

**IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE IMPRESORAS 3D  
PARA LAS REGIONES EN EL MARCO DEL TRABAJO EN FABRICACIÓN  
DIGITAL DE LA COMUNIDAD MAKER**

**Bonny Katiana Erazo Arturo**  
**Estudiante de Tecnología en Sistemas Mecatrónicos**

**Institución Universitaria Pascual Bravo**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Departamento de Electrónica**  
**Tecnología en Sistemas Mecatrónicos**  
**Medellín**  
**2023**

**IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE IMPRESORAS 3D  
PARA LAS REGIONES EN EL MARCO DEL TRABAJO EN FABRICACIÓN  
DIGITAL DE LA COMUNIDAD MAKER**

**Bonny Katiana Erazo Arturo**  
**Estudiante de Tecnología en Sistemas Mecatrónicos**

**Monografía presentada como trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en  
Sistemas Mecatrónicos**

**Asesor Técnico**  
**Carlos Enrique Pino Ramos**  
**Magíster en Impresión 3D y Robótica Educativa**

**Asesor Metodológico**  
**Juan Carlos Cardona Acosta**  
**PH.D (C) Educación PH.D (C) Gerencia y Políticas Educativas Coach Educativo y  
Empresarial Conferencista Internacional Autor de artículos y libros Docente  
investigador (Minciencias)**

**Institución Universitaria Pascual Bravo**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Departamento de Electrónica**  
**Tecnología en Sistemas Mecatrónicos**  
**Medellín**  
**2023**

## Tabla de contenido

Resumen.....	8
Glosario.....	9
Introducción.....	11
<b>1. Planteamiento del problema.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Descripción.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Formulación.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Justificación.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Objetivos general.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Antecedentes y marco teórico.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Historia cronológica de la impresión 3D.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Identificación del proceso de construcción de impresoras 3D para las regiones en el marco del trabajo en fabricación digital de la comunidad maker.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1 Conocimientos previos. ....</b>	<b>28</b>
<b>5.1.1 ¿Qué es una comunidad maker?.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1.2 Cultura de la comunidad maker.....</b>	<b>28</b>
<b>6. Avance académico del proyecto para crear impresoras 3D en la Institución Universitaria Pascual Bravo.....</b>	<b>29</b>
<b>6.1 Problemática precursora del proyecto.....</b>	<b>29</b>
<b>6.2 A quién va dirigido este proyecto.....</b>	<b>30</b>
<b>6.3 Costos del proyecto maker 2021.....</b>	<b>32</b>
<b>6.4 Implementación de estrategias para solventar el problema planteado.....</b>	<b>33</b>
<b>6.5 Medios por los cuales se da a conocer el proyecto.....</b>	<b>34</b>
<b>7. Identificación del proceso de construcción de impresoras 3D.....</b>	<b>40</b>
<b>7.1 Componentes de la impresora.....</b>	<b>40</b>
<b>7.2 Software de impresión 3D.....</b>	<b>41</b>
<b>7.3 Proceso de trabajo, desarrollo y aplicación para la impresión.....</b>	<b>43</b>
<b>8. Conocimiento adquirido por los estudiantes de las regiones en la construcción de una impresora 3D.....</b>	<b>45</b>
<b>9. Tercera feria maker representando los avances de la impresión 3D en conjunto con la comunidad maker dentro de la Institución Universitaria Pascual Bravo, realizada el día 6 de octubre del 2023.....</b>	<b>46</b>

<b>9.1</b> Aportes personales de los participantes de este evento tercera feria make.....	47
<b>10.</b> Conclusiones.....	63
<b>11.</b> Referencias bibliográficas.....	64

## Listado de Figuras

Figura 1. Máquina replicadora.....	13
Figura 2. Impresión 3D.....	14
Figura 3. Desk Top Manufacturing.....	16
Figura 4. La era de la innovación.....	16
Figura 5. Interpretación artística de la primera impresora 3D de Stratasys.....	17
Figura 6. La primera impresora 3D operativa de Stratasys fue fotografiada en 1991.....	18
Figura 7. Chuck Hall y La Estereolitografía (SLA).....	18
Figura 8. SULSA.....	20
Figura 9. Urbee.....	20
Figura 10. IMPRESORA 3D para joyería.....	20
Figura 11. Mujer de 83 años recibe el primer implante de mandíbula con una impresora 3D.....	21
Figura 12. "Brazos mágicos" impresos en 3D.....	22
Figura 13. Ensamble.....	23
Figura 14. La impresión 3D del primer medicamento.....	23
Figura 15. Fisher-Wilson.....	24
Figura 16. Científicos revelan el “primer” corazón impreso en 3D con tejido humano. EL TIEMPO.....	25
Figura 17. Estudiantes aprenden sobre la modelación e impresión en 3D, en los de Clubes de Ciencia.....	28
Figura 18. Estudiantes del Instituto Pascual Bravo crean impresora 3D.....	29
Figura 19. Estudiantes del Instituto Pascual Bravo crean impresora 3D.....	29
Figura 20. Laboratorio de fabricación digital (FabLab).....	32
Figura 21. Laboratorio de fabricación digital (FabLab).....	33
Figura 22. Laboratorio de fabricación digital (FabLab).....	34
Figura 23. Laboratorio de fabricación digital (FabLab).....	35
Figura 24. Impresora 3D Fdm Delta Flsun V400 400 mm/s ultrarápida.....	36
Figura 25. Impresora 3D.....	37
Figura 26. Impresora Ender 3, fabricada por los estudiantes.....	41
Figura 27. TrackScan-Sharp.....	42
Figura 28. Figuras impresas en 3D de la obra del maestro Fernando Botero.....	45
Figura 29. Máquina para hacer el filamento de las impresoras 3D.....	46
Figura 30. Máquina para hacer el filamento de las impresoras 3D.....	47

Figura 31. Máquina para hacer el filamento de las impresoras 3D.....	47
Figura 32. Carro radio controlado.....	48
Figura 33. Abeja Angelita.....	50
Figura 34. Abeja Angelita.....	50
Figura 35. Filplast.....	53
Figura 36. Filplast, José Agudelo y Alejandro Ramirez.....	53
Figura 37. William Vallejo Quintero.....	55
Figura 38. Participación de Sapiencia.....	56
Figura 39. Evolución de las impresoras 3D.....	58
Figura 40. Evolución de las impresoras 3D.....	58
Figura 41. Conoce el arte de la modelación 3D.....	59
Figura 42. Creación de filamento a través de las botellas PETS.....	60
Figura 43. Creación de filamento a través de las botellas PETS.....	60

### **Listado de Tablas**

Tabla 1. Presupuesto del proyecto maker 2021.....	31
Tabla 2. Software de impresión 3D.....	41

## Resumen

En el desarrollo de esta monografía el tema principal es la impresión 3D, es fundamental que inicialmente se comprenda la historia cronológica de esta tecnología y los avances que año tras año se han dado importancia a esta práctica, por eso es muy importante determinar el aporte que brinda a la educación y para determinar que aporta la impresión 3D a la educación podemos basarnos en las investigaciones previas de esta práctica, por ejemplo, el aporte del ministerio de educación y cultura indica que:

“Enseñar desde un enfoque simple de transmisión y retención de información ya no nos sirve, este es el modelo educativo que sirvió a la primera y segunda revolución industrial. Hablar de lo concreto cada vez tiene menos sentido, hoy es necesario hablar de lo general, del contexto. Partamos de una idea: conocer de memoria todos los rios de España. Previo al acceso general a internet, tenía sentido aprender y retener información de este tipo. En el momento que podemos acceder a la información en cualquier momento y lugar, lo importante ya no es tanto retener los datos, sino saber donde conseguirlos y cómo utilizarlos.” Jorquera Ortega, A. (2016). Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Basándonos en esta afirmación, la idea de implementar la impresión 3D en la educación de los estudiantes de las regiones es aportar una innovadora forma de aprendizaje que no está basado en la teoría, solamente sino enfocado a la aplicación y práctica tangible de los conocimientos que actualmente exige la industria laboral para tener una competencia óptima al momento de ejercer una labor práctica en estas industrias.

Principalmente, hacer este seguimiento en los estudiantes de las regiones se hace con el propósito de tener claridad de los grandes aportes que puede brindarles la impresión 3D. “Es fundamental aprender hoy los que serán los nuevos lenguajes de mañana, no habrá revolución sin educación. Ser fluido en lenguajes digitales es sinónimo de futuro y de empleo.” Jorquera Ortega, A. (2016). Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

## Glosario

**Comunidad Maker:** la comunidad maker se define como el movimiento que está basado en la frase “hágalo usted mismo” que consiste en compartir de forma abierta el conocimiento para que una persona del común sea capaz de mejorar los diseños, prototipos y software compartidos para el bienestar de toda la comunidad sin esperar una recompensa monetaria por transmitir este conocimiento mejorado, este mismo enfoque se aplica en las impresoras 3D con el propósito de crear e innovar las impresoras con trabajos derivados de los que ya se crearon pero mejorando el producto y compartiendo las mejoras para continuar aplicándolas.

**Impresión 3D:** consiste en utilizar un láser ultravioleta para convertir fotopolímeros de un estado líquido a sólido, la luz ultravioleta se mueve bajo el control de una computadora que dibuja cada capa del objeto, lo cual realizará una copia exacta de un objeto sin importar cuál sea.

**Feria maker:** evento llevado a cabo dentro de la biblioteca de la Institución Universitaria Pascual Bravo, con el acompañamiento de docentes y todo el grupo de la comunidad maker, con el propósito de dar a conocer las creaciones realizadas por las impresoras 3D diseñadas por los estudiantes, integrando conocimientos con el progreso del sector comercial dentro de este proceso de aprendizaje.

**Prototipado rápido:** proceso para fabricar piezas de varios tipos de plástico o prototipos industriales en un tiempo relativamente corto, para darle vida a cada una de las ideas plasmadas en los diseños creados.

**PLA:** (ácido poliláctico) catalogado como termoplástico biodegradable porque contiene fibra de maíz procesada bajo fermentación, este material es utilizado para la fabricación de las piezas de la impresora 3D.

**ABS:** (acrilonitrilo butadieno estireno), es un polímero termoplástico utilizado en la industria por ser un material resistente a baja temperatura y lo suficientemente ligero.

**PETG:** es un tipo de plástico sin forma definida, tiene la misma composición química que las botellas de plástico llamado PET ó tereftalato de polietileno y se combinó el PET con glicol para reducir su aspecto frágil y aumentar su resistencia.

**Un pelado de 13 o 14 años:** “pelado” pertenece al dialecto colombiano y hace referencia a joven de 13 o 14 años o jóvenes, infantes, esta palabra está dentro del léxico juvenil.

**Ingeniería inversa:** analizar de forma detallada y minuciosa la forma en que está construido un objeto en específico en conjunto con la función que realiza, para adquirir la capacidad de replicar su diseño obteniendo el mismo funcionamiento.

**SAPIENCIA:** Sapiencia es la Agencia de Educación Postsecundaria de la Alcaldía de Medellín, encargada de liderar los proyectos y programas de la educación.

**Software:** Es un sistema informático lógico, que contiene una serie de comandos, direcciones algorítmicas, condiciones lógicas e instrucciones para desempeñar una o varias tareas en específico.

**FabLab:** laboratorio de fabricación digital utilizado para crear, diseñar y procesar todo tipo de piezas en 3D que complementa el aprendizaje de los estudiantes y de todos los interesados en transformar sus ideas en realidad por medio de la impresión 3D y la manufactura que esto implica, con el fin de generar un impacto positivo en la sociedad.

## Introducción

La presente monografía se creó como trabajo de grado documentar la apropiación del conocimiento de estudiantes en las regiones en la construcción de una impresora 3D, para documentar este proceso inicialmente se presentarán conocimientos previos a este desarrollo, los cuales son base fundamental para comprender el tema a tratar, entre estos conocimientos está la historia cronológica de la impresión 3D, para tener una idea de que es la impresión 3D y como se ha desarrollado con el paso del tiempo. Este proceso estará respaldado por el semillero de investigación en las regiones y se llevará a cabo con la participación de la comunidad maker, es importante conocer algunos conceptos sobre qué es una comunidad maker y la cultura de esta comunidad, posteriormente se procederá a identificar el proceso para la construcción de impresoras 3D teniendo en cuenta cada detalle como los materiales, el prototipo, ensamblado, programación, que son necesarios para la construcción de las impresoras 3D, especialmente realizando un enfoque en las interrogantes cómo: ¿a quién va dirigido el proyecto?, y ¿con qué propósito va dirigido?; para contextualizar al lector en qué consiste el trabajo de fabricación digital de la comunidad maker. La documentación de esta monografía está basada en el seguimiento del proceso educativo de los estudiantes en las regiones al construir una impresora 3D, documentando las competencias y habilidades que pueden obtener al implementar la teoría en la práctica, bajo las técnicas de fabricación en muchas áreas de estudio, entre ellas geometría y el conocimiento matemático aplicado en las figuras y diseños en 3D de lo que se propone crear, lo que a su vez puede agilizar el proceso de aprendizaje, teórico-práctico con habilidades críticas y analíticas que aportan una innovadora forma de aprendizaje que no está basado en la teoría solamente, sino enfocado en apropiarse de este conocimiento y práctica tangible de estas habilidades que actualmente exige la industria laboral y el desarrollo personal para tener una competencia óptima en una industria o ejerciendo la tecnología de manera independiente, aportando al desarrollo social y económico de la comunidad y a su vez del país, siendo precursores del desarrollo de cada uno de los factores externos e internos de cada estudiante, principalmente hacer este seguimiento en los estudiantes de las regiones para tener claridad de los grandes aportes que puede brindarles la impresión 3D. Resumiendo la idea planteada en esta monografía, cabe aclarar que existen diferentes maneras de obtener conocimiento, vale la pena incursionar en la práctica y puesta en escena de los conceptos obtenidos en el aula de clase, en pro del bienestar y desarrollo de las zonas más vulnerables a las cuales el progreso de la tecnología olvida con el paso del tiempo.

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1 Descripción**

El contenido de esta monografía es hacer un seguimiento en el proceso educativo de los estudiantes de las regiones al construir una impresora 3D, documentando las competencias y funcionalidades que pueden obtener en el desarrollo de este proceso y lo que estas competencias puedan aportarles como por ejemplo motivación en el conocimiento práctico, habilidades técnicas de fabricación en muchas áreas de estudio entre ellas geometría, lo que a su vez puede agilizar el proceso de aprendizaje, desarrollando habilidades críticas y analíticas de los estudiantes, con el fin de solventar la mayor problemática actual, la falta de conocimiento práctico en la educación.

### **1.2 Formulación**

¿Cómo es el proceso educativo de los estudiantes de las regiones al construir una impresora 3D?

