

DISEÑO DE UN MODELO FUNCIONAL DE COLMENA DIDÁCTICA PARA
FOMENTAR LA CULTURA AMBIENTAL Y DEL CUIDADO DE LAS ABEJAS
MELIPONAS

LISETH TATIANA MEDINA LÓPEZ

ANA LORENA MONTAÑEZ GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD SECCIONAL DUITAMA

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

2022

DISEÑO DE UN MODELO FUNCIONAL DE COLMENA COMO MATERIAL
DIDÁCTICO PARA FOMENTAR LA CULTURA AMBIENTAL Y DEL CUIDADO DE
LAS ABEJAS MELIPONAS

LISETH TATIANA MEDINA LÓPEZ

ANA LORENA MONTAÑEZ GONZÁLEZ

Director

Mg. ANDRES FERNEY LARGO LEÓN

Codirector

PhD. EDWIN YESID GÓMEZ PACHÓN

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

SECCIONAL DUITAMA

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

2022

Nota de aceptación

_____ **Firma Director**

_____ **Firma Jurado**

_____ **Firma Jurado**

Duitama, junio de 2022.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darnos la sabiduría y fuerza para culminar esta etapa académica.

Nuestra familia

Por su apoyo incondicional y ánimo durante este proceso.

A nuestros directores del proyecto, Mg. Andrés Ferney Largo y Codirector PhD. Edwin Yesid Gómez.

Por su guía, comprensión, paciencia, y entrega a lo largo del proceso de investigación.

A todos los docentes que en el transcurso de la formación académica compartieron sus conocimientos y nos guiaron durante este proceso.

A la compañía ANYI Santuario de abeja- Campo Colombia.

Por ofrecernos su apoyo e información para lograr los objetivos trazados en este proyecto.

Por último y no menos importante a nuestros amigos que con su experiencia hicieron posible que este proyecto se realizará.

RESUMEN

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo realizar un diseño de modelo funcional de colmena didáctica para fomentar la cultura ambiental y el cuidado de las abejas meliponas, validando la función, propiedades del material, requerimientos de diseño, adaptabilidad con el entorno en el meliponario ANYI Santuario de las abejas con el fin de promover el interés, participación y una mayor relación de los niños y las niñas con estas especies.

Este proyecto nace a partir de identificar la importancia de relacionar a la infancia con las especies que les rodea, ya que según investigaciones preliminares es importante desde esta etapa sensibilizar y motivar acciones constructivas y actitudes positivas frente a la vida de los seres vivos.

La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo se basó en un proceso de investigación y desarrollo enfocado en las tres primeras fases que plantea el autor Gimeno José del libro Gestión del Diseño en la Empresa. Las fases son: investigación preliminar, fase de diseño y fase de desarrollo. Algunas de las actividades desarrolladas bajo esta metodología fueron: revisión bibliográfica, estado del arte, banco de pruebas para validar los requerimientos de diseño a partir de las características técnicas generadas desde la herramienta Quality Functional Deployment, diseño de detalle y validación.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I - MARCO REFERENCIAL	8
1.1 Planteamiento del problema	8
1.1.1 Problema	8
1.1.2 Formulación del problema	11
1.1.2.1 Subproblemas	11
1.1.3 Tipo de Problema	13
1.2 Justificación	13
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 Resultados esperados	16
CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	17
2.1. Colmenas para abejas nativas	17
2.1.1 Descripción.....	17
2.1.2 Estructura de la colmena.....	18
2.1.3. Habitantes de la colmena.....	20
2.1.4 Clases de colmenas	21
2.1.5 Ventajas de las cajas racionales (cuadrada):	22
2.1.6 Partes de la colmena.....	22
2.1.7 Dimensiones de la colmena	24
2.1.8 Materiales de colmenas actuales	25
2.2 Cultura ambiental	25
2.2.1 Valores ambientales:	26
2.2.2 Educación ambiental.....	27
2.2.3 Medio ambiente y su biodiversidad	28
2.3 Material didáctico	29
2.3.1 Funciones de los materiales didácticos	29
2.3.2 Clasificación de los materiales didácticos	29
2.3.3. Importancia de un material didáctico que propicie el aprendizaje de valores ambientales.	30
2.4 Aprendizaje	30
2.4.1 Tipos de aprendizaje	31

