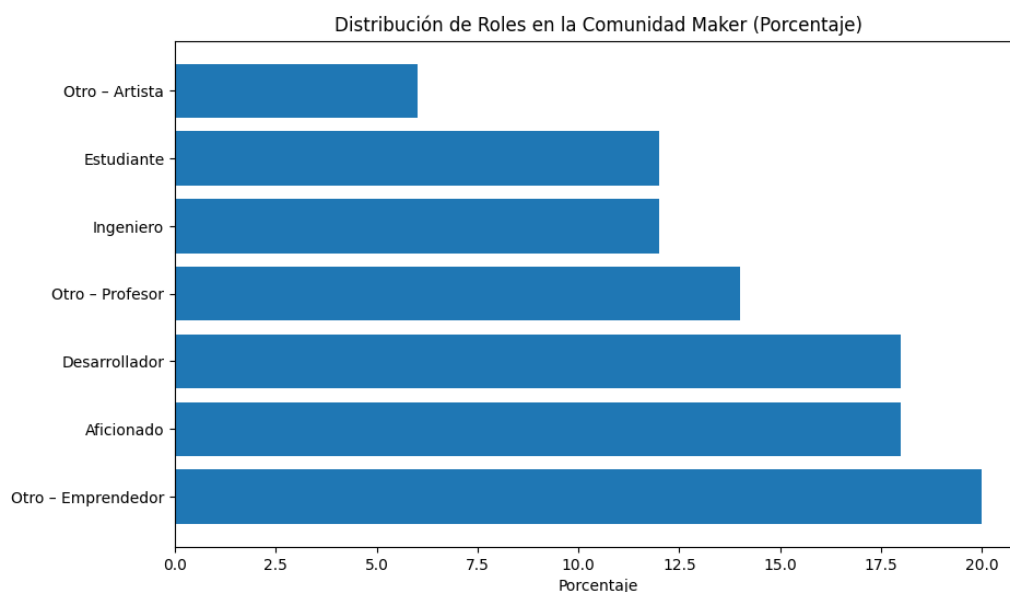
*Nota.* Datos obtenidos de una encuesta realizada a 50 expertos en la comunidad maker sobre su nivel de experiencia, 2024, Formularios (<https://forms.gle/kYwoccvizCC8jDnr7>).

Como se puede apreciar en la Figura 2 los roles dentro de la comunidad maker son variados, siendo los más sobresalientes los de Emprendedor (20%), Aficionado (18%) y Desarrollador (18%). Asimismo, se incluyen otros roles, tales como Profesores (14%), Ingenieros (12%), y, en mayor medida, Estudiantes (6%) y artistas (6%).

La prominencia de emprendedores y desarrolladores plantea que la comunidad maker no solo se centra en el aprendizaje y la experimentación, sino también en la comercialización de proyectos innovadores. Los emprendedores probablemente perciben una oportunidad para desarrollar y comercializar soluciones personalizadas y accesibles para los emprendedores. La presencia de aficionados y estudiantes es de suma importancia, ya que evidencia el interés de la comunidad para aquellos que desean explorar el diseño y la creación de manera autónoma.

## Figura 2

### *Distribución de roles en la comunidad maker*



*Nota.* Datos obtenidos de una encuesta realizada a 50 expertos en la comunidad maker sobre sus roles en la comunidad, 2024, Formularios (<https://forms.gle/kYwoccvzCC8jDnr7>).

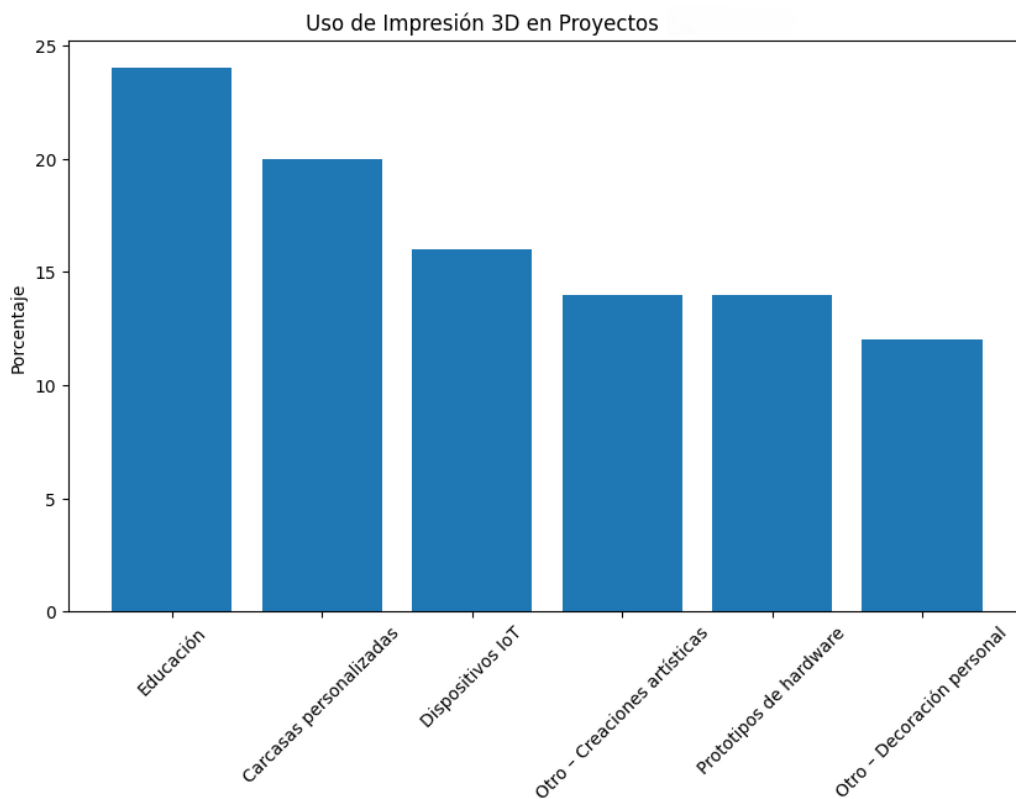
El análisis de los usos de impresión 3D en proyectos, como se puede apreciar en la Figura 3, nos revela que esta tecnología se emplea principalmente en la educación, así como en la creación de

Carcasas personalizadas (20%), y otros recursos adicionales como Dispositivos IoT (16%), Prototipos de hardware (14%) y proyectos artísticos o de decoración personal.

La aplicación en el ámbito educativo destaca el papel de la impresión 3D como una herramienta provechosa para el aprendizaje. Los educadores pueden experimentar la creación de prototipos físicos, lo que mejora la comprensión de los conceptos de diseño y fabricación. La elevada proporción de usuarios que elaboran carcasas personalizadas evidencia cómo la impresión 3D satisface la demanda de personalización en el desarrollo de dispositivos, donde los creadores buscan carcasas adaptadas a sus especificaciones. Esta personalización posibilita una mayor flexibilidad y compatibilidad.

### Figura 3

*Uso de impresión 3D en proyectos personales*



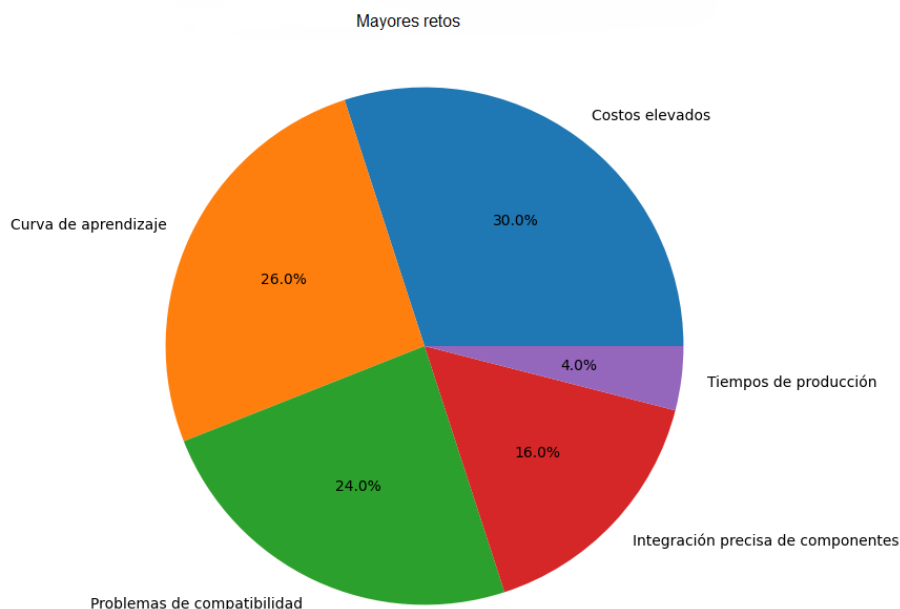
*Nota.* Datos obtenidos de una encuesta realizada a 50 expertos en la comunidad maker sobre los proyectos realizados en la impresión 3D, 2024, Formularios (<https://forms.gle/kYwoccvizCC8jDnr7>).

Al evaluar los desafíos en el uso de la impresión 3D como se puede apreciar en la Figura 4, se identifica que los costos elevados son un (30%) y la curva de aprendizaje (26%) son las principales barreras. Otros retos relevantes incluyen los problemas de compatibilidad entre el software y el hardware (24%) y la precisión en la integración de componentes físicos (16%).

El principal obstáculo identificado es el elevado costo de adquirir productos de proveedores externos, especialmente aquellos que requieren ser personalizados para satisfacer las necesidades del proyecto. La restricción financiera puede obstaculizar el acceso a productos esenciales de la actualidad. Asimismo, también existe un problema que es la curva de aprendizaje, lo cual es otro desafío importante, ya que los usuarios deben desarrollar habilidades técnicas en el uso de software de diseño asistido y en el manejo de impresoras 3D. Sin esta curva de aprendizaje, es difícil obtener una nueva capacidad y aprender a manipular una impresora 3D.