## 2. Justificación

La educación desde hace muchos años tiene un estilo ó prototipo de enseñanza que se ha pasado de generación en generación, actualmente no es reprochable como se ha desarrollado y destacado este modelo de enseñanza, sin embargo el mundo esta evolucionando cada día mas y mas, lo que promueve el desarrollo de nuevas técnicas para educar a las futuras generaciones, entre estas técnicas podemos encontrar a la impresión 3D la cual está inmersa en nuestro entorno desde inicios de los años 80, sin embargo el conocimiento que se comparte es poco accesible para las poblaciones de bajos recursos que tienen gran potencial en la aplicación de esta técnica, lo que promueve esta monografía es documentar la apropiación del conocimiento de estudiantes de las regiones en la construcción de una impresora 3D, con el propósito de iniciar la posibilidad de tener acceso a esta información teniendo en cuenta factores importantes como el desarrollo de habilidades mecánicas, programación, ensamble, acabados estéticos y comerciales, implementar análisis geométrico y matemático, incluso se promueve el uso de recursos renovables como son el maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón ya que estos materiales hacen parte de la composición del filamento de PLA utilizado para la fabricación de las piezas de la impresora 3D. Principalmente hacer este seguimiento a los estudiantes de las regiones se hace con el propósito de tener claridad de los grandes aportes que puede brindarles la impresión 3D. “Es fundamental aprender hoy los que serán los nuevos lenguajes de mañana, no habrá revolución sin educación. Ser fluido en lenguajes digitales es sinónimo de futuro y de empleo.” Jorquera Ortega, A. (2016). Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. De este propósito parte la iniciativa de desarrollar esta monografía y documentar la apropiación de los conocimientos que se pueden obtener con esta práctica, dichos conocimientos que serán precursores de nuevas formas de educar y aplicar la formación teórica en el mundo práctico, el cual exige calidad, pensamiento analítico, habilidades como adaptabilidad, resolución de problemas, el conjunto de todo este conocimiento es el futuro de la educación y son las habilidades que el día de hoy exigen las empresas industriales y comerciales; de esta manera podemos contribuir conjuntamente al progreso económico de las regiones y mejorar la calidad de vida de los estudiantes que tienen acceso a esta información para que puedan seguir con su formación.

### **3. Objetivos.**

#### **3.1 Objetivo general**

Documentar la apropiación del conocimiento de estudiantes de las regiones en la construcción de impresoras 3D y temáticas de fabricación Digital.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Hacer seguimiento de proyectos y eventos a los estudiantes de las regiones en temáticas de fabricación Digital y apropiación de conocimientos con tecnologías de cuarta revolución industrial.

Conocer la historia cronológica de la impresión 3D dentro de la Institución Universitaria Pascual Bravo y su crecimiento en comunidades de aprendizaje.

Identificar la participación de los estudiantes y profesores en la construcción de impresoras 3D y su relacionamiento en eventos académicos y sector industrial.

#### 4. Antecedentes y marco teórico.

##### 4.1 Historia cronológica de la impresión 3D.

Al incursionar en el tema de la impresión 3D, son muchos los avances que se han presentado desde su origen, el cual genera mucha controversia por ejemplo uno de los precedentes de este origen es la idea inicial planteada por una visión cinematográfica de ciencia ficción planteada por Arthur Clarke ilustrado en la figura 1 y 2, él fue un visionario científico que proporcionó a la historia una predicción futurista en el año 1964 realizada en el programa Horizon de la BBC “predicts the future | Horizon | Past Predictions | BBC Archive” llamada “replicador” definida en sus palabras como “máquina replicadora” lo cual realizará una copia exacta de un objeto sin importar cuál sea, sin embargo, esta solo fue la idea inicial, porque no tenía definida como sería la estructura de la “máquina replicadora”.

#### Figura 1.

*Máquina replicadora*



*Figura 1, título máquina replicadora [Internet], tomada del video BBC Horizon (1964) con Arthur C. Clarke (Part 2 of 2).*

Después, en 1981 se iniciaron algunas pruebas e intentos por Hideo Kodama, del Instituto Municipal de Investigaciones Industriales de Nagoya en Japón, el cual creó un producto que utilizaba las luces ultravioletas para solidificar polímeros y crear un objeto sólido, también llamado como foto endurecible, sin embargo, por falta de recursos económicos no se implementó este método.

Fue entonces a inicios de los años 80 en 1984 cuando Chuck Hull presentó su diseño de impresora 3D, creando las primeras piezas basadas en estereolitografía que consiste en utilizar un láser ultravioleta para convertir fotopolímeros de un estado líquido a sólido, basándose en las ideas que anteriormente se utilizaba para obtener un diseño o prototipo comprensible en tres dimensiones (Figura 3) en la que se llena una cuba de fotopolímero líquido en la que la luz ultravioleta se mueve bajo el control de una computadora que dibuja cada capa del objeto sobre la superficie del líquido y cuando toca la superficie del líquido el fotopolímero se polimeriza y cambia de estado líquido a sólido.

## **Figura 2.**

*Impresión 3D.*



*Nota: título Impresión 3D [Internet], por MADE, 2020, tomada [www.electronicamade.com](http://www.electronicamade.com)).*

De igual manera en 1984, los inventores franceses Alain Le Méhauté, Olivier de Witte y Jean Claude André trabajaron un tiempo para patentar la patente del el proceso de estereolitografía, pero no fue posible porque la compañía General Electric francesa que en la actualidad se llama Alstom quien estaba apoyando su idea les retiró su apoyo a los

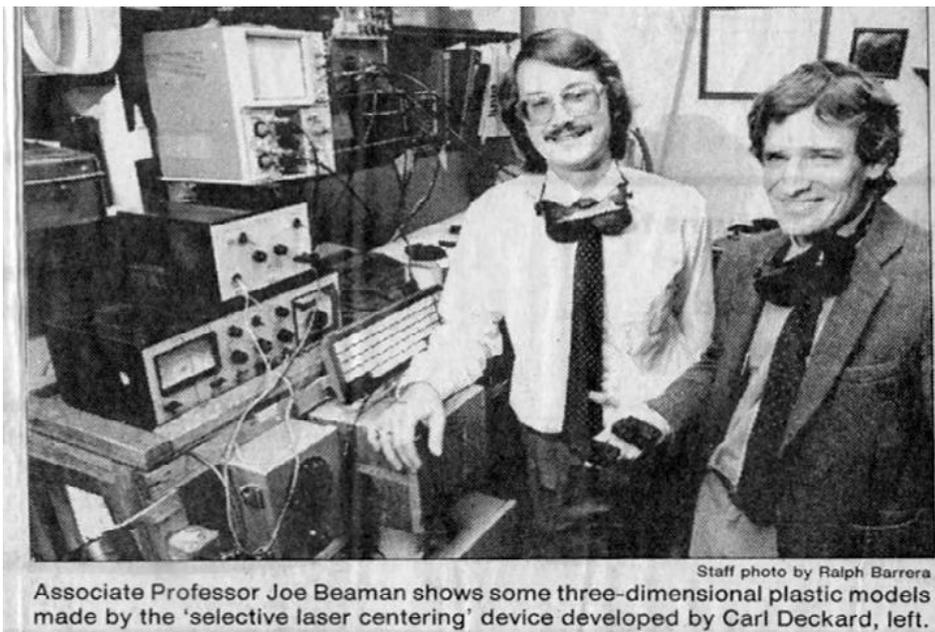
inventores, los motivos de esta decisión se atribuye a causas diferentes perspectivas sobre la empresa; sin embargo, continuaron con la iniciativa de la patente, pero poco antes de que presentaran su patente, el mismo Chuck Hull presentó su propia patente de estereolitografía, siendo conocido actualmente como el padre de la impresión 3D. Después de obtener su patente el 11 de marzo de 1986, Chuck Hull cofundador de la corporación 3D Systems desarrolló y diseñó el prototipo basándose en el sistema estereolitografía, en el cual se añaden capas mediante el curado de fotopolímeros con láseres de rayos ultravioleta. Hull definió la estereolitografía como un método y dispositivo para fabricar objetos sólidos mediante la sucesiva impresión de capas delgadas de un material diluible y curable por luz ultravioleta con capas una encima de la otra, pero esta idea ya había sido inventada por Hideo Kodama en 1981, pero la contribución de Hull fue el diseño del formato de archivo STL (STereoLithography, archivo que define la geometría de una figura en diseño 3D) que en la actualidad se utiliza por el software de impresión 3D.

En 1988 comienzo el estudio de tecnología SLS (sinterización láser selectiva) como un método alternativo de impresión 3D. Fue Carl Deckard un investigador y estudiante de ingeniería mecánica en la Universidad de Texas quien inventó un sistema que sintetiza el polvo de unas décimas de milímetros vertidos en un cubo que se ha calentado una temperatura ligeramente inferior al punto de fusión del polvo, seguida de un láser de dióxido de carbono que ingresa el polvo en los puntos seleccionados y lo convierte en un sólido, de esta manera fue que Deckard con mucho apoyo del doctor Joseph Beaman quien era profesor en la universidad de Texas en Austin del departamento de ingeniería mecánica y con el apoyo de los regentes de la universidad Texas, fue entonces que inició la manufactura de su propia empresa basada en la patente que presentó en 1987 y que fue aprobada posteriormente en 1989, la empresa estaba encaminada en el proceso de manufactura que está ilustrado en la figura 3 y en la figura 4.

Pero su empresa termino siendo adquirida en el 2001 por la empresa 3D Systems creada por Hull, es así como la tecnología SLS (sinterización láser selectiva) uniéndose con el método Chuck Hull crean un método que funciona con un láser, pero con la diferencia de que este láser sintetiza polvo. Con la fusión de estos dos sistemas, Deckard crea su primera impresora 3D de SLS 1 llamada Betsy que era capaz de producir simples trozos de plástico, aplicando la idea de sinterizado láser de forma selectiva.

**Figura 3.***Desk Top Manufacturing.*

*Nota: título Desk Top Manufacturing [Internet], 1987, tomada de Tecnologías Disruptivas, @TecnologiasDisruptivas.*

**Figura 4.***La era de la innovación.*

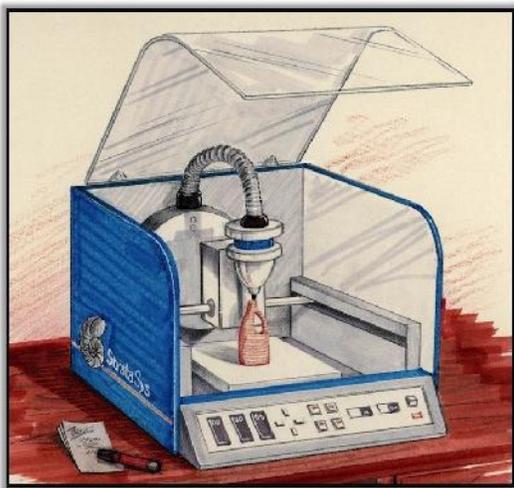
*Nota: La era de la innovación [Internet], 1988–1992, Carl Deckard alongside his selective laser "centering" device. Source: whiteclouds.com, © 2023 All3DP. All right reserved.*

En el año de 1989 los investigadores y esposos Lisa Crump y Scott Crump patentaron su invento llamado la tecnología FDM (modelado por deposición fundida) patentada en 1989, que consiste en poner varias capas de polímero o filamentos de plástico, una encima de la otra para formar un objeto en tres dimensiones (figura 4 y 5), se identifica la idea del prototipo y el prototipo creado, en el mismo año de 1989 fundaron la empresa Stratasys y en 1992 comercializaron su primer producto, dando paso a la comercialización con bajo costos de esta tecnología FDM para desempeñarse bajo fines propios en lugares donde esta industria no era asequible.

La idea de crear este invento surge de la necesidad de brindarle a su hija un juguete en forma de rana para que pudiese usarlo y tras muchas horas de manufactura utilizando una pistola de pegamento, unió capa tras capa unos geles de plástico y de esta manera obtuvo el juguete que a simple vista era algo sencillo, pero que tendría una trascendencia muy importante en el diseño ilustrado en la figura 5, creado para que las personas puedan utilizar una máquina para crear los objetos rápidamente. La motivación y determinación de Crump es admirable parte de algo sencillo y simple a convertirlo en algo completo y productivo, adaptándose a la realidad actual.

### **Figura 5.**

*Interpretación artística de la primera impresora 3D de Stratasys.*



*Nota: Interpretación artística de la primera impresora 3D de Stratasys [Internet], tomada de tctmagazine, © 2023 Todos los derechos reservados. No.3 Office Village, Chester Business Park, Chester, CH4 9QP, Reino Unido.*

### **Figura 6.**

*La primera impresora 3D operativa de Stratasys fue fotografiada en 1991.*



*Nota: La primera impresora 3D operativa de Stratasys fue fotografiada en 1991. [Internet], tomada de tctmagazine, © 2023 Todos los derechos reservados. No.3 Office Village, Chester Business Park, Chester, CH4 9QP, Reino Unido.*

En 1992, la empresa 3D Systems de Valencia, California, fundada en 1987 por el mismo Chuck Hull, saca a la venta la primera impresora SLA 1 (figura 7), que era capaz de usar un rayo ultravioleta para derretir un material fotorresina para construir una figura en 3D, pero la impresora tenía algunos detalles que mejorar. Hull también participó en la creación conjunta del formato de archivo STL (archivo que define la geometría de una figura en diseño 3D) el formato de archivo para impresión 3D más utilizado.

### **Figura 7.**

*Chuck Hull y La Estereolitografía (SLA).*



*Nota: Chuck Hull y La Estereolitografía (SLA) [Internet], 1987, tomada de Tecnologías Disruptivas, @TecnologiasDisruptivas.*

Posteriormente, la impresión 3D sigue avanzando y en 1993 dos estudiantes de posgrado del

instituto tecnológico de Massachusetts de Estados Unidos, Jim Bredt y Tim Anderso diseñaron un modelo de impresión 3D por inyección basándose en el diseño de una impresora de tinta y con esta tecnología fue posible imprimir piezas a todo color, esta tecnología fue patentada en 1993 y en 1995 fue aprobada, con esta patente crearon su propia empresa llamada Z Corporation, sin embargo, esta empresa fue adquirida por 3D Systems en el año 2012.