2.4.2 Herramienta de aprendizaje.....	31
2.4.3 Estrategias de aprendizaje.....	33
2.5 Material Didáctico.....	34
2.6 Educación ambiental.....	34
2.7 Cultura ambiental	35
2.8 Crisis Ecológica	35
2.9 Conciencia ambiental.....	35
2.10 Sensibilización	36
2.11 Conservación ambiental	36
2.12 Meliponicultura	36
2.13 Colmena	39
2.13.1 División de las colmenas	39
2.14 Reglamento para proyectos pedagógicos	40
2.15 La normativa técnica para la apicultura.....	40
2.16 Estado del arte	41
2.16.1 Cajas especializadas para Meliponas	41
2.16.2 Tipos de colmenas para abejas meliponas	46
CAPÍTULO III- METODOLOGÍA	47
3.1 Método	47
• Investigación preliminar	47
• Fase de diseño	47
• Fase de desarrollo.....	48
3.2 Población:	48
3.3 Diagrama de metodología	48
3.4 Fases.....	49
3.4.1 Investigación preliminar.....	49
3.4.1.1 Revisión Bibliográfica	49
3.4.1.2. Acercamiento al usuario y proceso.....	50
3.4.2 Fase de diseño	53
3.4.2.1 Requerimientos de diseño	53
3.4.2.2 Selección de componentes	54
3.4.3 Fase de desarrollo.....	54
3.4.3.1 Propuesta de diseño	54
3.4.3.2 Modelado por software CAD.....	55
3.4.3.3 Desarrollo de los planos de producción	56

3.4.3.4 Construcción de modelo funcional	56
3.4.3.5 Análisis de los parámetros de impresión 3D	57
3.4.3.6. Validación de modelo de colmena	58
CAPÍTULO IV - RESULTADOS Y ANÁLISIS	59
4.1 Investigación preliminar	59
4.1.1 Revisión Bibliográfica	59
4.1.1.1 Estrategias y herramientas de aprendizaje para fomentar la cultura ambiental y del cuidado de las abejas meliponas:	59
4.1.1.2 Tipo de material didáctico:	60
4.1.1.3 Tipo de aprendizaje:	60
4.1.1.4 Vigilancia Tecnológica.....	61
4.1.1.5. RAE.....	62
4.1.1.6 Acercamiento al usuario y proceso	63
4.2 Fase de Diseño.....	68
4.2.1 Definición de requerimientos de diseño.....	68
4.2.1.1 Funcionales.....	68
4.2.1.2 Uso.....	69
4.2.1.3 Estructurales	69
4.2.1.4 Técnico productivos.....	70
4.2.1.5 Ergonómicos.....	70
4.2.1.6 Formales	70
4.2.2 Selección de componentes:.....	71
4.3 Fase de Desarrollo	71
4.3.1 Diseño conceptual.....	71
4.3.2 Lluvia de ideas	72
4.3.2.1 Primer esquema funcional.	72
4.3.3 Validación de esquema funcional y formal	73
4.3.4 Realización de pruebas y primera comprobación funcional	73
4.3.4.1 Banco de pruebas.....	73
4.3.5 Desarrollo de diseño estético y funcional	74
4.3.5.1 Alternativas de diseño	74
4.3.5.1.1 Evaluación de alternativas de diseño	75
4.3.6 Realización de pruebas del material.....	76
4.3.6.1 Realización de prueba de humedad y resistencia del material	76
4.3.7 Selección de la alternativa de diseño.....	78