#### **Figura 4**

*Mayores retos de la impresión 3D en las comunidades maker*



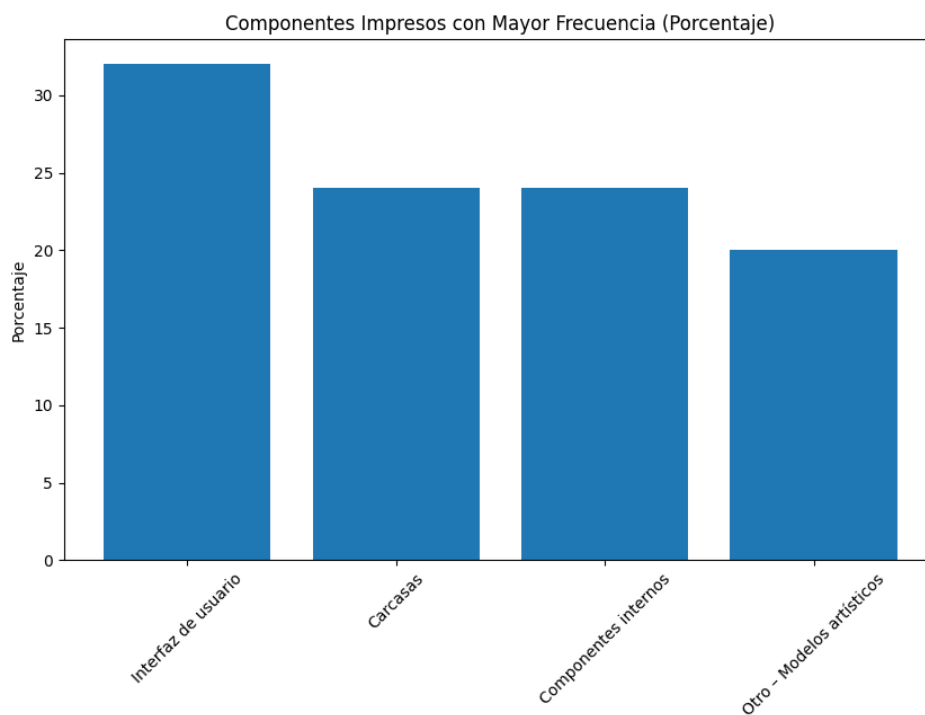
*Nota.* Datos obtenidos de una encuesta realizada a 50 expertos en la comunidad maker sobre los mayores retos en la impresión 3D, 2024, Formularios (<https://forms.gle/kYwoccvizCC8jDNr7>).

Como se puede apreciar en la Figura 5 en los proyectos de impresión 3D, se constató que el (32%) de los participantes imprime interfaces de usuario, seguida de carcasas y componentes internos (24% cada uno) También se señalan proyectos artísticos, con un 20% de respuestas.

La interfaz de usuario y carcasas constituyen elementos fundamentales en dispositivos que requieren ser manipulados por el usuario o protegidos del entorno. La elaboración de estos componentes demuestra la importancia de la impresión 3D en la construcción de dispositivos funcionales y ergonómicos, permitiendo crear interfaces personalizadas que se ajusten a las necesidades. La impresión de componentes internos también indica que la tecnología se emplea para producir componentes que optimizan la durabilidad o funcionalidad de los prototipos, especialmente en áreas de IoT.

**Figura 5**

*Componentes impresos con mayor frecuencia (en porcentajes)*



*Nota.* Datos obtenidos de una encuesta realizada a 50 expertos en la comunidad maker sobre los componentes impresos, 2024, Formularios (<https://forms.gle/kYwoccvizCC8jDNr7>).

### **3.2.4 Resultados de la Fase de Modelado y Selección de Prototipos**

Con base en los resultados obtenidos de la encuesta, se identificaron los principales desafíos y necesidades en la elaboración de prototipos físicos de integración de software y hardware. Estos descubrimientos influyeron en las fases de selección de prototipos y modelado CAD, en las cuales se desarrollaron y ajustaron modelos 3D para solventar problemas específicos identificados en etapas previas.

Para alcanzar este objetivo, también se seleccionaron y adaptaron modelos a partir de recursos disponibles en plataformas de modelado 3D como Thingiverse, MakerWorld y Cults3D para lograr este objetivo.

#### **3.2.4.1 Conducto doble**

Es un conducto de aire diseñado específicamente para mejorar la refrigeración en la impresora 3D Ender 3. Este modelo permite dirigir el flujo de aire al área de impresión de forma precisa, lo cual es importante para garantizar una refrigeración adecuada de las capas de filamento, así como mantener la calidad y precisión de la impresión.

Como se puede apreciar en la Figura 6 es una representación 3D del Conducto doble, diseñado específicamente para la impresora Ender 3. La estructura principal del conducto amarillo está diseñada para dirigir el flujo de aire con precisión al área de impresión. Hay un ventilador de refrigeración negro en el frente, que es parte del diseño para mejorar la eficiencia del flujo de aire a través de los medios. La estructura utiliza elementos como orificios perforados y soportes que facilitan la instalación del ventilador y aseguran la estabilidad del conducto de aire cuando se fija al cabezal de la impresora.

#### **Figura 6**

*Modelo de prototipado de Conducto Doble*

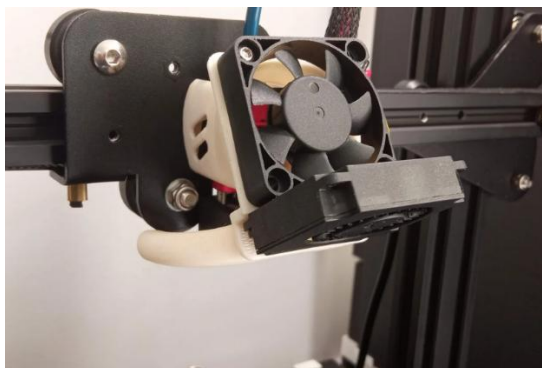


*Nota.* Adaptado de MinionD Ender 3 Dual duct [Fotografía], por vortexpc, 2021, thingiverse (<https://www.thingiverse.com/thing:4819097>). CC BY 4.0

Como se puede apreciar en la Figura 7 se visualiza el conducto doble instalado en la impresora Ender 3, lo que le brinda una idea visual de cómo se verá en uso. El conducto de aire negro y el ventilador en la parte frontal están firmemente sujetos al cabezal de la impresora. Lo que permite ver cómo el diseño del conducto de aire encaja en el diseño del cabezal, lo que garantiza que el flujo de aire se dirija al área de impresión sin alterar otras partes de la impresora.

### **Figura 7**

*Conducto doble instalado en la impresora 3D*

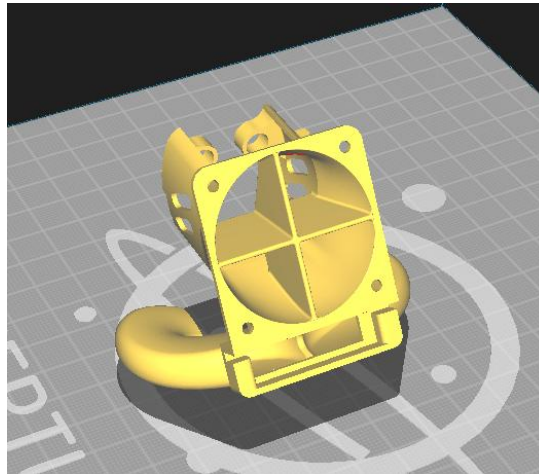


*Nota.* Adaptado de MinionD Ender 3 Dual duct [Fotografía], por vortexpc, 2021, thingiverse (<https://www.thingiverse.com/thing:4819097>). CC BY 4.0

El modelo conducto doble está guardado en el software Ultimaker Cura listo para configurar los ajustes de impresión, como se puede apreciar en la Figura 8. La vista del modelo 3D en Cura muestra toda la estructura de conductos, incluyendo el área de instalación de los ventiladores y las salidas de aire cuidadosamente diseñadas para una correcta distribución. Esta vista virtual de la plataforma de software nos brinda una visión más cercana de las ranuras y soportes que ayudan a la impresora a realizar sus tareas correctamente.

### **Figura 8**

*Modelo Conducto Doble en Laminador Ultimaker Cura*



*Nota.* El modelo del conducto doble en Ultimaker Cura y se configura para imprimir sin soportes, asegurando precisión y funcionalidad.

### 3.2.4.2 Estuche para soporte de las Raspberry Pi 4

Es un estuche diseñado específicamente para proteger y optimizar el rendimiento de Raspberry Pi 4, un dispositivo compacto comúnmente utilizado aplicaciones IoT. El estuche tiene un diseño duradero y ventilado que ayuda a disipar el calor generado por el dispositivo, manteniendo temperaturas de funcionamiento estables y protegiendo los componentes internos de daños físicos.

Se exhibe la carcasa para el Raspberry Pi 4, como se aprecia en la Figura 9 que es una estructura de rejilla en forma de panal que garantiza una ventilación óptima, lo que contribuye a mantener el dispositivo fresco durante su funcionamiento. Este diseño está diseñado para ensamblarse sin tornillos, usando un mecanismo de encaje a presión, lo cual facilita su montaje y desmontaje.

#### Figura 9

*Modelo prototipado de Raspberry Pi 4*

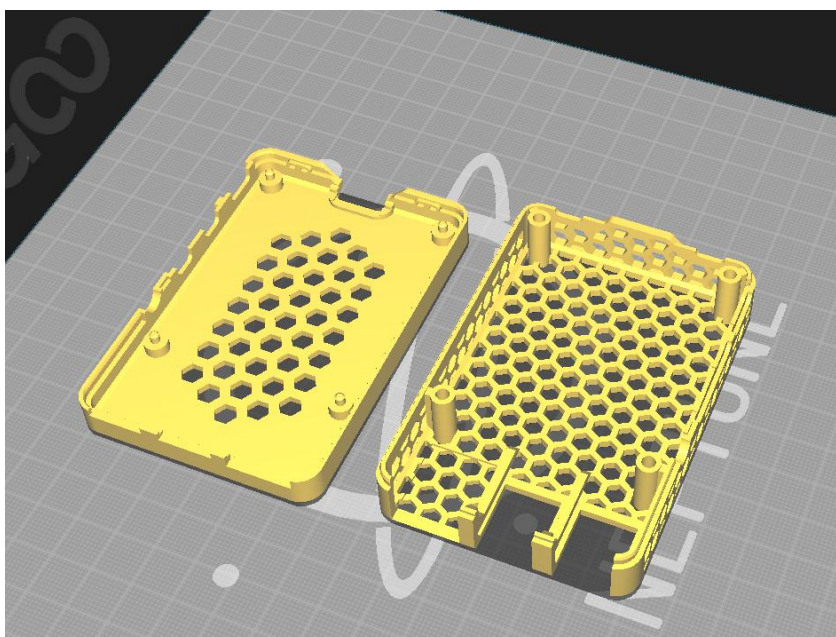


*Nota.* Adaptado de snap fit customizable Raspberry Pi 4 Case & Stands [Fotografía], por Malolo, 2019, thingiverse (<https://www.thingiverse.com/thing:3723561>). CC BY-NC 4.0

En el software de laminado Ultimaker Cura, como se aprecia en la Figura 10, se exhiben las dos piezas fundamentales que conforman la carcasa: la tapa superior y la base. Las dos piezas se encuentran ubicadas en la plataforma virtual del software, configuradas y optimizadas para la impresión. Esta vista en Cura permite realizar ajustes en los parámetros de impresión.