En febrero del 2004 se creó el proyecto con una iniciativa llamada Reprap (Replicating Rapid Prototype, Replicación del prototipo rápido) por Adrián Bowyer profesor titular de ingeniería mecánica en la Universidad de Bath Inglaterra, este proyecto consiste en compartir el conocimiento para que una persona del común sea capaz de imprimir la mayor parte de piezas de una impresora 3D de forma libre y con bajo costo, siempre y cuando cuente con los materiales necesarios para realizar la impresión, en el 2005 este proyecto fue financiado por el consejo de investigación de ingeniería y ciencias físicas de la misma universidad con esta financiación en septiembre del 2006 el prototipo Reprap 0.2 que imprimió las primeras de sus partes que posteriormente se utilizaron para reemplazar las partes previamente impresas por una impresora industrial, fue así que en 2008 se imprime y ensambla la primera impresora del proyecto Reprap llamada Darwin utilizada para diferentes impresiones. Este proyecto presentó un éxito muy importante teniendo como punto de partida el hardware y software libre que permitió a miles de colaboradores de todo el mundo tener acceso a esta tecnología y mejorarla para después compartirla siendo una situación para el beneficio colectivo.

Con la iniciativa del proyecto Reprap se abrieron muchas posibilidades para obtener y fabricar una impresora 3D, en el año 2009 la industrias MakerBot realizó el lanzamiento de kits de montaje de impresoras 3D utilizados para el ensamble y fabricación de las impresoras, en 2011 los ingenieros de la Universidad de Southampton en Inglaterra diseñaron el primer avión no tripulado impreso en 3D llamado SULSA (aeroplano sinterizado por láser de la Universidad de Southampton, por sus siglas en inglés) (figura 8), este avión fue diseñado para ser ensamblado sin tornillos porque sus piezas fueron impresas para que su ensamble sea bajo presión y de esta manera se pueda armar sin herramientas y en 2012 la empresa Kor Ecologic y Jim Kor un ingeniero mecánico y presidente de la empresa Kor Ecologic, diseñó un prototipo del primer coche impreso con técnicas del modelado en 3D y catalogado como auto ecológico (figura 9).

**Figura 8***SULSA.**Nota: SULSA [Internet], por AdminX | Oct 1,**Nota: Urbee [internet], por Teknautas, 2014, ixtitute.***Figura 9***Urbee.**2013.*

En el 2011 la impresión 3D es empleada en materiales como el oro y plata, inicialmente por la empresa materialice; sin embargo, desde el año 2007 en Bolivia una empresa llamada Artífice Joyas lanzó su primer catálogo a la venta con productos personalizados impresos en modelado 3D según las solicitudes de cada cliente, los productos están ilustrados en la figura 10.

**Figura 10***IMPRESORA 3D para joyería.**Nota: IMPRESORA 3D para joyería, [Internet], ARTÍFICE JOYAS. (2022, 21 septiembre).*

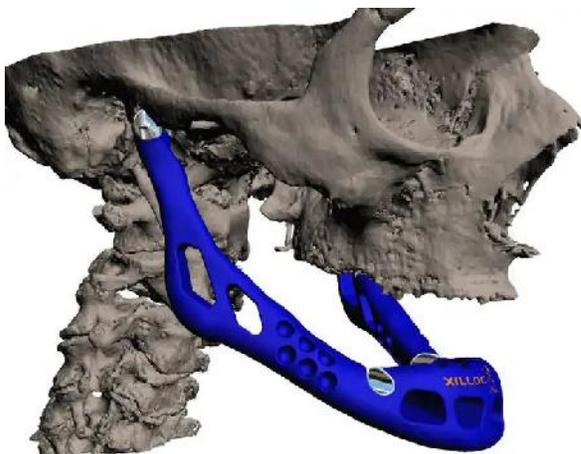
*IMPRESORA 3D para joyería [Video]. YouTube.*

En el año 2012 aparte del prototipo creado por la empresa Kor Ecologic, también se desarrolló el primer implante de prótesis de mandíbula impreso en 3D por doctores e ingenieros belgas y holandeses que trabajaron en una impresora 3D imprimiendo capas de titanio en polvo fila por fila, esta impresora fue especialmente diseñada por la empresa LayerWise, el implante fue diseñado para una paciente de 83 años que padecía de una enfermedad en la mandíbula muy difícil de tratar para su edad por eso se diseñó una mandíbula artificial a su medida para ser trasplantada tal como se muestra en la figura 11.

“Según el profesor Jules Poukens, de BioMed: La tecnología informática está causando una revolución en la industria médica. Una cirugía tradicional puede tardar hasta 20 horas y el paciente debe permanecer entre 2 y 4 semanas en el hospital. Con esta tecnología, la operación duró 4 horas y el paciente puede volver a su casa después de cuatro días.” *Jorge, M. (2012, 7 febrero). Mujer de 83 años recibe el primer implante de mandíbula con una impresora 3D. Hipertextual. <https://hipertextual.com/2012/02/mujer-de-83-anos-recibe-el-primer-implante-de-mandibula-con-una-impresora-3d> /© 2023 Hipertextual SL. Todos los derechos reservados.*

**Figura 11.**

*Mujer de 83 años recibe el primer implante de mandíbula con una impresora 3D.*



*Nota: Jorge, M. (2012, 7 febrero). Mujer de 83 años recibe el primer implante de mandíbula con una impresora 3D. Hipertextual. <https://hipertextual.com/2012/02/mujer-de-83-anos-recibe-el-primer-implante-de-mandibula-con-una-impresora-3d> / © 2023 Hipertextual SL. Todos los derechos reservados.*

Durante el mismo año 2012 fue diseñado el primer exoesqueleto impreso en 3D llamado WREX por una impresora 3D de Stratasys bajo el acompañamiento del hospital de Delaware de Wilmington en Estados Unidos para una menor de 2 años llamada Emma, quien no podía mover por sí sola los brazos porque padece de artrogriposis, por medio de este exoesqueleto fue capaz de mover objetos y dibujar, fue ella misma quien nombró a este exoesqueleto como "Brazos mágicos" Emma (Figura 12).

**Figura 12.**

*"Brazos mágicos" impresos en 3D.*



*Nota: "Brazos mágicos" impresos en 3D, stratasysfdm. (2012, 1 agosto). 3D-Printed «Magic Arms» [vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=WoZ2BgPVtA0>*

Poco a poco estos grandes avances le dieron a la impresión 3D un reconocimiento mundial y un interés en desarrollar las posibles aplicaciones que puede tener, fue entonces en 2013 que la compañía china WinSun Decoration Design Engineering demostró que la impresión 3D resulta ser eficaz para una construcción masiva y construyó diez casas parte por parte en menos de 24 horas con una impresora gigante de 150 metros de largo, 10 de ancho y 6 de largo, después cada una de las partes impresas a base de cemento de alta temperatura y fibra de vidrio fueron ensambladas con hormigón biodegradable para darle forma a las casas listas para ser habitadas, el ensamble de las partes que componen las casas se identifican de forma más clara en la figura 13.

**Figura 13.**

*Ensamble.*



*Nota: Blanco, A. (2018, 29 octubre). Casas impresas en 3D: La revolución ya ha llegado. La mejor información sobre Impresión 3D [vídeo]. <https://impresiontresde.com/casas-impresas-en-3d-la-revolucion-ya-ha-llegado/>*

El laboratorio Apreece Pharmaceuticals en 2015 notificó a la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos, por sus siglas en inglés) el uso del medicamento Spritam es para controlar los ataques epilépticos de niños y adultos ya que está creado con una tecnología similar a la leche en polvo y su procesamiento no se comprime ni se compacta, se imprime el polvo del medicamento casi húmedo para que se pueda moldear fila por fila en partes específicas por eso es de fácil absorción ilustrado (figura 14), lo cual permite que los tratamientos de cada paciente sean tratados con una dosis exacta para mejorar su salud.

#### **Figura 14.**

*La impresión 3D del primer medicamento.*



*Nota: Margarita. (2018). EE.UU autoriza la impresión 3D del primer medicamento. 3Dnatives [vídeo]. <https://www.3dnatives.com/es/> © 3Dnatives 2023.*

El efecto de las aplicaciones en la impresión 3D durante el año de 2017 se aplicó en la

energía nuclear fabricando componentes complejos por su geometría, pero muy necesarios para los reactores nucleares; el mismo año se creó la primera impresora 3D de metal llamada Metal X y creada por la empresa Markforged de Estados Unidos, la cual utilizaba la tecnología deposición de material fundido, pero en esta impresora inicialmente se utilizaron metales como el acero inoxidable para después pasar a metales como el aluminio y titanio entre muchos otros, este proceso consiste en usar una barra de metal compuesta por el polvo del mismo material para que pase por medio del filamento y se aplique fila por fila para obtener piezas como las de la figura 15.

**Figura 15.**

*Fisher-Wilson.*

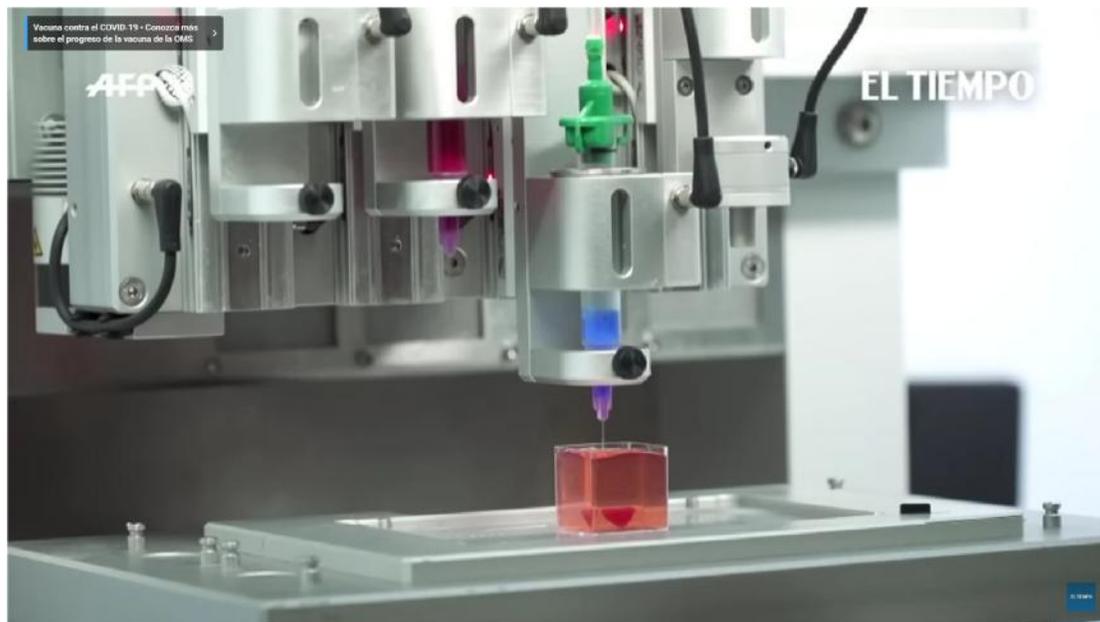


*Nota: Fisher-Wilson, G. (2019). MarkForged Metal X: características y datos clave. All3DP Pro. <https://all3dp.com/es/1/markforged-metal-x-analisis-caracteristicas-impresora-3d/>*

Sobre el año 2018 en España, Madrid, 28 miembros del Hospital Gregorio Marañón crearon la comisión de impresión 3D hospitalaria teniendo como objetivo crear los implantes biocompatibles personalizados con tecnología de impresión aditiva 3D que se requieren en áreas como ortopedia y traumatología. Después en 2019 durante una investigación realizada por varios científicos de la Universidad de Tel Aviv en Israel, incluido Tal Dvir quien era el director de la investigación crearon el primer corazón funcional impreso en 3D y para poder diseñarlo realizaron una biopsia a un paciente para obtener su tejido graso fue así que separan los componentes de este tejido creando una biotinta con vasos sanguíneos que dieron paso al corazón de tamaño del corazón de un conejo, esta investigación es el cimiento para futuros trasplantes compuestos por el mismo tejido del paciente con el fin de personalizar cada órgano trasplantado para que no sean rechazados por el sistema inmune (figura 16).

**Figura 16.**

*Científicos revelan el “primer” corazón impreso en 3D con tejido humano. EL TIEMPO.*



*Nota: EL TIEMPO. (2019, 15 abril). Científicos revelan el «primer» corazón impreso en 3D con tejido humano. EL TIEMPO [vídeo].*

El año 2020 fue muy polémico en todos los aspectos, no obstante también lo fue en la impresión 3D siendo este el factor principal para impulsar la iniciativa de imprimir artefactos nuevos que se adapten para combatir la pandemia causada con el Covid-19, un ejemplo claro fue la iniciativa de la empresa Winsun de Suzhou en China, quien creó en menos de dos horas una sala de aislamiento hechas con la extrusión de hormigón, este mismo proceso fue repetido en una superficie de diez metros cuadrados para los pacientes más afectados por los síntomas, ya que todo el sistema de salud estaba colapsado. Superado paulatinamente el tema de la pandemia, en el año 2021 se imprimió en Alemania la primera prótesis ocular en 3D diseñada por el Hospital Moorfields Eye de Hackney Londres y posteriormente fue implantada en un paciente de 47 años del Reino Unido.

En los últimos dos años, 2022 y 2023, tras la crisis económica que dejó la pandemia, la impresión 3D se enfocó en cuidar el medio ambiente utilizando residuos reciclables para fabricar máscaras, gafas, estructuras útiles para la esterilización ubicada en las entradas de puntos específicos como mercados y comercios, en donde la aglomeración era inevitable.

## **5. Identificación del proceso de construcción de impresoras 3D para las regiones en el marco del trabajo en fabricación digital de la comunidad maker.**

### **5.1 Conocimientos previos.**

#### **5.1.1;Qué es una comunidad maker?**

La comunidad maker comenzó con la iniciativa de Adrián Bowyer profesor titular de ingeniería mecánica en la Universidad de Bath Inglaterra, mediante el proyecto RepRap por el que se publicaron varias revistas Make (en inglés traduce hacer), estas revistas se publicaban de forma bimestral por Media Maker en California Estados Unidos durante el año 2005, fue así que el término maker se aplicó a la comunidad de personas interesadas en el desarrollo compartido de un tema en específico.

La comunidad maker se define como el movimiento que está basado en la frase “hágalo usted mismo” que consiste en compartir de forma abierta el conocimiento para que una persona del común sea capaz de mejorar los diseños, prototipos y software compartidos para el bienestar de toda la comunidad sin esperar una recompensa monetaria por transmitir este conocimiento mejorado, este mismo enfoque se aplica en las impresoras 3D con el propósito de crear e innovar las impresoras con trabajos derivados de los que ya se crearon pero mejorando el producto y compartiendo las mejoras para continuar aplicándolas.

El concepto de comunidad maker se aplica dentro de este trabajo de grado, ya que al documentar la apropiación del conocimiento de estudiantes de las regiones en la construcción de una impresora 3D se comparte y aplica la filosofía que caracteriza a una comunidad maker, cabe mencionar que el desarrollo de esta monografía está enfocada en bajo la misma motivación de compartir conocimiento por eso es muy importante tener claridad sobre el tema comunidad maker.

