



REALIZACIÓN DE UN PROCESO DE DISEÑO DE ARTEFACTO A PARTIR DE LAS
HERRAMIENTAS E INVESTIGACIONES DISPONIBLES EN EL GRUPO DE
INVESTIGACIÓN CIMA (CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES)

Oscar Javier Pérez Nastar

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE ARTES
DISEÑO INDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2015 - 2016



REALIZACIÓN DE UN PROCESO DE DISEÑO DE ARTEFACTO A PARTIR DE LAS
HERRAMIENTAS E INVESTIGACIONES DISPONIBLES EN EL GRUPO DE
INVESTIGACIÓN CIMA (CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES)

Oscar Javier Pérez Nastar

PROYECTO DE PASANTIA COMO REQUISITO
PARA OBTAR EL TITULO DE:

DISEÑADOR INDUSTRIAL

ASESOR:

D.I. HAROLD ANDRES BONILLA.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE ARTES
DISEÑO INDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2015 – 2016



“Las ideas y conclusiones aportadas en el informe de Pasantía, son responsabilidad exclusiva del autor”

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966, emanada del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.



Nota de aceptación

Asesor de Pasantía

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, 12 de Octubre del 2015



RESUMEN

El informe presentado a continuación se tiene como finalidad dar a conocer actividades planteadas y desarrollo de las mismas; realizados en el grupo de investigación CiMA de la Universidad de Nariño para cumplir con un proceso de Diseño de artefacto a partir de las herramientas he investigaciones existentes en el grupo; durante un periodo de tiempo de 6 meses tiempo completo.

Toda actividad realizada partió de procesos de experimentación y aprendizaje de los mismos, generando conocimientos teóricos estructurados y claros, a medida que se avanzaba al cumplimiento de los objetivos.

También se presenta brevemente el apoyo técnico y profesional realizado en actividades fuera de los objetivos, en ayuda y aporte de las actividades del grupo de investigación CiMA.

Abstract

The report presented below is intended to present implemented activities and the development thereof; made in the research group CIMA of the University of Nariño to fulfill a fixture design process from the tools I have existing research in the group; for a period of six months full time.

Any activity started process of experimentation and learning from them, generating theoretical structured and clear, as knowledge is advancing to meeting the targets.

Also the technical and professional support activities carried out in the objectives, in support of the activities and contribution of the research group presented briefly summit.

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción

1. Antecedentes

- 1.1. ¿Qué es el CiMA (Centro de Investigación de Materiales)?
- 1.2. Filosofía institucional
 - 1.2.1. Misión
 - 1.2.2. Visión

2. Proyecto

- 2.1. Marco General
 - 2.1.1. Título
 - 2.1.2. Modalidad
 - 2.1.3. Alcance y Delimitaciones
 - a. Universo
 - b. Espacio
 - c. Tiempo
- 2.2. Justificación
- 2.3. Objetivos
 - 2.3.1. General
 - 2.3.2. Específicos
- 2.4. Enfoque metodológico

3. Cronograma de Actividades

4. Informe de Actividades Desarrolladas

- 4.1. Actividad uno(Extrusora de polímero más paja tetera)
 - 4.1.1. Objetivo
 - 4.1.2. Desarrollo de la actividad
 - a. Estudio teórico de la maquinaria
 - b. Experimentación en el proceso productivo
 - c. Planteamiento del producto a diseñar y parámetros de Diseño
 - d. Planteamiento y generación de producto
 - e. Evaluación de usuario
 - 4.1.3. Resultados

4.2. Actividad dos (Impresión 3D)

4.2.1. Objetivo

4.2.2. Desarrollo de Actividad

- a. Estudio teórico de las impresoras 3D
- b. Pruebas prácticas de impresión 3D
- c. Solución de problemas comunes en impresión
- d. Planteamiento de producto y parámetros de Diseño
- e. Planteamiento y generación de producto
- f. Evaluación de usuario

4.2.3. Resultados

4.3. Actividad tres (Planteamiento de Metodología de Diseño)

4.3.1. Objetivo

4.3.2. Desarrollo de Actividad

- a. Análisis de actividades realizadas.
- b. Referentes teóricos.
- c. Planteamiento de necesidades del Grupo de Investigación en la metodología de diseño de producto.
- d. Planteamiento esquemático de la metodología.
- e. Explicación componentes (teoría)

4.4. Actividad cuatro (4)

4.4.1. Objetivo

4.4.2. Desarrollo de Actividad

- a. Apoyo en investigación de Tierra Pisada
- b. Piezas en 3D para experimentación con mopamopa

5. Conclusiones Finales

6. Bibliografía

7. Anexos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructura orgánica y administrativa

Figura 2: Extrusora y sus partes

Figura 3: Manual de Extrusora

Figura 4: Especificaciones de polímeros

Figura 5: Tetera

Figura 6: Tipos de plásticos

Figura 7: Prueba Extrusora uno

Figura 8: Prueba Extrusora dos

Figura 9: Prueba Extrusora tres

Figura 10: Prueba Extrusora cuatro

Figura 11: Prueba Extrusora cinco

Figura 12: Prueba Extrusora cinco

Figura 13: Medidas Ergonomía

Figura 14: Ejemplo Tensegrity

Figura 15: Referentes Tensegridad

Figura 16: Bocetos Estructura

Figura 17: Bocetos Estructura

Figura 18: Bocetos Estructura

Figura 19: Prototipos Estructura

Figura 20: Prototipos Estructura

Figura 21: Prototipos Estructura Escogido

Figura 22: Modelado Estructura

Figura 23: Variaciones Asiento

Figura 24: Variaciones Asiento

Figura 25: Especificaciones Medidas

Figura 26: Proceso productivo Estructura
Figura 27: Planos Molde Asiento
Figura 28: Molde Asiento
Figura 29: Asiento Extruido
Figura 30: Banco Ensamblado
Figura 31: Lámparas Incandescentes y fluorescentes
Figura 32: Planos Boquilla Extrusora
Figura 33: Referentes Iluminación
Figura 34: Referentes Iluminación
Figura 35: Bocetos
Figura 36: Bocetos
Figura 37: Bocetos
Figura 38: Bocetos
Figura 39: Bocetos
Figura 40: Bocetos
Figura 41: Bocetos
Figura 42: Bocetos
Figura 42: Lámpara de mesa
Figura 43: Ensamble prusa i3v
Figura 44: Ensamble prusa i3v
Figura 45: Prusa 8" i3v
Figura 46: MakerGear
Figura 47: Interfaz
Figura 48: Visualización
Figura 49: Visualización Slic3r
Figura 50: Visualización Slic3r
Figura 51: Visualización Slic3r

Figura 52: Impresión prueba
Figura 53: Impresión prueba
Figura 54: Impresión prueba
Figura 55: Impresión prueba
Figura 56: Impresión prueba
Figura 57: Ensamble impresión
Figura 58: Warping
Figura 59: Almohadillado
Figura 60: Voladizos
Figura 61: Estructura y área de intervención
Figura 62: Boceto Modulo
Figura 63: Modulo
Figura 64: Propuestas Modulo
Figura 65: Modelado del Modulo
Figura 66: Modelado del Modulo
Figura 67: Modelado del Módulo Final
Figura 68: Visualización pre-impresión
Figura 69: Módulo impreso
Figura 70: Ensamble
Figura 71: Ensamble
Figura 72: Modelo de Kolb
Figura 73: Estilos de aprendizaje
Figura 74: método proyectual Bruno Munari
Figura 75: método brainstorming
Figura 76: Design Thinking
Figura 77: Planteamiento Metodológico
Figura 78: Muestra Tierra pisada uno

Figura 79: Muestra Tierra pisada dos

Figura 80: Bocetos

Figura 81: Bocetos

Figura 82: Modelado y Renders de propuestas

Figura 83: Modelado y Renders de propuestas

Figura 84: Impresión de piezas para aplicación mopamopa

Figura 85: Impresión de piezas para aplicación mopamopa

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma de Actividades

Tabla 2: Medidas Estructura

Tabla 3: ABS

Tabla 4: PLA

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Evaluación de Usuario



Introducción

El diseño industrial es una disciplina de pensamiento (intelectual), experimental, reflexiva, generadora conceptual, creativa y proyectual; orientada a la creación de artefactos y sistemas que cumplan o satisfagan los diferentes parámetros que se propongan en los diversos casos. El diseño industrial como actividad proyectual se encamina a la satisfacción principal del ser humano teniendo en cuenta los requerimientos que se planteen como aspectos funcionales, estéticos, técnicos, entre otros.

La actividad de diseño industrial se lleva a cabo y rige su desarrollo con diversas metodologías las cuales son una serie de pasos que en plantean formas ordenadas de proceso mediante pautas a seguir con el fin de controlar la actividad y hacer de ella una práctica profesional.

En el grupo de investigación CiMA (Centro de Investigación de Materiales), grupo perteneciente a la Universidad de Nariño se encuentra un plaza adecuada para la investigación, experimentación, proyección y aprendizaje; que junto a las herramientas existentes y las investigaciones previas es posible el desarrollo de un procesos de diseño.

Para dicho proceso, se cuenta también con un grupo interdisciplinario en diversas áreas con el cual la actividad de diseño se nutrió, generando en su desarrollo, conocimiento y finalmente el resultado que se planteó.

1. Antecedentes

1.1. ¿Qué es el CiMA (Centro de Investigación de Materiales)?

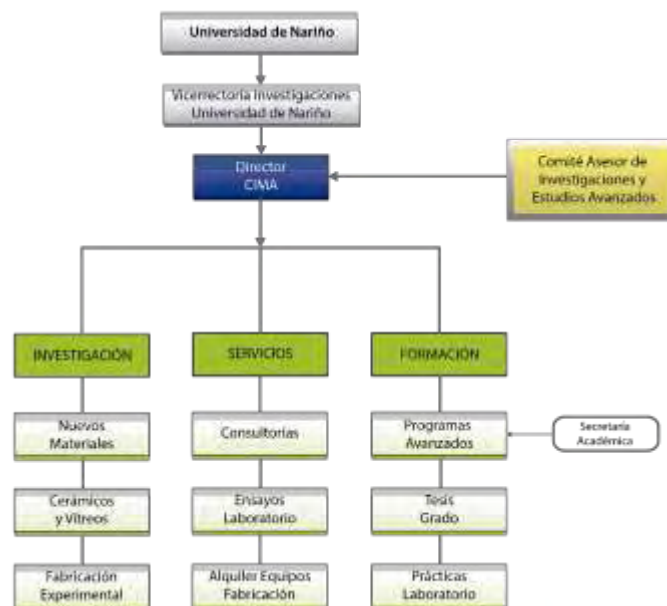
¹“Es una unidad académica descentralizada y de carácter auto financiado adscrita a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Nariño creada según acuerdo No. 110 del 29 de noviembre de 2006 del Consejo Superior Universitario.

El CIMA se crea como un espacio propicio para el aprendizaje, la investigación y la gestión de proyectos relacionados con el campo de los nuevos materiales y la fabricación experimental de productos. De esta manera, el CIMA cuenta con tres (3) líneas de investigación orientadas a fortalecer estos espacios de trabajo:

1. Nuevos Materiales: materiales electrónicos, metales amorfos, aleaciones metálicas, polímeros especiales, materiales compuestos, bio-materiales.
2. Materiales Cerámicos y Vítreos: cerámicas compuestas, técnicas y tradicionales, vidriados.
3. Fabricación experimental: impresión y escáner 3D, corte láser y fresado CNC, inyección bio-polímeros.

El CIMA tiene la siguiente estructura orgánica y administrativa:”

Figura 1: Estructura orgánica y administrativa



¹ <http://cima.udenar.edu.co/quienes-somos/>

1.2. Filosofía Institucional

²“El objetivo del CIMA es fomentar, estimular y desarrollar actividades técnico-investigativas en el campo de los nuevos materiales, los cerámicos y vítreos y la fabricación experimental por medio de proyectos de investigación y prestación de servicios que permitan vincular entidades educativas, entidades productivas del sector público o privado.

Los colectivos de trabajo a través del aporte mutuo de proyectos, recursos humanos y recursos económicos.

El CIMA también busca propiciar, coordinar y desarrollar programas, eventos y actividades que tiendan a preservar, actualizar e incrementar los conocimientos prácticos y técnicos de diferentes profesiones, así como estimular su inclinación por el estudio y la investigación científica y técnica sobre los nuevos materiales ,los cerámicos y vítreos y la fabricación experimental.

Objetivos Específicos:

1. Establecer vínculos estrechos con el sector productivo y con la comunidad en cumplimiento del mandato constitucional, que establece que la educación universitaria es un servicio público.
2. Realizar y celebrar contratos y convenios con el sector público y privado que conlleven la aplicación y divulgación del conocimiento científico del centro.
3. Adelantar actividades tendientes al fomento y promoción de la investigación científica y técnica en las áreas de los nuevos materiales, los cerámicos y vítreos y la fabricación experimental, en los distintos programas que ofrecen las universidades acordes con la finalidad del centro.
4. Canalizar recursos de agencias, organizaciones e instituciones de carácter público o privado, nacional o internacional, para la ejecución de sus actividades encomendadas o delegadas, de acuerdo con la naturaleza y objetivo del centro.
5. Dirigir, gestionar, canalizar, organizar y fomentar proyectos de investigación, programas de postgrado, diplomados, conferencias, seminarios, simposios y foros en el campo de su incumbencia y con base en las líneas de investigación establecidas.

² <http://cima.udenar.edu.co/que-hacemos/>

6. Impulsar programas de postgrado e investigación a través de convenios con otras instituciones de educación técnica, tecnológica, superior, nacionales y/o internacionales.

7. Fundar, crear y establecer publicaciones o medios de difusión de naturaleza, modalidad y periodicidad que las condiciones exijan.

8. Mejorar la calidad e incrementar el potencial de servicios técnicos, a nivel de laboratorios, ensayos rutinarios y especiales, prestación de asesorías y consultorías, transferencia de resultados de investigación, preparación y evaluación de proyectos y otros tipos de servicios para el sector público y privado.

9. Formular y ejecutar proyectos de investigación en aspectos técnicos y económicos compatibles con los propósitos del centro.

10. Realizar estudios de materiales y experimentación en nuevos procesos de fabricación acordes con sus áreas de competencias.”

1.2.1. Misión del Grupo CiMA

³“En concordancia con la Misión de la Universidad de Nariño, el CIMA tiene como misión el Contribuir al desarrollo regional, departamental y nacional en el estudio, fomento, desarrollo e investigación de los nuevos materiales, los cerámicos y vítreos y la fabricación experimental.”

1.2.2. Visión del Grupo CiMA

⁴“Ser reconocidos por el liderazgo y la excelencia en la investigación, en la formación de talento humano, y en la transferencia de conocimiento al medio en el campo de los nuevos materiales, los cerámicos vítreos y en la fabricación experimental.”

³ <http://cima.udenar.edu.co/nuestra-mision/>

⁴ <http://cima.udenar.edu.co/nuestra-mision/>

2. Proyecto

2.1. Marco General

2.1.1. Título.

Realización de un proceso de diseño de artefacto a partir de las herramientas e investigaciones disponibles en el grupo de investigación CiMA (Centro de Investigación en Materiales)

2.1.2. Modalidad

Pasantía

2.1.3. Alcance y delimitaciones

Se buscó entrar e integrar el grupo interdisciplinario del grupo **CiMA** con el fin de apoyar, investigar, experimentar y proyectar mediante los conocimientos académicos de Diseño Industrial obtenidos en la Universidad de Nariño y una metodología planteada para el caso específico de las actividades del Centro de Investigación de Materiales; Planteando posibilidades de procesos de diseño con cualidades de bajo costo, características formales únicas basadas en la experimentación y funcionales.

Teniendo en cuenta la procedencia académica del grupo **CiMA** fue de gran importancia acrecentar en el contexto del conocimiento y el aprendizaje con enfoque pedagógico basado en el hacer y las experiencias.

a). Universo

Al poseer diversos proyectos en el grupo de investigación **CiMA** los grupos necesarios que se tuvieron en cuenta son el Municipio de San Juan de Pasto, la Universidad de Nariño (Facultad de Artes – Programa de Diseño

industrial); de igual manera se identificaron los grupos específicos a los que afecten positivamente para cada proyecto.

b.) Espacio Geográfico

Todo proyecto se realizó en las instalaciones de la Universidad de Nariño, bloque de los laboratorios especializados del grupo **CiMA** y otros laboratorios que se vincularon a las necesidades de las diferentes actividades.

c.) Tiempo

Periodo de seis (6) meses, tiempo completo a partir de la fecha de iniciación.

2.2. Justificación

El grupo de investigación **CiMA (Centro de Investigación en Materiales)** ha generado en su tiempo activo, una cantidad basta de información sobre nuevos materiales y procesos productivos de los mismos; basados en investigación, experimentación, experiencias y desarrollo de actividades científicas; que bien son de gran importancia en el diseño industrial; sin embargo fue necesario llevar a cabo un proceso de diseño de productos estético-funcionales haciendo utilización de las herramientas, experimentaciones he investigaciones con que cuenta el **CiMA**. (Labor de Diseñador Industrial)

Entre los objetivos propios del grupo de investigación se encuentra la fabricación experimental de productos siempre con carácter investigativo y de aprendizaje didáctico, para reforzar a manera de resultado las cualidades del sector productivo en la región o de ser alto el grado de innovación proponer nuevas tendencias de producción.

El grupo de investigación busca también fomentar las actividades investigativas en las empresas productivas sirviendo de enlace directo con la institución Universidad de Nariño, mediante la oferta de los diferentes servicios, investigativos, experimentales, entre otros. De igual manera busca obtener del proceso de diseño de los diferentes artefactos experiencia que traiga consigo aprendizaje y nuevos datos de investigación para ser aprovechados y articular una metodología circular que cada tanto vuelva a reiniciar.

Las finalidades del grupo reflejan claramente la necesidad de intervenir en una actividad de diseño que muestre el accionar histórico del grupo, mediante la realización de procesos de Diseño Aplicados. Dicho proceso de diseño en búsqueda de productos demostrara la importancia y aplicación del grupo de investigación **CiMA** con alcances académicos, como posibles ayudas al sector de manufactura de la región (industria).

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Desarrollar Productos de carácter Experimental, Funcionales; teniendo como base las herramientas, investigaciones y experimentaciones existentes en el grupo de investigación CiMA (Centro de Investigación en Materiales).

2.3.2. Objetivos Específicos

- Generar una línea productos a partir de la extrusora de plástico apoyado en las investigaciones y experimentaciones de polímero reciclado con Paja Tetera del grupo CiMA.
- Servir de apoyo técnico y logístico en el montaje de las impresoras 3D en las actividades de investigación del grupo de investigación CiMA.
- Proponer una metodóloga de Diseño para la realización de productos a partir de los resultados obtenidos en los procesos técnicos, productivos y logísticos realizados en el CiMA.

2.4. Enfoque Metodológico

Se realizó con una metodología Cualitativa y Cuantitativa; al ser un proceso de diseño de producto los factores son muy diversos; por tanto son de gran importancia los datos numéricos conseguidos mediante experimentación, pruebas de resistencia, entre otros; como también los atributos o cualidades reflejados en el momento en que el producto entra en interacción con el o los usuarios finales.

4. Informe de Actividades Desarrolladas

4.1. Actividad uno (1)

Especificaciones Generales: Extrusora de plástico, Plástico reciclado, Plástico reforzado, Fibra natural.

Tiempo para realización: Dos meses

4.1.1. Objetivo

Generar una línea productos a partir de la extrusora de plástico apoyado en las investigaciones y experimentaciones de polímero reciclado con Paja Tetera del grupo CiMA.

4.1.2. Desarrollo de actividad

Pasos para el desarrollo de la actividad

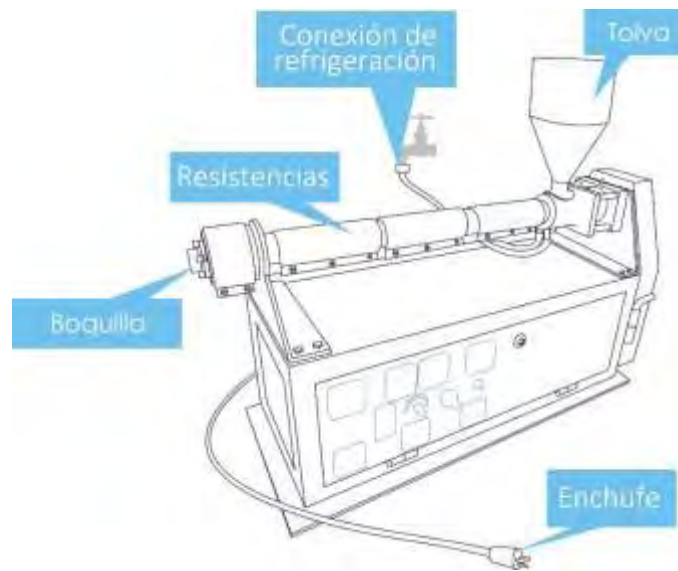
- a. Estudio teórico de la maquinaria
- b. Experimentación en el proceso productivo
- c. Planteamiento del producto a diseñar y parámetros de Diseño
- d. Planteamiento y generación de producto
- e. Evaluación de usuario

a. Estudio de teoría de maquina extrusora de polímeros y utilización.

Características y manual de usabilidad

La **extrusora de polímeros** del grupo de investigación CiMA se encarga de transformar material peletizado que ingresa por una tolva, la transformación inicia por medio de un flujo continuo gracias al tornillo sin fin que se encuentra interno en la máquina, una vez el material se encuentre fundido o en estado visco-elástico mediante tres resistencias a diferentes temperaturas; finalmente pase el material a través de un una boquilla la cual le da la forma.

Figura 2: Extrusora y sus partes



Para iniciar el trabajo con la extrusora fue necesario ir al manual de la máquina (existente en el grupo de investigación), en el cual se determinan las características específicas de uso y ajustes.

Figura 3: Manual de Extrusora

Manual de uso MÁQUINA EXTRUSORA DE POLÍMEROS

Tablero de mando

AMPERIMETROS
Miden el consumo de las 4 resistencias instaladas en la máquina extrusora y controlan su funcionamiento.

SWITCHES DE CONTROL
S1 - Control Marcha, Contramarcha y Neutro
S2 - Control Encendido (ON/OFF)
S3 - Control Velocidad del motor (RPM)
S4 - Control Amperaje y Paro del motor (STOP/START)

CONTROLES DE TEMPERATURA
C1 - Control Temperatura Zona 1 - Resistencia R1
C2 - Control Temperatura Zona 2 - Resistencias R2-R3
C3 - Control Temperatura Zona 3 - Resistencia R4

1 Conectar enchufe a 110 V
Encender la Máquina Switch S2 - ON
Abrir llave de refrigeración

2 Establecer temperaturas Controles C1 C2 C3
Esperar temperatura ideal
Agregar material a la tolva

3 Seleccionar marcha Switch S1 - NORMAL
Energizar Motor Switch S4 - START
Definir Revoluciones Switch S3

RECOMENDACIONES
- Vigilar el proceso de uso en orden.
- Al apagar la Máquina establecer los Switches y Control.
- Siempre desactivar la Máquina.
- EN CASO DE CUALQUIER EMERGENCIA PRESIONAR EL PARO DE MARCHA - SWITCH S4 (STOP)

De igual manera las características que deben modificarse para los diferentes tipos de polímeros con que se vaya a realizar la extrusión.