### Figura 10

*Modelo estuche Raspberry Pi 4 en el laminado Ultimaker Cura*



*Nota.* El Estuche para Raspberry Pi 4 en Ultimaker Cura se incluye las configuraciones precisas para garantizar un ajuste adecuado.

#### 3.2.4.3 Soporte de husillo para la Ender 3

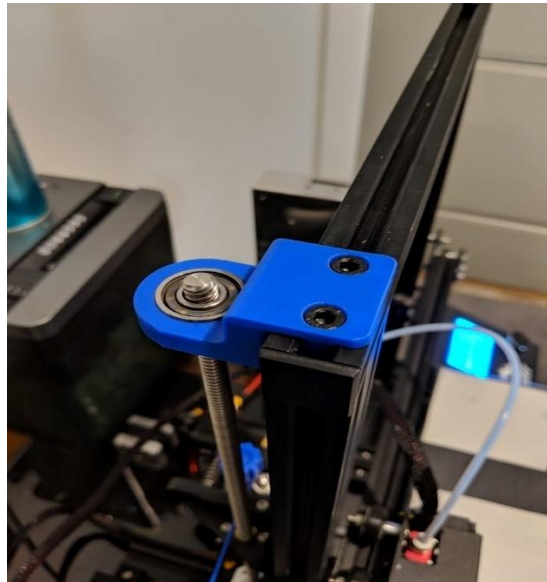
En la impresora Ender 3, este eje es necesario para controlar el movimiento vertical del cabezal de impresión, lo que permite un ajuste preciso de la altura de la capa. Este soporte está montado en la parte superior del cuerpo de la impresora y proporciona un punto de montaje adicional que estabiliza el

eje y reduce las vibraciones no deseadas o los movimientos laterales que pueden afectar la precisión de la impresión.

Como se puede apreciar en la Figura 11, se presenta el soporte de husillo de avance ya instalado en la impresora Ender 3. El soporte se ajusta a la parte superior del marco de la impresora y sostiene firmemente el husillo de avance (husillo Z). La instalación en la parte superior del marco garantiza que el husillo se mantenga en su posición correcta, lo cual es esencial para impresiones que requieren alta precisión.

### **Figura 11**

*Modelo prototipado Husillo Z Ender 3*



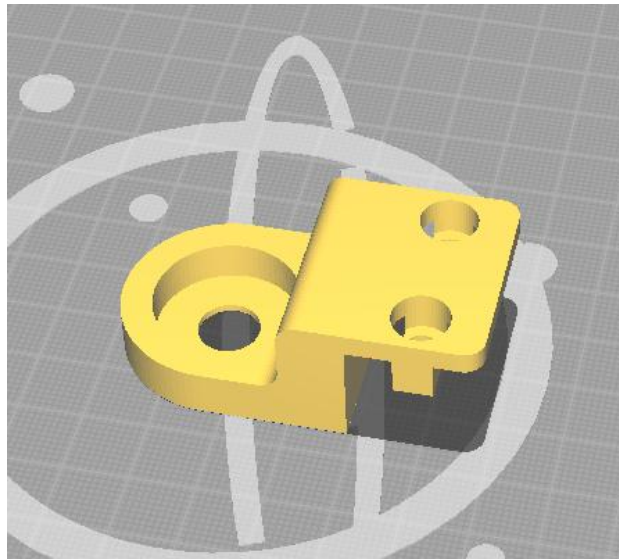
*Nota.* Adaptado de Ender 3 Lead Screw support [Fotografía], por DEJello, 2019, thingiverse

(<https://www.thingiverse.com/thing:3621450>). CC BY-NC-SA 4.0

El modelo de soporte del husillo como se puede apreciar en la Figura 12, en el software de Ultimaker Cura. Esta vista le permite ver todos los aspectos del diseño, como los orificios para tornillos que sujetan el chasis de la impresora y el anillo que sujeta el rodillo de alimentación en su lugar.

### Figura 12

*Modelo Husillo cargado en Ultimaker Cura*



*Nota.* El modelo de husillo cargado en Ultimaker Cura se prepara con configuraciones precisas para asegurar su funcionalidad y compatibilidad.

#### **3.2.4.4 Brazo flexible**

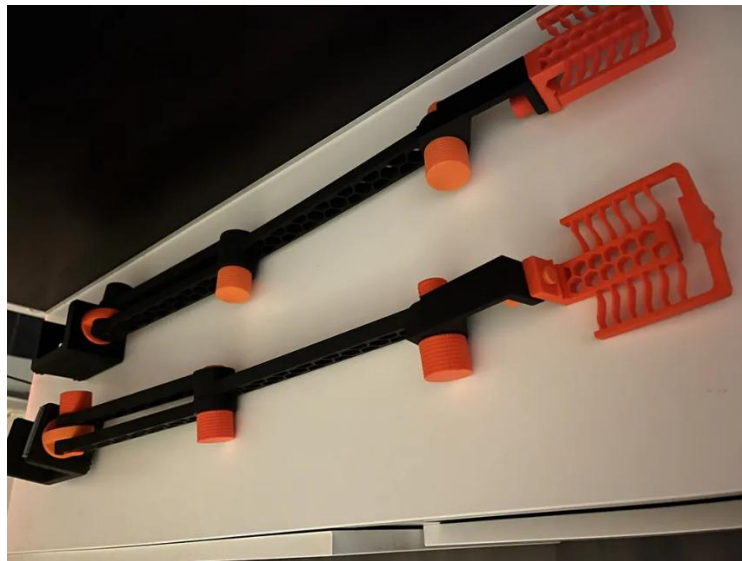
El componente denominado Brazo flexible es un componente diseñado para brindar soporte y estabilidad en aplicaciones que requieren brazos ajustables con alta resistencia y flexibilidad. Este tipo de brazo es adecuado para sostener o posicionar objetos en una variedad de aplicaciones como cámaras, herramientas, luces u otros accesorios en áreas o entornos de trabajo donde la adaptabilidad y la estabilidad son importantes. La estructura de este diseño se basa en el uso de materiales rígidos y

flexibles para maximizar la resistencia y al mismo tiempo permitir una amplia gama de movimientos y ajustes.

Se visualiza dos soportes completamente ensamblados con colores contrastantes (negro y naranja), como se puede apreciar en la Figura 13 que resaltan las diferentes partes del kit. El diseño de la palanca es duradero y cuenta con herrajes de color naranja en las partes móviles, lo que facilita ajustar o bloquear la posición de la palanca. En la parte superior, cada brazo tiene una abrazadera o soporte para asegurar objetos, y la estructura principal incluye un sistema de vinculación para mayor flexibilidad y estabilidad.

### Figura 13

*Modelo prototipado Brazo Flexible*



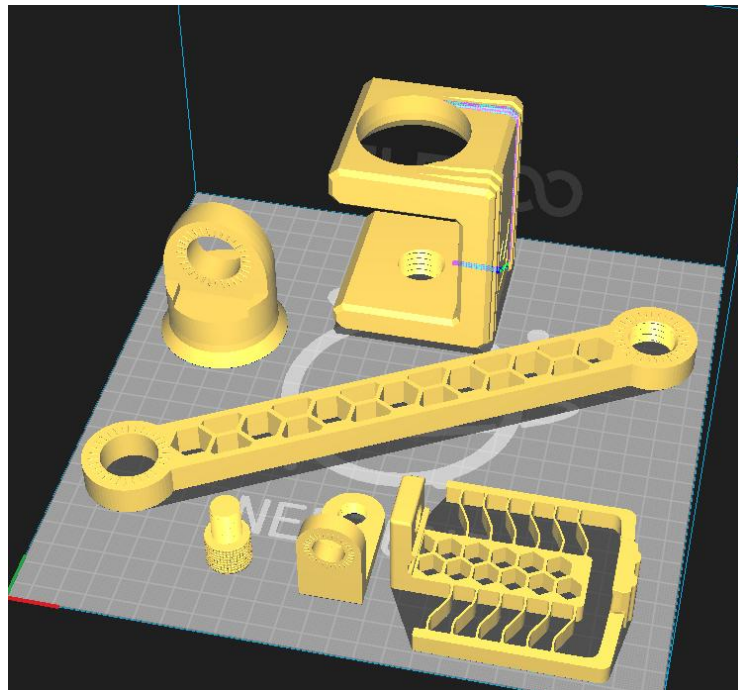
*Nota.* Adaptado de Brazo de teléfono flexible y resistente [Fotografía], por FunkyArt, 2023, makerworld

(<https://makerworld.com/es/models/67146?from=search#profileId-477052>). CC BY 4.0

La Figura 14 nos muestra el modelo del brazo dividido en diferentes partes en el programa de Ultimaker Cura. Puedes ver las diferentes partes que componen la palanca, como los eslabones, la base y la abrazadera. Esta vista le permite visualizar los aspectos de diseño de cada pieza y su conexión con todo el brazo. En Cura, se pueden ajustar criterios de impresión específicos, como el grosor de la capa y la densidad del relleno entre otros, para garantizar que cada pieza tenga la resistencia y flexibilidad requeridas.