4.3.8 Modelado por software CAD	79
4.3.9 Construcción de modelo funcional.....	80
4.3.9.1 Parámetros de impresión 3D	80
4.3.9.2 Parámetros generales	81
4.3.10 Acabados	81
4.3.11 Realización de pruebas y segunda comprobación funcional	81
4.3.12 Comparación de la propuesta con la colmena racional	84
4.3.13 Instalación de colmena.....	87
4.3.14 Descripción de componentes.....	88
4.3.14.1 Modelo funcional de colmena productiva con valor ornamental ubicada en meliponarios.....	89
4.3.14.1.1 Componentes de acuerdo a los requerimientos de diseño	90
4.3.14.2 Modelo de colmena didáctica.....	101
4.3.14.2.1 Componentes de acuerdo a los requerimientos de diseño	102
4.3.15 Construcción de modelo funcional de colmena productiva con valor ornamental y como material didáctico por proceso.....	109
4.3.15.1 Impresión 3D.....	109
4.3.15.2 Corte laser	110
4.3.15.2 Acabados.....	110
4.3.16 Resultados finales del modelo funcional de colmena.....	110
4.3.17 Cronograma de desarrollo.....	117
4.3.18 Estimación de costos.....	118
CAPÍTULO V – PRODUCTIVIDAD CIENTIFICA Y ACTIVIDADES DE APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO Y DIVULGACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA	119
CAPÍTULO VI – CONCLUSIONES	121
CAPITULO VII - RECOMENDACIONES	123
BIBLIOGRAFÍA.....	124
LISTADO DE FIGURAS	131
LISTADO DE TABLAS	133
LISTADO DE ANEXOS.....	135

INTRODUCCIÓN

El progresivo deterioro ambiental y social que se evidencia en la actualidad se ha atribuido a ciertas creencias o formas de ver el mundo que establecen, en gran parte, los valores y las actitudes con respecto al medio ambiente y a los demás seres humanos que generarán determinados comportamientos o conductas ecológicas. Todo esto en conjunto determina la cultura ambiental que identifica a los pueblos. Por tal razón, es importante formar desde edades tempranas una adecuada cultura ambiental, como una alternativa para preservar el medio ambiente y garantizar la supervivencia de las especies. En vista de que el tema de la cultura ambiental es tan amplio y, además, objeto de intervenciones desde diferentes disciplinas, es preciso delimitar, a partir de dos variables: los valores y las actitudes.

Durante la historia se han buscado estrategias para fomentar la cultura ambiental desde las dimensiones de valores y las actitudes con respecto al medio ambiente desde la infancia, iniciando por las instituciones escolares y en el hogar.

Aunque tener una cultura ambiental no garantiza un cambio en el comportamiento humano en beneficio del ambiente, varios estudios han mostrado que existe una relación positiva entre el nivel de cultura ambiental de una persona y la probabilidad de que realice acciones ambientalmente responsables (Sosa, Isaac, Eastmond, Ayala & Arteaga, 2010, p.34). Por esta razón se considera que elevar el nivel de cultura ambiental de la población es una prioridad, y es únicamente a través de la educación como el individuo interioriza la cultura, es capaz de construir y producir conocimientos, reorientar sus valores, modificar sus acciones y contribuye como sujeto individual a la transformación de la realidad del medio ambiente (Ferrer, Menéndez y Gutiérrez, 2004, p. 64).

El sistema educativo actual en Colombia cuenta con una estrategia llamada PRAE (Proyectos Ambientales Escolares) que según el Ministerio de Educación son proyectos pedagógicos que buscan incentivar, motivar y sensibilizar acerca de los problemas ambientales a nivel local, regional, nacional e internacional, con el fin de generar espacios donde puedan participar niños, niñas y jóvenes.

Los PRAE tienen la educación ambiental como eje transversal, lo cual se podría ver como una fortaleza, ya que se busca vincular a las escuelas con la comunidad. Sin embargo, en la investigación de Henao y Sánchez (2019, p, 213) , titulada “La educación ambiental en Colombia, utopía o realidad” comenta que en su estudio se muestra que la mayoría de las Instituciones educativas Oficiales tienen problemas con la aplicación del PRAE ya que existe una desconexión porque las actividades creadas para abordar este tema están aisladas del currículum. Esto tiene como consecuencia la ausencia de contenidos necesarios para un mayor entendimiento y propuestas de soluciones de los problemas ambientales.