Figura 4: Especificaciones de polímeros

Especificaciones de los polímeros		Temperatura ZONA 1 °C	Temperatura ZONA 2 °C	Temperatura ZONA 3 °C
Polietileno de Alta Densidad (PEAD / PEHD) 	NUOVO	90	100	135
	RICICLATO	90	100	135
	REC. + 2% FIB. TETERA	90	100	135
Polietileno de Baja Densidad (PEBD / PELO) 	NUOVO	90	100	135
	RICICLATO	90	100	135
	REC. + 2% FIB. TETERA	90	100	135
Polipropileno (PP) 	NUOVO	90	100	135
	RICICLATO	90	100	135
	REC. + 1% FIB. TETERA	90	100	135
Poliacido Láctico (PLA) 	NUOVO	90	100	135
	RICICLATO	90	100	135
	REC. + 2% FIB. TETERA	90	100	135

⁵APROVECHAMIENTO DE POLIPROPILENO Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RECICLADOS, REFORZADOS CON FIBRA VEGETAL, TETERA (*Stromanthe Stromathoides*)

Este es un artículo existente; de investigaciones anteriores del grupo CiMa el cual se tuvo en cuenta para el proceso de diseño de producto final:

Resumen: " Este trabajo expone cómo la mezcla en proporciones adecuadas de PP (polipropileno) y PEAD (polietileno de alta densidad) reciclados, como matriz polimérica, reforzada con cantidades óptimas de fibra natural tetera (*Stromanthe stromathoides*), permiten obtener materiales a mas bajos costos y que pueden reemplazar a los usados actualmente, especialmente productos de madera superando sus propiedades de ductilidad y de durabilidad, al mismo tiempo que, se contribuye significativamente a mitigar impactos ambientales negativos.

Se examinan las propiedades fisicoquímicas de la incorporación de fibra, para cada producto reciclado. La fibra tetera como materia prima fue molida en molino de discos,

⁵ Rev. Iberoam. Polím., 11(7), 417-427 (2010)

Carlos Córdoba*, Jenny Mera, Diego Martínez, Jesús Rodríguez

hasta un tamaño de 1 a 3 mm que es el utilizado como refuerzo. El PP se recicló de tapas de botellas, seleccionadas y fracturadas manualmente con martillo y cortadas a tamaño variables entre 3 y 5 mm. El PEAD, se tomó de bolsas plásticas variables, que se despedazan manualmente y posteriormente se peletizan en la empresa Cooemprender de la ciudad de Pasto, en tamaño aproximado de 2-5 mm. Los análisis bromatológicos de la tetera y las pruebas mecánicas de los materiales compuestos, se efectuaron en los laboratorios de la Universidad de Nariño. Para las pruebas mecánicas se aplicaron las normas ASTM D1037, especiales para paneles aglomerados. Se encontró que las pruebas de flexión, compresión y tensión originan un aumento de la ductilidad, en detrimento de una baja de su resistencia, lo cual hace de este material reforzado, un material adecuado para productos como la madera plástica."

TETERA (*Stromanthe Stromathoides*)

Figura 5: Tetera



Conclusiones: "Todas las pruebas de compresión, flexión y tensión, muestran que la fibra no aumenta la resistencia, pero si incrementa su ductilidad y esto puede ser aprovechado como ventaja para materiales que requieran ser livianos y muy deformables.

La disminución de la densidad en todas las pruebas es una opción interesante que puede ser utilizada cuando se requiere materiales livianos y que ofrezcan buena ductilidad.

No se encontró una gran influencia del tamaño de fibra en las propiedades de compresión, flexión y tensión, lo que no justificaría la selección de un solo tamaño de fibra, desechando la posibilidad de utilizar los demás. Puede utilizarse fibra desde 1 a 10 mm sin que se afecte la matriz, y es posible introducir al menos un 5%, cantidades mayores originan fragilidad.

Los materiales reforzados obtenidos, con polímeros reciclados reforzados con fibra, y la proporción 70% de PP con 30% de PE, es una buena opción para producir madera plástica,

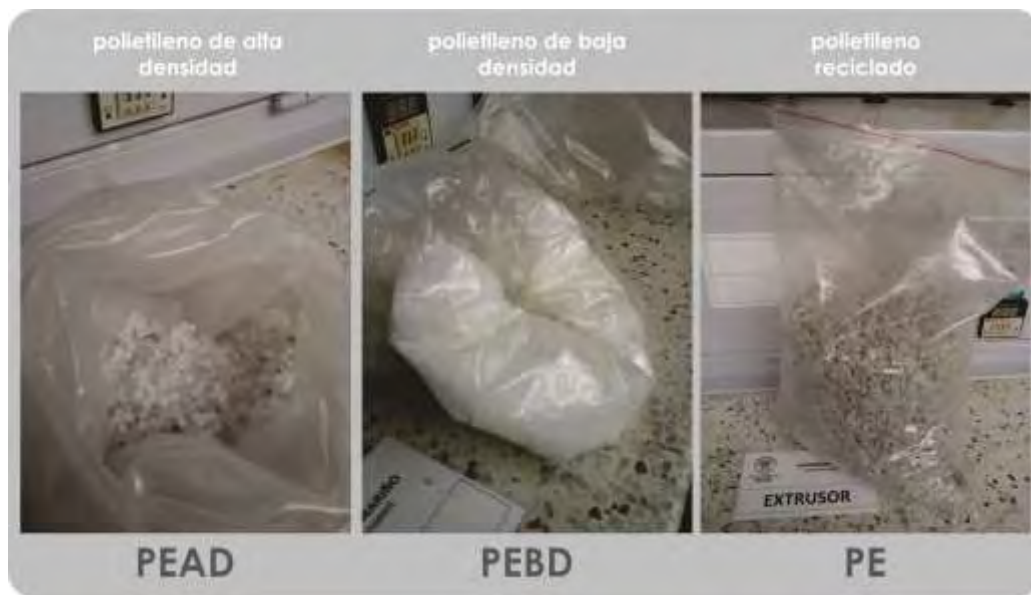
para emplearla en carrocerías que utilizan madera, o en bastidores para separar con malla o alambre, zonas de producción agropecuaria.”

b. Experimentación en el proceso productivo

Con el conocimiento de las buenas maneras para la utilización de la extrusora, se iniciaron a realizar pruebas con el material y alcances posibles para procesos productivos.

Para las experimentaciones se utilizó polipropileno de alta densidad, de baja densidad, reciclado y con el refuerzo de Paja Tetera.

Figura 6: Tipos de plásticos



Prueba uno: Con la extrusora ajustada correctamente para el material específico; se inició realizando la primera prueba en la que el material resultante en forma de perfil se cortaba a diferentes dimensiones y se manipulada de manera manual para darle forma aprovechando el estado maleable temporal, finalmente se realizó volúmenes con ayuda de un material externo como lo fue cuerda de algodón.

FORTALEZAS DE LA PRUEBA:

El material es manipulable durante un tiempo.

Permite modelarse.

Adherencia entre el mismo material a alta temperatura.

Figura 7: Prueba Extrusora uno



DEBILIDADES DE LA PRUEBA:

Dificultad al obtener un diámetro parejo en la extrusión.

El tiempo de manipulación es corto.

Utilizar un material aparte para la unión de lo ya extruido genera un trabajo artesanal, por tanto más costoso y de mayor tiempo.

Prueba Dos: Teniendo en cuenta las observaciones de la primera prueba se intenta generar volumen con adición del mismo material en el corto estado de maleabilidad explotando su adherencia junto a una adición de color.

FORTALEZAS DE LA PRUEBA:

Es posible curvar en ángulos muy cerrados.

Permite dar color incluso al material reciclado.

Adherencia alta y de gran fuerza.

Figura 8: Prueba Extrusora dos



DEBILIDADES DE LA PRUEBA:

Tiempo de adherencia muy bajo.

Deformación del perfil muy alta.

Dificultad alta de conseguir un diámetro igual en toda la extrusión.

Prueba Tres: Se explora la posibilidad de adaptación de forma, basado en la capacidad de deformación y adaptabilidad a formas mediante compresión en moldes y figuras a las que pueda copiar forma.

Figura 9: Prueba Extrusora tres



FORTALEZAS DE LA PRUEBA:

El material copia de buena manera las formas que con que se comprima.

Puede solidificarse en piezas de mayor tamaño con propiedades físicas.

Buena adherencia del material.

DEBILIDADES DE LA PRUEBA:

Difícil manejo de forma total de las piezas.

El tiempo de manipulación es corto.

Al utilizar un molde difícilmente ocupa todos los espacios por su rápida solidificación.

Prueba Cuatro: Se explora la posibilidad de volumetría mediante un molde, el molde sirve de base para recubrir con el material extruido; se realizan pruebas forzando el material a diámetros menores del común, también se realizan una extrusión progresiva y una sin orden alguno.

Figura 10: Prueba Extrusora cuatro



FORTALEZAS DE LA PRUEBA:

El material conserva la forma aun cuando las fibras no se adhieran.

La Extrusión progresiva es muy estable físicamente y posee mejor adherencia.

Característica estética interesante con los diámetros de extrusión diferente.

DEBILIDADES DE LA PRUEBA:

Dificultad de adherencia entre material.

Difícil de desmoldar, debido a que el material tiende a encogerse.

Imposible modificar a voluntad los diámetros puesto que se arranca.

Prueba Cinco: Se realiza extrusiones en matrices; con la intención de retirar la matriz y generar volúmenes posteriormente.

Figura 11: Prueba Extrusora cinco



FORTALEZAS DE LA PRUEBA:

Muy fácil de manipular y generar cualquier tipo de tejido.

La extrusión continua permite realizar la prueba.

Figura 12: Prueba Extrusora cinco



DEBILIDADES DE LA PRUEBA:

Supera el tiempo de adherencia lo cual hace imposible generar un volumen.

Imposible mantener una extrusión de diámetro continuo.

Imposible conseguir líneas rectas con el material.

Piezas no uniformes en su tejido.

c. Planteamiento del producto a diseñar y parámetros de diseño

Generación de una línea de productos de oficina (Luminaria y mobiliario)

Para escoger los productos a diseñar se tuvo en cuenta las cualidades del material y la extrusora; basado en ello se escogió luminaria, donde se realizó una *lámpara de techo* y una *de mesa* y un artículo de mobiliario de oficina pequeño que fue un banco. Todo proyecto realizado ha quedado en las oficinas del grupo de investigación Artefacto por tanto muchas características formales se determinan con la identidad corporativa del mencionado grupo.

Parámetros de Diseño de línea de productos.

Mobiliario Banco:

- Producto experimental funcional
- Producto de diseño abierto posible de replicarse
- Utilizar el material de extrusión en el asiento
- Preste su función de artículo de descanso
- Seguridad de usabilidad
- Posible de reparar
- Producto de bajo costo productivo
- Tener en cuenta el refuerzo con paja Tetera para calidad estética y físico-química.
- Apoyarse en un material alternativo para reforzar

Luminaria:

- Producto experimental funcional
- Producto de diseño abierto posible de replicarse
- Iluminación de zona de trabajo (oficina artefacto)
- Fácil acceso para repuestos de luz

- Fácil manipulación
- Resistente a diversas jornadas de trabajo
- Escoger el procesos productivo adecuado para obtener un buen producto en lo estructural
- Producto de bajo costo productivo
- Tener en cuenta el refuerzo con paja Tetera para cualidad estética y físico-química.
- Utilizar el acabado de reciclado como cualidad estética

d. Planteamiento y generación de producto

Mobiliario Banco

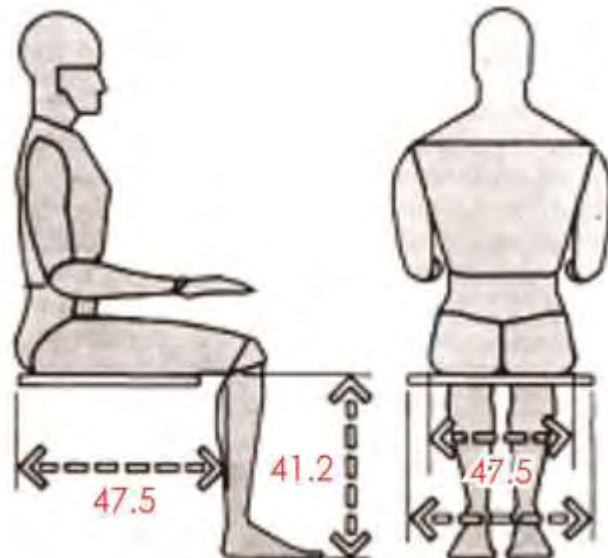
Para el desarrollo de este artículo se empezó determinando componentes ergonómicas básicos que se tendrán como referentes. Se toma conciencia de que el artículo específico **banco** no proporciona descanso a largo plazo, ni confort en tiempos extensos de uso. Los referentes y medidas que se tomaron son las aconsejadas para silla al no encontrar artículos que determinen medidas específicas para bancos.

Para el diseño del banco se utilizaron todas las medidas al percentil 50 en un rango de edad de 18 a 65 años y se escogió al género masculino para el desarrollo debido que el artículo posee características fijas y no es modificable en sus medidas. Como referente de las medidas antropométricas se utilizó el libro "DIMENSIONES ANTROPOMETICAS DE LA POBLACION LATINOAMERICANA" de *Rosario Ávila Chaurand, Lilia Roselia Prado León y Elvia Luz Gonzales Muñoz.*

Las medidas que se tomaron fueron:

Medidas	Dimensiones en centímetros
Altura Poplítea	M: 41.2
Longitud nalga-poplíteo	M: 47.5
Anchura cadera sentado	M: 37.2

Figura 13: Medidas Ergonomía



Se tomó un componente conceptual para arrancar con fase de boceto el cual determino lo estético y funcional del artefacto en su estructura (estructura que se planteó en material diferente al polímero); el concepto a utilizar fue **tensegrity (tensegridad)** es un concepto estructural en el cual emplea elementos aislados que se tensan en una red continua, así es como el concepto se compone de UNO: barras rígidas o fijas y DOS: tensores o cables no rígidos.

Figura 14: Ejemplo Tensegrity

<https://aehistory.wordpress.com/1949/01/01/1949-tensegrity-black-mountain-college-north-carolina/>



Para el desarrollo de la propuesta se utilizó las características estéticas de la tensegridad más no las físicas del concepto, de manera que el artefacto a conseguirse sería a partir de elementos barras (delgadas y rígidas) con tendencia a formas trigonométricas.

Referentes

Figura 15: Referentes Tensegridad

<https://es.pinterest.com/>

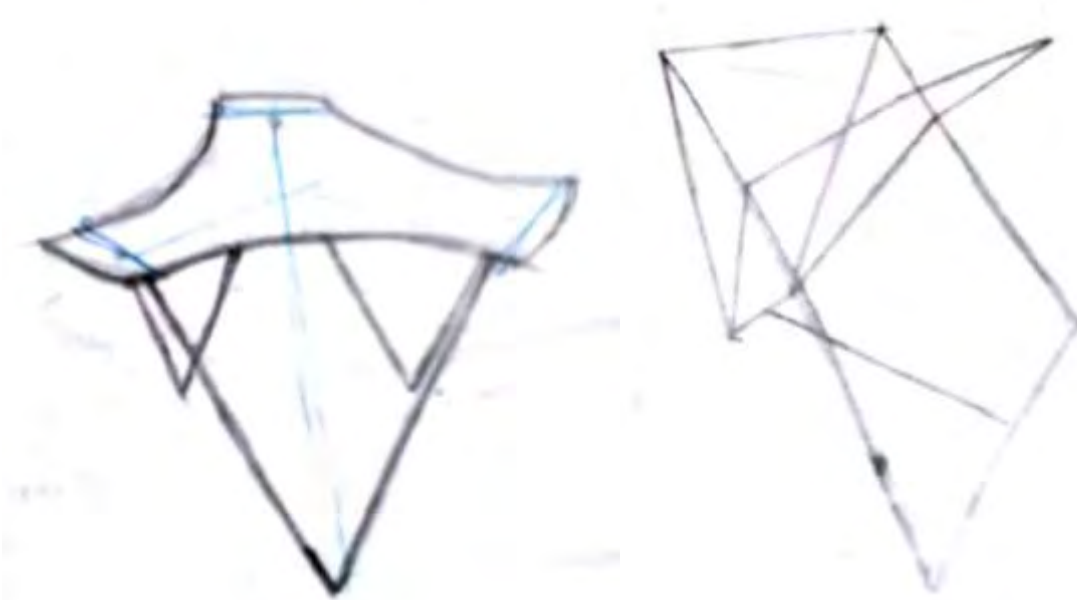


Siempre se tuvo en cuenta generar una estructura la cual sirva de matriz para el elemento que se desarrolle en plástico extruido.

Bocetos:

- Características: Varilla estructural de pulgada y media (1 ½ pulgada)
- Unión estructural con soldadura
- Exploración Formal Estética

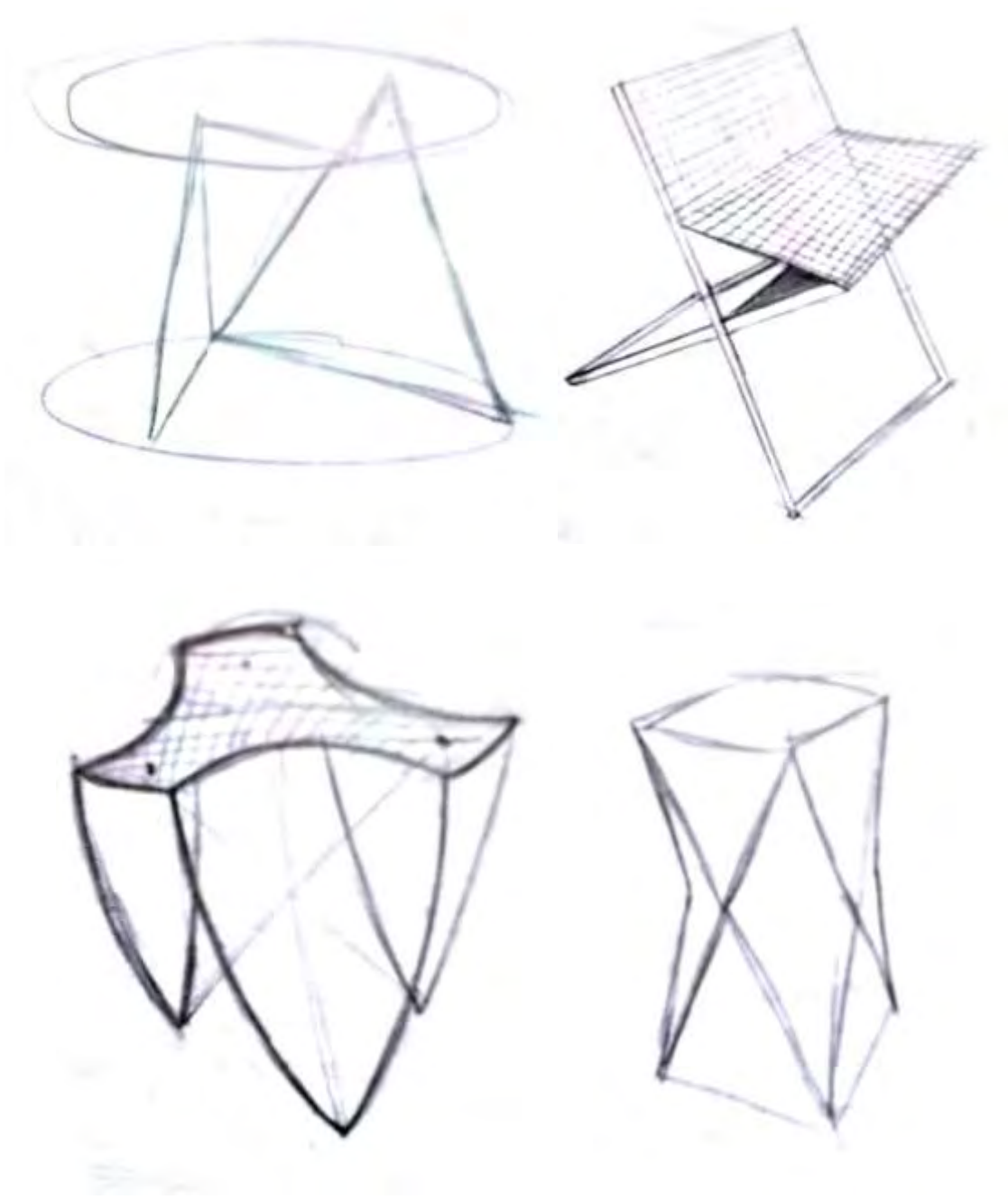
Figura 16: Bocetos Estructura



Bocetos:

Características: Varilla estructural de pulgada y media (1 ½ pulgada)
Unión estructural con soldadura
Exploración Formal Estética

Figura 17: Bocetos Estructura



Bocetos:

Características: Varilla estructural de pulgada y media (1 ½ pulgada)
Unión estructural con soldadura
Exploración Formal Estética

Figura 18: Bocetos Estructura



Prototipado de bocetos

Se prototipo a escala con materiales que asemejarían el acabado formal de las estructuras y se generó los espacios para las superficies posibles.
(Palillos de madera, plastilina)

Figura 19: Prototipos Estructura



Prototipado de bocetos

Se exploró al máximo la cualidad estética para generar propuestas las cuales fueron más visibles al tener un prototipo tridimensional.

Figura 20: Prototipos Estructura



Finalmente se eligió una de las propuestas, por sus características estéticas innovadoras y funcionales.

Figura 21: Prototipos Estructura Escogido



Modelado paramétrico en 3d de la propuesta (solidworks)

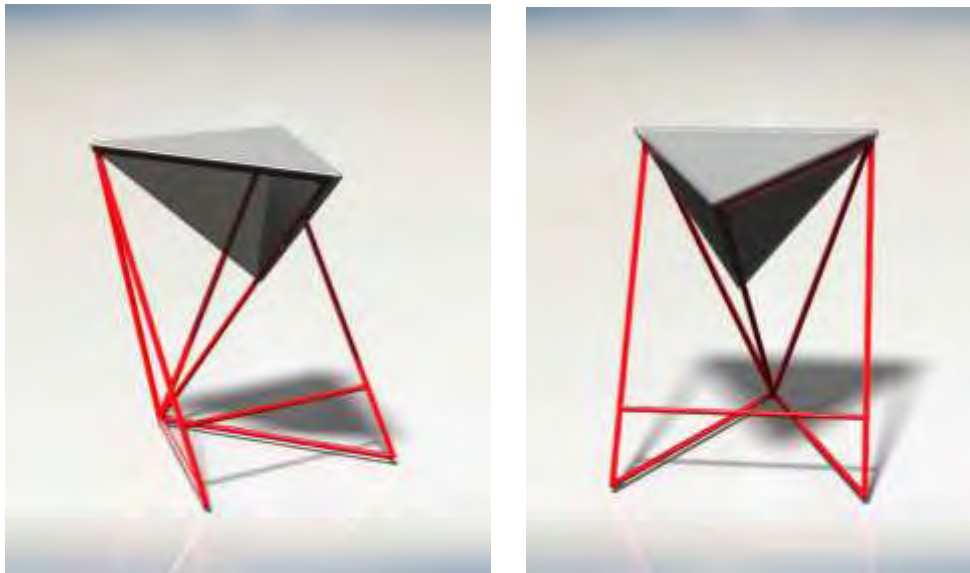
Mediante la herramienta de modelado solidworks se desarrolló el Prototipado en multimedia donde hubo una aproximación de medidas y visualización más real del acabado; de paso se realizaron propuestas para el asiento el cual será hecho en el material extruido.