**Figura 14**

**Modelo Brazo flexible en el laminado Ultimaker Cura**



*Nota.* El modelo del brazo flexible, laminado en Ultimaker Cura, se compone de múltiples piezas diseñadas para ensamblarse con precisión, garantizando adaptabilidad.

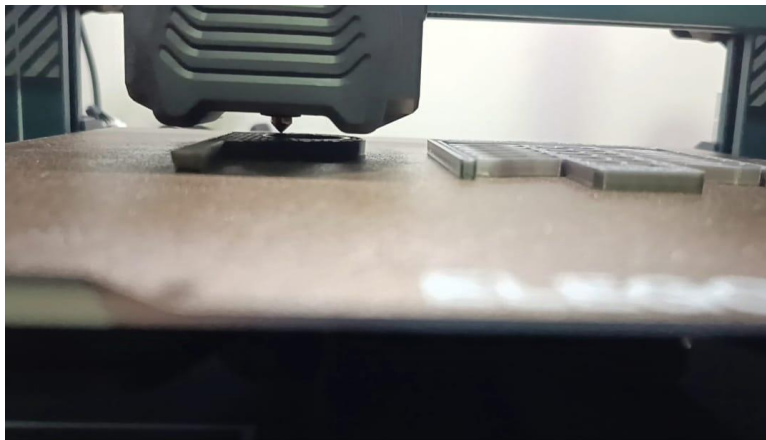
### 3.2.5 *Prototipos Impresos Finalizados*

#### 3.2.5.1 Brazo flexible Impreso

Como se aprecia en la Figura 15, comienza el proceso de impresión del soporte de movimiento y soporte de montura del dispositivo. La boquilla del cabezal de impresión funciona a plena capacidad, depositando capas de material en la cama de impresión. La superficie impresa tiene un revestimiento texturizado (Laca para cabello) que mejora la adherencia de las piezas durante la impresión. Este paso es importante porque la calidad de las primeras capas garantiza la estabilidad del modelo durante la impresión y reduce problemas como el levantamiento de las esquinas y la deformación de la fibra.

#### **Figura 15**

*Proceso de impresión de partes del brazo flexible*



*Nota.* Muestra el progreso del modelo durante su impresión en las primeras capas en la impresora 3D.

Como se ve en la Figura 16, las piezas impresas tienen una forma geométrica alargada con orificios redondos y forman parte de un brazo ajustable. Este diseño combina funcionalidad y ahorro de material, reduciendo el peso sin sacrificar la resistencia. Las calificaciones constantes indican que la impresora está bien calibrada, lo que garantiza resultados claros y precisos.

### **Figura 16**

*Proceso de impresión de los brazos ajustables del modelo*



*Nota.* Se imprime los dos primeros brazos ajustables en la impresora 3D.

En la Figura 17 muestra una imagen del modelo del cilindro morado en una etapa avanzada. Un objeto es un componente utilizado en aplicaciones como soportes, conectores o ensamblajes. La base plana garantiza la estabilidad durante la impresión y facilita su uso posterior. El proyecto muestra cómo las impresoras 3D pueden crear objetos funcionales y personalizados con detalles específicos.

### **Figura 17**

*Proceso de impresión de la base giratoria del brazo flexible*



*Nota.* Se muestra la impresión de la base que ayudara a que el brazo sea a 360°.

Como se observa en la Figura 18, el modelo del brazo flexible finalizado fue diseñado inicialmente para soportes de celular, aunque su versatilidad permite adaptarlo a diversas necesidades, el modelo incluye de tornillos totalmente impresos y la base sólida que garantiza estabilidad y el sostenimiento del brazo, ofreciendo tanto funcionalidad como personalización según los requerimientos del usuario.

### **Figura 18**

*Modelo del brazo flexible finalizado*



*Nota.* El modelo impreso finalizado, incluyendo todas las piezas y uniones, las cuales han sido diseñadas para garantizar un ensamblaje funcional y estable.

### 3.2.5.2 Estuche para soporte de las Raspberry Pi 4

Como se observa en la Figura 19, el comienzo de la impresión en la cama caliente de la impresora. La base superior de la carcasa está siendo construida capa por capa, asegurando una buena adherencia a la superficie de impresión. La estructura inicial incluye una malla con patrón hexagonal que optimiza la ventilación del dispositivo una vez ensamblado. La precisión del diseño es clave para garantizar que el Raspberry Pi 4 encaje de manera segura dentro del estuche.

**Figura 19**

*Proceso de impresión de la carcasa superior*



*Nota.* Se muestra un avance el proceso de impresión de la carcasa superior, un diseño pensado en el beneficio del sobrecalentamiento.

En la Figura 20 se presenta la impresión de la carcasa inferior del Raspberry Pi. La impresora ejecuta un patrón preciso, construyendo de manera progresiva las secciones a cada puerto, las ranuras de ventilación y sus orificios inferiores. Este diseño garantiza que los componentes se mantengan a una temperatura adecuada y permite su correcta conexión mediante los puertos correspondiente.

### Figura 20

*Se imprime la carcasa inferior del modelo*

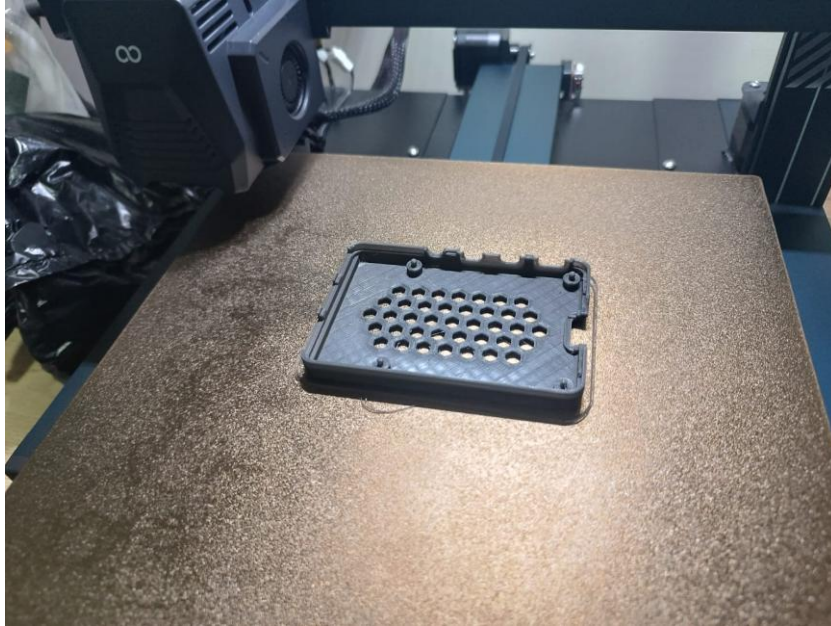


*Nota.* Se imprime las primeras capas de la carcasa superior del modelo Raspberry Pi

En la Figura 21 se muestra la carcasa inferior terminada, lo cual destaca por incluir una rejilla de ventilación en su base, una característica esencial para garantizar el control de la temperatura del Raspberry Pi bajo control. Además, los detalles del modelo reflejan una alta precisión en las ranuras y orificios, asegurando compatibilidad con los puertos estándar del dispositivo.

**Figura 21**

*Proceso de impresión de carcasa inferior finalizada*



*Nota.* Se completa la impresión de la carcasa inferior del modelo, destacando su precisión en los detalles.

Como se muestra en la Figura 22, los modelos de carcasa superior e inferior del soporte para Raspberry Pi 4, conectados mediante Lengüetas de encaje, sin necesidad de tornillos u otras uniones, tienen un diseño compacto con puertos o encabezados para los cables y orificios de ventilación natural para evitar el sobrecalentamiento.

**Figura 22**

*Unión de las carcasas para el modelo de Raspberry Pi*



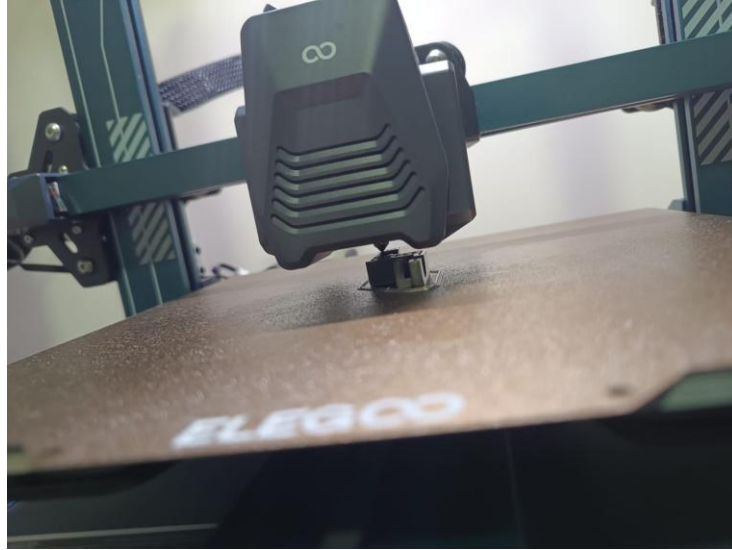
*Nota.* El soporte para Raspberry Pi 4 finaliza, con el encaje de las dos partes de la carcasa.

### 3.2.5.3 Soporte husillo para la Ender 3

En la Figura 23, se observa que se está modelando las primeras capas del husillo de forma vertical para mejor estabilidad y sin la necesidad de usar soportes. El inicio del proceso de impresión en cama caliente esta fase es crucial, ya que la adherencia de la primera capa a la superficie de impresión asegura la estabilidad del modelo durante todo el proceso. Se evidencia una configuración precisa, dado que no hay signos de deformación o problemas en las primeras capas.

#### **Figura 23**

*Proceso de impresión del husillo*



*Nota.* Las primeras capas de impresión de forma vertical del husillo.

Como se muestra en la Figura 24, muestra el soporte del eje impreso. Este elemento tiene un diseño compacto con un orificio para el eje Z y orificios adicionales para tornillos de montaje. La superficie es uniforme, lo que demuestra un buen control de los parámetros de impresión como la velocidad y la temperatura. El diseño robusto del modelo mejora la alineación del eje Z, reduce la vibración y mejora la precisión de impresión de la Ender 3.