#### **5.1.2. Cultura de la comunidad maker.**

La cultura de la comunidad maker surge del querer compartir conocimiento sobre un mismo propósito o ideal, por eso al momento de compartir se comparte lo mejor y se trata de dar el conocimiento que fue de utilidad y que se mejoró con la participación de cada comunidad, de esta misma manera se aplica el conocimiento mejorado para que siga su cauce y mejore con el paso del tiempo, dentro de esta comunidad no existen los rangos superiores o los

privilegios económicos que conlleva una patente, ya que al compartir conocimiento se abren muchas oportunidades para todo el grupo y al llegar a las personas más vulnerables económicamente derriba la brecha de la indiferencia educativa porque el conocimiento y querer conocer cómo se hacen las cosas, abre la mente a nuevos pensamientos, nuevas ideas, progreso en todo el sentido y la indiferencia al conocimiento e ignorancia trae dependencia, pobreza y conformismo, siendo así muy importante tener presente que la comunidad maker tiene la filosofía compartir el conocimiento más, sin embargo, obtener este conocimiento no es obligatorio se trata de preferir conocer cómo se hacen las cosas y mejorarlas o personalizarlas para que pueda promover una propuesta de gran utilidad en cualquier ámbito comercial, industrial, empresarial entre muchos otros.

## **6. Avance académico del proyecto para crear impresoras 3D en la Institución Universitaria Pascual Bravo.**

### **6.1 Problemática precursora del proyecto.**

La institución Universitaria Pascual Bravo tiene actualmente más de 85 años de trayectoria en los cuales su propósito siempre se ha enfocado en mejorar los niveles de vida de cada familia implementando educación de alta calidad en la mano obrera para que pueda aportar estos conocimientos a la industria productiva y generar una inclusión a personas limitadas al acceso de estas oportunidades educativas y laborales, con el desarrollo de este principio la institución fue capaz de producir maquinaria en sus propios talleres, inicialmente en el 2016 el Ingeniero Mecatrónico, Esteban Velásquez capacitó a varios estudiantes de clubes de ciencia sobre modelado e impresión en 3D (figura 17), pero el acceso a esta tecnología estaba limitado por el tiempo con la duración de la clase.

Adicionalmente, los conocimientos sobre la fabricación y reparación de las impresoras se limitaba al conocimiento del docente, lo que generaba falencias porque estas impresoras estaban en constante manipulación por aprendices y al presentarse una falla o bloqueo del software, era necesario esperar la solución del problema por parte del docente o el laboratorista encargado, este incidente reprime en los estudiantes su entusiasmo por aprender sobre el proceso, ya que las fallas ocasionadas por la falta de conocimiento generan sentimientos de frustración que impiden un avance óptimo en el aprendizaje y la práctica del conocimiento adquirido.

**Figura 17.**

*Estudiantes aprenden sobre la modelación e impresión en 3D, en los de Clubes de Ciencia.*



*Nota: Institución Universitaria Pascual Bravo. (2016, 21 junio). Estudiantes aprenden sobre la modelación e impresión en 3D, en los de clubes de ciencia [vídeo]. YouTube.*

*<https://www.youtube.com/watch?v=iAe5IPY8HS8>*

## **6.2 A quién va dirigido este proyecto.**

Después en el año 2021 se creó el proyecto maker por el grupo prototipado rápido y fabricación digital basándose en las nuevas necesidades técnicas de la industria mecánica, compuesto inicialmente por 350 estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo y del Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo (figura 17 y 18), este grupo basó todo su esfuerzo y dedicación con un enfoque maker logrando grandes avances para todo el grupo, por ejemplo el “Premios a la Calidad Educativa Ser Mejor, es el programa de la Secretaría de Educación de Medellín que reconoce la gestión a quienes aportan al mejoramiento educativo para la calidad” otorgado al grupo de impresión 3D, robótica, prototipado rápido y fabricación digital guiado por los docentes Carlos Enrique Pino Ramos y Eduard Bond Arevalo Alzate, el premio se debe a la calidad educativa 2020 con el reconocimiento núcleo base lógico - matemático, otro de los avances más importantes es la creación de nuevo programa Técnico Profesional en Impresión 3D y Fabricación Digital, la adecuación de dos nuevos espacios de trabajo donde se alojarán todas las máquinas y desarrollos del grupo, este espacio estará ubicado en el bloque 1 del colegio y el otro en el bloque 13 de la universidad.

**Figura 18.**

*Estudiantes del Instituto Pascual Bravo crean impresora 3D.*



*Nota: Estudiantes del Instituto Pascual Bravo crean impresora 3D. Institución Universitaria Pascual Bravo. (2019, 2 septiembre). Estudiantes del Instituto Pascual Bravo crean impresora 3D [vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=CQwhIG1GagE>*

**Figura 19.**

*Estudiantes del Instituto Pascual Bravo crean impresora 3D.*



*Nota: Estudiantes del Instituto Pascual Bravo crean impresora 3D. Institución Universitaria Pascual Bravo. (2019, 2 septiembre). Estudiantes del Instituto Pascual Bravo crean impresora 3D [vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=CQwhIG1GagE>*

### 6.3 Costos del proyecto maker 2021.

**Tabla 1.**

*Presupuesto del proyecto maker 2021.*

ITEM	NOMBRE DE LA PIEZA	CANTIDAD	CANTIDAD TOTAL	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
1	V-Slot 20x40 331mm	1	6	\$ 34.100	\$ 204.600
2	V-Slot 20x40 359mm	2	12	\$ 34.100	\$ 409.200
3	V-Slot 20x40 370mm	2	12	\$ 34.100	\$ 409.200
4	V-Slot 20x40 290mm	2	12	\$ 34.100	\$ 409.200
5	V-Slot 20x40 500mm	1	6	\$ 34.100	\$ 204.600
6	V-Slot 20x20 500mm	1	6	\$ 34.100	\$ 204.600
7	Black angle corner	4	24	\$ 8.400	\$ 201.600
8	90 degree joining plate	10	60	\$ 12.000	\$ 720.000
9	Tee-nuts M5	90	540	\$ 1.000	\$ 540.000
10	Tomillo M5X25	2	12	\$ 1.000	\$ 12.000
11	Separador excentrico 6mm	1	6	\$ 3.500	\$ 21.000
12	Separador de aluminio 9mm	2	12	\$ 1.000	\$ 12.000
13	M5x8mm button head screw (ISO 7380)	12	72	\$ 800	\$ 57.600
14	M5x10mm button head screw (ISO 7380)	62	372	\$ 800	\$ 297.600
15	M5x12mm button head screw (ISO 7380)	13	78	\$ 800	\$ 62.400
16	M5x16mm button head screw (ISO 7380)	1	6	\$ 800	\$ 4.800
17	M3x10mm socket head screw (ISO 4762)	20	120	\$ 800	\$ 96.000
18	Tuerca M3	2	12	\$ 800	\$ 9.600
19	Tuerca de seguridad M3	2	12	\$ 800	\$ 9.600
20	Abrazadera plastica 2,5 x 100 mm (PAQUETE)	6	36	\$ 12.000	\$ 432.000
21	Rollo 1 Kg PLA	2	12	\$ 95.000	\$ 1.140.000
22	Motor NEMA 17	5	30	\$ 67.000	\$ 2.010.000
23	Varilla roscada M8 x 300 mm + TUERCA T8	2	12	\$ 26.000	\$ 312.000
24	Varilla lisa 8 mm x 50 mm	4	24	\$ 15.000	\$ 360.000
25	Acople flexible 5 mm a 8 mm	2	12	\$ 12.000	\$ 144.000
26	Fuente suicheada 24 V 20A	1	6	\$ 120.000	\$ 720.000
27	Jalador extrusor	1	6	\$ 57.000	\$ 342.000
28	Extrusor MK10	1	6	\$ 41.000	\$ 246.000
29	Placa controladora	1	6	\$ 105.000	\$ 630.000
30	Cama Caliente	1	6	\$ 109.500	\$ 657.000
31	Pantalla LCD	1	6	\$ 55.000	\$ 330.000
32	Kit nivelación cama caliente	1	6	\$ 11.000	\$ 66.000
33	Suiche Conector 250 VAC/15A	1	6	\$ 6.200	\$ 37.200
34	Polea GT2 20 dientes xy	2	12	\$ 2.900	\$ 34.800
35	Polea GT2 eje xy impulsor	2	12	\$ 5.360	\$ 64.320
36	Correa dentada x metro	2	12	\$ 9.100	\$ 109.200
39	Rodamiento lineal	8	48	\$ 3.750	\$ 180.000
42	Extruder mount	1	6	\$ 38.850	\$ 233.100
43	Ventilador 2020	1	6	\$ 16.761	\$ 100.566
44	Router CNC 3018	1	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
45	FIMI A3 empaque	1	1	\$ 210.000	\$ 210.000
46	Backpack drone	1	1	\$ 205.000	\$ 205.000
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>			<b>\$</b>	<b>13.948.786</b>	

*Nota: Presupuesto del proyecto proyecto maker 2021 – grupo prototipado rápido y fabricación digital ITI Pascual Bravo.*

#### **6.4 Implementación de estrategias para solventar el problema planteado.**

Fue de esta manera que detrás de todo el esfuerzo realizado durante aproximadamente más de 4 años por la comunidad y por los docentes impulsores de cada proyecto propuesto, en septiembre del 2019 en conjunto con la facultad de ingeniería y algunos docentes a cargo de programas como Tecnología en Sistemas Mecatrónicos, Tecnología Electrónica, Tecnología en Sistemas Electromecánicos, Tecnología en Desarrollo de Software, crearon un proyecto para que los mismos estudiantes puedan hacer una impresora 3D y con el apoyo de los semilleros de investigación implementados por la universidad para adquirir y compartir más conocimiento de la cuarta revolución industrial presente en la actualidad dieron paso al primer laboratorio de fabricación digital autosostenible capaz de realizar todo tipo de piezas con diferentes tecnologías y materiales entre ellos el filamento llamado PLA (ácido poliláctico) catalogado como termoplástico biodegradable porque contiene fibra de maíz procesada bajo fermentación, este espacio fue adaptado por los mismos estudiantes en el 2022 promovidos por la necesidad de tener un lugar para imprimir figuras en 3D sin obstáculos y que todos incluidos estudiantes y profesores puedan hacer uso de las impresoras y aprender sobre el proceso bajo el rol de estudiantes aplicando la filosofía de igualdad.

Este proyecto le da a cada estudiante la libertad de disponer del tiempo que requiera con esta tecnología personalizada para poder experimentar, diseñar, modelar, sistematizar, ensamblar cualquier tipo de figura limitada a su imaginación, el enfoque principal de este proyecto es la libertad para acceder a esta tecnología y disfrutar el proceso durante la construcción de las impresoras porque la mejor motivación para aprender es como dice el profesor Pino “aprender lo que nos gusta” así los estudiantes potencializan sus carreras técnicas y tecnológicas para una futura contratación en la industria actual con los conocimientos que se adquieren en la práctica así como lo afirma Jorquera Ortega desde el Ministerio de Educación “Enseñar desde un enfoque simple de transmisión y retención de información ya no nos sirve, este es el modelo educativo que sirvió a la primera y segunda revolución industrial. Hablar de lo concreto cada vez tiene menos sentido, hoy es necesario hablar de lo general, del contexto. Partamos de una idea: conocer de memoria todos los ríos de España. Previo al acceso general a internet, tenía sentido aprender y retener información de este tipo. En el momento que podemos acceder a la información en cualquier momento y lugar, lo importante ya no es tanto retener los datos, sino saber donde conseguirlos y cómo utilizarlos.” *Jorquera Ortega, A. (2016). Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.*

El laboratorio de fabricación digital cuenta con diferentes impresoras como las de las imágenes 20, 21, 22, 23, 24 y 25.

**Figura 20.**

*Laboratorio de fabricación digital (FabLab).*



*Nota: Laboratorio de fabricación digital [fotografía]. Estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo. (2023), diseño propio.*

### **6.5 Medios por los cuales se da a conocer el proyecto.**

Dentro del laboratorio de fabricación digital se plantea un nuevo modelo de aprendizaje para estudiantes nuevos desde el colegio hasta los estudiantes nuevos la universidad quienes organizan sus horas de estudio con un proceso académico que establece un código QR para cada día de la semana con una capacidad de 10 personas; sin embargo, este proceso actualmente se sigue desarrollando con ideas innovadoras de los mismos estudiantes, este espacio cuentan con 4 cubículos exclusivos para imprimir piezas y más de 10 impresoras funcionales, entre ellas la Impresora 3D Fdm Delta FLSun V400 400 mm/s ultrarápida (figura 24), la impresora 3D Flashforge Adventurer y otras más en proceso de fabricación

adicionalmente los estudiantes tienen a su disposición dentro del espacio un vidrio con los parámetros de impresión visible (figura 23) que se pueden utilizar en este proceso para conservar el estado de cada impresora y cuenta con un escáner disponible para las figuras más complejas.