Figura 22: Modelado Estructura



Variaciones y propuestas para el asiento:

Figura 23: Variaciones Asiento



Variaciones y propuestas para el asiento:

Figura 24: Variaciones Asiento



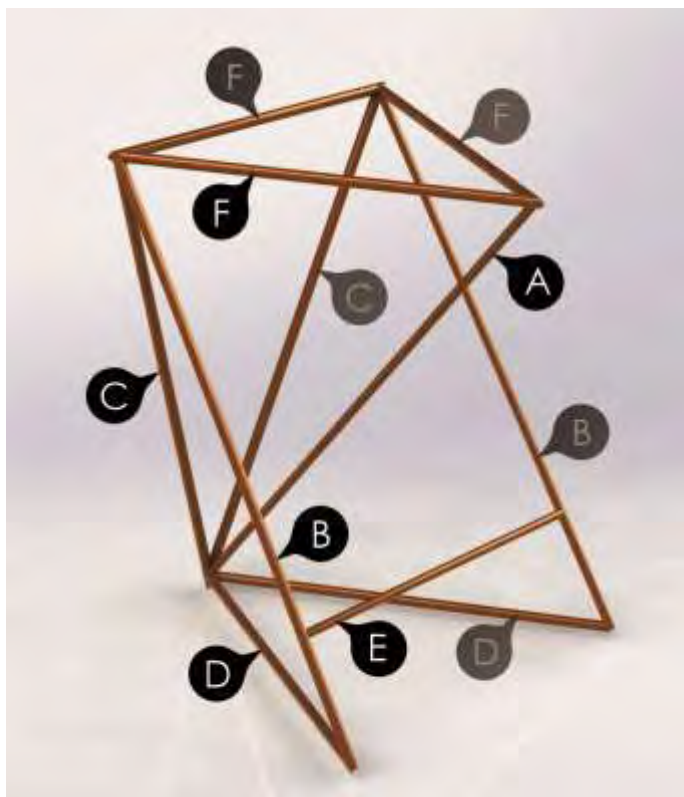
El modelado en solidworks al tener la característica de ser paramétrico permitió realizar el listado de las piezas a cortar en la varilla en tamaños reales y empezar producción

Tabla 2: Medidas Estructura

Listado de medidas para producción de estructura		
Nombre	Medida	Cantidad
A	57,7	1
B	54,3	2
C	48,3	2
D	38	2
E	37,7	1
F	35	3

Especificaciones con letras en el modelo:

Figura 25: Especificaciones Medidas



Producción de la estructura.

El proceso de producción se realizó en los talleres de la facultad de artes de la Universidad de Nariño, en el área de Metales.

Primero. Se cortaron las piezas en un tiro de varilla, de seis metros (6m); mediante la adaptación de un disco de corte a la pulidora, el material total utilizado fue 4.82 metros de varilla.

Segundo. Teniendo las piezas cortadas y como base el render de la estructura se empezó a soldar hasta tener armada y finalizada la estructura.

Estructura en fase de soldadura y armado

Figura 26: Proceso productivo Estructura



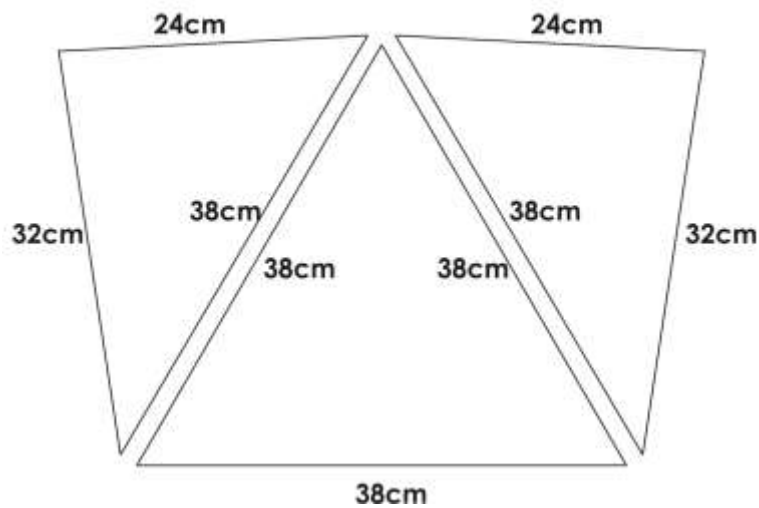
Producción del Asiento

Teniendo como referencia la estructura ya armada y el modelado 3d realizado en solidworks se generó un molde piramidal y realizar una extrusión progresiva, la cual tuvo las mejores características físicas en resistencia, estructura, adherencia del material y acabado formal.

Basado en las medidas reales de la estructura y el modelo 3d se realizó unos planos de las caras del molde piramidal:

Figura 27: Planos Molde Asiento

Planos Pirámide molde para extrusión.



Resultado al armar las piezas (pirámide molde):

Figura 28: Molde Asiento



Extrusión del material sobre la pirámide:

La extrusión se inició desde la esquina frontal de la pirámide para continuar progresivamente hasta terminar de cubrir el molde por completo; terminado de realizar el recubrimiento se dejó enfriar por completo y se continuó con el desmolde de la pieza extruida o asiento; en cuanto a los colores se conservó los colores del material reciclado para hacer notar su procedencia.

Figura 29: Asiento Extruido



Ensamble final y terminado

La estructura fue curada con anticorrosivo; proceso que se llevó a cabo en el taller de metales de la Universidad de Nariño, se le aplicó color amarillo correspondiente al color de identidad del grupo de investigación artefacto donde estará el banco y finalmente el ensamble de las piezas para el producto terminado.

Figura 30: Banco Ensamblado



Iluminación (Sistema de iluminación de techo y mesa para oficina)

En este producto se eligió realizar unos sistemas de iluminación de carácter ornamental y de bajo costo productivo; para este proyecto se utilizara como fuente de luz lámparas incandescentes (bombillas comunes) o fluorescentes (bombillas ahorradoras).

Las especificaciones a tener en cuenta de los tipos de lámparas son:


Figura 31: Lámparas Incandescentes y fluorescentes
<http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/155000-159999/158802/norma.htm>

LAMPARAS DE INCANDESCENCIA STANDAR

Potencia lámpara W	Flujo luminoso Lm		Relleno	Dimensiones		Casquillo
	125 V	220 V		L mm	D mm	
15	140	125	Vacío	105	60	E-27
25	240	235	Vacío	105	60	E-27
40	490	430	Gas	105	60	E-27
60	820	730	Gas	105	60	E-27
100	1.560	1.380	Gas	105	60	E-27
150	2.350	2.100	Gas	140	80	E-27
200	3.250	2.950	Gas	173	80	E-27
300	5.100	4.750	Gas	233	110	E-40
500	9.500	8.450	Gas	267	130	E-40
750	14.800	13.500	Gas	300	150	E-40
1000	20.300	18.500	Gas	300	150	E-40
1500	31.000	27.700	Gas	335	170	E-40
2000	43.000	40.000	Gas	380	200	E-40

Eficacia luminosa: 8 a 20 Lm/W. Temperatura de color: 2.600° K.

Lámparas fluorescentes



cm	3 U 5 . 0
5	350 uW / cm ²
10	150 uW / cm ²
15	80 uW / cm ²
20	40 uW / cm ²
25	30 uW / cm ²
30	20 uW / cm ²
35	15 uW / cm ²

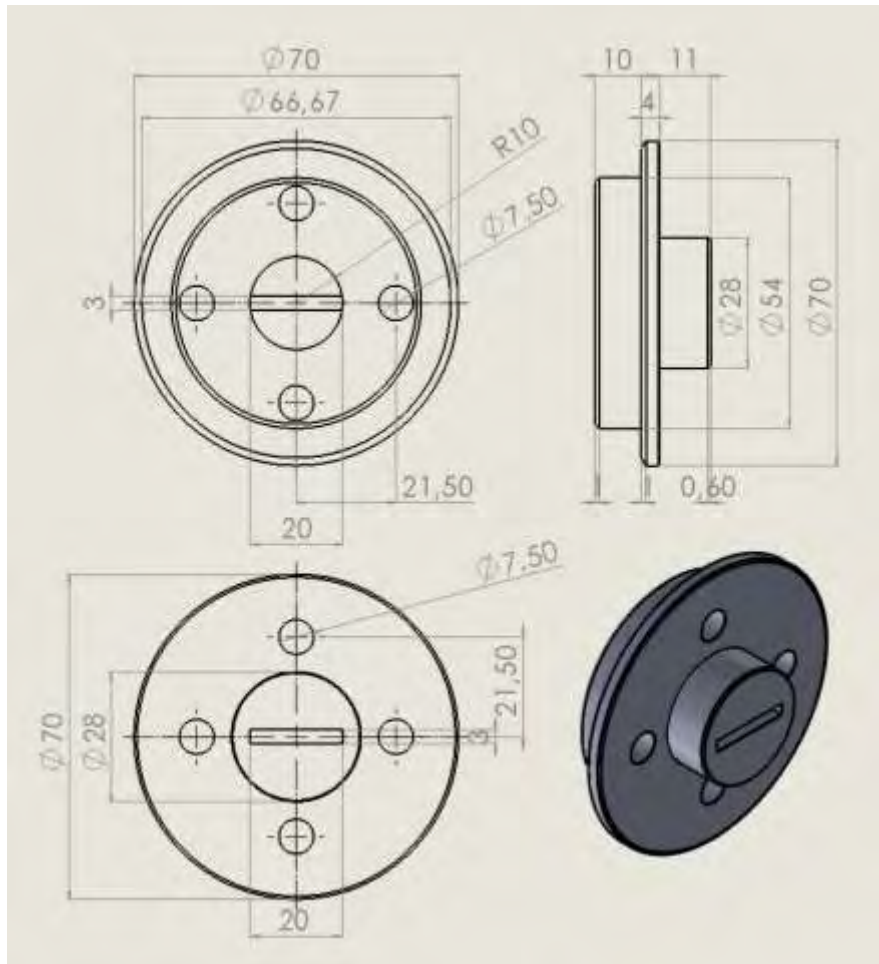
Diseño de nueva boquilla de Extrusión

Observando las pruebas del polímero extruido se encontró la posibilidad de modificar la maquina extrusora; específicamente su boquilla con el fin de obtener nuevas presentaciones del material útiles en el caso del proyecto de iluminación donde el material corresponde a un agregado ornamental del objeto.

Mediante el software de diseño 3d solidworks se realizó el modelado de la nueva pieza (boquilla de extrusión) y las posibilidades de la presentación del nuevo material.

Se realizaron los planos constructivos de la piza y se encargó su fabricación en talleres externos a la universidad.

Figura 32: Planos Boquilla Extrusora



Iluminación de mesa

Para el sistema de iluminación de mesa se utilizarán lámparas fluorescentes de baja potencia y el tamaño dependerá del diseño que se realice; estas bombillas se utilizarán por estar el artefacto más cercano al usuario y debido a que estas no afectan ni perturban la visión. De igual manera se tomará como concepto la iluminación indirecta y como estilo estético las proyecciones de luz y sombra conseguidas por el elemento extruido.

Referentes: Búsqueda en www.pinterest.com (luminarias mesa)

Figura 33: Referentes Iluminación
<https://es.pinterest.com/>



Figura 34: Referentes Iluminación
<https://es.pinterest.com/>



Bocetos

Características: El material extruido hará las veces de contenedor de luz.
El material extruido permite pasar la luz por orificios u espacios generados aleatoriamente al momento de producción

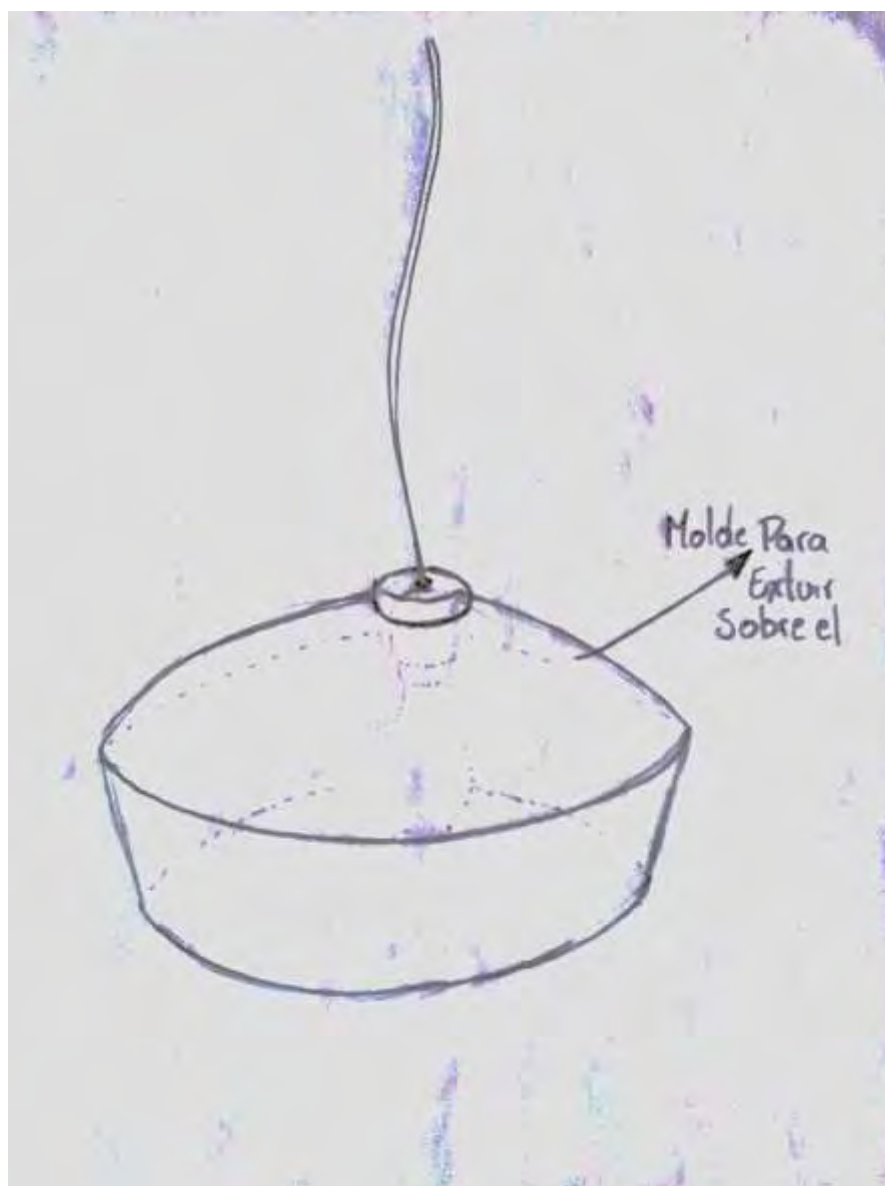
Figura 35: Bocetos



Bocetos

Características: El material extruido hará las veces de contenedor de luz.
El material extruido permite pasar la luz por orificios u espacios generados aleatoriamente al momento de producción.

Figura 36: Bocetos

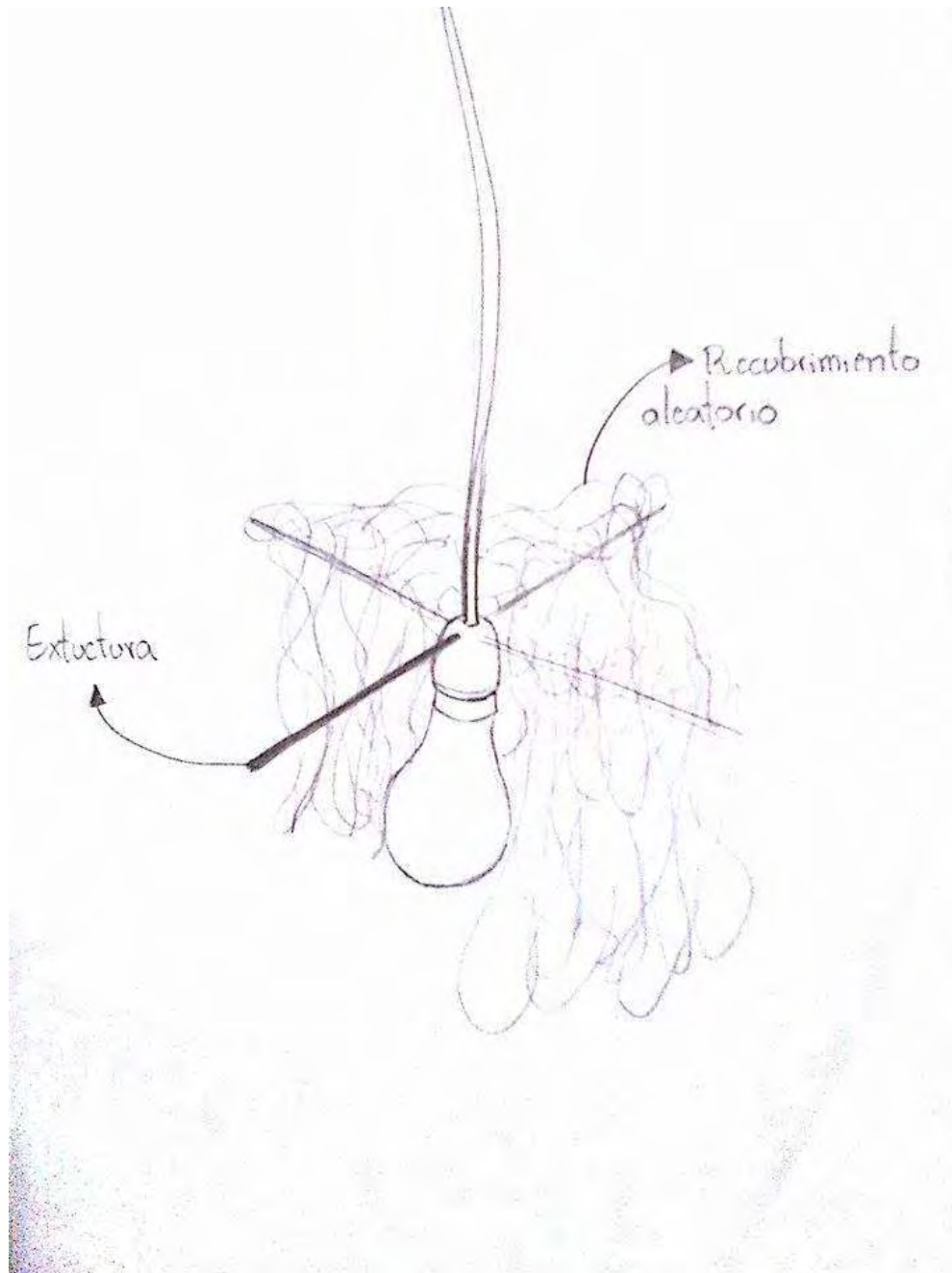


Bocetos

Características: El material extruido hará las veces de contenedor de luz.

El material extruido permite pasar la luz por orificios u espacios generados aleatoriamente al momento de producción.

Figura 37: Bocetos

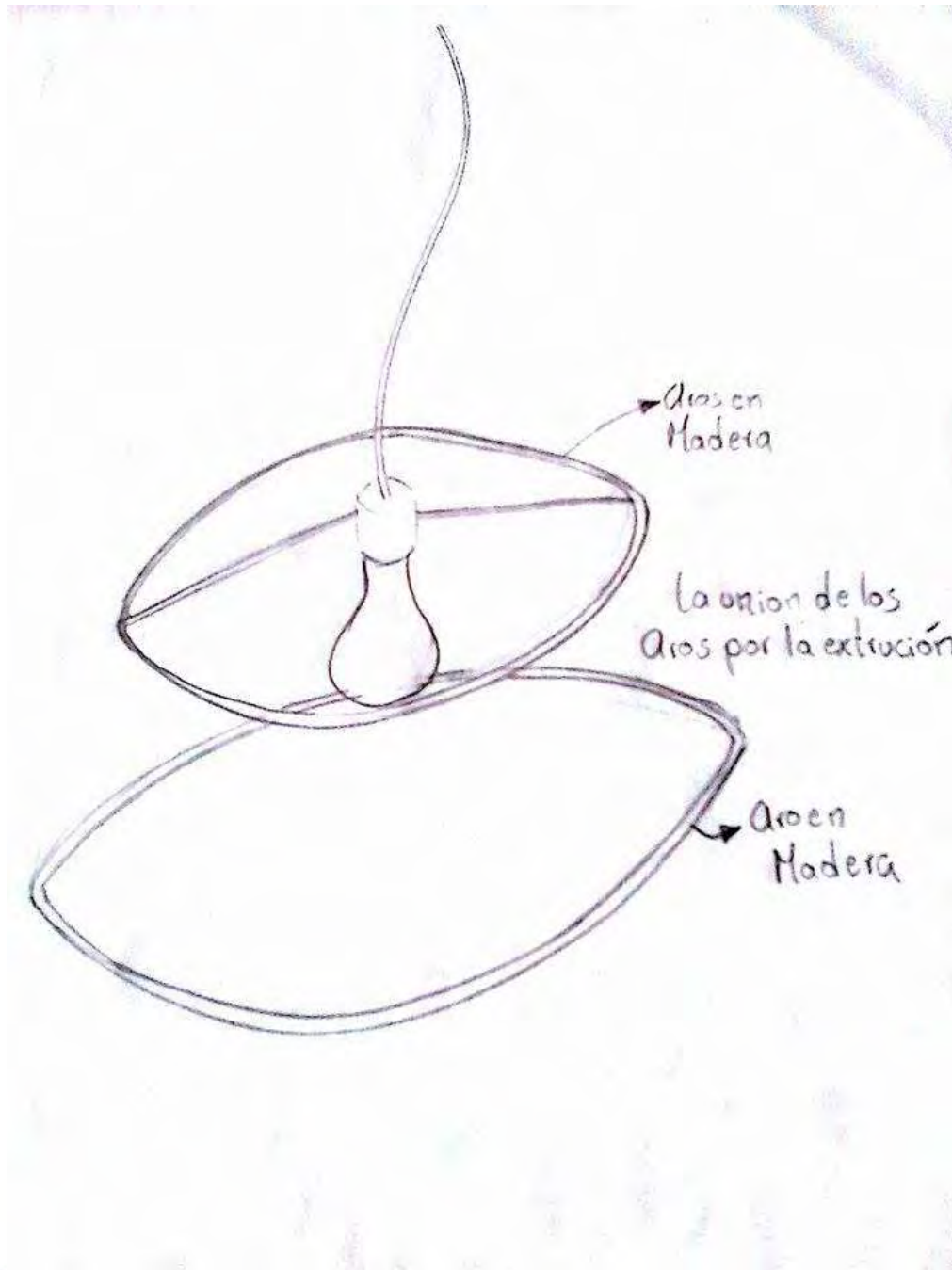


Bocetos

Características: El material extruido hará las veces de contenedor de luz.