#### **Figura 24**

*Proceso de impresión del husillo finalizado*



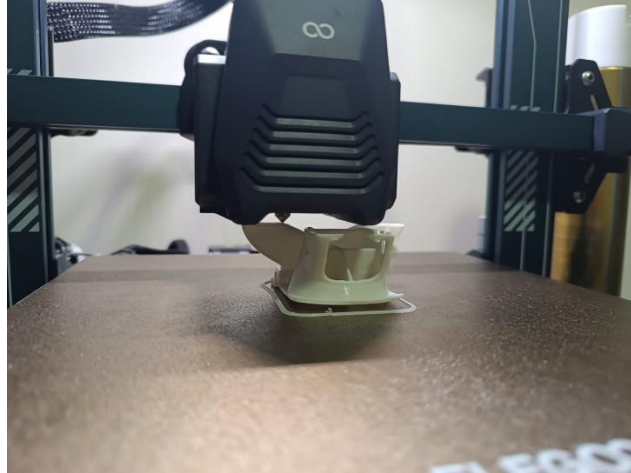
*Nota.* Husillo finalizado, impreso de forma vertical y diseñado para el montaje de la impresora Ender 3.

#### **3.2.5.4 Conducto doble**

En la Figura 25 se aprecia un avance significativo en la impresión del conducto doble. El modelo se ha colocado boca abajo con el objetivo de evitar el uso de soportes, optimizando así el consumo de filamento. La impresión se realiza a baja velocidad debido a la presencia de voladizos en el diseño, lo que exige mayor precisión. Además, se ha aplicado adherencia a la cama (utilizando laca para el cabello) para garantizar que el modelo permanezca firmemente sujeto durante todo el proceso.

#### **Figura 25**

*Proceso de impresión del conducto doble*



*Nota.* En la etapa final del proceso de impresión, el conducto doble se encuentra orientado boca abajo, permitiendo una mejor impresión.

En la Figura 26 se observa el modelo ya finalizado y aún sobre la cama de impresión. El diseño incluye dos salidas superiores curvas que canalizan el aire de forma eficiente hacia ambos lados del área de impresión. Este diseño permite un enfriamiento uniforme, ideal para mejorar la calidad de las capas en impresiones 3D. Además, la parte inferior cuenta con orificios que facilitan la fijación del conducto al cabezal de la impresora, asegurando un ajuste firme.

### **Figura 26**

*Proceso de impresión finalizado del conducto doble*



*Nota.* Impresión finalizada y diseñada para las impresoras Ender 3. La orientación del conducto doble es boca abajo para mejor impresión.

### **3.2.5.5 Herramientas utilizadas**

#### **3.2.5.5.1 *Impresora Elegoo Neptune 3 Pro***

La impresora que se utilizó fue la Elegoo Neptune 3 Pro, es una impresora 3D diseñada para ofrecer alta precisión, facilidad de uso a un costo bajo. Esta herramienta fue clave en el desarrollo de los prototipos y piezas utilizadas en el proyecto, además que se puede realizar otros tipos prototipos y más avanzados. Entre unas de las características más destacadas.

Nivelación automática, la función asegura una calibración precisa, lo que resulta sin necesidad calibrarla manualmente.

En este proyecto la impresora desempeñó un papel fundamental al permitir la creación de modelos personalizados con precisión y consistencia.

### **3.2.5.5.2      *Ultimaker Cura***

El programa de laminado que se usó para este proyecto fue Ultimaker Cura es un software para preparar los modelos antes de mandarlos a imprimir. El programa convierte los archivos .STL o .3MF en instrucciones específicas que lo entienda la impresora 3D que son códigos G (Gcode). Una de las funcionalidades que se destaca es el programa de laminado.

Amplia configuración de parámetros. Al momento de preparar el modelo, se tiene que configurar el grosor de capas, densidad de los rellenos, las temperaturas tanto la inicial que es la más importante y la temperatura estándar, la velocidad de impresión, entre otros, el programa ofrece una flexibilidad al momento de la configuración y establecer los valores que se crean pertinentes.

### **3.2.5.5.3      *Configuración para impresiones***

Las configuraciones establecidas en el programa de laminado fueron aplicadas para la impresión de los cuatro modelos desarrollados en este proyecto.

#### ***Tabla 2***

*Configuraciones del programa de laminado para los modelos*

Configuración	Valor
Altura de capa	0.2 mm
Altura de capa inicial	0.2 mm
Grosor de la pared	15.0 %
Capas superiores	2

Capas inferiores	2
Densidad de relleno	15.0 %
Temperatura de impresión	205.0 °C
Velocidad de impresión	40.0 mm/s
Adherencia a la placa de impresión	Tipo: Falda, 3 líneas
Altura del salto en Z	0.2 mm
Velocidad del ventilador	100.0 %

### 3.2.6 Análisis de Costos y Eficiencia: Impresión 3D vs. Fabricación industrial

**Tabla 3**

*Análisis de costos y eficiencia: Impresión 3D vs Fabricación industrial*

Aspecto	Impresión 3D	Fabricación industrial
Costos	Los materiales de filamento son costosos, y oscilan entre \$5.000 y \$30.000 COP por modelo. Esto depende de la cantidad y sus características de impresión.	El precio de una unidad puede variar entre 60.000\$ y 200.000\$ COP.
Tiempo	La impresión de cada modelo exige una duración de entre 1 y 16 horas en función de su tamaño y complejidad, así como del ensamblaje (en algunos casos).	No se requiere un tiempo de fabricación o ensamblaje para el usuario; sin embargo, el tiempo de entrega varía y puede ser de días o semanas.
Personalización	El usuario puede solicitar ajustar el tamaño, tonalidad y	La personalización es limitada, y los artículos comerciales suelen

---

	<p>otros parámetros específicos en función de las necesidades de los modelos.</p>	<p>ser estrictos, con escasas opciones de modificación.</p>
Durabilidad y Calidad	<p>La calidad y durabilidad varían en función de la precisión de la impresora y del material utilizado (por ejemplo, PLA o PETG).</p> <p>La resistencia es mayor en aplicaciones de uso intensivo, pero depende del grosor del modelo y cuántas capas desea que tenga.</p>	<p>Se trata de materiales industriales de alta resistencia, tales como metal o plástico concentrado.</p> <p>Mayor durabilidad y estabilidad.</p>
Reparación y reemplazo	<p>Las piezas individuales pueden ser reemplazadas o reimprimadas con facilidad si se presentan daños o desgastes.</p>	<p>La reparación o reemplazo de elementos resulta más compleja por escases y en ocasiones, implica la adquisición de un nuevo producto completo.</p>
Flexibilidad	<p>El modelo ofrece una mayor flexibilidad de uso. Se puede ajustar el modelo en función de diferentes aplicaciones.</p>	<p>Se trata de un uso menos flexible, dado que están diseñados para aplicaciones específicas sin posibilidad de adaptarlos a otros usos.</p>
Ventajas Generales	<p>Costo asequible, personalización y facilidad de reemplazo de elementos,</p>	<p>Excelente calidad, consistencia y durabilidad en aplicaciones que requieren robustez, perfecto</p>

---

---

	excelente para aquellos usuarios que requieren soluciones adaptables y económicas.	para uso intensivo o profesional.
Desventajas Generales	Los materiales como PLA pueden no ser adecuados para aplicaciones que requieren una alta resistencia o estabilidad térmica	En términos de costo y adaptabilidad, existen escasas opciones de personalización y una mayor dificultad para llevar a cabo ajustes en función de las necesidades y un alto costo al adquirir estas piezas, contando el costo de envío e impuestos y demás.

---

### **3.2.7 *Discusión***

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan la viabilidad y el impacto de la impresión 3D en la ingeniería de software, destacando la capacidad para resolver los problemas relacionados con la personalización, reduciendo costes y en los tiempos de producción. Se está comparando los resultados con la revisión de literatura, se confirma que la tecnología de impresión 3D y el método MAKER promueven el aprendizaje práctico y colaborativo, como lo demuestran investigaciones previas sobre su impacto en diversos sectores como la educación y la industria.

Uno de los principales objetivos de la investigación es explorar cómo la impresión 3D puede resolver problemas específicos de la ingeniería de software mediante la creación de prototipos personalizados. Los prototipos desarrollados, como el brazo flexible, la carcasa de Raspberry Pi 4, el

soporte del husillo y el conductor doble, abordan directamente este objetivo proporcionando soluciones flexibles y funcionales a problemas previamente identificados. Estas piezas no sólo cumplen requisitos técnicos específicos, sino que también ofrecen importantes ahorros en comparación con los métodos de producción industrial tradicionales.

El uso de las herramientas como Tinkercad, Fusion 360 y Ultimaker Cura es esencial para optimizar los diseños, lo que permite iteraciones y ajustes rápidos según las necesidades del proyecto. Este enfoque, centrado en la adaptabilidad y la personalización, destaca la flexibilidad que ofrece la impresión 3D en comparación con las soluciones comerciales estándar. Además, la capacidad de reemplazar o modificar componentes impresos apoya el desarrollo sostenible de los procesos, en línea con la tendencia global hacia diseños más eficientes y ecológicos.

A pesar de los avances que se han logrado, se han identificado una serie de limitaciones inherentes a esta tecnología. Por ejemplo, la calidad y durabilidad del prototipo depende en gran medida del material utilizado (como PLA) y de la configuración exacta de la impresora. Además, debido a los recursos limitados, la principal barrera sigue siendo la necesidad de aprender a utilizar el software CAD y configurar los parámetros de impresión 3D. Estos resultados son consistentes con investigaciones anteriores que han resaltado la necesidad de mejorar las habilidades técnicas de los usuarios para maximizar los beneficios de la impresión 3D.

Los resultados también tienen implicaciones más allá del campo de la ingeniería de software. La adopción del enfoque MAKER no sólo fomenta la innovación tecnológica, sino que también promueve una cultura de "aprender haciendo", que es clave para preparar a estudiantes y profesionales para el mundo laboral en constante cambio. Este enfoque fomenta la creatividad y la resolución de problemas, habilidades importantes en un mercado que valora cada vez más la adaptabilidad y el pensamiento crítico.

En un contexto industrial, los resultados resaltan el potencial de la impresión 3D para transformar los procesos tradicionales proporcionando soluciones más rápidas, personalizadas y económicas. Este enfoque es especialmente relevante en áreas donde la integración de hardware y software es crítica, como Internet de las cosas, robótica y fabricación avanzada.