**Figura 21.**

*Laboratorio de fabricación digital (FabLab).*



*Nota: Laboratorio de fabricación digital [fotografía]. Estudiante de la Institución Universitaria Pascual Bravo. (2023), diseño propio.*

**Figura 22.**

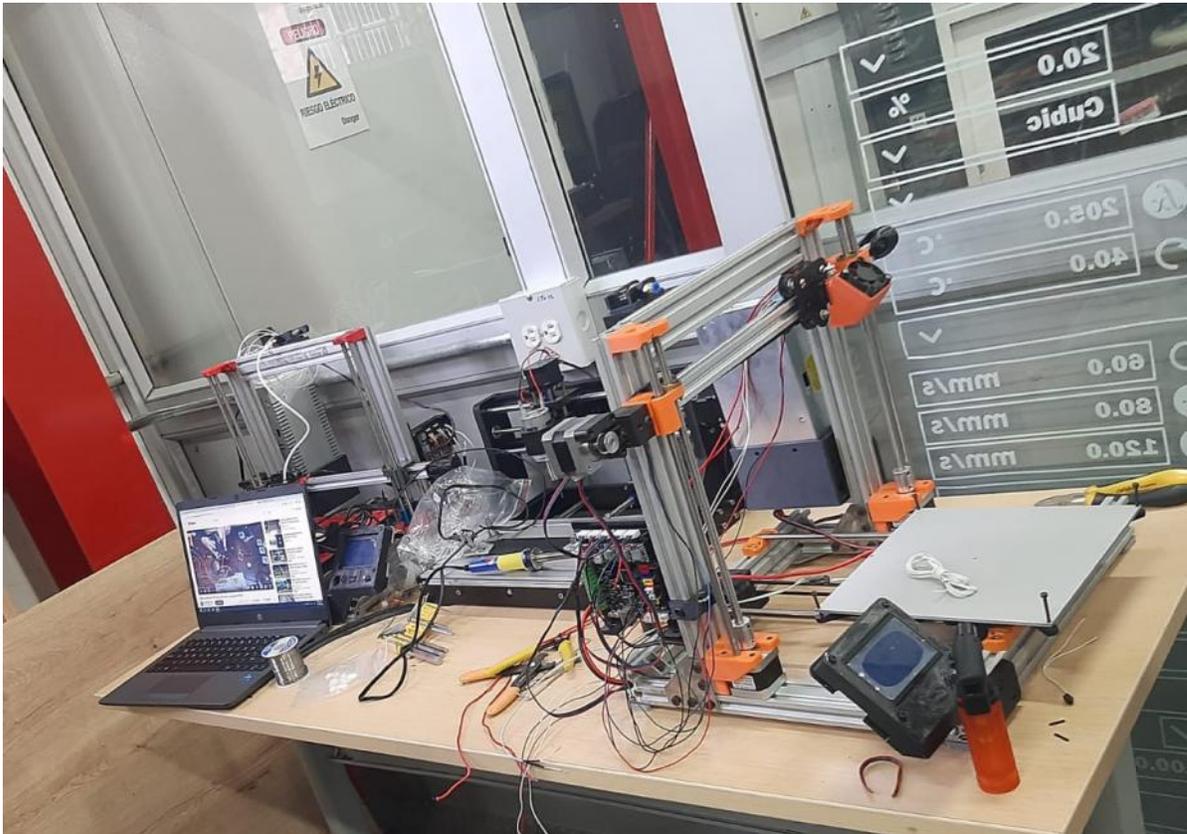
*Laboratorio de fabricación digital (FabLab).*



*Nota: Laboratorio de fabricación digital [fotografía]. Estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo. (2023), diseño propio.*

**Figura 23.**

*Laboratorio de fabricación digital (FabLab).*



*Nota: Laboratorio de fabricación digital [fotografía] (2023), fotografía con los parámetros de impresión a la vista, diseño propio.*

Los modelos desarrollados dentro de este laboratorio son creados por los mismos estudiantes, desde el grado noveno hasta estudiantes universitarios, los modelos son investigativos y algunos diseños son aportados por las diferentes comunidades maker de la impresión 3D, posteriormente se tiene previsto crear un derrotero para las capacitaciones sobre modelado, dibujo técnico, manejo de diferentes software como Inventor, CURA, entre otros programas creados para el diseño de las piezas, es así que el uso del laboratorio de fabricación digital va más allá de lo cotidiano enfocado en estrategias de aprendizaje innovadoras con proyectos culminados exitosamente dentro de la industria laboral y dentro de este espacio se tienen presentes mecatrónicos que ya están mecanizando sus conocimientos, entre otros estudiantes que demuestran su interés sobre esta nueva metodología de aprendizaje “aprender jugando”.

**Figura 24.**

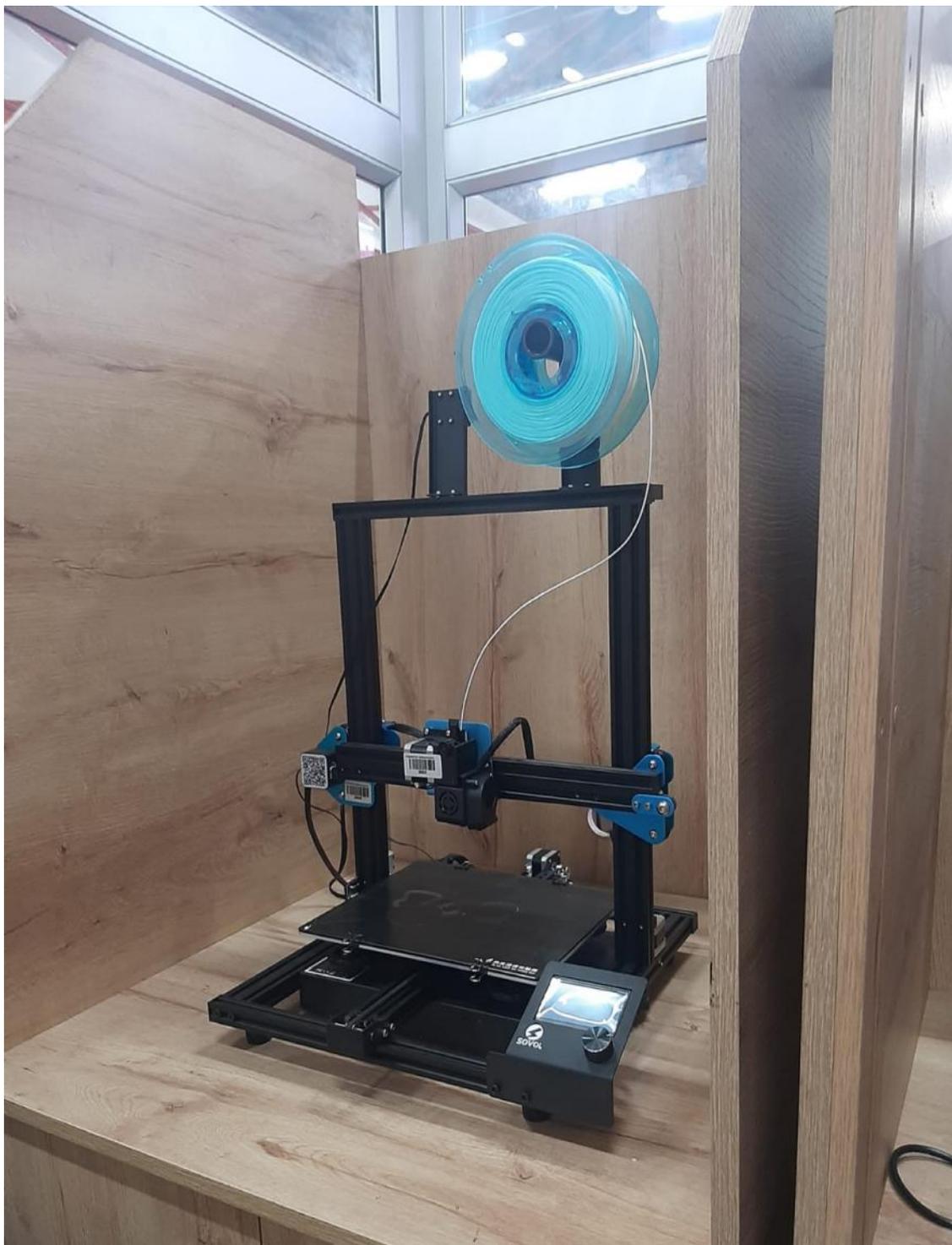
*Impresora 3D Fdm Delta Flsun V400 400 mm/s ultrarápida.*



*Nota: Laboratorio de fabricación digital [fotografía] (2023), impresora 3D Fdm Delta Flsun V400 400 mm/s ultrarápida, diseño propio.*

**Figura 25.**

## *Impresora 3D*



*Nota: Laboratorio de fabricación digital [fotografía] (2023), impresora 3D diseñada y creada por estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo, (2023) diseño propio.*

### **7. Identificación del proceso de construcción de impresoras 3D.**

### **7.1 Componentes de la impresora.**

Para construir una impresora 3D se requiere de partes mecánicas, eléctricas y electrónicas, además de piezas de ensamblaje de la misma impresora las cuales se puede imprimir en 3D, estas piezas forman parte del hardware de la impresora, las partes necesarias principalmente son las siguientes: la estructura conformada por el marco y la base, esta es una de las partes más importantes porque depende de la rigidez y estabilidad del soporte se obtendrá la precisión en el resultado de impresión y la calibración del mismo.

La fuente de alimentación utilizada para convertir la corriente alterna en directa para entregar los voltajes y las corrientes suficientes para que todo el sistema de control electrónico funcione, este sistema también forma parte importante de la impresora, ya que está compuesto por la placa base fundamental para controlar todos los demás elementos de la impresora como los controladores que se encargan de mover los motores y las conexiones USB porque tiene el procesador para interpretar y ejecutar las instrucciones de impresión indicadas, además cuenta con la cama caliente, el panel de control y los sensores.

Otra parte importante es el sistema móvil está compuesto por las piezas como rodamientos, guías lineales, correas, varillas, perfiles entre otras partes que ejecutan el movimiento y guían los ejes tridimensionales X, Y y Z para que cada pieza se pueda formar capa por capa según el diseño programado, al igual que el sistema de extrusión hace parte del sistema móvil y tiene una unidad que se alimenta de filamento en conjunto con el hot/end y la boquilla que desplazan el filamento por medio de una rueda dentada de esta manera se funde el material para ser extraído, este proceso es más conocido por el nombre extrusor.

El software y firmware de la impresora es muy amplio el día de hoy, debido a la trayectoria e impacto que la impresión 3D está presentando, es importante resaltar que este avance es posible gracias a la colaboración de las diferentes comunidades maker que siguen aplicando y compartiendo su cultura con todos los apasionados por este tema sobre impresión 3D, no obstante las patentes que se han realizado sobre técnicas de impresión 3D también han contribuido al desarrollo del software actual y al día de hoy se siguen comercializando abiertamente e incluso las empresas precursoras de los programas ofrecen pruebas de uso por hasta más de 30 días calendario, por este mismo motivo se debe relacionar la siguiente información de la tabla 2.

### **7.2 Software de impresión 3D**

**Tabla 2.***Software de impresión 3D.*

<b>Software</b>	<b>Función</b>	<b>Sistema operativo</b>	<b>Tipo de impresoras adecuadas</b>	<b>Descarga</b>
<a href="#"><u>Cura</u></a>	Programa de corte, host de impresora 3D	Windows, Mac, Linux	Filamento	<a href="#"><u>Cura</u></a>
<a href="#"><u>PrusaSlicer</u></a>	Programa de corte	Windows, Mac, Linux	Filamento	<a href="#"><u>PrusaSlicer</u></a>
<a href="#"><u>ideaMaker</u></a>	Cortadora	Windows, macOS, Linux	Filamento	<a href="#"><u>Raise3D</u></a>
<a href="#"><u>ChiTuBox Basic</u></a>	Cortadora	Windows, macOS, Linux	Resina (LCD)	<a href="#"><u>ChiTuBox</u></a>
<a href="#"><u>Lychee Slicer</u></a>	Cortadora	Windows, macOS, Linux	Resina (LCD)	<a href="#"><u>Mango3D</u></a>
<a href="#"><u>Kiri:Moto</u></a>	Cortadora	Navegador Web	Filamento, resina (LCD), CNC	<a href="#"><u>Kiri:Moto</u></a>
<a href="#"><u>IceSL</u></a>	Programa de corte, diseño	Windows, Linux	Filamento	<a href="#"><u>IceSL</u></a>
<a href="#"><u>OctoPrint</u></a>	Programa de corte, host de impresora 3D	Windows, Mac, Linux, Raspbian (como imagen OctoPi)	Filamento	<a href="#"><u>OctoPrint</u></a>
<a href="#"><u>MatterControl 2.0</u></a>	Programa de corte, host de impresora 3D, diseño	Windows, Mac, Linux	Filamento	<a href="#"><u>MatterControl</u></a>
<a href="#"><u>AstroPrint</u></a>	Programa de corte, host de impresora 3D	Navegador	Filamento	<a href="#"><u>AstroPrint</u></a>
<a href="#"><u>Meshmixer</u></a>	Editor de archivos STL, reparación de archivos STL	Windows, Mac	Todas	<a href="#"><u>Meshmixer</u></a>
<a href="#"><u>MeshLab</u></a>	Editor de archivos STL, reparación de archivos STL	Windows, Mac, Linux	Todas	<a href="#"><u>MeshLab</u></a>

<u>UVTools</u>	Análisis de archivos, modificación, herramientas MSLA	Windows, macOS, Linux	Resina (LCD/DLP)	<u>GitHub</u>
<u>WebPrinter</u>	Visor de código G	Navegador web	Filamento	<u>WebPrinter</u>
<u>Gcode Analyzer</u>	Visualizador de código G	Navegador web	Filamento	<u>Gcode Analyzer</u>
<u>Tinkercad</u>	Diseño	Navegador	Todas	<u>Tinkercad</u>
<u>ZBrushCoreMini</u>	Diseño	Windows, Mac	Todas	<u>ZBrushCoreMini</u>
<u>3D Builder</u>	Diseño	Windows	Todas	<u>3D Builder</u>
<u>Vectary</u>	Diseño	Navegador web	Todas	<u>Vectary</u>
<u>SketchUp Free</u>	Diseño	Navegador	Todas	<u>SketchUp</u>
<u>Fusion 360</u>	Diseño	Windows, Mac	Todas	<u>Fusion 360</u>
<u>FreeCAD</u>	Diseño	Windows, Mac, Linux	Todas	<u>FreeCAD</u>
<u>Blender</u>	Diseño	Windows, Mac, Linux	Todas	<u>Blender</u>

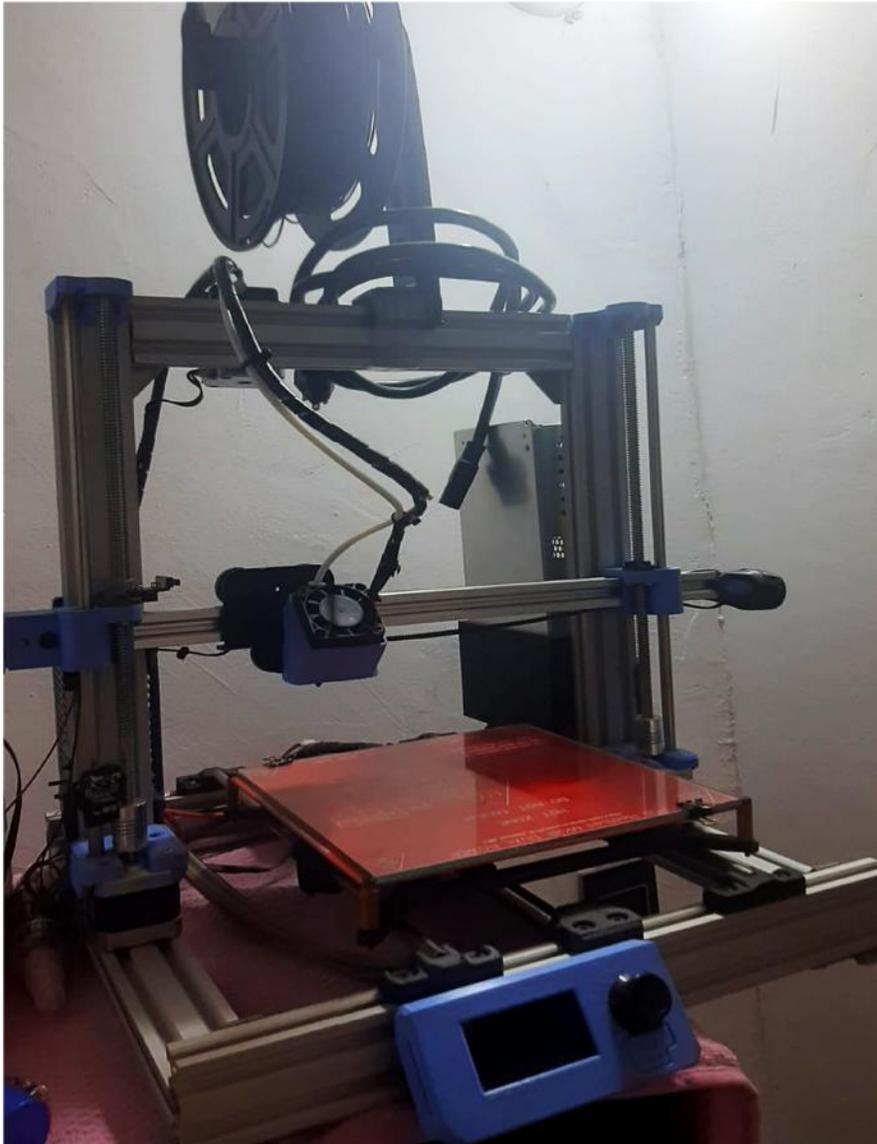
*Nota: Software de impresión 3D, All3DP. (2023). Los mejores programas para impresoras 3D de 2023. All3DP. <https://all3dp.com/es/1/programas-software-impresora-3d-printer-software-3d-gratis/>*

El firmware representa al vínculo directo entre el software y el hardware compuesto por una placa que recibe el programa que envía el software y lo procesa para que el hardware lo accione por medio de los motores paso a paso, el extrusor, la cama caliente y todas sus partes funcionales para transformar el material PLA que será consumido por la impresora y de esta manera formar la figura deseada, pero se debe supervisar que este material no se atasque o presente alguna anomalía que impida ejecutar el proceso.