El material extruido permite pasar la luz por orificios u espacios generados aleatoriamente al momento de producción.

Figura 38: Bocetos



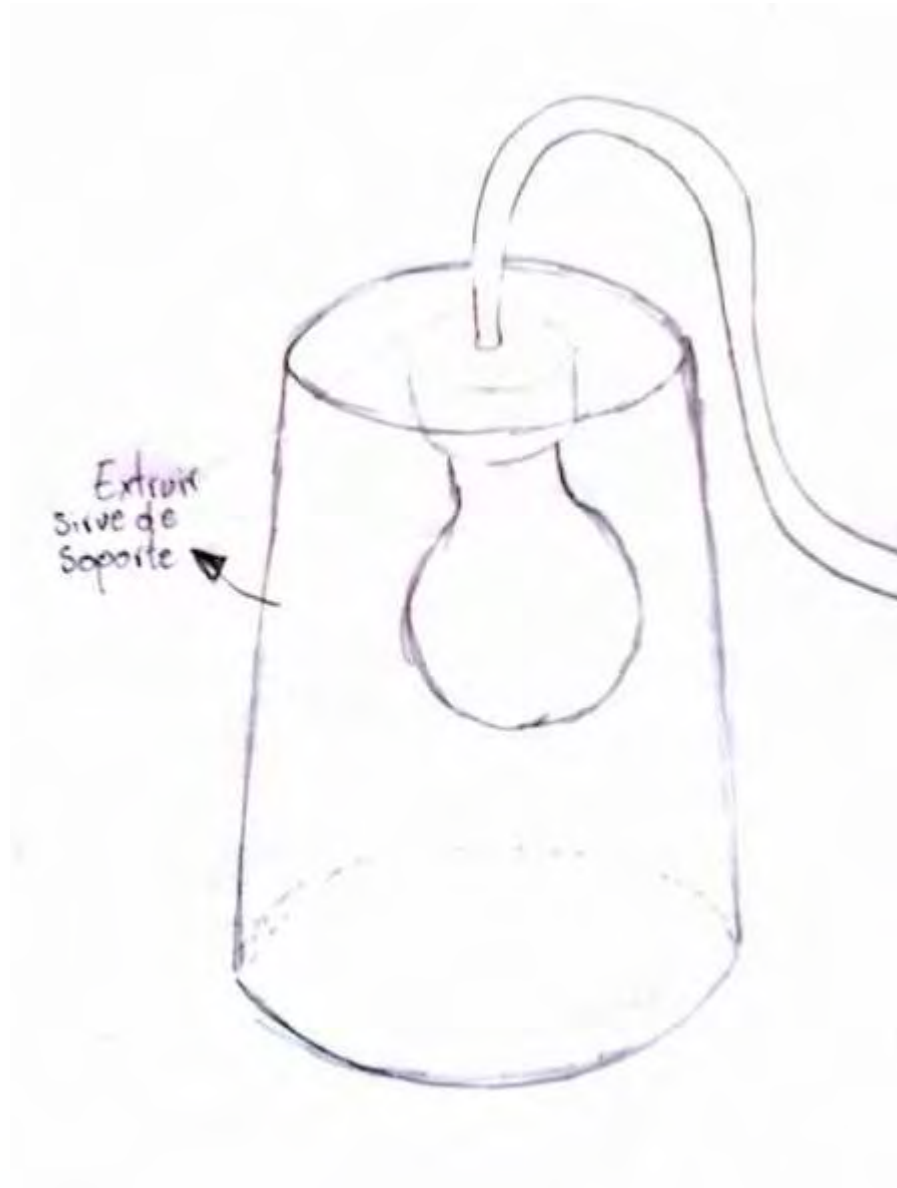
Bocetos

Características: El material extruido hará las veces de contenedor de luz.

El material extruido permite pasar la luz por orificios u espacios generados aleatoriamente al momento de producción

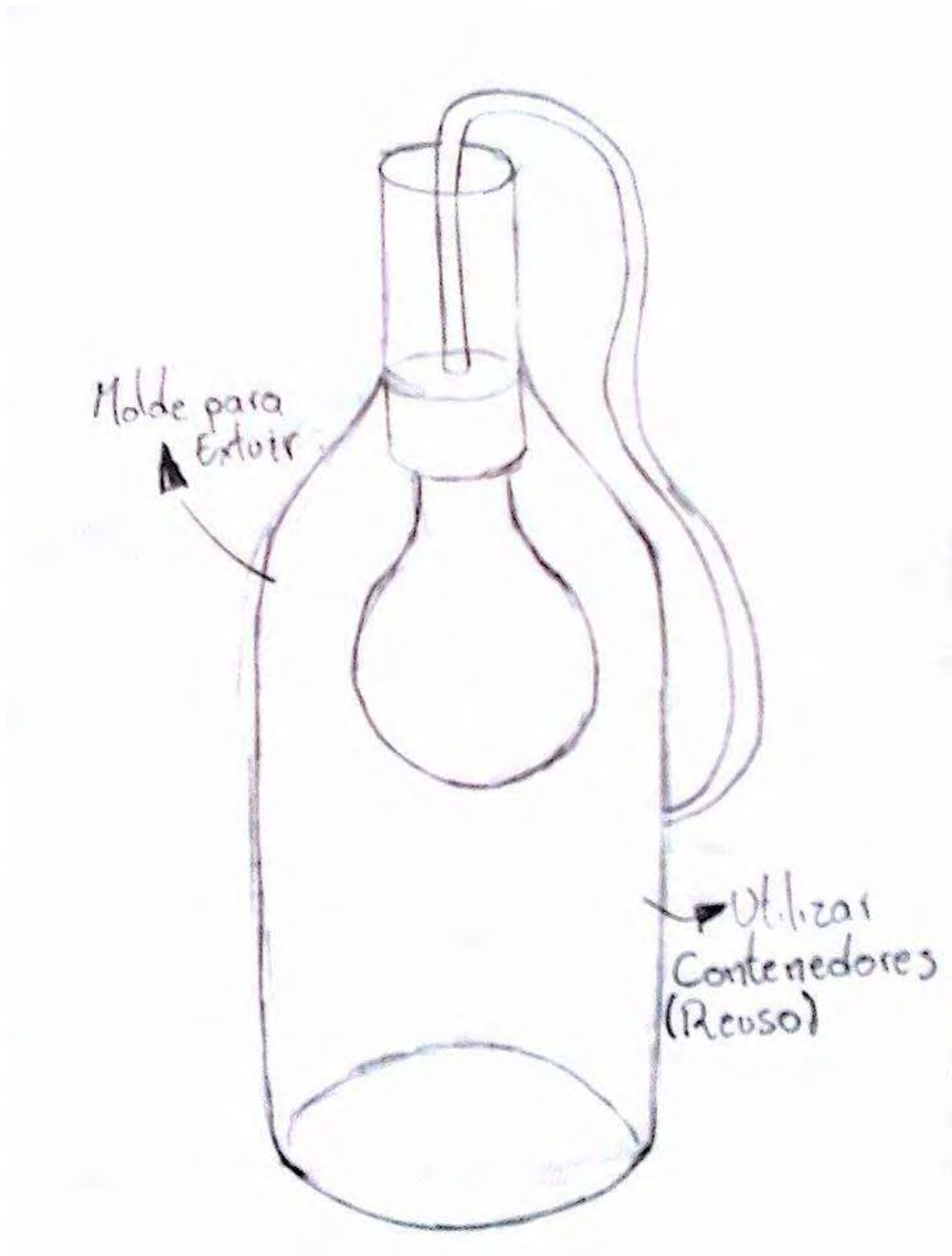
El material sirve de soporte al sistema total

Figura 39: Bocetos



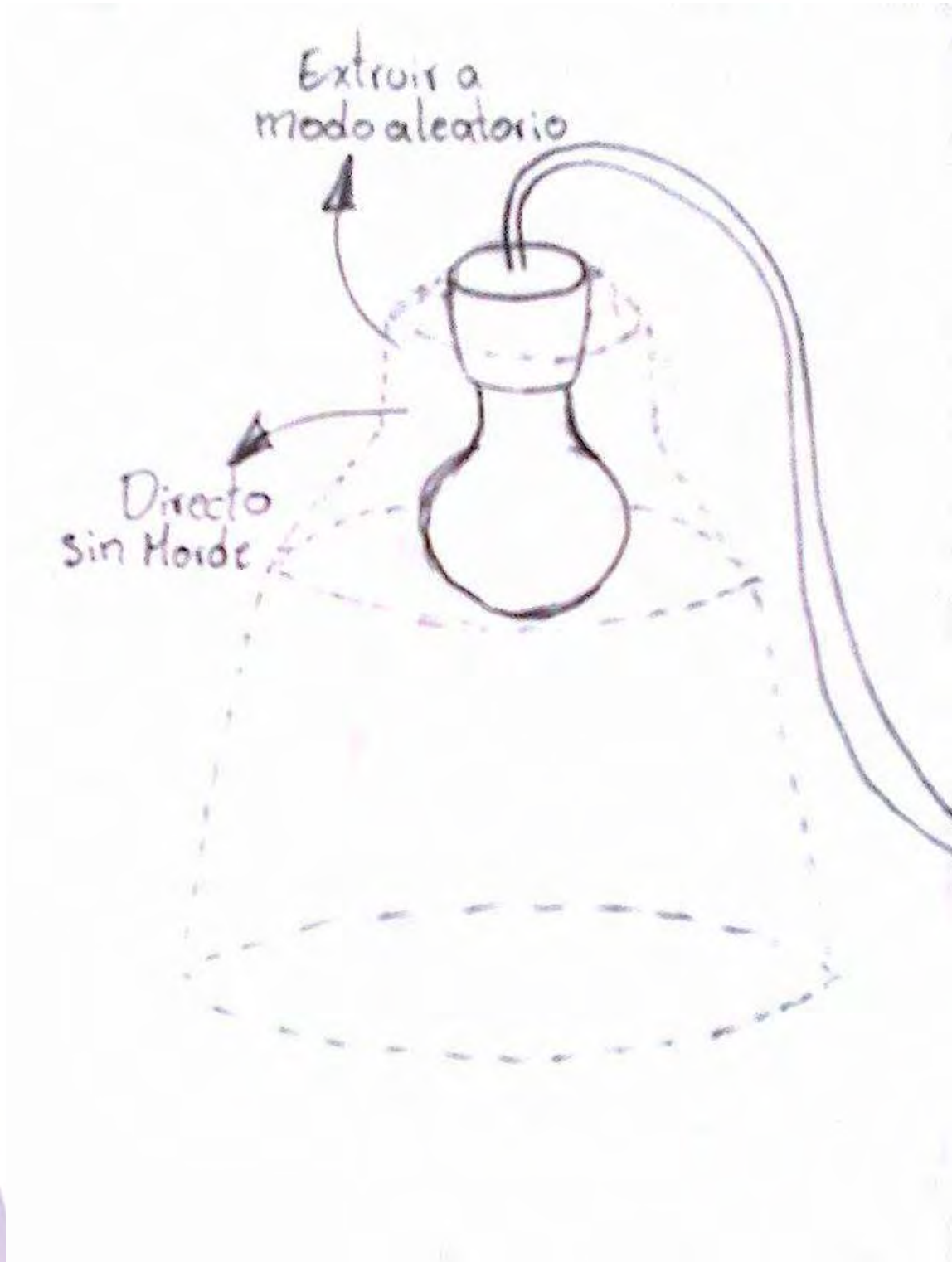
Boceto

Figura 40: Bocetos



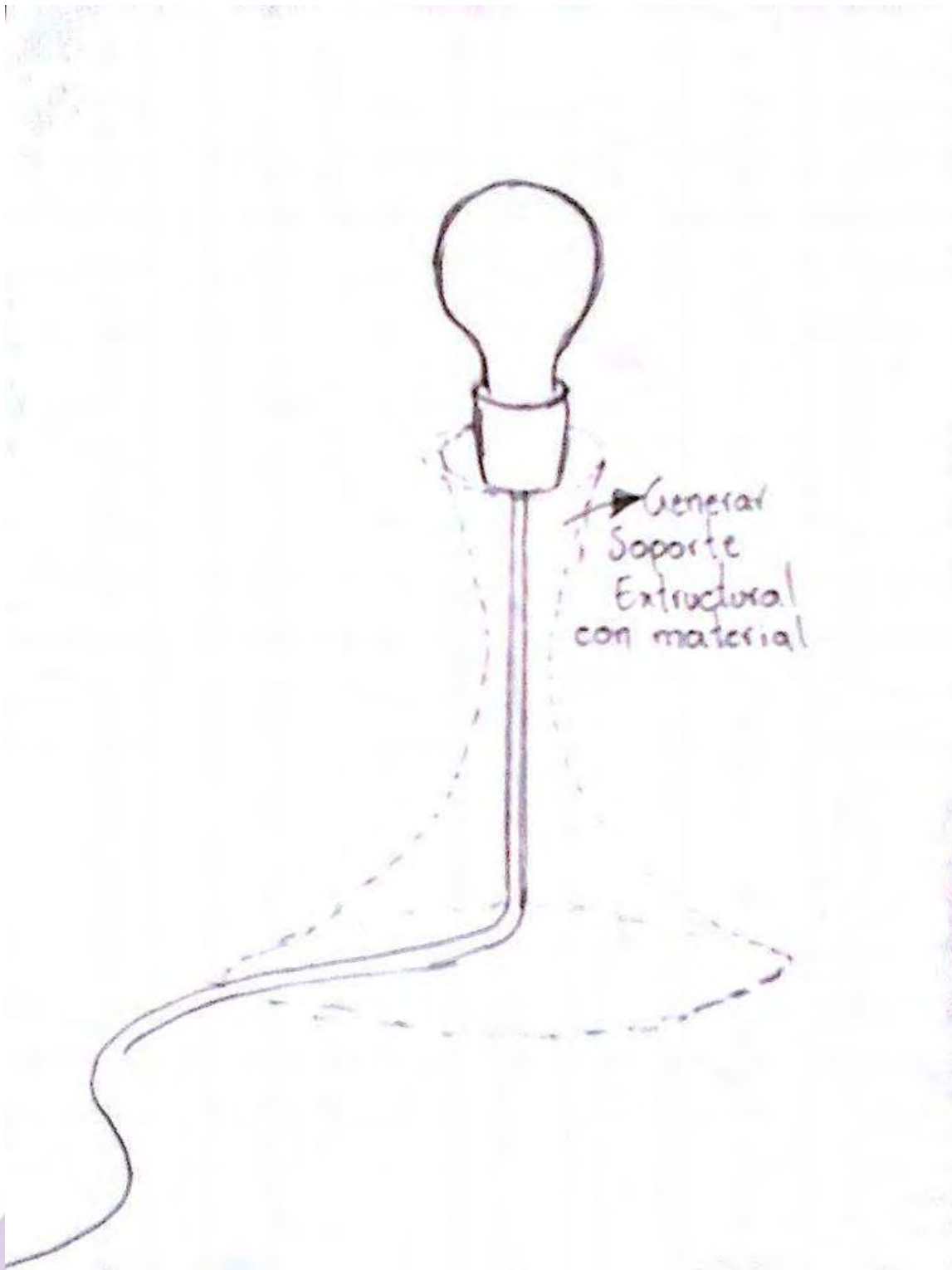
Boceto

Figura 41: Bocetos



Boceto

Figura 42: Bocetos



Producción.

En el sistema de iluminación de mesa se determinó que el material extruido sea funcional estructural para el elemento y se realizó una modificación en los componentes de la maquina extrusora diseñando y adaptando una nueva boquilla que permite una presentación diferente del material extruido.

Figura 42: Lámpara de mesa



e. Evaluación de Usuario

La evaluación de usuario a realizarse fue el siguiente formato encuesta:

Anexo 1: Evaluación de Usuario

Evaluación de Usuario (Producto a evaluar)		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Estética Clásica	EC1 Los componentes visuales son ordenados					
	EC2 Los componentes visuales son claros					
	EC3 Los componentes visuales son agradables					
Estética Expresiva	EE4 Los componentes visuales son novedoso					
	EE5 Los componentes visuales son originales					
	EE6 Los componentes visuales son sofisticados					
Belleza	B7 El producto es Bello					
Usabilidad	US8 Creo que el producto ha sido fácil de usar					
	US9 El producto ha permitido una interacción flexible					
	US10 La interacción ha sido una experiencia sin incomodidades					
Percepción utilidad	PU11 La interacción me ha permitido ser más eficiente					
	PU12 Creo que es beneficioso para mi trabajo					
	PU13 Creo que es útil para mi trabajo					
Satisfacción	S14 La interacción ha sido satisfactoria					
	S15 La interacción ha sido una experiencia positiva					
Disfrute	D16 He disfrutado usando el producto					
	D17 La interacción ha sido divertida					
	D18 La experiencia ha sido placentera					

Los componentes a analizar mediante esta encuesta son:

<i>Estética clásica:</i>	En la estética clásica da a conocer el impacto inicial que el producto da al usuario únicamente con el uso de sus sentidos.
<i>Estética Expresiva:</i>	El usuario analiza y compara los componentes determinando el grado de innovación.
<i>Belleza:</i>	Reconociendo que la belleza es subjetiva; se intenta obtener un dato de cuan bello es el producto en un determinado grupo.
<i>Usabilidad:</i>	El producto es usado y se evalúa su función, con el fin de saber si cumple con los requerimientos básicos.
<i>Percepción de utilidad:</i>	Se conoce si la propuesta genera una necesidad en el usuario.
<i>Satisfacción:</i>	La satisfacción da a conocer el grado de complacencia de las necesidades del usuario.
<i>Disfrute:</i>	Determina el agrado del usuario al interactuar con el producto.

4.1.3. Resultados

Resultados de la evaluación de usuario para el “BANCO POLIMERO MAS TETERA”

La evaluación de usuario no se realizó debido a que el asiento realizado en la extrusora se modificó en medidas al enfriar el material y se deforma; se realizó pruebas internas de usabilidad por el grupo de investigación CiMA y las conclusiones fueron las siguientes:

- El proceso constructivo con plástico produce deformaciones en el material al momento de secarse.
- El molde utilizado para su realización debe ser macizo para evitar fracturas al momento de encogerse.
- El material extruido tiene un gran volumen, el cual incomoda al momento de utilizar el producto.
- Es imposible conseguir una forma continua mientras avanza la extrusión
- Se recomienda realizar la extrusión sobre la estructura directamente.

- El producto no es útil para su finalidad por el resultado físico del asiento
- La estructura es resistente y útil para su propósito
- La estructura puede ser base de nuevas propuestas

Resultados de la evaluación de usuario para el “SISTEMA DE ILUMINACION DE MESA”

La evaluación se realizó a un grupo de 5 personas (estudiantes universidad de Nariño); ajenos al grupo de investigación; dejando los siguientes resultados.

Estética clásica:

- **EC1 Los componentes visuales son ordenados**
3 personas: En Desacuerdo
2 personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
- **EC2 Los componentes visuales son claros**
2 Personas: De Acuerdo
2 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
1 Persona: En Desacuerdo
- **EC3 Los componentes visuales son agradables**
3 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
1 Persona: Totalmente de Acuerdo
1 Persona: En desacuerdo

Estética Expresiva:

- **EE4 Los componentes visuales son novedoso**
4 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
1 Persona: De Acuerdo
- **EE5 Los componentes visuales son originales**
4 Personas: De Acuerdo
1 Personas: Totalmente de Acuerdo
- **EE6 Los componentes visuales son sofisticados**
3 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
1 Persona: Totalmente en Desacuerdo
1 Persona: En desacuerdo

Belleza:

- **B7 El producto es Bello**
4 personas: En Acuerdo
1 personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo

Usabilidad:

- **US8 Creo que el producto ha sido fácil de usar**
2 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
2 Persona: De Acuerdo
1 Persona: Totalmente de Acuerdo
- **US9 El producto ha permitido una interacción flexible**
2 Personas: De Acuerdo
1 Personas: Totalmente de Acuerdo
1Persona: En desacuerdo
1Persona: Ni en Desacuerdo Ni en Acuerdo
- **US10 La interacción ha sido una experiencia sin incomodidades**
2 Personas: Totalmente de Acuerdo
1 Persona: En acuerdo
1 Persona: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo

Percepción de utilidad:

- **PU11 La interacción me ha permitido ser más eficiente**
3 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
1 Persona: De Acuerdo
1 Persona: En Desacuerdo
- **PU12 Creo que es beneficioso para mi trabajo**
3 Personas: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo
2 Persona: En desacuerdo
- **PU13 Creo que es útil para mi trabajo**
4 Personas: En desacuerdo
1 Persona: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo

Satisfacción:

- **S14 La interacción ha sido satisfactoria**
5 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
- **S15 La interacción ha sido una experiencia positiva**
3 Personas: De Acuerdo
1 Persona: Totalmente de acuerdo
1 Persona: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo

Disfrute:

- **D16 He disfrutado usando el producto**
5 Personas: De Acuerdo
- **D17 La interacción ha sido divertida**
3 Personas: De Acuerdo
2 Persona: Totalmente de acuerdo
- **D18 La experiencia ha sido placentera**
2 Personas: De Acuerdo
2 Persona: Totalmente de acuerdo
1 Persona: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo

4.2. Actividad dos (2)

Especificaciones Generales: Tipos de Impresoras 3D, Maker, materiales de impresión, montaje, calibración, software de impresión, Modelos 3D, pruebas prácticas y problemas frecuentes

Tiempo para realización: Tres meses

4.2.1. Objetivo

Servir de apoyo técnico y logístico en el montaje de las impresoras 3D en las actividades de investigación del grupo de investigación CiMA.

4.2.2. Desarrollo de actividad

Pasos para el desarrollo de la actividad

- a. Estudio teórico de las impresoras 3D
- b. Pruebas prácticas de impresión 3D
- c. Solución de problemas comunes en impresión
- d. Planteamiento de producto y parámetros de Diseño
- e. Planteamiento y generación de producto
- f. Evaluación de usuario

a. Estudio teórico de las impresoras 3D

En el grupo de investigación CiMA se encuentran dos **impresoras 3D (FDM)**; su proceso productivo se realiza por deposición de material fundido, este tipo de impresoras se conocen como **FFF (Fused Filament Fabrication, término registrado por Stratasys)**.

El proceso que realiza este tipo de tecnología consiste en fundir un material (polímero) el cual se encuentra en presentación de filamento en agrupado en rollos de diversas cantidades el cual es expulsado por una boquilla en filamentos muy pequeños que dependen de las características de las boquillas y depositarlo capa a capa sobre una base plana (hotbed) mientras se va solidificando con el paso del tiempo.

Las cualidades física, estructurales, sistema de ejes y partes de estas impresoras se lograron conocer y familiarizarse al realizar el montaje y

ensamble total de una de ellas. La impresora fue la **PRUSA 8" i3v** la principal cualidad de esta impresora es el ser una makerfarm las cuales poseen códigos abiertos para todos sus componentes y desarrollo tanto electrónico, como software y hardware; motivo por el cual fue de fácil acceso al manual de instrucciones de armado y calibración inicial.