### **3.2.8 Trabajos a futuros**

A partir de los resultados obtenidos en este proyecto, se han identificado varias oportunidades para ampliar y profundizar el impacto de la impresión 3D en la integración de software y hardware. Estas áreas de investigación y desarrollo podrán centrarse en los siguientes aspectos:

#### Optimización de Materiales de Impresión.

Explora nuevos materiales, más resistentes y específicos, como compuestos de carbono o nailon, que ofrecen mayor durabilidad y rendimiento en condiciones difíciles. Esto permitirá ampliar el uso de la creación de prototipos a industrias más dinámicas.

#### Automatización de Procesos de Diseño y Producción.

Implementar algoritmos que automaticen el desarrollo de prototipos en función de las necesidades específicas del usuario, integrando inteligencia artificial para crear modelos de personalización más eficientes y precisos.

#### Evaluación de Prototipos en Entornos Reales.

Realizar pruebas funcionales más detalladas de los modelos desarrollados en casos de uso del mundo real, evaluando su rendimiento y adaptabilidad en IoT, robótica y otros proyectos de fabricación avanzada.

#### Ampliación de la Metodología MAKER.

Desarrollar programas educativos que integren la impresión 3D y los métodos MAKER a nivel académico y en el ámbito profesional, promoviendo la creatividad y el aprendizaje práctico en un contexto interdisciplinario.

#### Integración con Nuevas Tecnologías.

Estudiar cómo la impresión 3D se puede complementar con nuevas tecnologías, como la fabricación aditiva híbrida, la impresión 4D y los sistemas inteligentes de monitoreo de calidad.

#### Estudios de Impacto Económico y Medioambiental.

Explorar en profundidad el impacto de la impresión 3D en la sostenibilidad, examinando cómo la reutilización de materiales y la fabricación local pueden reducir las emisiones de carbono y los costos de logística.

#### Desarrollo de Bibliotecas de Modelos Open-Source.

La creación de repositorios de modelos 3D de acceso público permite a los investigadores y otros desarrolladores adaptar y mejorar los diseños existentes para nuevas aplicaciones.

Estas líneas de trabajo representan una extensión natural del avance de este proyecto, posicionando la impresión 3D y la metodología MAKER como herramientas esenciales para la innovación en el desarrollo de software y hardware. La investigación sobre estas propuestas contribuirá a fortalecer los marcos intersectoriales que vinculan la educación, la industria y la sostenibilidad con soluciones prácticas y escalables.

## 4 Conclusiones

Este estudio confirma que la impresión 3D combinada con el método MAKER proporciona soluciones precisas y eficientes a los problemas de desarrollo de software que requieren componentes físicos personalizados. Los objetivos iniciales se lograron al demostrar que la integración de estas tecnologías reduce significativamente los costos y el tiempo de desarrollo, elimina la dependencia de proveedores externos y facilita las iteraciones rápidas de creación de prototipos.

Los prototipos desarrollados demostraron alta precisión y adaptabilidad, simplificando la integración de hardware y software. Además, este enfoque fomenta la creatividad y el aprendizaje práctico de los estudiantes de ingeniería, que son habilidades esenciales en un entorno tecnológico en constante evolución. Sin embargo, se identificaron algunas limitaciones importantes, como la curva de aprendizaje asociada al uso de software CAD y tecnología de impresión, así como la necesidad de mejorar la durabilidad y resistencia de los materiales utilizados, especialmente en aplicaciones industriales o de alta demanda.

Se sugiere que los futuros esfuerzos de investigación se centren en desarrollar y probar nuevos materiales de impresión que sean más resistentes y duraderos. Asimismo, mejorar las técnicas de posprocesamiento puede optimizar la calidad final de las piezas impresas. La integración de la impresión 3D con sistemas integrados y tecnología IoT abre la puerta a la creación de soluciones innovadoras de hardware y software que requieren componentes personalizados de tamaños y formas específicos.

Esta investigación no sólo confirma la utilidad de la impresión 3D y el método MAKER en proyectos interdisciplinarios, sino que también abre nuevas oportunidades para explorar aplicaciones más avanzadas en una variedad de campos. La combinación de estas tecnologías crea un puente para la

integración más efectiva entre software y hardware, posicionándose como una solución innovadora a los problemas de hoy y del futuro.

## 5 Referencias

- Alejandro, L., Yuliet, E., & Rodríguez, D. (2020). Impresoras 3D, su innovación en el campo de la medicina. *UNIMAR*, 4, 1–6.  
<https://revistas.umariana.edu.co/index.php/travesiaemprendedora/article/view/2484>
- Andrés-Cano, P., Calvo-Haro, J. A., Fillat-Gomà, F., Andrés-Cano, I., & Perez-Mañanes, R. (2021). Role of the orthopaedic surgeon in 3D printing: current applications and legal issues for a personalized medicine. In *Revista Espanola de Cirugia Ortopedica y Traumatologia* (Vol. 65, Issue 2, pp. 138–151). Ediciones Doyma, S.L. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2020.06.014>
- Bar-El, D., & Worsley, M. (2021). Making the maker movement more inclusive: Lessons learned from a course on accessibility in making. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 100285.  
<https://doi.org/10.1016/J.IJCCI.2021.100285>
- Dominguez, I. A., Romero, L., Espinosa, M. M., & Dominguez, M. (2013). [ 39 *Revista de la Construcción Volumen 12 N o 2-2013 3D Printing of Models and Prototypes in Architecture and Construction*.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2013000200004>
- Kostakis, V., & Papachristou, M. (2014). Commons-based peer production and digital fabrication: The case of a RepRap-based, Lego-built 3D printing-milling machine. *Telematics and Informatics*, 31(3), 434–443. <https://doi.org/10.1016/J.TELE.2013.09.006>
- Lyu, Z., Lim, G. J. H., Koh, J. J., Li, Y., Ma, Y., Ding, J., Wang, J., Hu, Z., Wang, J., Chen, W., & Chen, Y. (2021). Design and Manufacture of 3D-Printed Batteries. In *Joule* (Vol. 5, Issue 1, pp. 89–114). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2020.11.010>
- Marson, N., Nocera-Diaz, A., Real, J. P., & Palma, S. (2016). Las impresoras 3d y el diseño de medicamentos. *Universidad Nacional de Cordoba*, 3, 1–4.  
<https://doi.org/http://hdl.handle.net/11336/186008>

Odremán R, J. G. (2014). Nota Técnica IMPRESIÓN 3D EN LA INDUSTRIA: UN ACERCAMIENTO A LA TECNOLOGÍA Y SU INFLUENCIA EN LA INDUSTRIA PETROLERA. In *No* (Vol. 18).

Rua Ramirez, E. B., Jimenez Diaz, F., Gutierrez Arias, G. A., & Villamizar, N. I. (2018). Impresión 3D como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de Algunos Conceptos de Ingeniería y Diseño. *Ingeniería*, 23(1), 70. <https://doi.org/10.14483/23448393.12248>

Telich-Tarriba, J. E., Ramírez-Sosa, L. E., Palafox, D., Ortega-Hernandez, E., & Rendón-Medina, M. A. (2020). Use of 3D printing in reconstructive plastic surgery. *Revista Facultad de Medicina*, 68(4), 603–607. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v68n4.77862>

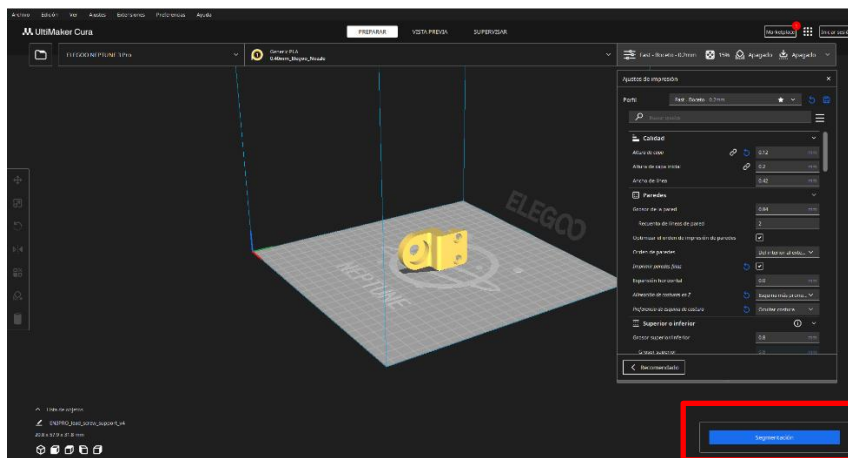
## 6 Anexos

## Anexo A

## Manual práctico para la impresora Elegoo Neptune 3 Pro

Figura 1

Importar modelo en Ultimaker Cura



*Nota.* El modelo es importado en el programa de laminado, donde se realizan las configuraciones correspondientes, como se detalla en la **Tabla 2: Configuraciones del programa de laminado para los modelos**. Una vez finalizadas las configuraciones, se procede a segmentar el modelo. Este proceso aplica las configuraciones establecidas al modelo y genera un archivo en formato GCODE.

**Figura 2**

*Guardar Gcode en memoria (SDcard)*

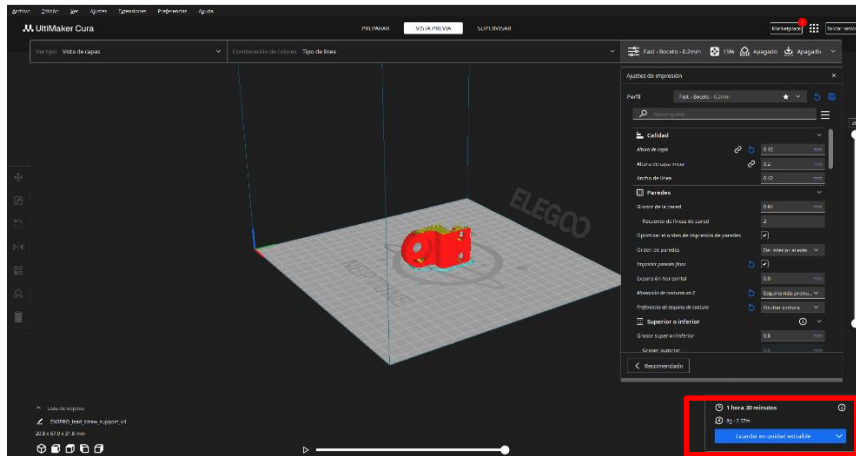


*Nota.* Se emplea una tarjeta SD mediante un adaptador USB para almacenar el archivo GCODE.