Con el conjunto de todas las partes indicadas anteriormente se puede construir una impresora 3D funcional como la que se ilustra en la figura 25 y 26, dentro de la figura 25 está el marco y la base de la impresora sujetos por partes impresas con material PLA de color azul y en la parte superior tiene un royo del mismo material disponible para seguir imprimiendo, en la figura 26 se ilustran partes del mismo color ensamblando la base y el marco metálico y el sistema de control está compuesto por partes impresas del mismo material.

**Figura 26.**

*Impresora Ender 3, fabricada por los estudiantes.*



*Nota: Laboratorio de fabricación digital [fotografía]. Impresora Ender 3, fabricada por los estudiantes. (2023), diseño propio.*

### **7.3 Proceso de trabajo, desarrollo y aplicación para la impresión.**

El proceso de trabajo para la impresión 3D es el siguiente, primero se realiza un proceso de fotogrametría y escáner en 3D, la fotogrametría es una técnica que consiste en estudiar las características de una imagen teniendo en cuenta las dimensiones de la forma captada por medio de varias fotografías que se obtiene de un escaneo aplicado sobre la figura que se desea imprimir, para realizar el escáner en 3D se emplean varias herramientas que pueden ser

físicas como “TrackScan-Sharp lleva la medición óptica a un nivel completamente nuevo al ofrecer una distancia de seguimiento de hasta 6 metros, un alcance volumétrico de 49 m<sup>3</sup> y una precisión volumétrica de hasta 0,049 mm (10,4 m<sup>3</sup>).” (figura 27) *Dscantech\_admin. (2023). TrackScan-Sharp - ScanTech. Scantech. <https://www.3d-scantech.com/es/trackscan-sharp/> Copyright © 2016-2023 SCANTECH (HANGZHOU) CO., LTD. Todos los derechos.*

**Figura 27.**

*TrackScan-Sharp.*



*Nota: TrackScan-Sharp, Dscantech\_admin. (2023). TrackScan-Sharp - ScanTech. Scantech. <https://www.3d-scantech.com/es/trackscan-sharp/> Copyright © 2016-2023 SCANTECH (HANGZHOU) CO., LTD. Todos los derechos.*

Las herramientas virtuales son por ejemplo la plataforma virtual eyesCloud3D “eyesCloud3D es una plataforma cloud de generación automática de modelos 3D a partir de fotografías o vídeos” tomado de *EyesCloud3D - Automatic generation of 3D models. (s. f.). eyesCloud3D <https://www.eyescloud3d.com>.*

Este proceso de fotogrametría y escáner en 3D se conoce bajo el concepto de ingeniería inversa como una herramienta de investigación, porque se obtiene la información detallada de un objeto para realizar un diseño compuesto por los componentes del mismo objeto y con este diseño realizar mejoras potenciales para el producto final que entraría a la industria comercial.

Posteriormente del proceso de fotogrametría y escáner en 3D se crea el modelado del dibujo

o diseño 3D con el manejo del software libre y código abierto, al cual se integraron las técnicas del diseño aplicadas por el ordenador del software CAD/CAE/CAM para constituirse como una herramienta de alto rendimiento y obtener un dibujo técnico especializado, optimizando los diseños de moldes como prototipos funcionales para diversos sectores industriales que posteriormente pasarían a ser fundidos y fabricados por medio de la impresión 3D, por ejemplo aplicando el uso de los productos impresos en 3D en el área de la electrónica están los proyectos de IOT (interconectar objetos físicos) como los drones en la industria, siendo unidades de monitoreo remoto que usan la radiofrecuencia para el envío de datos a la nube por dispositivos móviles capaces de recepcionar los datos emitidos por el manejo de sensores que permitan visión artificial.

#### **8. Conocimiento adquirido por los estudiantes de las regiones en la construcción de una impresora 3D.**

Actualmente, Medellín y el resto del mundo está pasando por una cuarta revolución industrial y a medida que pasa esta revolución es necesario cambiar con las nuevas técnicas y tecnologías de aprendizaje tanto para estudiantes como para docentes, ampliar nuestra capacidad de aprender y de enseñar genera progreso personal, profesional e inteligencia emocional porque entre más disfrutamos lo que hacemos, lo hacemos por más tiempo y mucho mejor, así mejoramos la calidad del producto que estamos brindando y lo más importante de todo somos capaces de compartir el conocimiento nuevo y mejorado para que cada generación sea mejor que la anterior, apegarnos de los prototipos de aprendizaje tradicionales da el mismo resultado debemos tener presente que el cambio es natural del ser humano y adaptarse al medio al que está expuesto es una respuesta del instinto para sobrevivir y encajar dentro de una sociedad, esto nos lleva a replantear nuestras tradiciones y dar paso al cambio que inminentemente se está presentando, depende de cada persona aceptar el cambio y mejorarlo potencializando las capacidades que tiene o negarse a cambiar y obtener el mismo resultado.

El estudiante *Gabriel Vélez* en sistemas mecatrónicos de la Institución Universitaria Pascual Bravo argumenta lo siguiente “dependiendo del diseño y de los parámetros, claro, se pueden hacer figuras tanto decorativas, por decirlo así como en funcionalmente mecánicas, ya sea engranajes, piñones y varias piezas que se usan en la industria, en máquinas o en diferentes ambientes. Ya hay chicos de la generación anterior que están en grandes empresas que los han contratado precisamente por estas capacidades que se adquieren fuera del salón de clase

que se adquieren, sobre todo en la práctica hay muchos chicos trabajando en el exterior, también empresas que aquí son bastante grandes”.

Este es el aporte de *Isabela Serna* estudiante de la Institución Educativa Pascual Bravo, “este laboratorio básicamente es como para enseñarnos a nosotros a los del colegio como imprimir en 3D, o sea, nosotros no estamos tan avanzados como los de la universidad, pero, sin embargo, nosotros aprendemos y accedemos mucho este laboratorio porque nosotros practicamos dos días a la semana entre 4 y 5 horas más o menos”

Analizando los aportes brindados por los mismos estudiantes podemos concluir que el laboratorio de fabricación digital (FabLab) tiene una oportunidad óptima e ideal para todos los estudiantes, los profesores y todas las personas apasionadas por la impresión 3D, uno de los puntos más importantes a tener en cuenta en comparación con otros laboratorios por ejemplo FabLab Perú, es que este laboratorio no requiere de una matrícula o pago por la inscripción o el uso de los equipos, ya que los estudiantes que pertenecen a la Institución Universitaria Pascual Bravo o a la Institución Educativa Pascual Bravo pueden ingresar a las capacitaciones y a realizar uso de estas instalaciones por medio de la inscripción en el QR asignado para la organización de cada espacio.

#### **9. Tercera feria maker representando los avances de la impresión 3D en conjunto con la comunidad maker dentro de la Institución Universitaria Pascual Bravo, realizada el día 6 de octubre del 2023.**

Este evento se llevó a cabo dentro de la biblioteca de la Institución Universitaria Pascual Bravo con el acompañamiento de muchos docentes, entre ellos está el docente Carlos Enrique Pino Ramos, William Vallejo Quintero, representantes del sector comercial como Henry Gómez, la empresa Filplast y todo el grupo de la comunidad maker los cuales brindaron su aporte personal sobre la impresión 3D y los motivos que los llevaron apasionarse por este tema y desarrollar las creaciones que se ilustran en las imágenes anexas al documento; también contamos con la presencia del sistema informativo metropolitano y regional de Antioquia Hora 13 Noticias (H13N), emitido por Teled Medellín bajo la representación de la periodista Melina Serna con el reportaje llamado “conoce el arte de la modelación 3D” donde resalta el ingenio de los estudiantes al crear las figuras impresas en 3D con la obra del maestro Fernando Botero (figura 28).

**Figura 28.**

*Figuras impresas en 3D de la obra del maestro Fernando Botero.*



*Nota: Hora 13 Noticias. (2023, 11 octubre). Conoce el arte de la modelación 3D [vídeo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=\\_s0eisT5nyE](https://www.youtube.com/watch?v=_s0eisT5nyE)*

### **9.1 Aportes personales de los participantes de este evento tercera feria maker.**

En el desarrollo de este encuentro, varios de los participantes brindaron su aporte personal sobre la impresión 3D y la importancia que representa en sus vidas al implementarlo como un modelo pedagógico que genera resultados positivos en cada estudiante y docente implícito en este proceso con una calidad en la educación que cumple con los estándares establecidos por la institución universitaria.

Una de las participantes es Diana María Agudelo, profesora de mecánica y diseño de moldes de la Institución Universitaria Pascual Bravo dentro de su presentación en este evento con la máquina para hacer el filamento de las impresoras 3D y relata lo siguiente “acá tenemos varias exposiciones, una es esta máquina que es una máquina para hacer el filamento de las impresoras 3D, entonces es una máquina que yo estado haciendo con los estudiantes se ha hecho paso a paso, en todo hay un semestre diferente son varios semestres hay otros profes también que han interactuado conmigo en el proyecto, yo hice todo lo que es la parte mecánica y otros profes me han ayudado con la parte electrónica junto con estudiantes porque todo esto lo construyen son los estudiantes, la máquina funciona a base de plástico, es una extrusora de plástico, la fibra del arroz todavía no hemos colocado materia porque ya está a

punto, lo próximo que vamos hacer es ensayar con plástico, ya funciona el motor, todo, resistencias. Tenemos la ruteadora en este momento mecanizamos cavidades, moldes que hemos hecho con los estudiantes todo esto es en impresión 3D entonces en el proceso diseño de productos y se imprime para mirar cómo quedó, ya ellos optimizan el archivo, si hay algo que organizarlo por cualquier motivo optimizan y ya luego se hace el molde de trabajo con los estudiantes; otro proyecto es que estamos haciendo dientes para los estudiantes de la Universidad de Antioquia para que ellos puedan practicar conocer el diente, son dientes que fueron escaneados de una persona real y la intención es reproducirlos para que los estudiantes adquirir todo el conocimiento. Estamos haciendo también odontotipos dónde se van a incrustar todos los dientes, entonces que el estudiante puede impulsar el diente en su lugar, otros para hacer por ejemplo práctica de brackets otro para hacer como prácticas de insertar un diente, esto básicamente es práctica para los estudiantes como para que ellos adquieran la habilidad manual en la universidad, porque por ejemplo ellos tienen que tallar el diente, todo eso es lo que nosotros estamos buscando con este proyecto, muchísimas gracias”.

**Figura 29.**

*Máquina para hacer el filamento de las impresoras 3D.*



*Nota: Evento 6 octubre, tercera feria maker [fotografía] (2023). Máquina para hacer el filamento de impresoras 3D diseñada y creada por docentes y estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo, (2023) diseño propio.*

**Figura 30.**

*Máquina para hacer el filamento de las impresoras 3D.*



*Nota: Evento 6 octubre, tercera feria maker [fotografía] (2023). Máquina para hacer el filamento de impresoras 3D diseñada y creada por docentes y estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo, (2023) diseño propio.*

**Figura 31.**

*Máquina para hacer el filamento de las impresoras 3D.*



*Nota: Evento 6 octubre, tercera feria maker [fotografía] (2023). Máquina para hacer el filamento de impresoras 3D diseñada y creada por docentes y estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo, (2023) diseño propio.*

El siguiente aporte hace referencia al carro radio controlado presentado por *Juan Diego Grajales* y *Esteban Gallego* estudiantes de la Tecnología de Sistemas Mecatrónicos en la

Institución Universitaria Pascual Bravo, ellos explican lo siguiente “lo que nosotros es un carro que va a hacer radio controlado y que aparte de eso, si tú te pones gafas vas a poder manejarlo desde acá y el carro puede estar a 200 metros y tu desde ahí lo puedes estar manejando, todas las piezas del carro fueron imprimidas en 3D desde las diferenciales hasta la misma estructura con TPU y PETG, la idea como tal es poder preparar los pilotos para este tipo de vehículos tanto drones y radiocontrolados. Se invirtieron en ese carro más o menos dos millones y medio o dos millones setecientos mil pesos más o menos por los materiales de impresión que no son tan comunes porque son flexibles y no hay impresoras que vengan con las características para poder imprimir esto, significa que hay que hacerle ciertas adecuaciones, las baterías el servomotor, los ejes de la suspensión todo” es importante conocer el presupuesto invertido dentro de este proyecto para tener una idea comercial sobre los beneficios de la impresión 3D con respecto al valor invertido inicialmente y precio de venta con el cual se establece el mercado de este tipo de mecanismos.