Dicho manual se encuentra en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/0B80A_woXoRWdVWNSSTQ1NU04U00/edit

Este manual especifica el complejo, arduo pero muy divertido proceso de armado de la impresora 3D Prusa; dicho proceso fue documentado y se puede observar en las siguientes imágenes:

Figura 43: Ensamble prusa i3v



Ensamble impresora Prusa 8" i3v

Figura 44: Ensamble prusa i3v



Figura 45: Prusa 8" i3v

Prusa 8" i3v Makerfarm

Ensamblada



De igual manera el manual indica el proceso de programación y calibración del **arduino** (Placa electrónica con un microcontrolador) se encarga de hacer funcionar la impresora; sin embargo nuestro **arduino** vino configurado desde el proveedor debido a la complejidad del proceso. Finalmente ensamblada la impresora tuvo que ser configurada con el computador, para ello se descargaron los controladores necesarios y el software indicado para la manipulación.

Figura 46: MakerGear



En este punto de instalación de controladores encontramos diferencias aparte de las físicas entre la **prusa** y la **makergear**; la más importante los software de impresión; cada impresora maneja un software diferente basado en los mismos principios pero con diferencias en la interfaz. Antes de entrar al tema del software se conocieron los tipos de material que estas impresoras utilizan.

Los materiales utilizados por las impresoras 3D FFF son variados; sin embargo en el CiMA se hará uso de dos tipos de material por razones de fácil acceso y utilización, ellos son el PLA y el ABS

Tabla 4: ABS

ABS
Acrylonitrile Butadiene Styrene

Espesor mínimo de pared: 1.5 mm
 Área Máxima de Fabricación: 120x120x120mm
 Área Mínima de Fabricación: $x+y+z > 20\text{mm}$
 Precisión: 0.2mm a 0.4 mm por Geometría
 Resistencias Térmica: 80°C
 AutoIntersectable: No

Termoplástico

Resistencia: Media
 Detalle: Bajo
 Suavidad: Baja
 Flexibilidad: Media
 Brillo: Bajo
 Transparencia: Baja

Colores disponibles:

El ABS permite ser lijado, taladrado y ser trabajado con acetona, permite terminados estéticos de alta calidad.

El ABS requiere mayor experiencia por el usuario debido a que se afecta fácilmente por la variación de temperaturas.

El ABS se recomienda su utilización en piezas artísticas y Prototipado.

Temperatura extrusor: 200 a 240 grados centígrados

Temperatura de la cama: 70 a 100 grados centígrados.

Tabla 5: PLA



El PLA es un termoplástico con la cualidad de biodegradación, ya que viene derivado del maíz.

El PLA permite la realización de piezas con muy buenos detalles.

El PLA no requiere mucha experiencia para empezar a usarse.

El PLA se recomienda para piezas artísticas y Prototipado.

Temperatura extrusor: 180 a 200 grados centígrados

Temperatura de la cama: 60 a 80 grados centígrados.

Los datos de físico-químicos de los materiales anteriormente mencionados se encontraron en las cajas del material otorgados por el fabricante.

Correcta calibración mecánica, electrónica y de firmware de la impresora

La calibración se realiza a todas las impresoras, en este caso la que podemos realizar de forma fácil es la mecánica y se debe realizar cada ciertos periodos cortos de tiempo según sea su uso; la calibración electrónica y de firmware es realizada por el proveedor y aunque es posible hacerla es de alta complejidad.

La calibración mecánica se basa en estabilizar la estructura general de la impresora; el aspecto más importante que es la altura de cama con respecto al extrusor; para ello se escoge puntos de referencia de la cama y se desplaza el extrusor sobre los puntos uno a uno, en cada uno de ellos la altura del extrusor debe ser la de una hoja de papel de impresión; el extrusor debe rosar la hoja sin llegar al punto de aprisionarla; este paso se repite en todos los puntos de referencia que se hayan escogido y la impresora esta lista para ponerse en marcha.

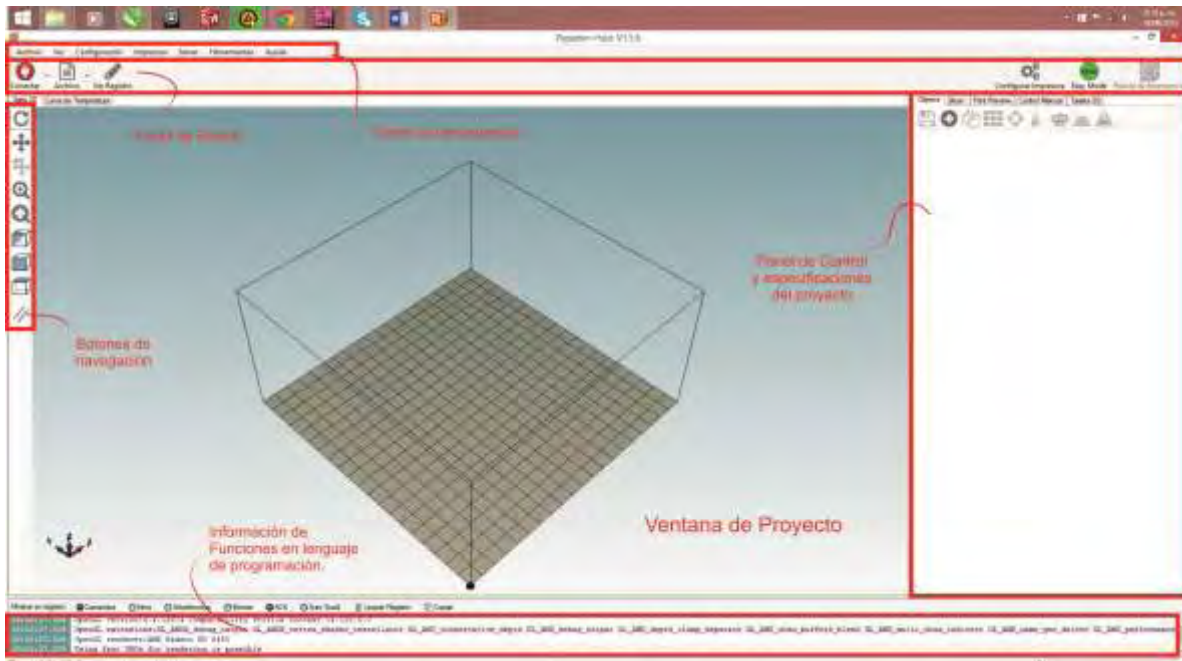
Software de las impresoras

Repetier-Host

El software que se utilizó fue el Repetier-Host el cual es libre y se puede descargar directamente desde la web, instalar y utilizar.

Interface inicial del software:

Figura 47: Interfaz



Una vez instalado el software y los controladores la impresora será reconocida siempre al iniciar el programa; para iniciar con las configuraciones de impresión es necesario cargar un proyecto, para ello se debe desplazar al **panel de control**, en la primera pestaña **objetos** se encuentran unos iconos fácilmente reconocibles por los símbolos; el símbolo con un más es el que utilizaremos para cargar nuestro proyecto.

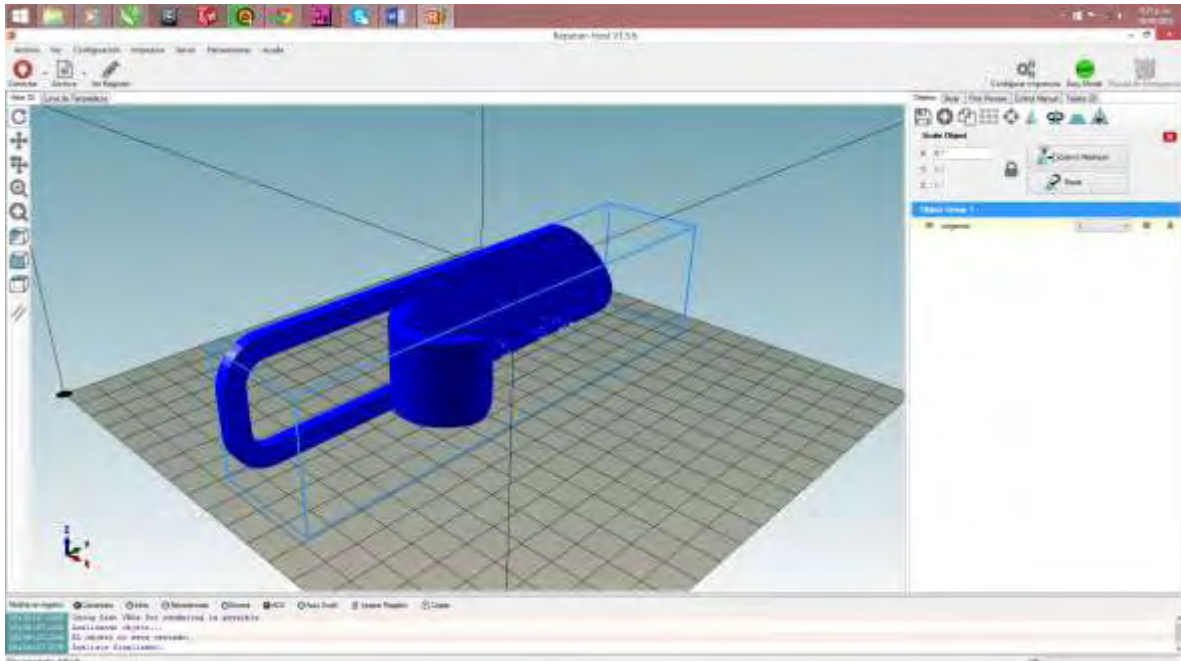
Todo proyecto que se desee cargar para imprimir tanto para este software como para otros debe estar con extensión .obj o .stl esta extensión se puede generar desde cualquier programa de modelado 3D que se maneje.

Al cliquer el símbolo más se abre una ventana de navegación entre las carpetas del computador donde se busca el objeto a imprimir; previamente guardado en las extensiones mencionadas. El cual se visualizara ahora en la ventana de proyecto.

Una vez cargado se puede manipular el objeto en auto alineado, escalas, rotaciones, cantidad de objetos y cortes, todo esto desde la ventana objetos del panel de control. Ahora es cuando se puede guardar el proyecto para continuar trabajando desde este punto.

De igual manera los botones de navegación pueden ser utilizados para las visualizaciones en la ventana de proyecto.

Figura 48: Visualización



Se debe asegurar que el objeto no supere los límites de impresión, de hacerlo hay que escalarlo hasta que la pieza este dentro de la cama de impresión; también debe estar seguro que la pieza se repose sobre la superficie intenta que el inicio de pieza sea plano.

La posición como se imprima depende del acabado de la pieza o como el usuario lo desee; una vez se tenga experiencia los análisis de posición son más fáciles de realizar y se mecaniza este proceso.

Ajustes del software configuraciones de impresión

Para ajustar las configuraciones de impresión debemos primero pasar a la pestaña *slic3r* del panel de control.

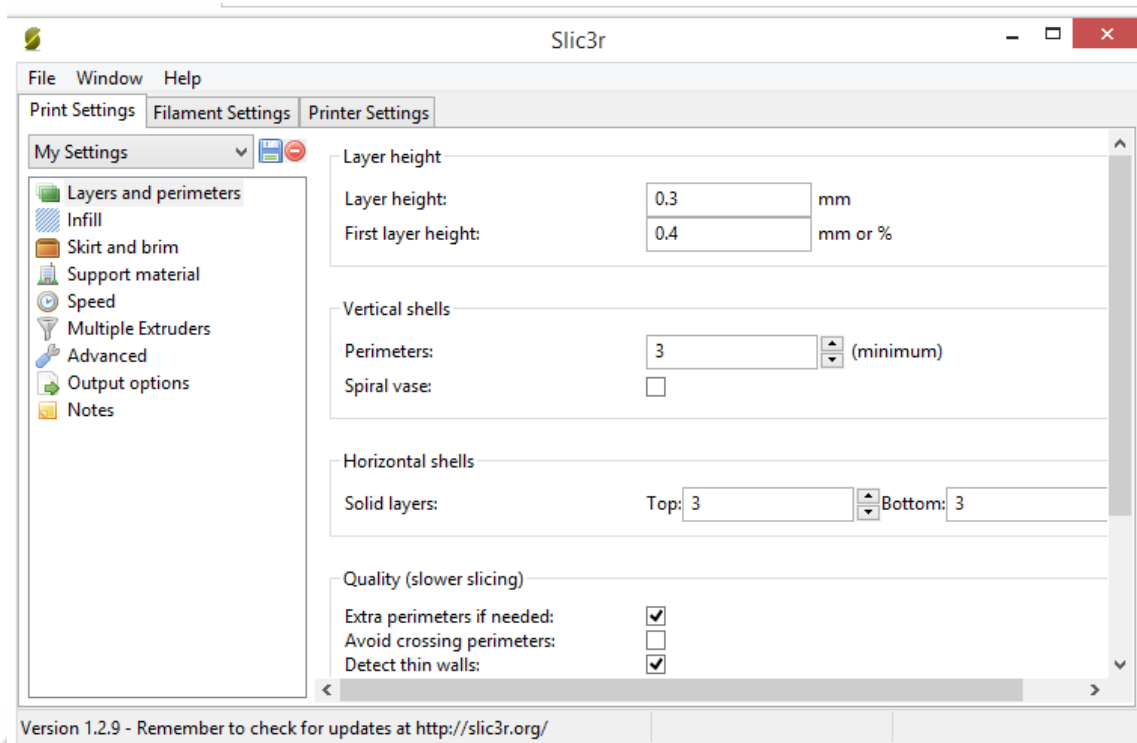
Figura 49: Visualización Slic3r



Primero nos aseguramos que el menú desplegable de Slic3r coincida con Slic3r, seguido de ello cliqueamos *configuración*; el Slic3r es un programa alterno que transforma los proyectos cargados a archivos imprimibles por el software; este programa se lo configura en una ventana que abre después de clicar Configuración.

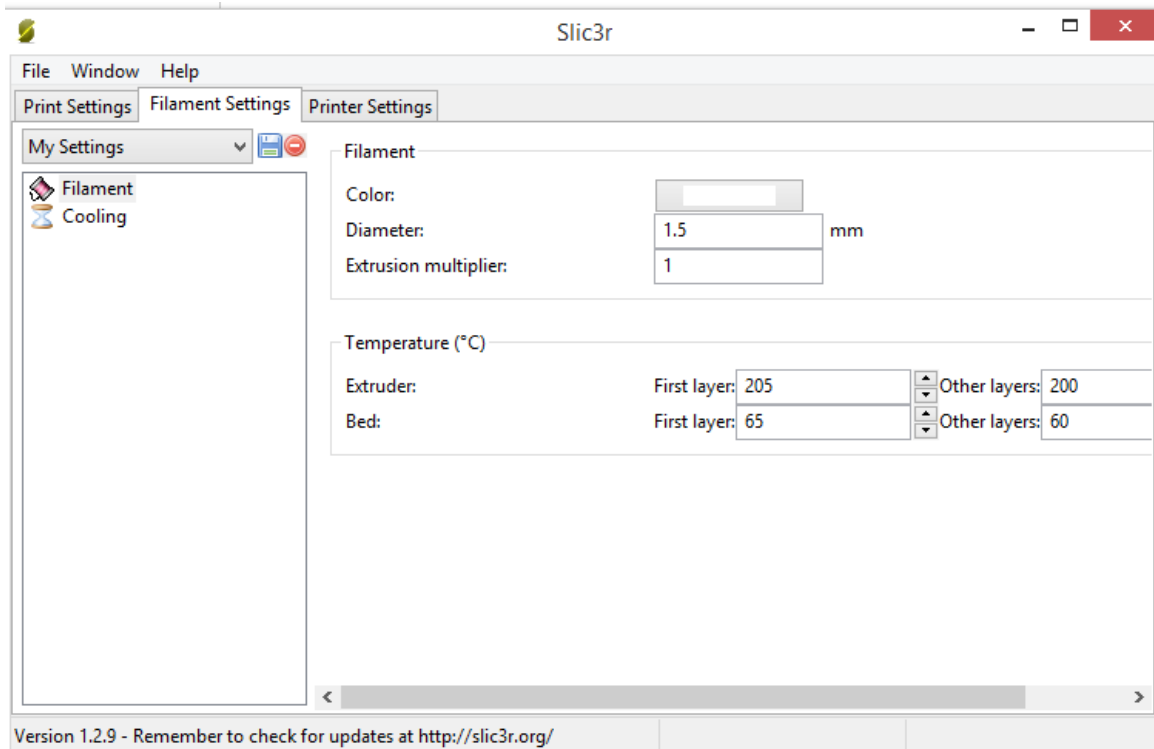
Slic3r: En esta ventana vamos a configurar todos los aspectos de impresión de nuestra pieza.

Figura 50: Visualización Slic3r



Primero se encuentra *Print Settings* acá se configuran las capas, el relleno, las paredes del objeto, los soportes (material adicional realizado para partes que quedan a favor de la gravedad donde sería imposible imprimir sin un soporte debajo), velocidad de impresión.

Figura 51: Visualización Slic3r



La segunda pestaña tiene *Filament Settings* en ella configuramos el filamento que depende del tipo de material con sus puntos de extrusión y cama caliente; y el tiempo de enfriamiento de la pieza.

Todas las configuración dependen del tipo de resultado que el usuario desee, ya que con ellas se determinan las calidades de las piezas, acabados, entre otras cualidades.

b. Pruebas prácticas de impresión 3D

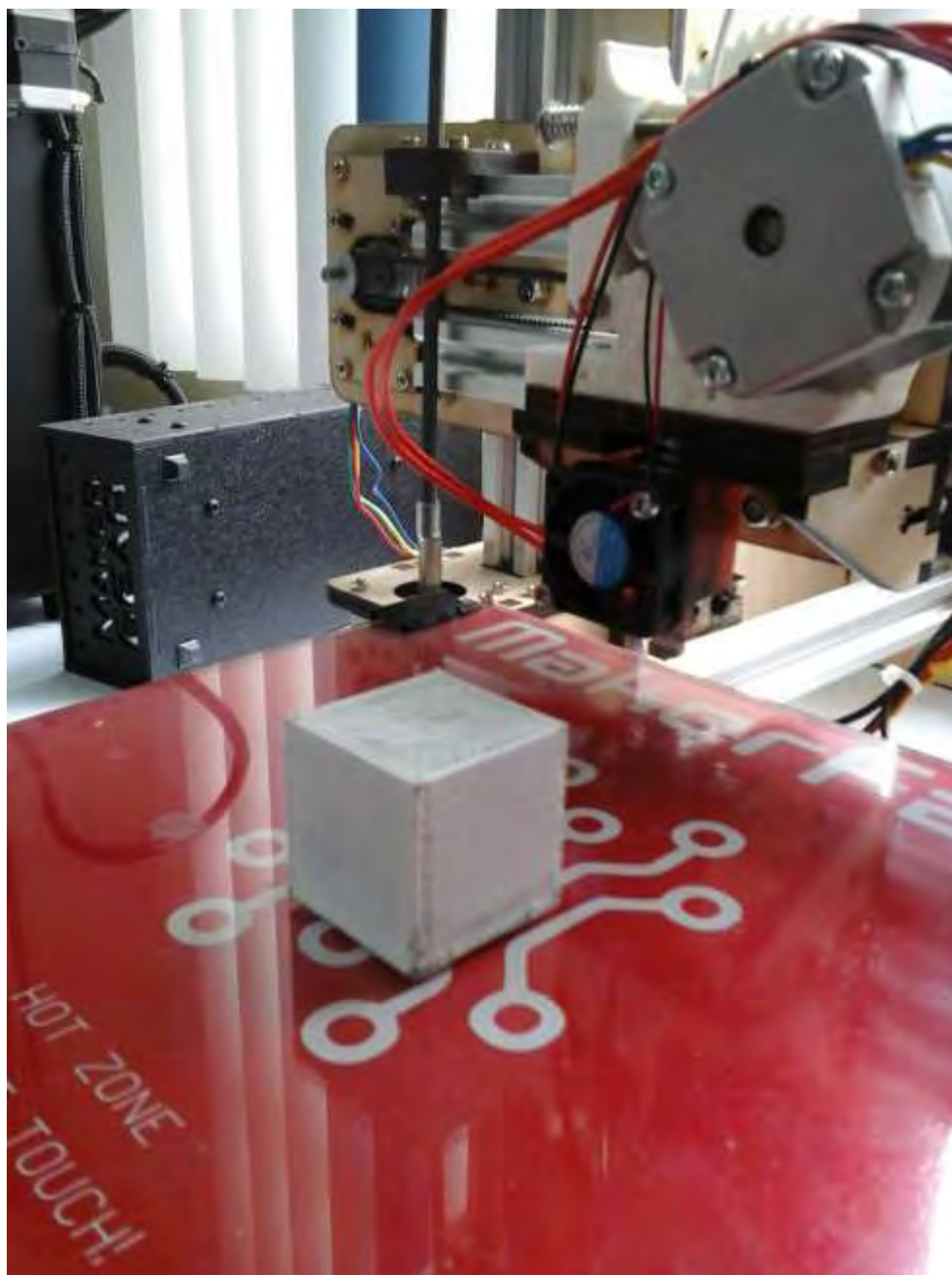
Las pruebas de impresión se iniciaron realizando modelados o figuras descargadas de bibliotecas de impresión 3D; como referente más completo se encuentra:

<http://www.thingiverse.com/>

Esta página que posee una gran cantidad de artículos de diferentes denominaciones (artículos de casa, arte, gatgets, hobby, juguetes, herramientas, entre otros) además posee un buscador en el cual podemos encontrar todo cuanto se necesite.