Posteriormente, la tarjeta SD se inserta en el puerto correspondiente de la impresora 3D.

Figura 3

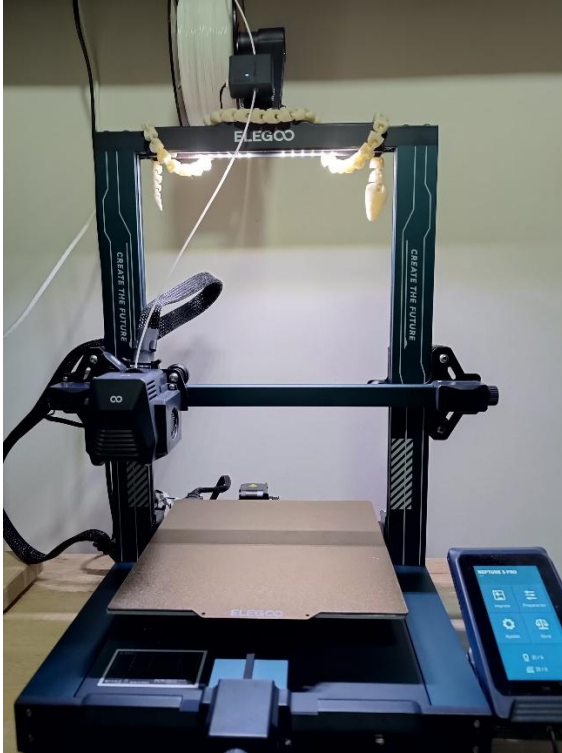
Modelo Segmentado y guardar Gcode en el SdCard



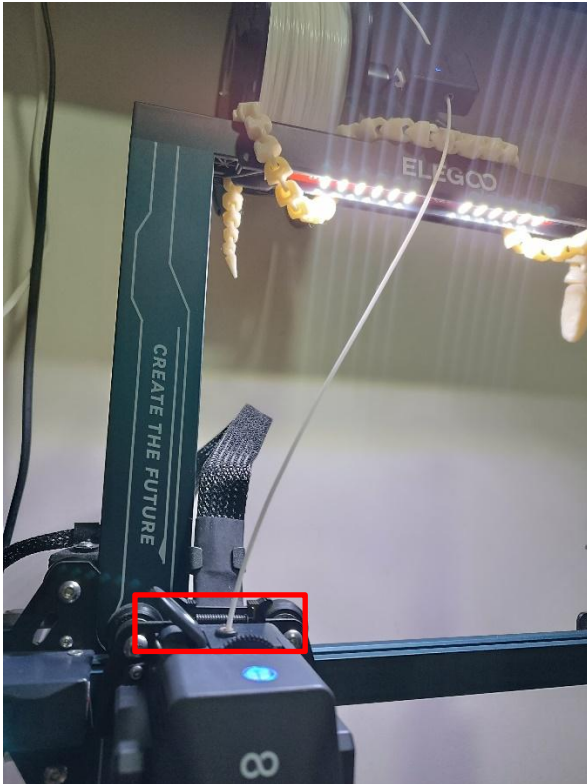
*Nota.* El modelo segmentado permite visualizar la estimación del tiempo de impresión y ofrece la opción de guardar el archivo en formato GCODE, que incluye todas las configuraciones, en la tarjeta SD.

**Figura 4**

*Impresora Elegoo Neptune 3 Pro*



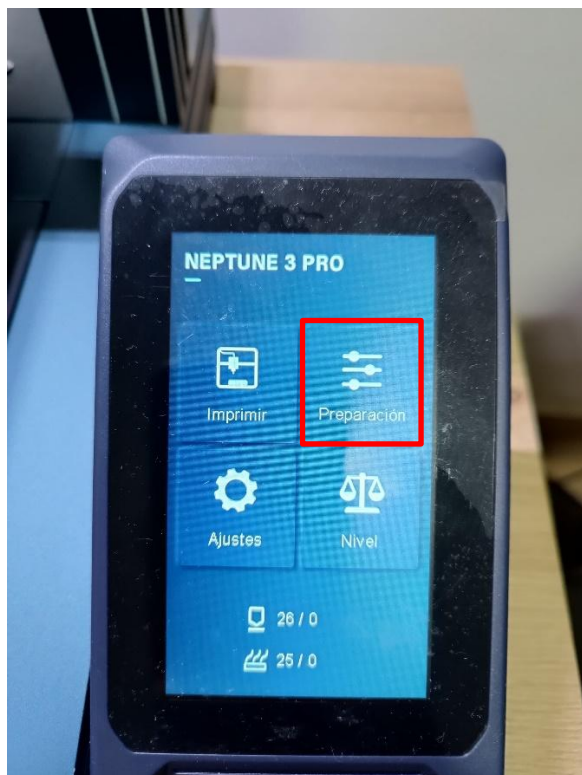
*Nota.* La impresora Elegoo Neptune 3 Pro esta lista para iniciar el proceso de impresión. Además, cuenta con dos métodos para imprimir modelos: a través de una tarjeta SD o mediante conexión Ethernet. En este caso, se utilizará el método de la tarjeta SD, para lo cual la impresora dispone de un puerto para este tipo de almacenamiento.

**Figura 5***Filamento*

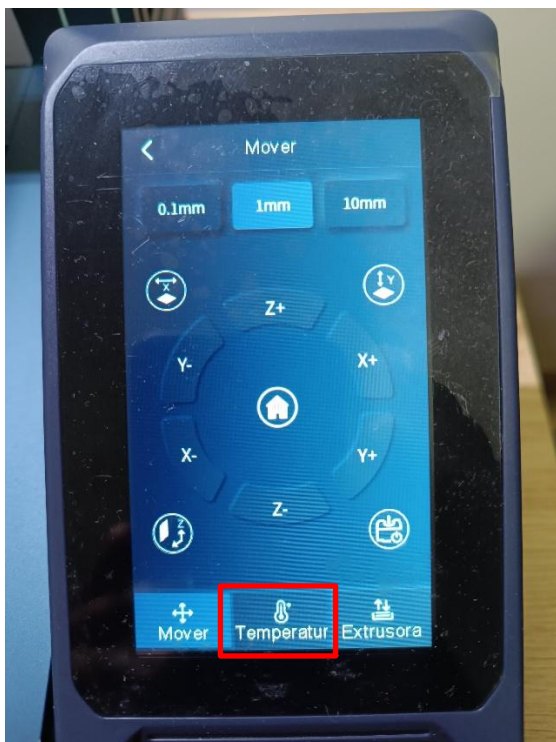
*Nota.* El filamento, en este caso PLA, debe estar correctamente colocado en la impresora 3D antes de iniciar el proceso de impresión. En la impresora Elegoo Neptune 3 Pro, el filamento se introduce a través de la boquilla del extrusor, donde es calentado internamente para salir en estado fundido, listo para realizar la impresión.

**Figura 6**

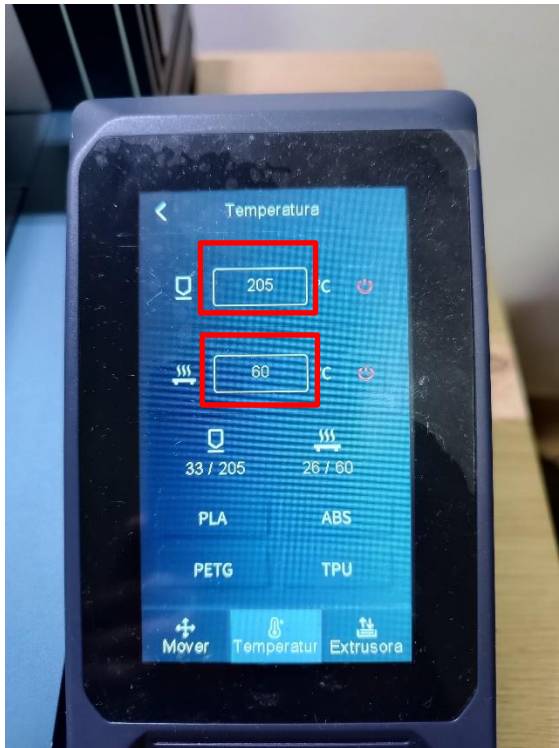
*Menú principal de la impresora 3D*



*Nota.* El panel digital de la impresora presenta un menú principal compuesto por cuatro sesiones con nombre descriptivos. Para este procedimiento se seleccionará la opción denominada *preparación*.

**Figura 7***Sección Preparación*

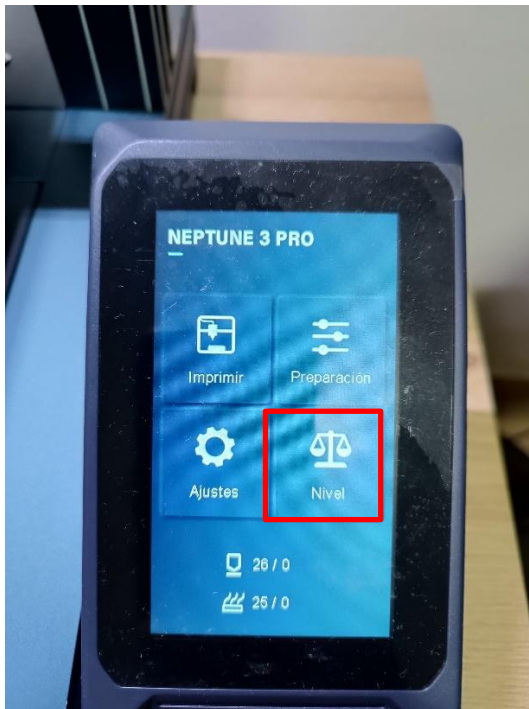
*Nota.* En la sesión *preparación* se encuentra tres opciones principales. La primera es *Mover*, que permite desplazar los ejes X, Y y Z del extrusor. La segunda es *Temperatura*, encargada de regular la temperatura de la cama de impresión y la boquilla del extrusor. La tercera opción *Extrusora*, controla la cantidad de filamento extruido por milímetro. En este caso la primera opción que se seleccionará será *Temperatura*.