**Figura 32.**

*Carro radio controlado.*



*Nota: Hora 13 Noticias. (2023, 11 octubre). Conoce el arte de la modelación 3D [vídeo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=\\_s0eisT5nyE](https://www.youtube.com/watch?v=_s0eisT5nyE)*

*Juan Diego Grajales* relata que “en lo personal me gustaba porque yo siempre soy un fanático de la electrónica, de la robótica y me llamaba la atención el querer hacer mis propios

diseños y la impresión 3D eso es lo que permite el crear cosas y que tú puedas diseñarlo como tú quieras y ya luego poderlo imprimir, entonces es algo que tienes en la cabeza y lo puedes llevar a la realidad y por eso me gusta mucho este mundo porque por ejemplo los drones tu tambien los puedes fabricar y eso implica aprender adquirir unos conocimientos sí los conocimientos están, ya están en la internet tú que tienes que hacer es ir a buscarlos, entonces ya es más del querer, no es como antes que la gente se peleaba por la información o era muy difícil adquirirla, ya hoy en día la tenemos toda para ir a buscarla y ponerla en practica”.

*Esteban Gallego* expresó lo siguiente “ El mundo de la impresión siempre me había generado una intriga muy grande porque me gusta mucho jugar con todos estos elementos electrónicos y en una de las materias de acá de la universidad que fue impresión 3D conocí este mundo y me enamore por completo de la impresión 3D y mirando diferentes tipos de impresiones todo y lo que para mí puede ser una dificultad para otra persona ya pudo haber montado un tutorial, entonces es muy fácil poder acceder a todos estos conocimientos, todo es muy asequible, uno puede encontrar conocimiento no sólo en internet, también hay unos profesores que apoyan mucho y son muy amplios con todos sus conocimientos”.

Desde el sector comercial *Henry Gómez* (figura 34) brinda el siguiente aporte “nosotros venimos del sector industrial pero estamos enfocando en el tema de la impresión 3D pero con lo de las abejas fabricación de colmenas con impresión 3D y enfocados en una especie en específico que es una especie de abeja que se llama Angelita (figura 33); existen alrededor de 20.000 mil especies de abejas pero esta en específico genera y da una miel que es curativa para las personas que sufren de catarata, le quita la catarata a la persona. Entonces nosotros estamos enfocando en este proyecto para que las personas acá en Medellín Ojalá pudiesen tener en sus hogares una colmena de abejas porque estás abejas no pican, se van a beneficiar porque van a obtener miel más o menos cada seis meses y están contribuyendo al medio ambiente para el tema de la polinización; el método antiguo que era en una colmena de madera pero cuál es la desventaja con esto es que hay que talar árboles, obviamente como este filamento es PLA es un componente derivado hecho con la fécula de maíz entonces no se talan árboles, este es el método convencional.

Nos gusta este metodo que es más amigable con el medio ambiente porque si yo esto lo entierro más o menos en 8 años se descompone y otra de las ventajas de este tema es la impresión 3D es que es muy asequible y usted puede fabricar, su límite es la imaginación en

el método antiguo a me toca ir a la industria donde un tornero o un graficador que diseñe la pieza, en cambio con los programas que ahora son en línea y son gratuitos yo puedo modelar las piezas simularlas y de una vez la impresión. Esta pieza sin sacar pues gastos de ganancia esta al rededor de unos ciento setenta mil pesos”

**Figura 33.**

*Abeja Angelita.*



*Nota: Biblioteca de la Institución Universitaria Pascual Bravo [fotografía] (2023), Abeja Angelita presentada por Henry Gómez representante del sector comercial, (2023) diseño propio.*

Cada vez son más amplios e innovadores los campos en los que se puede aplicar la impresión 3D y con la propuesta del emprendedor Henry Gómez que también fue parte de la comunidad maker, se ilustra y explica la forma de comercializar esta ingeniosa colmena, bajo estrategias ambientales que contribuyen al medio ambiente a reducir la tala de árboles en nuestro país bajo la práctica de la apicultura y fomenta la conservación de una especie que es fundamental para nuestro planeta, como lo son las abejas.

**Figura 34.**

*Abeja Angelita.*



*Nota: Biblioteca de la Institución Universitaria Pascual Bravo [fotografía] (2023), Abeja Angelita presentada por Henry Gómez representante del sector comercial, diseño propio.*

La empresa **Filplast** bajo la representación de Alejandro Ramirez miembro de la comunidad *maker* y José agudelo nos dan a conocer su aporte “Filplast es una empresa que nace digamos a raíz de la necesidad que hay del mercado que está aumentando las impresiones 3D, entonces veíamos que todos los materiales que utilizaba la gente eran importados y muchas veces no cumplían con los estándares que quería la gente para la calidad que necesitaban y decidimos pues crear una empresa en la cual se produzca un filamento de calidad, nosotros producimos en este momento PLA, ABS y PETG son los tres materiales que tenemos, siendo el PLA digamos el material en donde más gama de colores tenemos son 19 colores en el PETG son 4 colores y en el ABS son 4 también. Al pasar del tiempo sea bajado el precio de las impresoras, entonces se han vuelto más asequibles para las personas y se utiliza en muchos campos, en el tema por ejemplo de la decoración, en el tema pues también de odontología, en el tema biomédico, mecatrónico es muy transversal digamos el uso de las impresoras 3D y como hay tanto potencial decimos crear Filplast. El filamento digamos es

producido en una extrusora la extrusora es encargada de coger los peles del plástico virgen y los pasa por varias zonas calientes, el sale con una forma redonda luego se pasa a unos tanques de refrigeración dónde se baja paulatinamente la temperatura para que no sufra un cambio térmico muy alto, luego pasa a la zona de medición jalado que es el encargado de tirando de ese filamento y por último el bobinado qué es donde ya se sacan los carreteles de un kilo, ese es a grosso modo el proceso de extrusión de filamentos. Desde el 2018 con la primera impresora le empecé a cacharrear mucho, todavía no fabricábamos ni filamentos ni nada, pero si le cachareaba, fue mucho al principio de ensayo y error como todo en la vida cuando uno tiene una curva de aprendizaje, desde ahí empezamos con como en esa comunidad, nosotros tratamos de apoyar muchos a las personas en el sentido de la comunidad en el sentido de brindar un material de buena calidad de brindar un muy buen servicio y demostrar que esto realmente es algo accesible que cualquier persona puede, desde la facilidades de que tenga las ganas puede dedicarse a esto, tratamos de desmitificar muchas cosas de explicarle los procesos de impresión que llegan a nosotros desde cero o que comprar una impresora en redes sociales y no saben absolutamente nada entonces tratamos como de que la gente se empapé del mundo, sepa también los pro y los contras o mas que contra, los puntos que se deben fortalecer para digamos que la curva de aprendizaje sea un poquito más plana, que no sea tan demorado y que ya por lo menos todo ese camino que nosotros tenemos el conocimiento con impresión 3D la gente lo pueda recorrer en un tiempo más corto”.

*Alejandro Ramirez* relata el cambio que representa la impresión 3D en su vida, “para mí es cambio digamos la vida totalmente porque desde un principio yo me enfoqué siempre en ser muy independiente en el sentido de que me gusta mucho cómo crear y tener proyectos siempre, entonces esto más que un emprendimiento lo vi pues como un estilo de vida un proyecto personal en el cual me podía dedicar completamente, me ha brindado la estabilidad económica en la que estoy ahora y a cambiado mi vida en muchos aspectos”.

*José Agudelo* resalta la importancia de la innovación que representa la impresión 3D argumentando que “ hemos coincidido como mucho en apuntar a las cosas innovadoras y esto se presta para estar constantemente desarrollando nuevas cosas, la innovación y la creatividad aplican totalmente y da satisfacción poder realizar esto”.

### **Figura 35.**

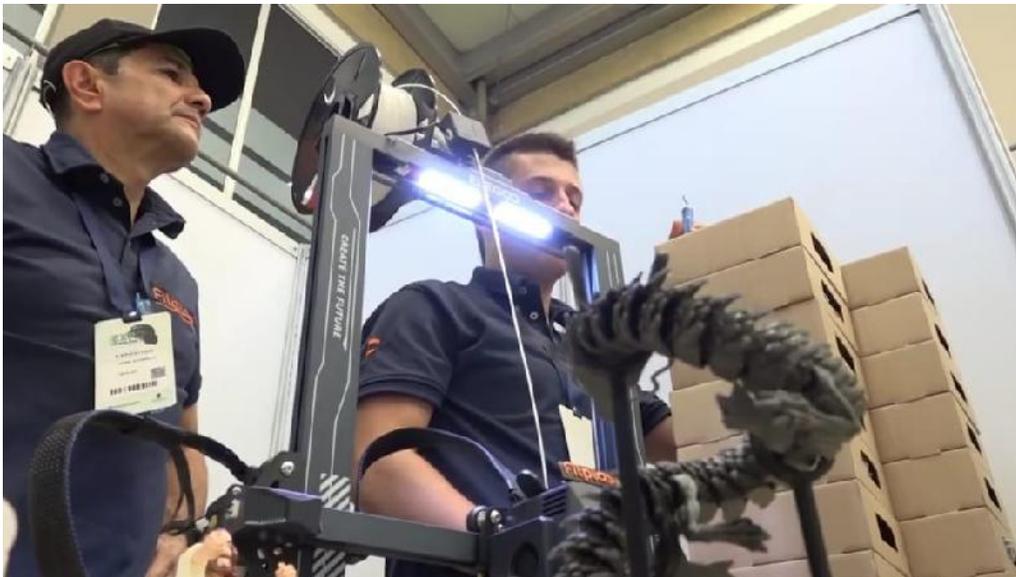
*Filplast.*



*Nota: Filplast [fotografía] 2022. Log in or sign up to view. (s. f.).  
<https://www.facebook.com/Filplastcol/photos/pb.100066342707485.-2207520000/335442218622566/?type=3>*

**Figura 36.**

*Filplast, José Agudelo y Alejandro Ramirez.*



*Nota: Hora 13 Noticias. (2023, 11 octubre). Conoce el arte de la modelación 3D [vídeo].  
 YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=\\_s0eisT5nyE](https://www.youtube.com/watch?v=_s0eisT5nyE)*

*William Vallejo Quintero, quien fue jefe del departamento de electrónica en la Institución Universitaria Pascual Bravo durante los años 2020, 2021 y 2022, quien actualmente se desempeña como docente, comparte la historia y origen de la impresión 3D dentro de la*

Institución Universitaria “ realmente esto nació como una respuesta a una necesidad que teníamos para hace mucho tiempo ya, no me acuerdo ni de qué año, estoy aquí desde el 2011, el programa llegó a mi departamento como del 2013, yo diría que desde el 2015 a 2016, empezamos como a pensar, a replantear un poco las competencias del mecatrónico, del tecnólogo mecatrónico y uno de los profesores que es Carlos Valencia nos decía compramos unas impresoras 3D y eso inicialmente era como una tecnología muy rara muy extraña. Con el profesor Carlos Pino estábamos tratando era de mejorar las competencias en diseño mecánico y en modelado 3D, con el empezamos toda el área de modelado 3D y con Carlos Pino lo que queríamos hacer realmente era hacer partes y cosas en 3D, pero cuando ya conseguimos las impresoras nos dimos cuenta de que esa tecnología era muy delicada, requería no solamente el conocimiento mecánico sino electrónico y lo del software era totalmente desconocido, entonces eso fue lo que más llamó la atención de Carlos Pino y de ahí nació un concepto que era hacer la ingeniería inversa porque las impresoras en menos de un año se deterioran mucho y ya no estaban sirviendo, entonces necesitábamos repararlas y la reparación era muy costosa y Carlos Pino se puso hacer la ingeniería inversa para producir el mismo las piezas, entonces desde ahí él comenzó a crear la comunidad maker en la cual a través de ingeniería inversa comenzaron a hacer el diseño de las impresoras 3D, y ¿por que quisimos hacerlo? porque, entramos como en una nueva dimensión, a una intervención de conocimientos, dónde tú sabes que las competencias de mecatrónico no se concentran solamente en una área sino como en tres áreas y lo más desconocido que era el software, pues había que conocerlo, afrontarlo y mirarlo y ya en pandemia y en estos nuevos años, esta tecnología se ha facilitado mucho con las inteligencias artificiales, con visual studio code, que han integrado mucho los conceptos.

Hay que tener conocimientos técnicos, matemáticos, incluso para el área de control y todo eso, pero digamos que las nuevas tecnologías facilitan mucho el aprendizaje de eso que uno le siente un poquito de temor por lo desconocido y dado que eso requiere tiempo, eso requiere de mucho esfuerzo, sentarse a trabajarle a eso, ya un adulto no se trasnocha, pero un pelado de 13 o 14 años de colegio, si se mete de lleno, entonces hemos visto que a tenido más acogida en los pelaos del colegio que entre los profesores y universitarios, porque un profesor lo que hace con sus recursos es comprar una impresora y cuando se le daña la manda a reparar y listo, sigue imprimiendo, o sea el objetivo de tener una impresora es sacar productos, hacer algo, pero cuando falla uno lo que busca es quien se la repare, pero el objetivo de la comunidad 3D y lo que están haciendo los chicos del colegio es fabricar las

tecnologías para venderla, para llevarla a la educación, entonces nosotros a través de la tecnología 3D, a través de los productos, de lo que vendemos porque fortalecemos mucho las ideas de emprendimiento, hemos logrado llegar a un modelo educativo.

Las mismas dificultades que nosotros tuvimos hace mucho tiempo de necesidad de actualización, de tener que meter muchos conocimientos de varias áreas, también se vive ahora entre los profesores, un profesor de software no sabe nada de mecánica, igual un profesor electrónico de pronto se mete con algo de software pero no tan profundo como requiere la impresión 3D, pero cuando tú necesitas integrar todo eso, lo primero que sabes una barrera, no soy yo soy capaz de hacerlo, pero si tu ves a un pelado de colegio, unos chicos haciéndolo y como ellos digamos que son generosos tiene una forma de hablar y todo, rompen la barrera para que también profesores de colegio, de la misma universidad y estudiantes que están en otras áreas sientan la inquietud, sientan el interés por meterse y ver que las cosas no son tan difíciles, hay que tener dedicación, hay que sacar el tiempo, pero cuando uno tiene un objetivo en mente, que es lo que tiene la impresión 3D, eso se logra.

Estas tecnologías 3D se convierten en un vehículo un mecanismo para elevar el nivel de competencia de conocimiento que eso finalmente es educación”.