De acuerdo con lo anterior, para lograr que los niños y niñas se involucren en el tema ambiental, se tiene la oportunidad de trabajar en conjunto con dos entidades. Primero con la compañía ANYI Santuario de las abejas (Campo Colombia), ya que ellos han venido fortaleciendo la educación ambiental, pero con el tiempo han venido evidenciando que las abejas meliponas están siendo afectadas por el desconocimiento, desconexión por parte de la comunidad, la falta de apoyos a los meliponicultores, la adaptación del lugar donde se establecen los meliponarios, el cambio climático, la deforestación, el uso de pesticidas, y el desconocimiento sobre su existencia y el valor de su miel. De esta manera se observa la oportunidad de involucrar estas especies nativas en el proyecto, ya que son insectos himenópteros que pueden contribuir a una mayor sensibilidad y relaciones más empáticas desde la infancia, al tiempo toma de conciencia de la preservación de ellas a partir de experiencias observacionales, manipulativas y sensoriales, buscando el desarrollo global y el contacto con el medio ambiente.

De acuerdo a lo anterior surge la oportunidad de intervenir desde el Diseño Industrial mediante dos tipos de colmenas denominada Bionativa. Una colmena productiva con un valor ornamental que permite el trasiego de las abejas y ser colgada en meliponarios y otra colmena que aporta a la primera infancia experiencias pedagógicas abordando valores y actitudes ambientales orientado al cuidado de las abejas nativas.

CAPÍTULO I - MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se presenta el planteamiento del proyecto, la motivación para desarrollarlo, el problema que se desea resolver, los objetivos y los resultados esperados.

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Problema

La observación de las relaciones existentes entre la infancia y el ambiente que les rodea, deja ver en algunos individuos actitudes de indiferencia y desinterés, lo cual se percibe a partir de acciones destructivas y actitudes negativas frente a la vida de los seres vivos. Estas conductas se pueden derivar, posiblemente, de la cultura ambiental; frente a esta situación la educación ambiental es la llamada a iniciar este tipo de formación desde edades tempranas, ya que es en estas donde los niños comienzan la adquisición de valores y actitudes frente al cuidado del ambiente, así como la generación de responsabilidad, de una forma natural (Rivera Elcida, 2018). La educación ambiental que se ha de llevar a cabo en una institución educativa implica una actividad formadora, en primera instancia para el alumno, pero requiere del soporte de los demás actores, tales como los docentes, los padres de familia, las directivas del plantel y la comunidad escolar en su conjunto (Cruz Romero, 2014).

Otro aporte dado fue por la fundación Iberdrola, menciona que durante la niñez no se ha dado importancia en despertar el interés por el cuidado de la protección del medio ambiente. Así, los valores le dan sentido a la educación, siendo necesario que desde el aula se construyan estrategias que les permitan a los estudiantes construir sus propias posturas valorativas hacia el medio ambiente y decidan de forma crítica su relación con el mismo. En ese sentido, (Barraza,2000), menciona que la institución educativa debe desempeñar un papel determinante en la formación de valores, actitudes y conocimientos ambientales en los niños. Por lo tanto, “para promover una participación ciudadana y una responsabilidad ambiental en los niños, la escuela necesita buscar un cambio” (Barraza, 2000), cambio que puede partir de un material didáctico.

En relación con esto, el ciclo de educación carece de materiales didácticos que ayuden a la enseñanza del cuidado ambiental, por eso es necesario trabajar el aprendizaje desde la observación, manipulación y experimentación científicas (Vega, 2004), siendo recomendable plantear experiencias en el medio natural desde la primera infancia (Prieto Maria & Torralba Antonio, 2021).