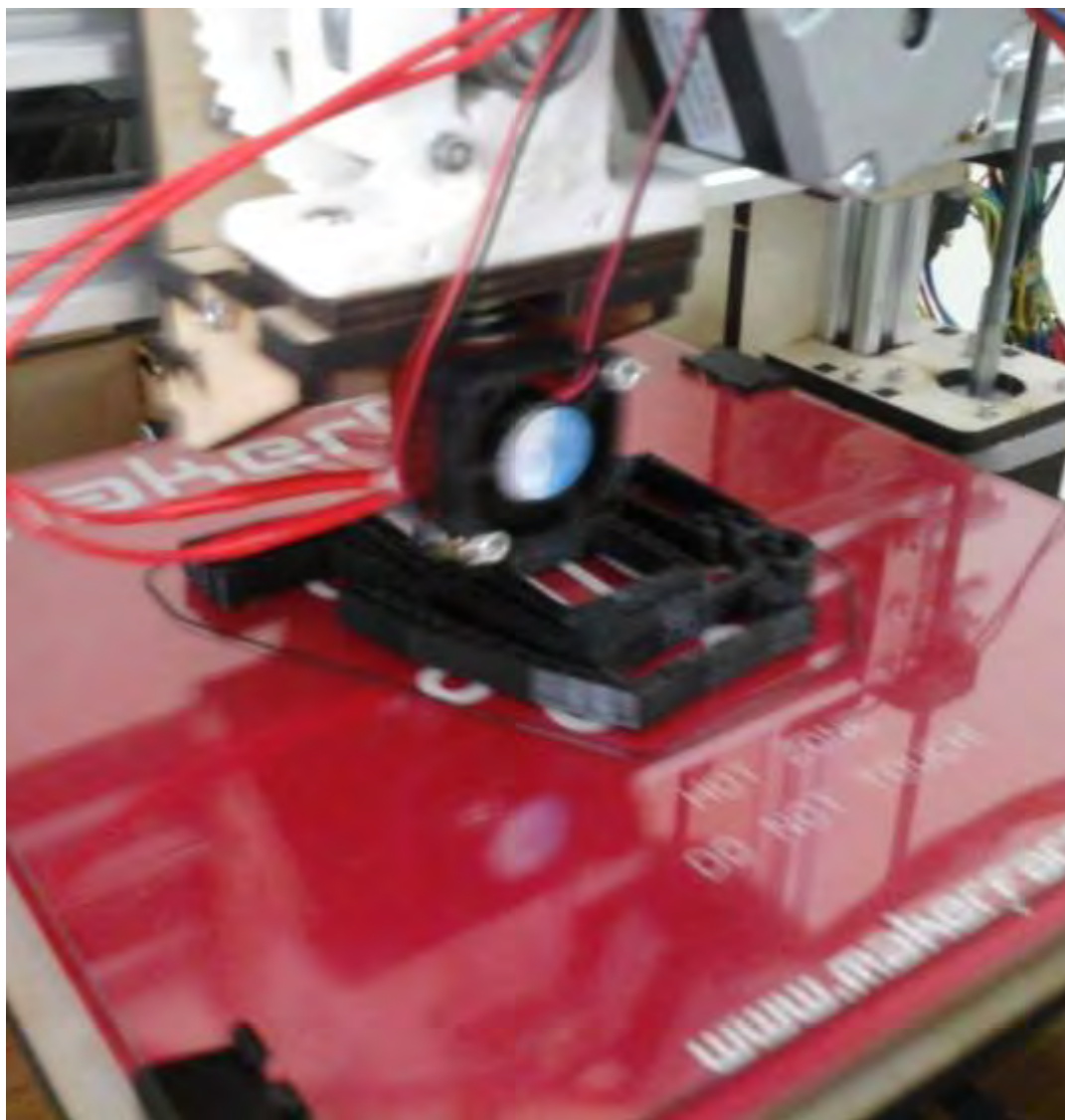
Prueba de impresión para calibración en el software (cubo)

Figura 52: Impresión prueba



Prueba de impresión logotipo volumétrico complejidad en el tamaño

Figura 53: Impresión prueba



Artículo de una sola pieza con formas orgánicas (pulpo):

Figura 54: Impresión prueba



Figura 55: Impresión prueba



Artículo modelado en el grupo de investigación de varias piezas para ensamblar (Juguete, carro)

Figura 56: Impresión prueba



Figura 57: Ensamble impresión



c. Solución de problemas comunes en impresión

Muchos de los problemas de impresión ocurren al configurar valores que no se deben u activar opciones no necesarias; para los diversos casos de problemas en las impresiones se encuentran en la web una gran cantidad de soluciones

Sin embargo a continuación se presentan los más comunes y sus posibles soluciones, teniendo en cuenta que la soluciones puntuales deben buscarse mediante la experimentación y los casos específicos de impresión.

Figura 58: Warping



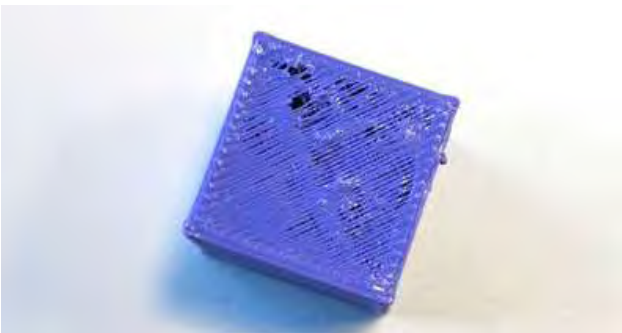
Levantamiento de la base (Warping)

Las piezas se levantan en esquinas debido a la cualidad del plástico de irse recogiendo a medida que se enfría motivo por el cual al tener un contraste de temperaturas las capas cerca de la cama caliente y las capas superiores que se van

enfriando recogen el material y lo despegan progresivamente; la solución para este inconveniente es mantener la temperatura estable en toda las capas para ello se necesita enfriar gradualmente la cama a medida que se imprime.

Otra solución es generar una cama con la opción *brim* o *raft* esta opción realiza una extrusión de material alrededor de la pieza aumentando la superficie de adherencia.

Figura 59: Almohadillado



Almohadillado (Pillowing)

Este problema ocurre al cerrar la capa final o superiores, se produce por configurar pocas capas superiores, también por el relleno muy bajo; la solución está en aumentar la cantidad.

Es importante revisar la refrigeración de la pieza ya que puede ser el calor excesivo o la falta de él, otro factor que genere el defecto en la pieza ya que afecta el diámetro de las fibras extruidas.

Figura 60: Voladizos



Voladizos(Overhang)

Este problema se presenta cuando no se tiene en cuenta la gravedad, el material tiende a caer al no tener una superficie sobre la cual se deposite la extrusión; la solución es buscar la posición adecuada de impresión o bien generar mediante el software

soportes para la pieza.

En cuanto a los soportes se debe utilizar diámetros muy bajos para facilitar su extracción al terminar la impresión.

Para otros problemas comunes de impresión se utilizó un referente web muy detallado:

http://wiki.ikaslab.org/index.php/%C2%BFTienes_problemas_de_impresi%C3%B3n#Levantamiento_de_la_base_.28Warping.29

d. Planteamiento de producto y parámetros de Diseño

Replanteamiento de los componentes de banco

Se retomó el proyecto de mobiliario de oficina (banco) para replantearlo estéticamente y funcionalmente en el asiento el cual será ahora generado por impresión 3D, aprovechando las características de parametrización y personalización de las piezas que se realicen; considerando que la estructura seguirá siendo la misma.

Parámetros de Diseño de línea de productos.

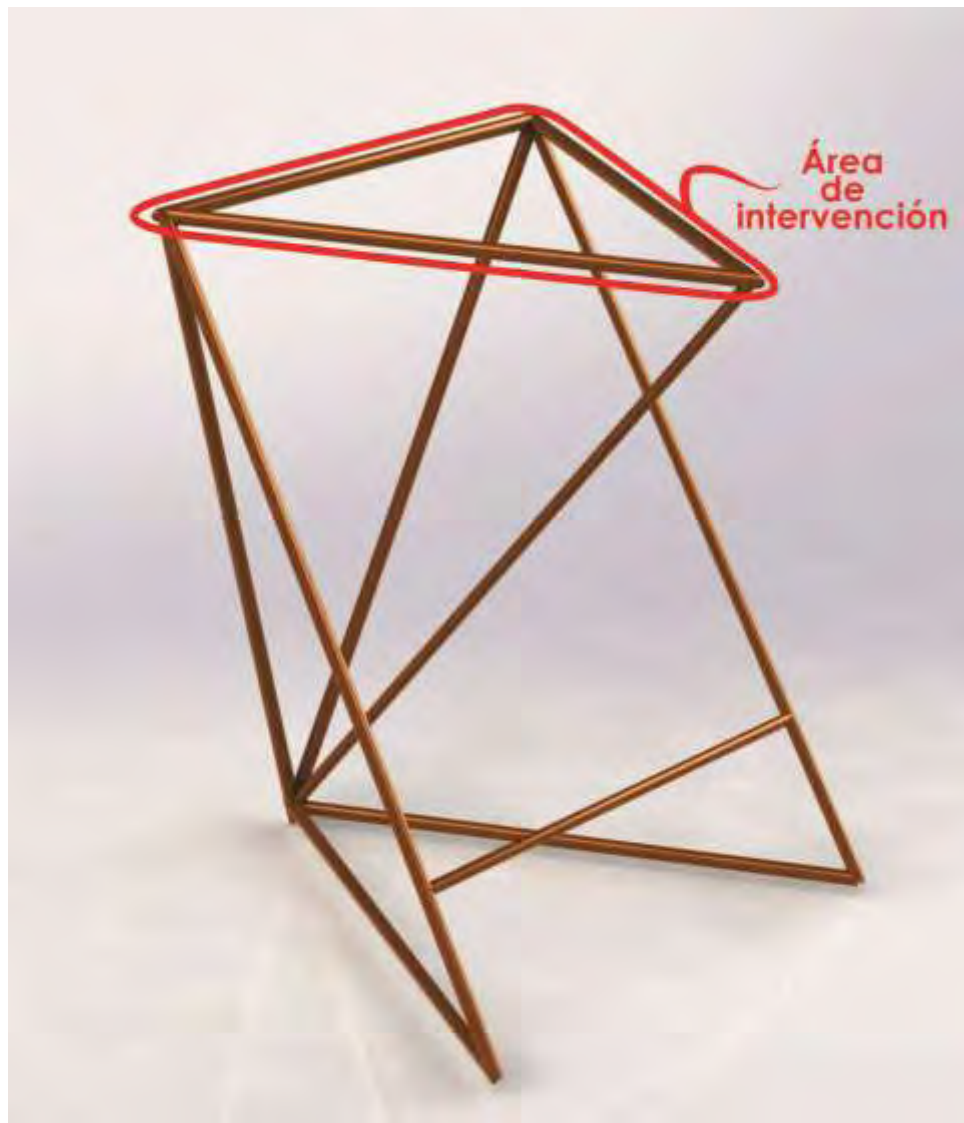
Mobiliario Banco:

- Generar el asiento mediante la tecnología de impresión 3D
- Producto de diseño abierto posible de replicarse
- Preste su función de artículo de descanso
- Seguridad de usabilidad

- Posible de reparar
- Producto de bajo costo productivo

Se analizó la estructura y cualquiera que sea el diseño final se condiciona a un triángulo equilátero con lados de 35cm, otra condición fue el tamaño de impresión siendo de 18x18x18 el máximo permitido por las impresoras de manera que se decidió generar un conjunto de piezas modulares para conformar el asiento; se resolvió estructurarlo con el menor número de piezas posible.

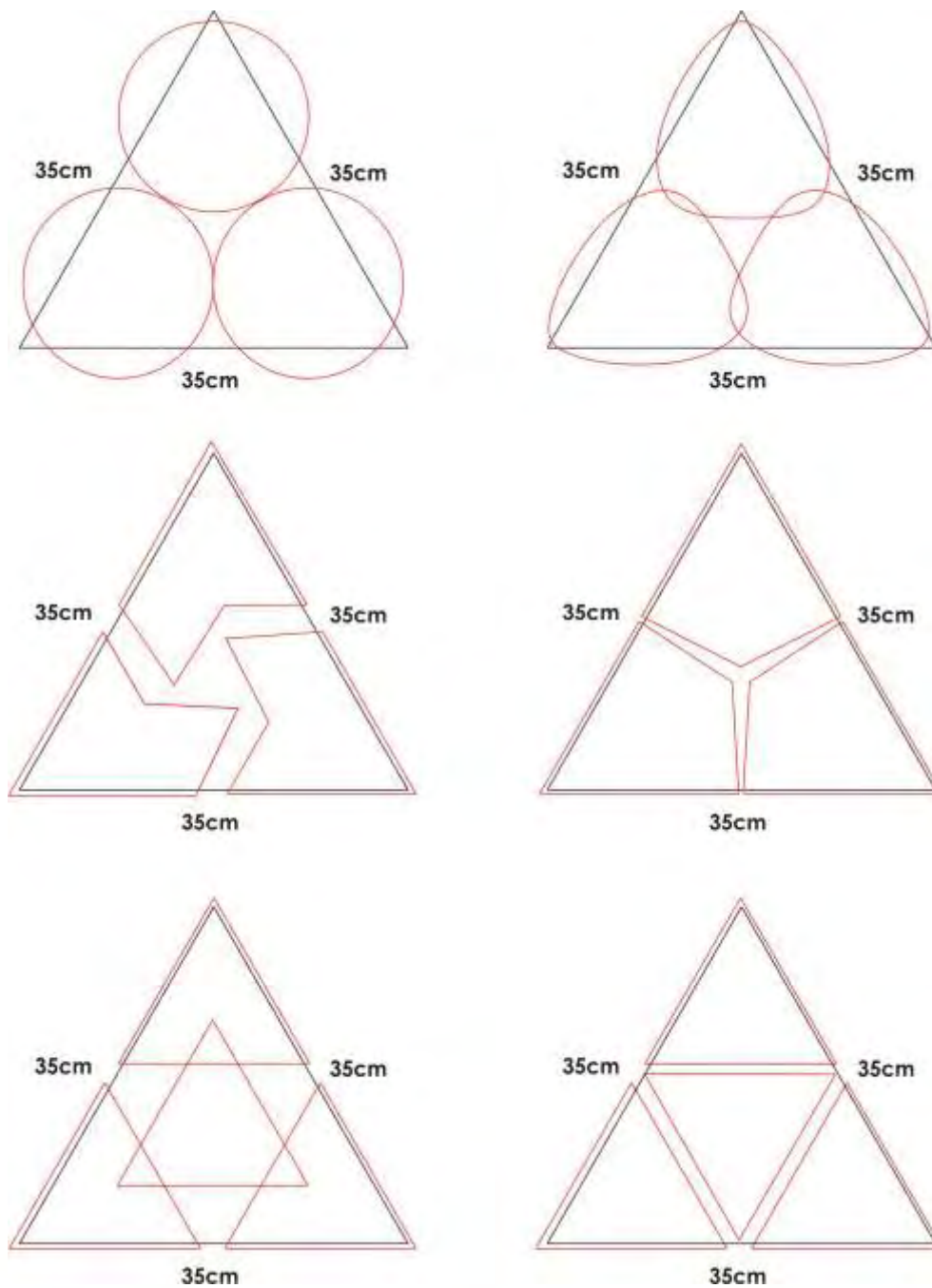
Figura 61: Estructura y área de intervención



e. Planteamiento y generación de producto

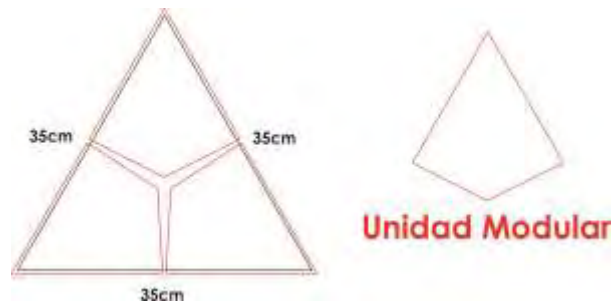
Boceto de Disposiciones

Figura 62: Boceto Módulo



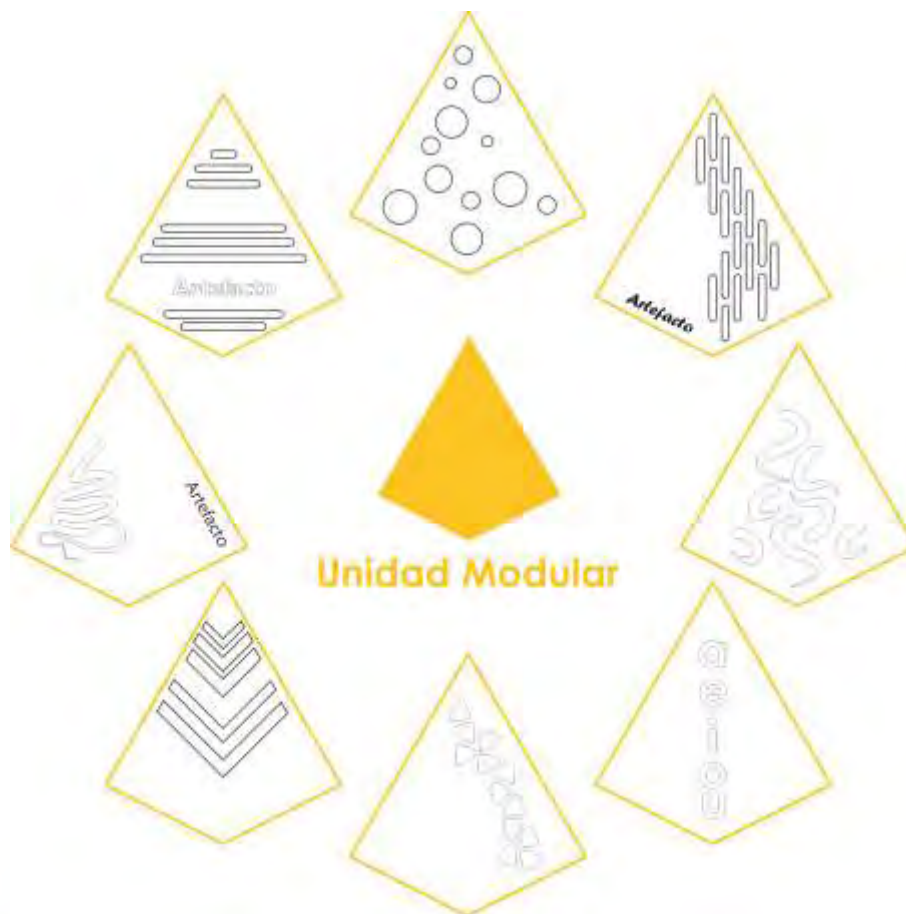
Las piezas que conformarían el asiento se realizaron y pensaron para ser acopladas al triángulo de la estructura; de fácil montaje y desmontaje en caso de reparación; se inició la fase de bocetos de las piezas elegido una forma de disposición de las anteriores.

Figura 63: Módulo



Para el trabajo de diseño he intervención estética se inició sobre la unidad modular, planteando posibilidades visuales en dos dimensiones, la cuales representan cortes en la unidad volumétrica:

Figura 64: Propuestas Módulo



La unidad modular permite muchas intervenciones más cuando la herramienta de impresión 3D soporta su fabricación; se plantea que la unidad modular debe ser modificada por el usuario al que vaya dirigido el banco; de esta manera se cumple con una ventaja de la impresión 3D que es la personalización.

Modelado en 3D de la pieza utilizando software solidworks, con intervenciones realizadas por el grupo de investigación **Artefacto** de la Universidad de Nariño.

Figura 65: Modelado del Módulo

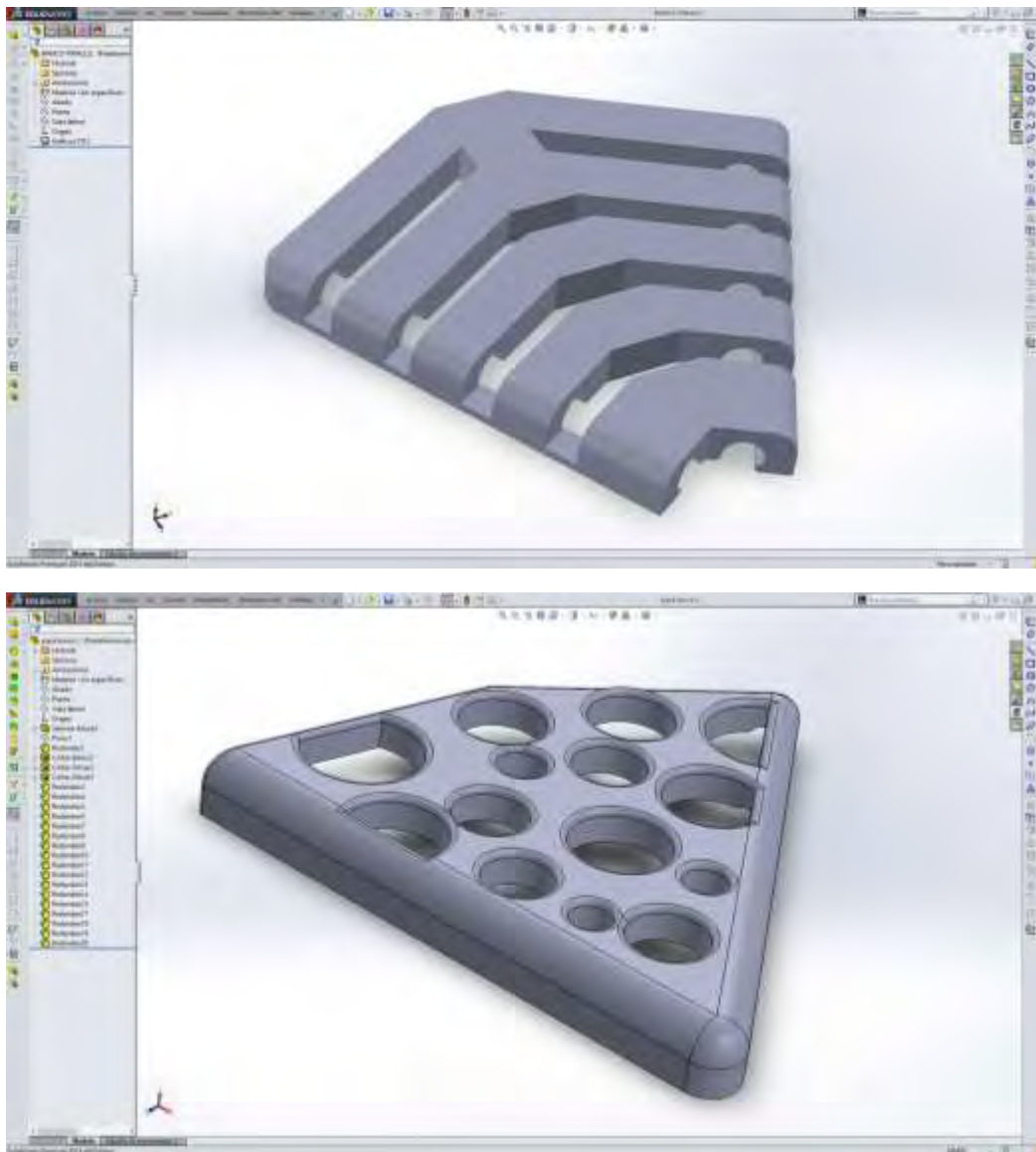
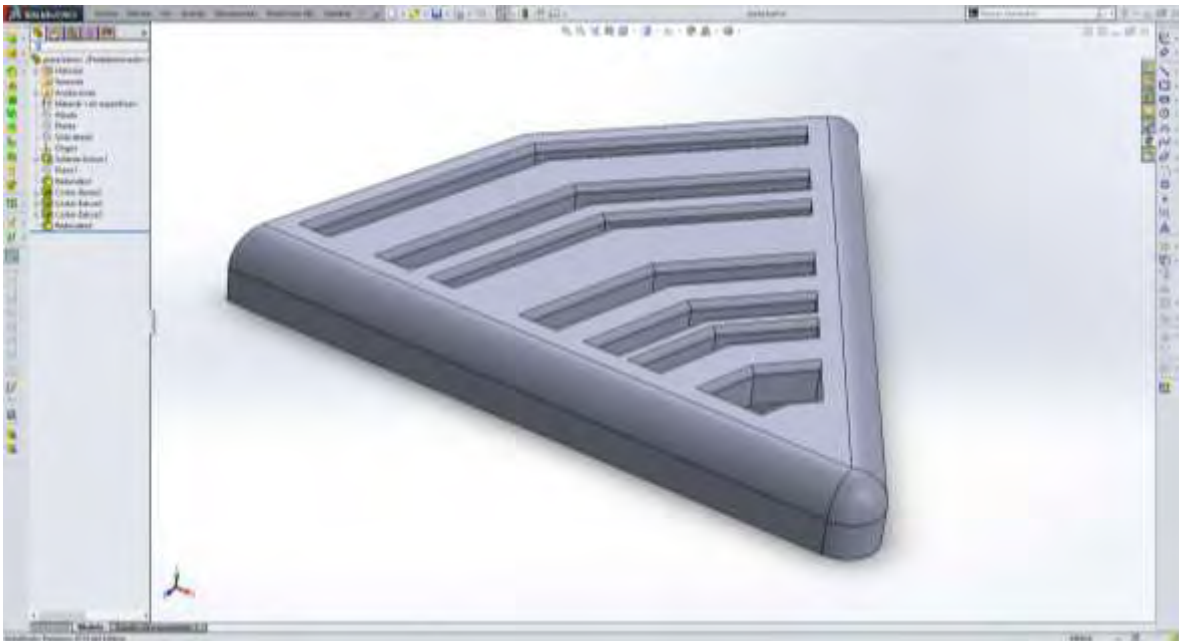