**Figura 37.**

*William Vallejo Quintero.*



*Nota: William Vallejo Quintero. (2023). linkedin. Recuperado 10 de noviembre de 2023, de <https://co.linkedin.com/in/william-vallejo-quintero-045865152>*

El gestor de proyectos de investigación e innovación de *SAPIENCIA* acompañó el desarrollo de la tercera feria maker, su aporte es el siguiente “yo hago parte del equipo que trabaja en la ciudadela Universitaria en San Javier, yo soy el gestor de proyectos de investigación e

innovación de Sapiencia, entonces desde allá se inició un área que fue el montaje de los dos laboratorios que son el laboratorio maker y el laboratorio lego, donde ya los mismos muchachos desde el colegio hasta las universidades, pueden empezar a trabajar lo que es el diseño, impresión 3D, robótica y la parte de automatización, dentro de esa parte del diseño 3D, es lo que le permite a ellos, no estar amarrados a un kit comercial, sino que le expande todas la ideas para iniciar a construir. Trabajo con la comunidad maker desde hace más o menos 3 años, cuando empecé como instructor del SENA y parte del trabajo con SAPIENCIA, la primera vez que tuve contacto con ellos fue en el 2019 que participe en la feria siguiente nivel, pero ya desde afuera como emprendimiento y ya actualmente trabajo con SAPIENCIA como gestor de proyecto, me parece muy impresionantes es todo lo que se puede hacer con esto desde poder encontrarle solución a los equipos que se dañan o poder construir equipos nuevos. La comunidad Maker lo que trata de hacer es eso, de equipos que son comerciales a un alto costo podemos llevar a que sean más asequibles mediante el fomento del espíritu creativo.”

### **Figura 38.**

*Participación de Sapiencia.*



*Nota: Biblioteca de la Institución Universitaria Pascual Bravo [fotografía] (2023), participación de Sapiencia, tercera feria maker, diseño propio.*

Carlos Andres Lozano graduado en Ingeniería Mecánica y miembro de la comunidad maker presenta una cortadora y grabadora a láser, explica lo siguiente “esto es una cortadora y grabadora laser, lo que hace es cortar y grabar sobre madera, la idea es que grave sobre

acrílico, cuero y hasta en metal, tiene dos perfiles y está hecho de una forma portable para que sea de fácil transporte para llevarlo a diferentes lugares, para poder enseñar a los estudiantes todo acerca de corte y grabado láser. A punto de terminar la ingeniería me llamó la atención lo de la impresión 3D, me impulsó como crear cosas yo mismo, yo mismo diseñarlas y hacerlas ahí mismo, una de las ventajas de la impresión 3D es el prototipado rápido o sea que usted lo diseñe y lo imprima, si tiene fallas vuelve y lo diseña y vuelve y lo imprime hasta que le quede bien. Ya después de esto, yo lo que voy hacer es dar capacitaciones los estudiantes de cómo se maneja”, este tipo de aportes son el resultado de los avances que brinda este modelo pedagógico implementado en la universidad para formar una generación abierta a la adquisición del conocimiento y dispuesta a compartirlo en pro de un desarrollo grupal dando paso al cambio que necesita nuestro país.

En esta presentación también contamos con la exposición de las impresoras 3D realizadas dentro de esta misma institución, desde la más básica a las más compleja y costosa, el tecnólogo mecatrónico *Juan Pablo Flores* explica “ Hay estructuras de metal hay estructuras de madera que fueron las cosas como prototipos para llegar a las estructura de aluminio, tiene muy buena calidad como las que están en el mercado, pero las impresoras del mercado son muy costosas y no son tan accesibles para las personas, por eso se opta por fabricarlas, compramos las piezas, fabricamos algunas piezas y programamos, para llegar a tener esa calidad a un precio menor del mercado. Si decide comprar la máquina, pero el conocimiento lo que se aprende haciendo la máquina, programando, ajustando cada tornillo, eso lleva un conocimiento más allá, para desarrollar futuros proyectos, ya se tiene la base para hacer otros proyectos, así es que se aprende”.

La aplicación de la ingeniería inversa da resultados tangibles en la impresión 3D y que es aplicada por los estudiantes y profesores interesados en nuevos proyectos y en potencializar cada una de las habilidades que poseen, con los aportes plasmados dentro de este documento se conserva el mismo modelo de aprendizaje fomentado por la necesidad de conocer, de aprender practicando, utilizando la creatividad en cada una de las actividades planteadas como proyectos tecnológicos, capaces de contar con calidad que acredite a cada profesional que está formándose.

**Figura 39.**

*Evolución de las impresoras 3D.*



*Nota: Biblioteca de la Institución Universitaria Pascual Bravo [fotografía] (2023), evolución de las impresoras 3D, tercera feria maker, diseño propio.*

#### **Figura 40.**

Evolución de las impresoras 3D.



*Nota: Biblioteca de la Institución Universitaria Pascual Bravo [fotografía] (2023), evolución de las impresoras 3D, tercera feria maker, diseño propio.*

#### **Figura 41.**

*Conoce el arte de la modelación 3D.*



*Nota: Hora 13 Noticias. (2023, 11 octubre). Conoce el arte de la modelación 3D [vídeo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=\\_s0eisT5nyE](https://www.youtube.com/watch?v=_s0eisT5nyE)*

Desde el colegio San Ignacio dos estudiantes y su profesora, traen a conocer su aporte dentro de este evento, “Mi nombre es *Samuel García* y mi compañero *Miguel Valencia*, nosotros estamos aquí representando del colegio San Ignacio, nuestra profesora *Carolina Duque*. Nuestro proyecto se centra en la creación de filamento a través de las botellas PETS, lo que nosotros hacemos con este dispositivo y con este soplador industrial, al inflar las botellas y cortarlas, pasarlas por este bloque calefactor, que al ser jalado por este motor, sale como filamento, que nos sirve para esta impresora, que también es hecha en nuestro colegio, entonces lo que nosotros intentamos hacer con este proyecto es acortar los costos, digamos que puedan generar al comprar filamentos, también con el reciclaje de las botellas y aprovecha además los residuos que se generan en la propia institución para que no sea un impacto tan grande con el medio ambiente”.

Tras contar con la explicación brindada por parte de los estudiantes, la profesora *Carolina Duque* agrega lo siguiente “fue un proyecto que surgió, porque los chicos querían hacer un impacto en la institución con el tema de los residuos, como ustedes saben en los colegios es mucho el desperdicio que se genera, lo chicos todavía no saben reciclar muy bien por las edades, entonces, pues surgió a partir de esa necesidad y ya en el proceso, sí siento que ha sido un aprendizaje para todos, tanto para los chicos que están involucrados en esto, como para uno como profe, porque igual la idea de uno es siempre montar proyectos que nunca

haya hecho, también para poder crear ahí un conocimiento y ha sido un trabajo muy valioso”.

**Figura 42.**

*Creación de filamento a través de las botellas PETS.*



*Nota: Creación de filamento a través de las botellas PETS. [2023], diseño propio.*

**Figura 43.**

*Creación de filamento a través de las botellas PETS.*



*Nota: Creación de filamento a través de las botellas PETS. [2023], presentado por los estudiantes Samuel García, Miguel Valencia y la profesora Carolina Duque del Colegio San Ignacio, diseño propio.*

## 10. Conclusiones

La evolución de la impresión 3D durante la última década presentó un cambio muy significativo, en especial con la iniciativa del proyecto Reprap, ya fue precursor de la comunidad maker y gracias a esto el día de hoy tenemos acceso al software libre y código abierto para incursionar en la impresión 3D.

Las nuevas técnicas y tecnologías de aprendizaje tanto para estudiantes como para docentes, ampliar nuestra capacidad de aprender y de enseñar, genera progreso personal, profesional e inteligencia emocional, ya que entre más disfrutamos lo que hacemos, lo hacemos por más tiempo y mucho mejor.

Dentro del laboratorio de fabricación digital (FabLab) es posible crear, diseñar y procesar todo tipo de piezas en 3D, actualmente no solo complementa el aprendizaje de los estudiantes universitarios, sino también que les abre las puertas al mundo laboral y profesional bajo la experiencia obtenida del conocimiento práctico, el cual es esencial para la industria.

El querer es poder dentro de la impresión 3D y en la vida misma.

## 11. Referencias bibliográficas

Electrónica MADE. (s. f.) México. Blog arduino, LabVIEW y electrónica. Blog Arduino, LabVIEW y Electrónica. <https://electronicamade.com/>

Tecnologías Disruptivas. (2018, 16 julio) Argentina. Historia de la impresión 3D [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=jW6RvL9s248>

All3DP todo sobre impresión 3D y fabricación aditiva, 2023, Alemania, página web [www.all3dp.com](http://www.all3dp.com) link: <https://all3dp.com/> © 2023 All3DP. All right reserved

Impresoras3D.com - La mejor tienda de impresoras 3D en España. [impresoras3d.com](http://impresoras3d.com). <https://www.impresoras3d.com/>

Materialise | Innovadores en impresión 3D. (s. f.). <https://www.materialise.com/es> © Copyright Materialise 2023.

TCT Magazine, AÑO, Reino Unido, página web [www.tctmagazine.com](http://www.tctmagazine.com) link <https://www.tctmagazine.com/> © Rapid News Publications Ltd. A Rapid News Group Company. All Rights Reserved

Rapid News Group. (s. f.). Rapid News Group | Leading Publisher and Exhibition Organiser. <https://stefanie-burson-2bcl.squarespace.com/> © 2023 All Rights Reserved. No.3 Office Village, Chester Business Park, Chester, CH4 9QP, UK. Media Terms and Conditions, Privacy Policy.

Impresión 3D. (s. f.). <https://lorenzo-martin-001.neocities.org/impresion3d>

Kumótica. (2022, 2 mayo). Historia de la impresión 3D: año a año. Kumótica. <https://kumotica.es/blog/impresion-3d/historia-de-la-impresion-3d-ano-a-ano>

ARTÍFICE JOYAS. (2022, 21 septiembre). IMPRESORA 3D para joyería [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-AWE7Ei4XBQ>

Jorge, M. (2012, 7 febrero). Mujer de 83 años recibe el primer implante de mandíbula con una impresora 3D. Hipertextual. <https://hipertextual.com/2012/02/mujer-de-83-anos-recibe-el-primer-implante-de-mandibula-con-una-impresora-3d/> © 2023 Hipertextual SL. Todos los derechos reservados.

antena3.com. (2012, 6 agosto). Una impresora 3D crea exoesqueletos que otorgan movilidad a niños discapacitados. Antena 3 Noticias. [https://www.antena3.com/noticias/ciencia/impresora-crea-exoesqueletos-que-otorga-movilidad-ninos-discapacitados\\_20120806574920414beb288880658b27.html](https://www.antena3.com/noticias/ciencia/impresora-crea-exoesqueletos-que-otorga-movilidad-ninos-discapacitados_20120806574920414beb288880658b27.html)

Stratasysfdm. (2012, 1 agosto). 3D-Printed «Magic Arms» [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=WoZ2BgPVtA0>

Stott, R. (2022). Compañía china construye el edificio impreso en 3D más alto del mundo. ArchDaily Colombia. <https://www.archdaily.co/co/761458/compania-china-construye-el-edificio-impreso-en-3d-m%C3%A1s-alto-del-mundo>

Blanco, A. (2018, 29 octubre). Casas impresas en 3D: La revolución ya ha llegado. La mejor información sobre Impresión 3D. <https://impresiontresde.com/casas-impresas-en-3d-la-revolucion-ya-ha-llegado/>

Margarita. (2018). EE.UU autoriza la impresión 3D del primer medicamento. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/ee-uu-autoriza-la-impresion-3d-del-1er-medicamento07082015/>

3Dnatives. (2023, 21 agosto). Impresión 3D e impresoras 3D: noticias, comparativas, precios. <https://www.3dnatives.com/es/> © 3Dnatives 2023

C, L. (2020). Metal X, la nueva impresora de metal de Markforged. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/metal-x-markforged-12012017/#!> © 3Dnatives 2023

Fisher-Wilson, G. (2019). MarkForged Metal X: características y datos clave. All3DP Pro. Licencia: El texto del artículo "Markforged Metal X: características y datos clave" de All3DP Pro está bajo una licencia de Atribución 4.0 CC BY 4.0.. © 2023 All3DP. All right reserved. <https://all3dp.com/es/1/markforged-metal-x-analisis->

*caracteristicas-impresora-3d/*

De León, C. (2018). Se crea la primera comisión de impresión 3D hospitalaria en España. makeR. <https://somosmaker.com/se-crea-la-primera-comision-de-impresion-3d-hospitalaria-en-espana/>

BBC News Mundo. (2019, 16 abril). El primer minicorazón vivo impreso en 3D y hecho con tejido y vasos humanos (Y por qué lo ven como «la medicina del futuro»). BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47937217#:~:text=Un%20equipo%20de%20investigadores%20cre%C3%B3,el%20director%20de%20la%20investigaci%C3%B3n.>

EL TIEMPO. (2019, 15 abril). Científicos revelan el «primer» corazón impreso en 3D con tejido humano. EL TIEMPO [Vídeo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=GWSLg6M\\_K2I](https://www.youtube.com/watch?v=GWSLg6M_K2I)

M, A. (2020). Impresión 3D vs COVID-19: las iniciativas más destacadas de la pandemia global. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-covid-19-iniciativas-301220202/>

Tendencias que revolucionarán la impresión 3D en 2022. (s. f.). Interempresas. <https://www.interempresas.net/Aeronautica/Articulos/377639-Tendencias-que-revolucionaran-la-impresion-3D-en-2022.html>

Maja Magazines. (s. f.). Movie Maker Magazine suscripción. Revistas en Inglés. <https://www.revistaseningles.es/movie-maker-magazine-suscripcion>

Institución Universitaria Pascual Bravo. (2019, 2 septiembre). Estudiantes del Instituto Pascual Bravo crean impresora 3D [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=CQwhIG1GagE>

Institución Universitaria Pascual Bravo. (2016, 21 junio). Estudiantes aprenden sobre la modelación e impresión en 3D, en los de clubes de ciencia [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=iAe5IPY8HS8>

√Ser mejor: Premios a la calidad educativa en Medellín. (2022, 31 mayo).  
Alcaldía de Medellín. © 2023 / © NIT: 890905211-1 / Código DANE: 05001 /  
Código Postal: 050015 / Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación  
de Medellín. <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-de-educacion/estudiantes/premios-a-la-calidad-educativa/>

TrackScan-Sharp, Dscantech\_admin. (2023). TrackScan-Sharp - ScanTech. Scantech.  
<https://www.3d-scantech.com/es/trackscan-sharp/> Copyright © 2016-2023  
SCANTECH (HANGZHOU) CO., LTD. Todos los derechos.

EyesCloud3D - Automatic generation of 3D models. (s. f.). eyesCloud3D  
<https://www.eyescloud3d.com>

Log in or sign up to view. (s. f.).  
<https://www.facebook.com/Filplastcol/photos/pb.100066342707485.-2207520000/335442218622566/?type=3>

Hora 13 Noticias. (2023, 11 octubre). Conoce el arte de la modelación 3D [Vídeo].  
YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=\\_s0eisT5nyE](https://www.youtube.com/watch?v=_s0eisT5nyE)

Jorquera Ortega, A. (2016). Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión  
3D. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.