**Figura 8***Temperatura de la Impresora*

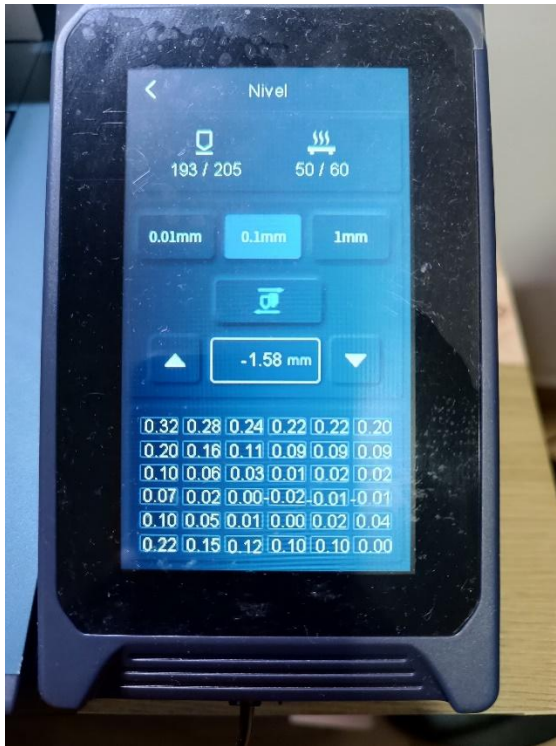
*Nota.* En la sección *Temperatura* se presentan dos opciones: asignar un valor en grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) a la boquilla del extrusor y a la cama de la impresora. Para el filamento PLA, las temperaturas recomendadas son  $60^{\circ}\text{C}$  para la cama y  $205^{\circ}\text{C}$  para la boquilla del extrusor, asegurando un proceso de impresión óptimo.

**Figura 9**

*Sección de Nivel de la Cama de la impresora*



*Nota.* Se ingresara la seccion de *Nivel*, la cual se encarga de nivelar automaticamente la cama de impresión, garantizando una superficie adecuada para el proceso de impresion.

**Figura 10***Nivelación de Cama*

*Nota.* Nivelar la cama de la impresora 3D asegura que la boquilla mantenga una distancia precisa de unos milímetros respecto a la cama durante la impresión, garantizando que los modelos se impriman rectos. La impresora calibra la cama en 36 puntos distribuidos uniformemente. Para la Elegoo Neptune 3 Pro, la distancia recomendada entre la boquilla y la cama es de -1.58 mm.

**Figura 11**

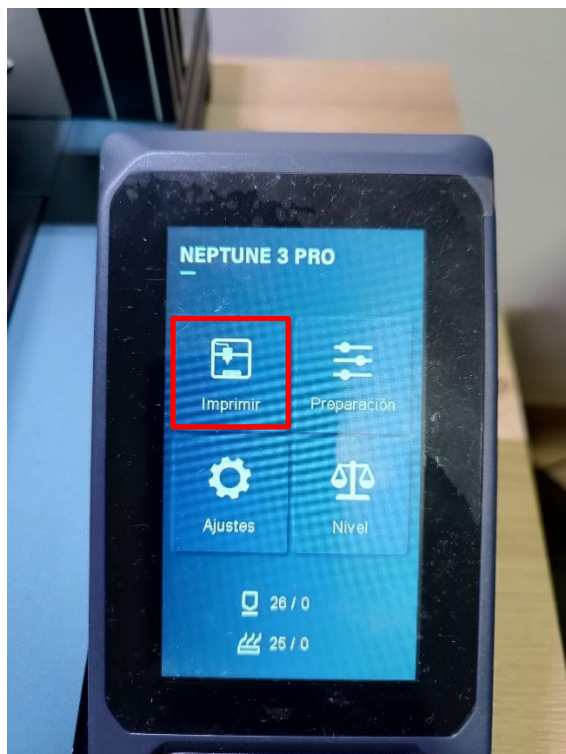
*Adherencia a la cama*



*Nota.* La adherencia del filamento a la cama de la impresora es crucial para evitar que el modelo se despegue durante la impresión, lo que podría arruinar el proceso. Para garantizar esta adherencia, se utiliza Laca ORO, un producto diseñado originalmente para el cabello. La laca debe aplicarse cuando la cama de la impresora esté caliente, ya que el calor facilita su disolución y distribución uniforme sobre la superficie.

**Figura 12**

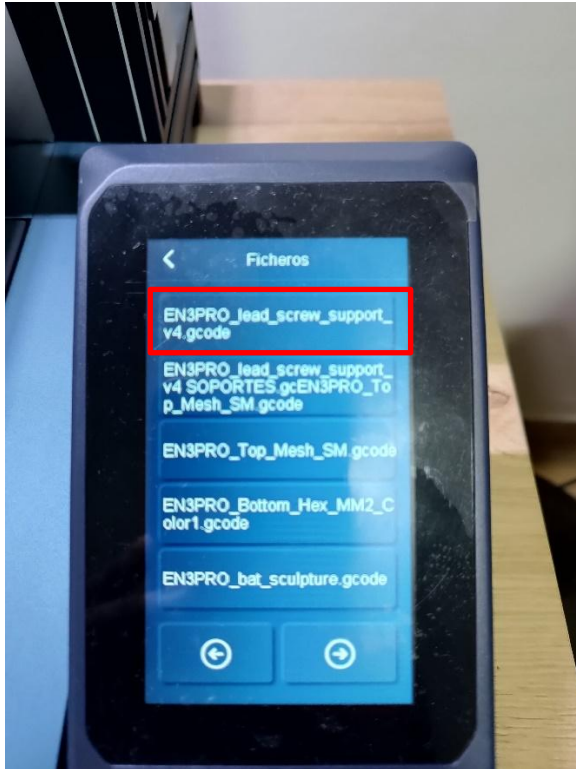
*Sección de imprimir modelos*



*Nota.* La sección de *Imprimir* incluye todos los archivos Gcodes de los modelos almacenados en la tarjeta SD, permitiendo su selección para iniciar el proceso de impresión.

**Figura 13**

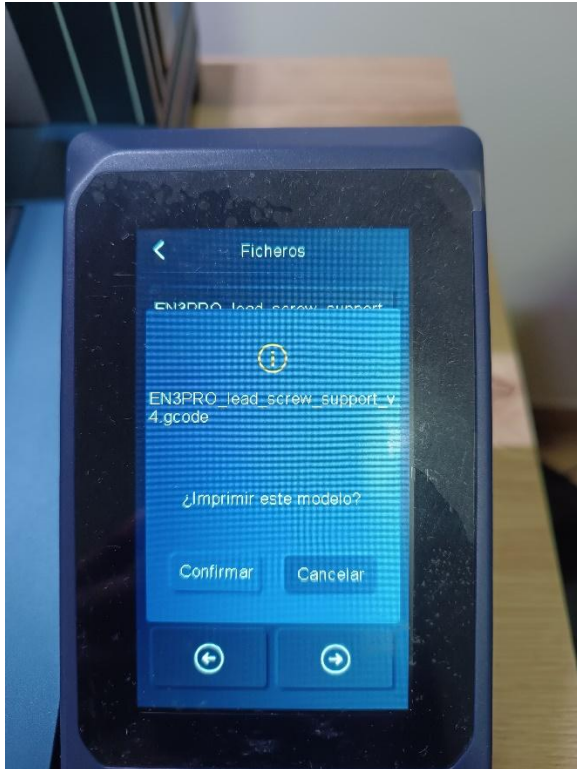
*Menú de Gcodes de los modelos*



*Nota.* El archivo GCODE que se seleccionará para imprimir es Lead Screw Support.

**Figura 14**

*Imprimir Modelo*

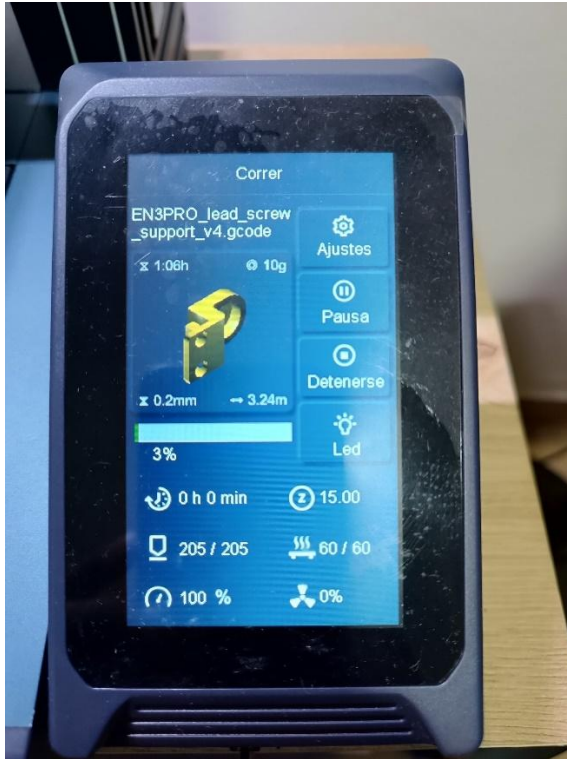


*Nota.* Al iniciar la impresión del archivo GCODE, aparecerá una ventana emergente de confirmación.

Esta opción permite corregir cualquier error en caso de haber seleccionado el modelo equivocado para imprimir.

**Figura 15**

*Vista de información de la impresora y configuraciones*



*Nota.* Al confirmar la impresión del modelo, se despliega una vista detallada que muestra información clave, como la temperatura, la velocidad, la altura en el eje Z, el tiempo transcurrido y una vista previa del modelo. Además, se ofrecen opciones para realizar ajustes, pausar, detener el proceso o encender la luz de la impresora 3D.

**Figura 16**

*Impresión de modelo*



*Nota.* Tras la confirmación, la impresora interpretará las configuraciones establecidas en el archivo GCODE del modelo y comenzará el proceso de impresión.