Figura 66: Modelado del Módulo



De las piezas modeladas se escogió la siguiente por parte del grupo de investigación Artefacto:

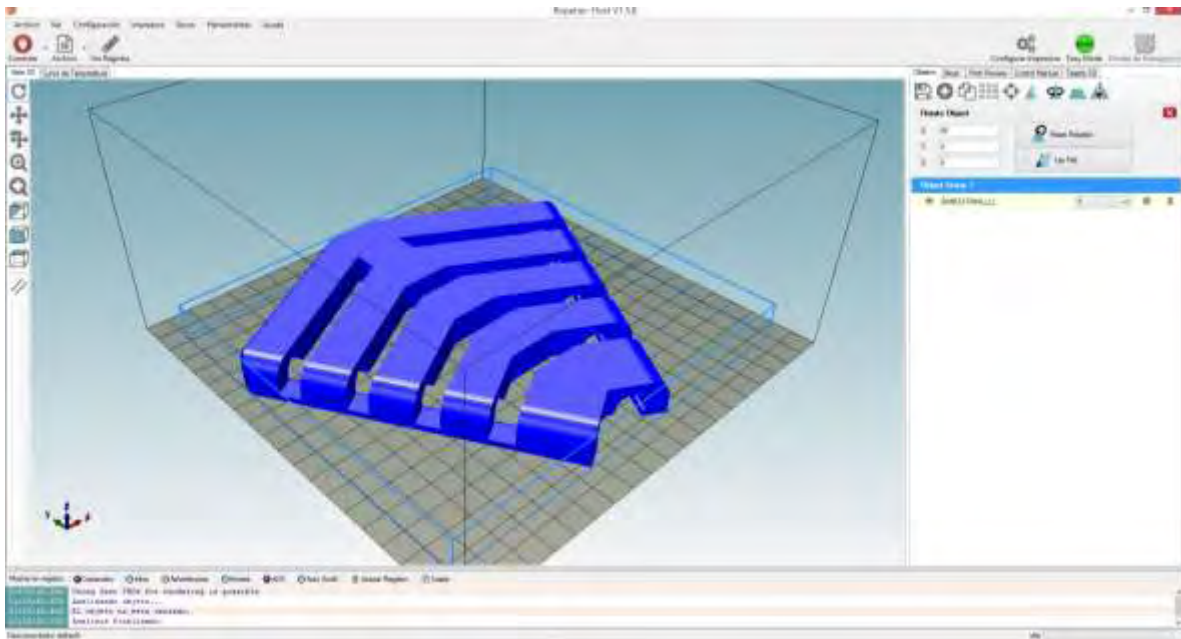
Figura 67: Modelado del Módulo Final



Impresión de pieza banco

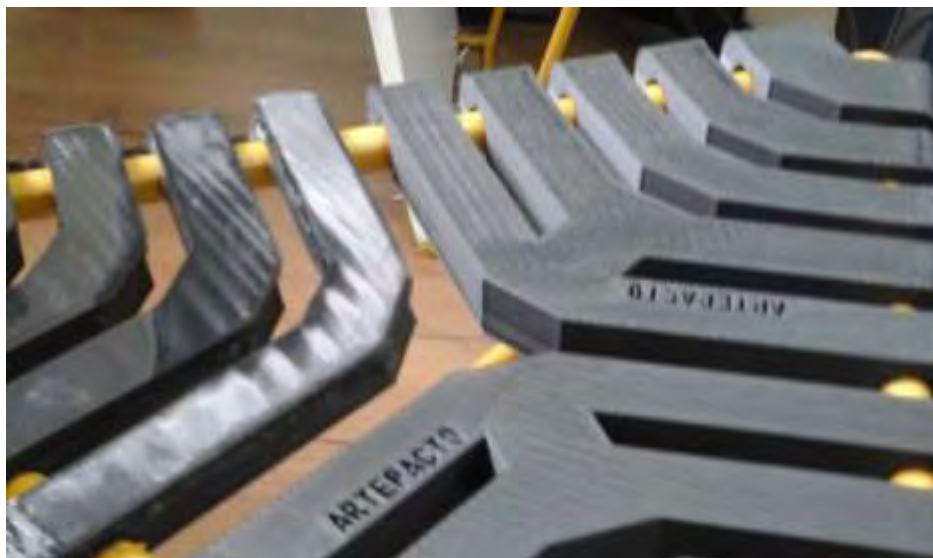
La pieza se imprimió en material PLA, color negro, a resolución media, con relleno de un 20%; el software de impresión dio a conocer el tiempo aproximado de impresión que fue de 4 horas y la cantidad de material en metros equivalente a 44.3 metros.

Figura 68: Visualización pre-impresión



Una vez impresas las tres piezas se realizaron los ensambles en la estructura:

Figura 69: Módulo impreso



Banco ensamblado

Figura 70: Ensamble



Banco ensamblado

Figura 71: Ensamble



f. Evaluación de usuario

La evaluación de usuario a realizarse fue el siguiente formato encuesta:

Anexo 1: Evaluación de usuario

Evaluación de Usuario (Banco con impresión 3D)		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Estética Clásica	EC1 Los componentes visuales son ordenados					
	EC2 Los componentes visuales son claros					
	EC3 Los componentes visuales son agradables					
Estética Expresiva	EE4 Los componentes visuales son novedoso					
	EE5 Los componentes visuales son originales					
	EE6 Los componentes visuales son sofisticados					
Belleza	B7 El producto es Bello					
Usabilidad	US8 Creo que el producto ha sido fácil de usar					
	US9 El producto ha permitido una interacción flexible					
	US10 La interacción ha sido una experiencia sin incomodidades					
Percepción utilidad	PU11 La interacción me ha permitido ser más eficiente					
	PU12 Creo que es beneficioso para mi trabajo					
	PU13 Creo que es útil para mi trabajo					
Satisfacción	S14 La interacción ha sido satisfactoria					
	S15 La interacción ha sido una experiencia positiva					
Disfrute	D16 He disfrutado usando el producto					
	D17 La interacción ha sido divertida					
	D18 La experiencia ha sido placentera					

Los componentes a analizar mediante esta encuesta son:

<i>Estética clásica:</i>	En la estética clásica da a conocer el impacto inicial que el producto da al usuario únicamente con el uso de sus sentidos.
<i>Estética Expresiva:</i>	El usuario analiza y compara los componentes determinando el grado de innovación.
<i>Belleza:</i>	Reconociendo que la belleza es subjetiva; se intenta obtener un dato de cuan bello es el producto en un determinado grupo.
<i>Usabilidad:</i>	El producto es usado y se evalúa su función, con el fin de saber si cumple con los requerimientos básicos.
<i>Percepción de utilidad:</i>	Se conoce si la propuesta genera una necesidad en el usuario.
<i>Satisfacción:</i>	La satisfacción da a conocer el grado de complacencia de las necesidades del usuario.
<i>Disfrute:</i>	Determina el agrado del usuario al interactuar con el producto.

4.2.3. Resultados

Resultados de la evaluación de usuario para el “Banco con asiento en Impresión 3D”

La evaluación se realizó a un grupo de 6 personas (estudiantes universidad de Nariño); ajenos al grupo de investigación; dejando los siguientes resultados.

Estética clásica:

- **EC1 Los componentes visuales son ordenados**
3 personas: De Acuerdo
3 personas: Total mente de Acuerdo
- **EC2 Los componentes visuales son claros**
3 Personas: Totalmente de acuerdo
2 Personas: De Acuerdo
1 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo

- **EC3 Los componentes visuales son agradables**
3 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
2 Persona: Totalmente de Acuerdo
1 Persona: De Acuerdo

Estética Expresiva:

- **EE4 Los componentes visuales son novedoso**
3 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
2 Personas: Totalmente de Acuerdo
1 Persona: De Acuerdo
- **EE5 Los componentes visuales son originales**
4 Personas: De Acuerdo
1 Personas: Totalmente de Acuerdo
1 Persona: Ni Acuerdo ni en Desacuerdo
- **EE6 Los componentes visuales son sofisticados**
3 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
2 Persona: De Acuerdo
1 Persona: Totalmente de Acuerdo

Belleza:

- **B7 El producto es Bello**
3 personas: De Acuerdo
2 personas: Totalmente de Acuerdo
1 Persona: Ni Acuerdo ni en Desacuerdo

Usabilidad:

- **US8 Creo que el producto ha sido fácil de usar**
3 Personas: Ni Acuerdo ni Desacuerdo
2 Persona: Totalmente de Acuerdo
1 Persona: De Acuerdo
- **US9 El producto ha permitido una interacción flexible**
4 Personas: De Acuerdo
2 Personas: Totalmente de Acuerdo

- **US10 La interacción ha sido una experiencia sin incomodidades**
3 Personas: De Acuerdo
2 Persona: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo
1 Persona: Total mente de acuerdo

Percepción de utilidad:

- **PU11 La interacción me ha permitido ser más eficiente**
4 Personas: De Acuerdo
2 Persona: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo
- **PU12 Creo que es beneficioso para mi trabajo**
4 Personas: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo
2 Persona: De Acuerdo
- **PU13 Creo que es útil para mi trabajo**
3 Personas: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo
2 Persona: De Acuerdo
1 Persona: En Desacuerdo

Satisfacción:

- **S14 La interacción ha sido satisfactoria**
4 Personas: De Acuerdo
2 Personas: Totalmente de Acuerdo
- **S15 La interacción ha sido una experiencia positiva**
3 Personas: Totalmente de acuerdo
2 Persona: De Acuerdo
1 Persona: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo

Disfrute:

- **D16 He disfrutado usando el producto**
3 Personas: Totalmente de Acuerdo
2 Personas: De Acuerdo
1 Persona: Ni en Acuerdo ni en Desacuerdo

- **D17 La interacción ha sido divertida**
4 Personas: De Acuerdo
2 Persona: Totalmente de acuerdo
- **D18 La experiencia ha sido placentera**
4 Personas: De Acuerdo
2 Persona: Totalmente de acuerdo

4.3. Actividad Tres (3)

Especificaciones Generales: Análisis Actividades pasadas, Referentes metodológicos, Conceptualizar actividades, Experimentación, replanteamiento de resultados, Aprendizaje.

Tiempo para realización: 2 meses

4.3.1. Objetivo

Proponer una metodología de Diseño para la realización de productos a partir de los resultados obtenidos en los procesos técnicos, productivos y logísticos realizados en el CiMA.

4.3.2. Desarrollo de actividad

Pasos para el desarrollo de la actividad

- Análisis de actividades realizadas.
- Referentes teóricos.
- Planteamiento de necesidades del Grupo de Investigación en la metodología de diseño de producto.
- Planteamiento esquemático de la metodología.
- Explicación componentes (teoría)

a. Análisis de las actividades realizadas

Todas las actividades realizadas en esta pasantía, en el grupo de investigación CiMA fueron de carácter experimental, con la necesidad de aprender, plantear nuevas técnicas de producción, como también alterar las ya conocidas y finalmente realizar un proceso de diseño de artefactos que reflejen en cierto punto las actividades.

Para el cumplimiento de cada actividad planteada se hizo una lista de pasos para cumplir con las actividades; dicha lista o pasos fueron planteados a manera de copia o previos conocimientos académicos de metodologías de diseño, sin embargo terminaron siendo pasos empíricos. Sin embargo al realizar las actividades las diferentes experiencias mostraron coherencia y posibilidades de teorizarse y conceptualizarse, como se describe a continuación.

Actividad de Extrusora de Plástico

Teniendo en cuenta las características del grupo CiMA fue como se empezó con la exploración de los alcances de la maquina extrusora de plástico; para ello se inició con el **estudio teórico** de la maquinaria a fin de conocer el proceso productivo y no causar daños en los aparatos.

Continuamos con la **exploración experimental** en el proceso productivo planteando usos del material y aprovechando sus cualidades de una modos no pensados anteriormente; se hizo uso de una investigación ya realizada por el grupo donde se reforzaba el polímero con la fibra natural paja Tetera.

Estas exploraciones empezaban a generar nuevas posibilidades; para ello se generó un **proceso reflexivo analítico** sobre cada posibilidad y prueba realizada; dicho proceso ayudaba al planteamiento de nuevas experiencias (pruebas); motivo por el cual se lograron generaron variedad de ellas.

El proceso Reflexivo Analítico arrojaba **Datos Teóricos y Conceptuales** los cuales debían ser agrupados y teorizados de manera lógica; al igual que las conclusiones o resultados de cualquier experimento.

Con dichos datos teóricos y conceptuales se plantean los **parámetros de diseño** de un artefacto; basados en los procesos anteriores y cualidades necesarias básicas dentro del diseño industrial resultando los siguientes:

Mobiliario Banco:

- Producto experimental funcional
- Producto de diseño abierto posible de replicarse
- Utilizar el material de extrusión en el asiento
- Preste su función de artículo de descanso
- Seguridad de usabilidad
- Posible de reparar

- Producto de bajo costo productivo
- Tener en cuenta el refuerzo con paja Tetera para calidad estética y físico-química.
- Apoyarse en un material alternativo para reforzar

Luminaria:

- Producto experimental funcional
- Producto de diseño abierto posible de replicarse
- Iluminación de zona de trabajo (oficina artefacto)
- Fácil acceso para repuestos de luz
- Fácil manipulación
- Resistente a diversas jornadas de trabajo
- Escoger el procesos productivo adecuado para obtener un buen producto en lo estructural
- Producto de bajo costo productivo
- Tener en cuenta el refuerzo con paja Tetera para calidad estética y físico-química.
- Utilizar el acabado de reciclado como cualidad estética

Dichos parámetros nos ayudan a la realización del nuestro artefacto siendo delimitantes que articulan el desarrollo del **proyecto, bocetación y Prototipado** reflejado en las diferentes posibilidades planteadas.

Finalmente la **producción** del artefacto junto a la evaluación de usuario del mismo.

Actividad de impresión 3D

Para la impresión 3D el acercamiento y estudio teórico fue mayor pues se realizó acompañado de la práctica, iniciando con el ensamble de la maquinaria donde se reconoció los componentes físicos y electrónicos que le componen; de igual manera su funcionamiento fue vivencial al tener que configurar con prueba y error. En conclusión la primera fase fue un **Estudio Teórico-Práctico**.

Acompañado a este estudio se inició el planteamiento de **experimentación** el cual se generó mediante la búsqueda de configuraciones adecuadas, solución de problemas comunes, impresión de diferentes piezas (formas variadas).

Dicha práctica experimental tubo consigo un **proceso de análisis**, el cual se documentaria a medida que se generaban nuevos procesos experimentales y prácticas de impresión.

De igual manera el proceso experimental analizado daba como resultado **datos teóricos** precisos para el buen funcionamiento y producción de la maquinaria de impresión 3D.

Con ellos se reconoció los alcances de generación de producto de la impresión 3D siendo el más importante la personalización de los objetos que justificaría el valor de las impresiones como producto y no como prototipo; se planteó el proceso de diseño de producto, donde se retomó un proceso anterior para replantearlo (Mobiliario banco) determinando el diseño del asiento y se estructuran los **parámetros de diseño** de la siguiente manera:

Asiento Mobiliario Banco:

- Generar el asiento mediante la tecnología de impresión 3D
- Producto de diseño abierto posible de replicarse
- Preste su función de artículo de descanso
- Seguridad de usabilidad
- Posible de reparar
- Producto de bajo costo productivo

Los parámetros de diseño y los conocimientos teóricos dieron como resultado el **diseño** modular, el cual tiene características personalizables por el usuario a quien se dirija el producto, permitido gracias a la tecnología de impresión 3D

Finalmente se realizó la **producción**, es decir la impresión del diseño seleccionado (Diseñado por el usuario) y el ensamblaje total del elemento. Finalmente se realizó la evaluación de usuario del objeto.

Conclusiones del análisis

El desarrollo de las actividades mostro similitudes en su proceso con fases o procesos generando mediante la experiencia un orden para el desarrollo de futuras actividades.

Orden de desarrollo de actividades, comparación:

Estudio teórico

Estudio teórico-Practico

Exploración Experimental

Experimentación



Proceso reflexivo-analítico	Proceso de análisis
Datos teóricos-conceptuales	Datos teóricos
Parámetros de Diseño	Parámetros de Diseño
Proyecto-boceto-prototipo	Diseño
Producción	Producción

El proceso desarrollado en las actividades generó conocimiento basado en las experimentaciones.

Es posible replantear el orden de las actividades siendo pasos sugeridos y no ordenes fijos que deben cumplirse.

Los procesos de diseño no poseen una finalización; debido a que pueden ser retomados y reestructurados.

El resultado de los procesos puede considerarse una nueva experiencia o proceso experimental a analizar y generar un ciclo.

b. Referentes Teóricos.

Con las conclusiones del Análisis de las actividades y la socialización de las mismas en el grupo de investigación el Ph. D Carlos Córdoba, Director CiMA y jefe inmediato de pasantía; reconoció similitud a un **modelo de aprendizaje basado en experiencias** planteado por **David A. Kolb (Teórico de la educación)** el cual se tomó como referente teórico a estudiar, con el fin de teorizar y estructurar el planteamiento metodológico.

El modelo de aprendizaje mediante experiencia

“Comencemos por un modelo de cómo aprenden las personas, modelo que llamo de aprendizaje mediante experiencias. Existen dos razones para aplicarle la palabra experiencia.

A) Histórica: lo vincula con la psicología social de Kurt Lewin en la década del cuarenta y los trabajos sobre sensibilización y formación en el laboratorio de los cincuenta y sesenta.

B) Importancia de la experiencia: este enfoque diferencia esta postura de otras enfoques cognoscitivistas en el proceso de aprendizaje.

El núcleo del modelo es una sencilla descripción del modelo de aprendizaje, de cómo se traduce la experiencia en conceptos que se emplean a su vez como guías de elección de nuevas experiencias

Figura 72: Modelo de Kolb



El aprendizaje se concibe como un ciclo de cuatro etapas. La experiencia inmediata, concreta, es la base de la observación y la reflexión. Observaciones que se asimilan a una “teoría” de la que se pueden deducir nuevas implicaciones para la acción. Implicaciones o hipótesis que sirven entonces de guías para actuar en la creación de nuevas experiencias. El que aprende necesita, si ha de ser eficaz, cuatro clases diferentes de capacidades: Capacidad de experiencia concreta (EC); de observación reflexiva (OR); conceptualización abstracta (CA) y experimentación activa (EA).

¿Podrá alguien volverse verdaderamente diestro o se trata de capacidades que están necesariamente en conflicto? ¿Cómo se puede actuar y reflexionar al mismo tiempo? ¿Cómo ser concreto e inmediato sin dejar de ser teórico?

Hay dos dimensiones fundamentales referidas al proceso de aprendizaje. La primera representa la experimentación concreta de acontecimientos por lado y la conceptualización abstracta por otro.

Estilos individuales de aprendizaje

La mayor parte de las personas desarrollan estilos de aprendizaje que destacan, por encima de otras, algunas capacidades para aprender: esto es el resultado del aparato hereditario de las experiencias vitales propias y de las exigencias del medio ambiente actual. Algunas personas desarrollan mentes que sobresalen en la conversación de hechos dispares en teorías coherentes y, sin embargo, estas mismas personas son incapaces de deducir hipótesis a partir de su teoría, o no interesan por hacerlo, otras son genios lógicos, pero encuentran imposible sumergirse en una experiencia y entregarse a ella. El matemático puede poner gran énfasis en los conceptos abstractos, mientras el poeta puede valorar más la experiencia concreta. El directivo puede estar interesado principalmente en la aplicación activa de ideas, mientras el naturalista puede desarrollar en alto grado su capacidad de observación. Cada uno de nosotros desarrollamos de manera excepcional estilos de aprendizaje que tiene sus puntos débiles y sus puntos fuertes.

El inventario de estilos de aprendizaje (IEA) es un instrumento sencillo para medir los puntos fuertes y débiles del individuo que aprende. El IEA mide el énfasis relativo del individuo en las cuatro capacidades para el aprendizaje antes mencionadas –experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa -. Es posible sintetizar en cada palabra cada uno de los estilos: “sentir” (EC), “observar” (OR), “pensar” (CA) y “hacer” (EA). El inventario proporciona seis puntajes EC, OR, CA y EA, más dos puntajes combinatorios que indican el grado hasta el cual el individuo destaca la abstracción sobre la concreción (CA-EC) y el grado hasta el cual el individuo destaca la experimentación activa sobre la reflexión (EA-OR).

Figura 73: Estilos de aprendizaje



(Kolb, 1984 citado en Lozano, 2000, pp. 71)

CONVERGENTES:

Predominio de la conceptualización abstracta (CA) y la experimentación activa (EA)

Aplicación práctica de ideas

Parece manejarse mejor cuando se trata de pruebas convencionales de inteligencia en las que hay una sola respuesta o soluciones correctas para una pregunta o un problema.

Sus conocimientos están organizados de manera tal que puedan concentrarlos en problemas específicos mediante el razonamiento hipotético-deductivo.

La investigación de Liam Hudson (1966) acerca de este estilo de aprendizaje demuestra que los convergentes son relativamente insensibles y prefieren tratar con cosas antes que con personas. Tienen intereses técnicos limitados y optan por especializarse en las ciencias físicas. Nuestra investigación demuestra que este estilo de aprendizaje es el característico de muchos ingenieros.

DIVERGENTE:

Es un estilo opuesto al estilo convergente. Se desempeña mejor en la experiencia concreta (EC) y observación reflexiva (OR). Su punto más fuerte reside en su capacidad imaginativa.

Se destaca por la consideración desde muchas perspectivas de las situaciones concretas.

Calificamos este estilo de divergente por que las personas cuentan con él se definen mejor en situaciones que exigen una producción de ideas como la que se da en una sesión de “brainstorming”. Los trabajos de Hudson (1996) acerca de este estilo de aprendizaje demuestran que los divergentes se interesan en las personas, y tienden a ser imaginativos y sensibles. Tienen amplios intereses culturales y suelen especializarse en las artes.

Nuestra investigación demuestra que este estilo es característico de los directivos con antecedentes en humanidades y artes liberales. Los directivos de personal suelen caracterizarse por este estilo de aprendizaje.

ASIMILADOR

Son las conceptualizaciones abstractas (CA) y la observación reflexiva (OR). Su punto más fuerte se encuentra en su capacidad para crear modelos teóricos. Se destaca en el razonamiento inductivo, en la asimilación de observaciones dispares a una explicación integral. Como el convergente, se interesa menos por las personas y más por los conceptos abstractos, pero menos por la aplicación práctica de las teorías, ya que es más importante que éstas sean lógicamente sólidas y precisas. De manera que este estilo de aprendizaje es más característico de las ciencias básicas que de las aplicadas. Es un estilo que en las organizaciones se encuentren con más frecuencia en los departamentos de investigación y planificación.

ACOMODADOR

Tiene los puntos opuestos a los asimiladores. Se desempeña mejor en la experiencia concreta (EC). Se desempeña mejor en la experiencia concreta (EC) y la experimentación activa (EA). Su punto más fuerte reside en hacer cosas, en llevar a cabo proyectos y experimentos y en involucrarse en experiencias nuevas. Suele arriesgarse más que las personas de los tres otros estilos de aprendizaje. Calificamos este estilo de acomodador porque tiende a destacarse en las situaciones en las que debe adaptarse a circunstancias inmediatas específicas. En aquellas situaciones en las cuales la teoría o el plan no se avienen a los hechos, es muy probable que descarte la teoría o plan. El acomodador se siente cómodo con las personas, aunque a veces se lo vea impaciente y atropellador. Su formación suele haberse dado en terrenos técnicos o prácticos como el del comercio. Es un estilo que en las organizaciones encuentra en cargos orientados hacia la acción, a menudo en mercadotecnia o ventas.”⁶

De igual manera se refuerzan los referentes teóricos con teorías metodológicas de diseño conocidas con anterioridad en la academia (conociendo universitario de la carrera de Diseño industrial); entre las cuales están:

⁶ Síntesis del capítulo Aprendizaje y solución de problemas. Acerca de la administración de empresas y el proceso de aprendizaje (preparado especialmente para el libro Psicología de las Organizaciones: problemas contemporáneos de Kolb, Rubin y McIntyre. Prentice-Hall Hispanoamerica S.A. (1974)

Figura 74: método proyectual Bruno Munari
<https://wiszer.wordpress.com/metodologias-del-diseno/>

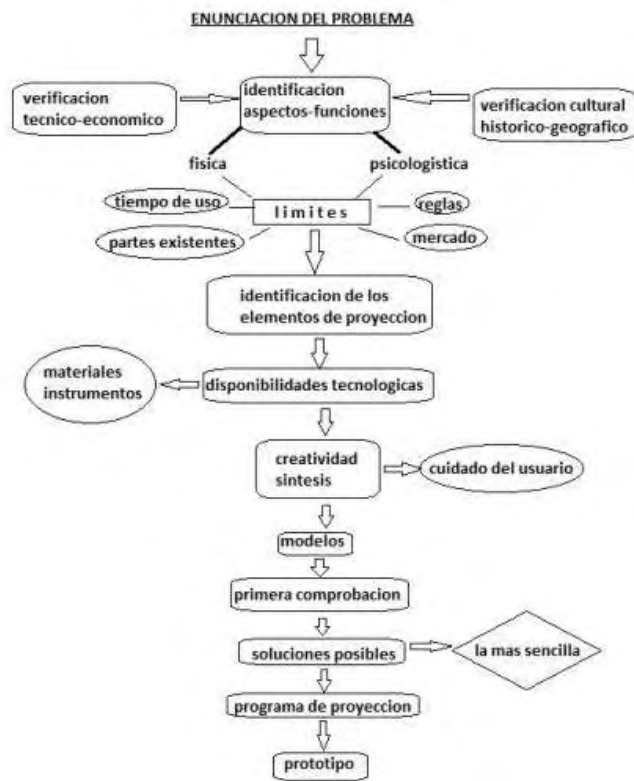


Figura 75: método brainstorming
https://es.wikipedia.org/wiki/Lluvia_de_ideas

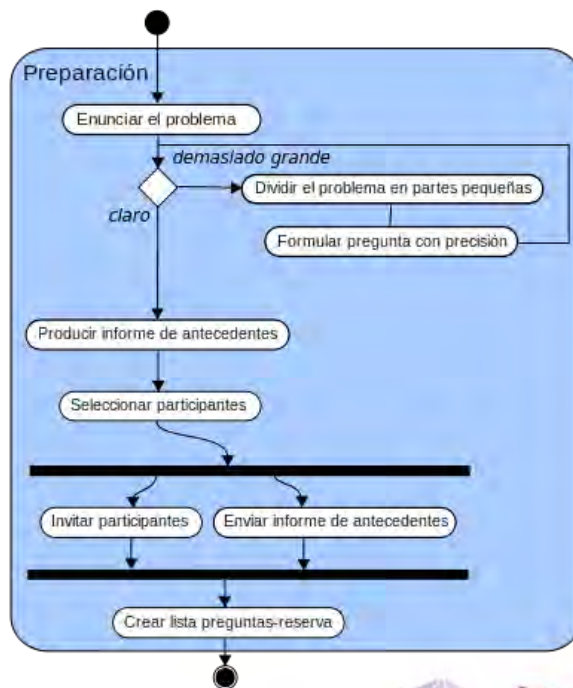


Figura 76: Design Thinking

<https://aconejo.wordpress.com/2014/02/26/resolviendo-un-reto-usando-design-thinking/>



c. Planteamiento de necesidades del Grupo de Investigación en la metodología de diseño de producto.

Las necesidades determinadas para el grupo CiMA, teniendo en cuenta su función y los antecedentes de las actividades realizadas en esta práctica son:

Metodología que aporte Teoría

Metodología que permita Aprendizaje

Metodología basada en la Experimentación

Metodología que incentive el Análisis

Metodología Didáctica

Metodología Cíclica

Metodología que permita realizarse aleatoriamente

d. Planteamiento Esquemático de la Metodología.

Figura 77: Planteamiento Metodológico



e. Explicación componentes (teoría)

Aproximación Teórico-Práctica

En este componente se busca el estudio de los referentes teóricos (manuales de uso, características físico-químicas, componentes, Técnica, Tipos de tecnología, estética, producción, estructura entre otros) existentes de la maquinaria, proceso productivo o nuevo material con que se vaya a trabajar, acompañados de la exploración experimental que se vea necesaria o resulte en medio del desarrollo metodológico.

Proceso reflexivo analítico

Este proceso permite contemplar las experiencias o experimentos realizados o existentes con un enfoque dispar a las observaciones comunes, en búsqueda de características poco comunes y difíciles de ver a simple vista.

Formación de Conceptos

Se realiza una integración de lo observado y reflexionado en teorías ordenadas, concretas y lógicas. Este componente es netamente generador de artículos informativos y concepciones abstractas.

Parámetros de Diseño

Determinar los parámetros de Diseño es una tarea que depende directamente de los alcances encontrados en los pasos anteriormente realizados; los parámetros de Diseño son delimitantes del proyecto y nos permiten centrarnos en cumplir los objetivos. Dentro de este componente se deben tener en cuenta aspectos como **uso, función, estructura, técnico-productivos, económicos, mercado, formal estética**, entre otros que se vean necesarios

Diseño (Boceto-prototipo)

Apoyado en la expresión visual y multimedia se plantean propuestas estético-formales que cumplan con los requerimientos de diseño o den solución a los mismos y se denominan proyecto ya que no es necesaria su producción real; para aproximar las propuestas resultado final se realizan prototipos que asimilen su comportamiento y se puedan analizar de manera más acertada reduciendo el grado de incertidumbre.

Producción o Nueva Experiencia

En este punto de la metodología se ejecuta el diseño o propuesta; este resultado implementa todos los conocimientos encontrados en el desarrollo total de la actividad metodológica generando una nueva experiencia a analizar (puede considerarse una nueva exploración experimental) dando la posibilidad de comenzar el ciclo metodológico nuevamente.

Se debe tener en cuenta que la metodología planteada no son normas a seguir de manera estricta, sino mejor un orden lógico para el desarrollo experimental de productos, que a su vez genera aprendizaje y plantea conceptos (teoría lógica y estructurada); también es importante reconocer que el proceso en cualquiera de sus componentes puede generar un nuevo ciclo a desarrollar basado en el planteamiento de nuevas experiencia o exploraciones experimentales.

4.4. Actividad Cuatro (4)

Especificaciones Generales: Apoyo técnico, apoyo profesional, investigaciones del grupo, aportes personales, planteamiento de nuevos proyectos.

Tiempo de realización: 6 meses

4.4.1. Objetivo

Apoyar y colaborar en las actividades externas a los objetivos de la pasantía; con el fin de aportar al grupo de investigación en una manera técnica y profesionalmente.

4.4.2. Desarrollo de actividad

Para el desarrollo de esta actividad se acogió los proyectos ya estructurado y en marcha del grupo de investigación CiMA y Artefacto, los cuales se estructuran en forma aliada. El apoyo se realizó en las siguientes actividades:

a. Apoyo en investigación de Tierra Pisada

El proyecto de tierra pisada es una actividad que busca generar un producto basado en el material tierra pisada; en se plantearon los siguientes pasos para su cumplimiento:

- Estudio teórico del material
- Experimentación con el material y sus variaciones
- Planteamiento del producto a diseñar y parámetros de Diseño
- Planteamiento y generación de producto

Estudio teórico del material

En este material el grupo de investigación CiMA no tenía experiencias anteriores, motivo por el cual se decidió buscar referentes en la web (tapial, súper adobe, tierra pisada) de los cuales se rescatan los siguientes artículos:

[http://www.caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Tierra_pisada_\(Tapial\).pdf](http://www.caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Tierra_pisada_(Tapial).pdf)

http://www.mediafire.com/view/a61132shvd1x04u/MANUAL_SUPERADOB E Miguel Ciudad Mart%C3%ADn 7_04_2105.pdf

<http://murciadespierta.com/wp-content/uploads/2012/11/Superadobe-libo-PARTE-11.pdf>

Algunas conclusiones del acercamiento teórico son:

No todos los tipos de tierra son útiles para generar tierra pisada, las adecuadas deben tener las siguientes proporciones: **GRAVILLA: 0 a 15%**
ARENA: 40 a 50% **LIMO: 35 a 20%** **ARCILLA: 15 a 25%**

Para mejorar la resistencia se debe adicionar Cal y Cemento en porcentajes menores del 20% en comparación a la tierra; para determinar el porcentaje exacto debe realizarse pruebas.

El tiempo de secado depende del espesor del producto a realizar o muestra.

La humedad que debe tener la tierra se mide de manera empírica adicionando agua y tomando la mezcla entre las manos hasta conseguir que la tierra no se desmorone y forme una pasta con la menor humedad posible.

Experimentación con el material y sus variaciones

Se realizaron pruebas a muestras realizadas en el laboratorio de suelos de la universidad de Nariño; se hicieron 5 muestras con variación en de las cantidades de cal, cemento y humedad de la tierra.

De las cinco muestras fueron dos a las que se les realizo pruebas de resistencia; las cuales resultaron con los siguientes datos:

Figura 78: Muestra Tierra pisada uno



Muestra 1= Cal 10% + Cemento 20%

Humedad inicial= 0%

Altura de la muestra= 200 mm

Diámetro de la muestra = 100 mm

Área de la muestra= 78.54 mm²

Secado de muestra= 37 días

Tiempo de resistencia= 2.4 segundos

Resistencia a la compresión= 2.74 mega pascuales

Figura 79: Muestra Tierra pisada dos



Muestra 2= Cal 0% + Cemento 20%

Humedad= Recomendada empíricamente

Altura de la muestra= 200 mm

Diámetro de la muestra = 100 mm

Área de la muestra= 78.54 mm²

Secado de muestra= 37 días

Tiempo de resistencia= 48.9 segundos

Resistencia a la compresión= 24.14 mega pascuales

Planteamiento del producto a diseñar y parámetros de Diseño

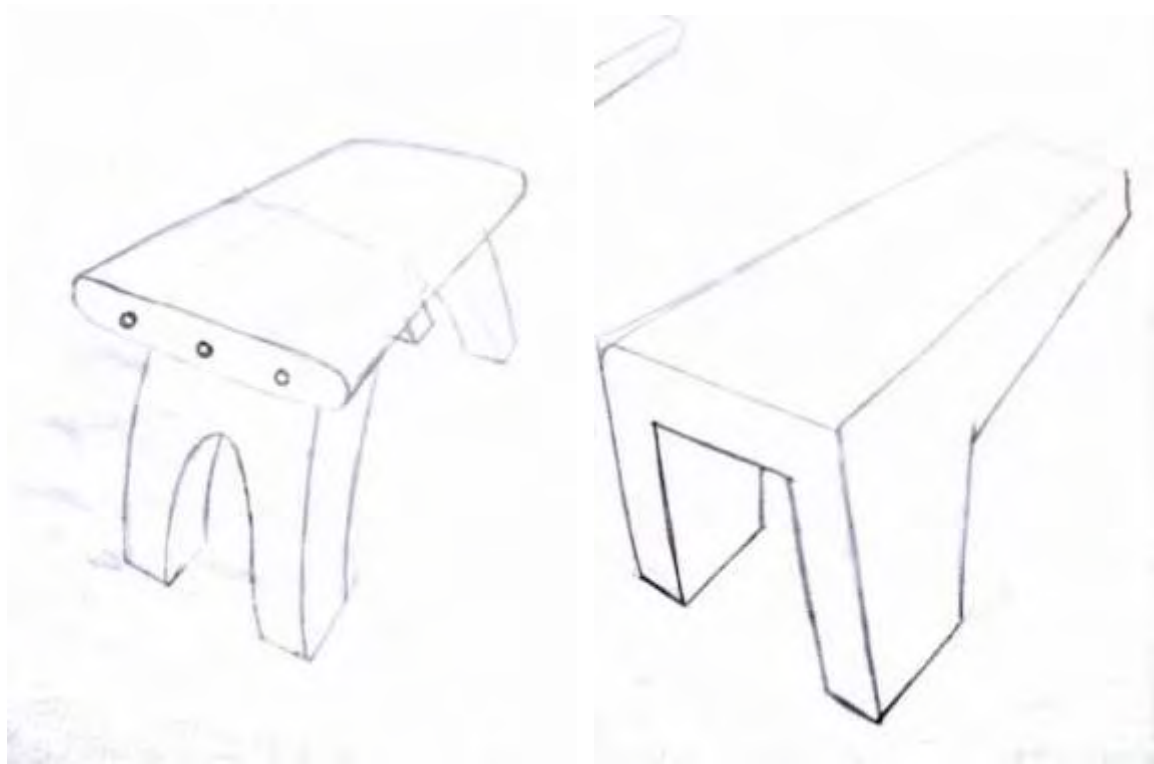
Mobiliario de exteriores Banca:

- Producto experimental funcional
- Producto de diseño abierto posible de replicarse
- Utilizar el Tierra pisada idóneo según análisis de resistencias
- Preste su función de artículo de descanso
- Seguridad de usabilidad
- Artículo modular (dos piezas complementarias)
- Producto de bajo costo productivo

Planteamiento y generación de producto

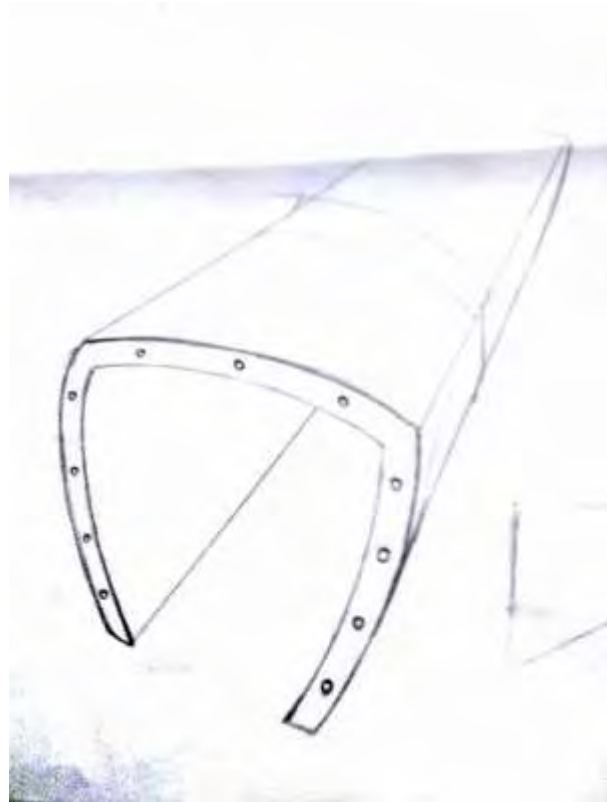
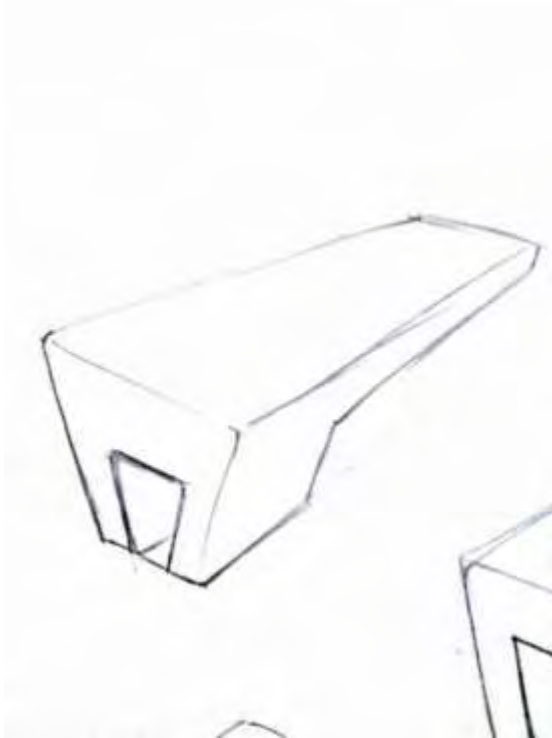
Bocetos

Figura 80: Bocetos



Bocetos

Figura 81: Bocetos



Modelado en 3D

Figura 82: Modelado y Renders de propuestas



Figura 83: Modelado y Renders de propuestas



b. Piezas en 3D para experimentación con mopamopa

Este proyecto está planteado con el fin de mejorar las piezas que se intervienen artesanalmente con la técnica mopamopa o barniz de pasto; teniendo en cuenta que la impresión 3D ofrece formalmente piezas de mayor elaboración y paramétricamente más precisas que las piezas utilizadas comúnmente de madera (Talla a mano, torno, algunos diseños no se pueden realizar)

En este proyecto se inició la primera aplicación de la metodología planteada en la pasantía cumpliendo la primera fase de ella.

Aproximación Teórico-Práctica

En esta fase se trabajó con un artesano reconocido de la ciudad de pasto el maestro Obando quien realizó pruebas de la técnica sobre piezas impresas en 3D en material PLA, junto a las experimentaciones se realizó una entrevista con el fin de conocer acerca del proceso cumpliendo con el acercamiento teórico.

Figura 84: Impresión de piezas para aplicación mopamopa



Figura 85: Impresión de piezas para aplicación mopamopa



5. Conclusiones Finales

- El grupo de investigación CiMA posee el ambiente adecuado para el desarrollo de procesos de Diseño de producto.
- Es necesario el desarrollo de actividades creativas con enfoque experimental con el fin de lograr innovación.
- Las posibilidades de intervención y replanteamiento de los procesos productivos y materiales no tiene límite, siempre que se realice un proceso completo de investigación y estudio.
- El grupo de investigación tiene la facilidad de realizar procesos pedagógicos con el fin de obtener conocimiento y aprendizaje.
- Es de gran importancia enfocar el aprendizaje mediante la experiencia, es decir la experimentación.
- El CiMA como grupo de investigación puede trabajar en conjunto con los laboratorios o grupos de la universidad para afianzar sus actividades
- El grupo interdisciplinario del CiMA cuenta con una organización que permite el cumplimiento adecuado de las metas que en él se planteen.
- La carrera de diseño industrial puede fácilmente ejercerse en este grupo apoyando desde una perspectiva muy diferente.
- Toda actividad planteada fue apoyada por los directores del grupo permitiendo el mejor desarrollo en cada fase.
- El trabajo y actividades existentes en el grupo CiMA son muy diversas y el tiempo de pasantía es corto para apoyar en todas.
- El proyecto se desarrolló plenamente gracias al apoyo y los recursos ofrecidos por el grupo de investigación.
- Toda actividad genero conocimiento y aprendizaje en las diferentes áreas trabajadas.

- La pasantía apporto en el desarrollo personal profesional como Diseñador Industrial
- El planteamiento de una metodología de trabajo se empezó a aplicar en procesos de investigación.

6. Bibliografía y fuentes electrónicas

Ávila Chaurand, Rosario*, Lilia Roselia Prado León y Elvia Luz Gonzales Muñoz "DIMENSIONES ANTROPOMETICAS DE LA POBLACION LATINOAMERICANA" Segunda Edición 2007

Centro de investigación de materiales y fabricación CiMA. Página web institucional, <http://cima.udenar.edu.co/quienes-somos/> 2006 a 2015.

Córdoba, Carlos*, Jenny Mera, Diego Martínez, Jesús Rodríguez. Rev. Iberoam. Polím., 11(7), 417-427 (2010)

IkasLab by Tumaker. ¿Tienes problemas de impresión? <http://wiki.ikaslab.org/index.php/%C2%BFtienes problemas de impresi%C3%B3n%3F#Levantamiento de la base .28Warping.29> 10 de abril 2015.

Kolb, David*, Rubin y McIntyre. Síntesis del capítulo Aprendizaje y solución de problemas. Acerca de la administración de empresas y el proceso de aprendizaje (preparado especialmente para el libro Psicología de las Organizaciones: problemas contemporáneos de Kolb, Rubin y McIntyre. Prentice-Hall Hispanoamerica S.A. (1974)

Munari, Bruno. ¿Cómo Nacen los Objetos? Editorial, Gustavo Gil. España. 1973.

Reinhold Steinbeck Stanford (USA) / São Paulo (Brasil). El «design thinking» como estrategia de creatividad en la distancia. 2011, Revista Científica de Educomunicación

7. Anexos

Anexo 1: Evaluación de Usuario

Evaluación de Usuario (Producto a evaluar)		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Estética Clásica	EC1 Los componentes visuales son ordenados					
	EC2 Los componentes visuales son claros					
	EC3 Los componentes visuales son agradables					
Estética Expresiva	EE4 Los componentes visuales son novedoso					
	EE5 Los componentes visuales son originales					
	EE6 Los componentes visuales son sofisticados					
Belleza	B7 El producto es Bello					
Usabilidad	US8 Creo que el producto ha sido fácil de usar					
	US9 El producto ha permitido una interacción flexible					
	US10 La interacción ha sido una experiencia sin incomodidades					
Percepción utilidad	PU11 La interacción me ha permitido ser más eficiente					
	PU12 Creo que es beneficioso para mi trabajo					
	PU13 Creo que es útil para mi trabajo					
Satisfacción	S14 La interacción ha sido satisfactoria					
	S15 La interacción ha sido una experiencia positiva					
Disfrute	D16 He disfrutado usando el producto					
	D17 La interacción ha sido divertida					
	D18 La experiencia ha sido placentera					