Para fomentar lo anteriormente mencionado, este proyecto llamado Bio-Nativa quiere involucrar la meliponicultura y las abejas meliponas, ya que es una actividad que viene creciendo y tecnificándose en Latinoamérica y otras regiones del mundo. Para dar cumplimiento a esto, se trabajó de la mano con la compañía ANYI Santuario de abejas (Campo Colombia), que se ubica en la región Andina el departamento de Cundinamarca en la Vereda Tolú Bajo, la Esperanza, la cual cuenta con una altitud entre los 1200 y 1375 msnm con temperatura entre de 23 °C a 36 °C y rara vez baja a menos de 22 °C o sube a más de 39 °C. Actualmente la compañía vela por la protección y biodiversidad de las abejas nativas sin aguijón (ANSA) o meliponas, la misión es enfatizar el cuidado y mantener la conservación de las abejas nativas por medio de conferencias y cursos con enfoque hacia la educación ambiental, especialmente dirigido a diferentes instituciones educativas.

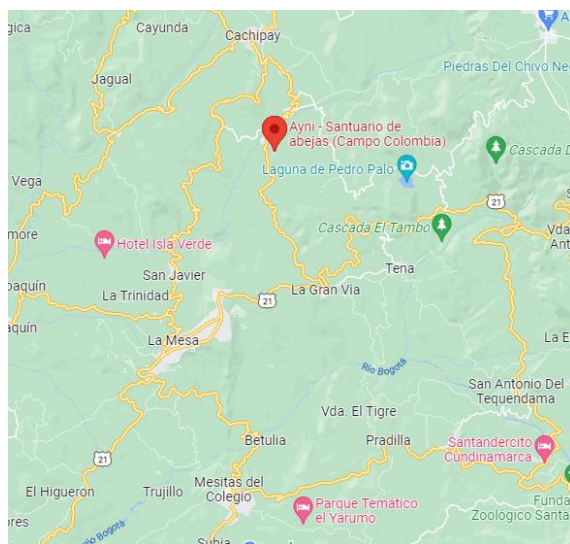


Figura 1: Ubicación geográfica - ANYI Santuario de abejas (Campo Colombia)

Inicialmente se realizó un análisis de las colmenas que ANYI Santuario de abejas utilizan como material didáctico para fomentar la cultura ambiental.

Este material de diseño rectangular se compone por 4 módulos (nido, sobrenido, melaria y tapa) fabricada a partir de madera natural como pino ciprés. Estas colmenas cumplen dos funciones, productiva y educativa.



Figura 2: Colmena actual compañía Campo Colombia

Según el análisis realizado a estas colmenas, el Instituto Nacional de Investigación Amazónica (INPA) por sus siglas en Portugués, estandarizo estas cajas cuadráticas verticales o racionales para hacer más eficiente la crianza de abejas meliponas, pero la experiencia regional ha demostrado que el modelo cuadrático para la crianza de meliponas mayores no es el más adecuado, por el alto porcentaje de humedad al interior de la colmena (Loteró, 2016), generando zonas calientes y frías al interior debido a la ineficiente distribución térmica causada por las aristas de la geometría de la colmena, ya que un confort térmico constante es indispensable en la meliponicultura para generar mayor producción de miel, polen y cera ya que las abejas dedican la mayor parte de su tiempo a la producción de estos derivados y no a la regulación térmica de la colmena.

Otro de los factores analizado es el material de fabricación con el que se producen las colmenas llamado pino ciprés, proveniente de la explotación de bosques secos, húmedos y templados provocando amenazas para el cuidado de los ecosistemas. Sin embargo, la madera de pino ciprés es un material biodegradable, por tanto, no es resistente a la intemperie, y no garantiza una vida útil prolongada cuando la madera no tiene ningún tratamiento de inmunización. Además, este material es susceptible al ataque de hongos e insectos que ponen en riesgo la salud y el bienestar de las abejas meliponas. El cambio periódico de estas

colmenas genera aumento de los costos de producción y por consiguiente un menor margen de utilidad por el desarrollo de la meliponicultura.

Actualmente los módulos que componen las colmenas racionales se apilan unos sobre otros sin contar con un mecanismo de ensamble que garantice la estabilidad de la colmena durante su manipulación poniendo en riesgo el bienestar de las abejas. También, las colmenas no cuentan con un sistema de alimentación o dosificación de medicamentos para las abejas. Sin embargo, se han desarrollado algunos elementos de alimentación externos a la colmena como bebederos los cuales ocasionan ahogamiento de las abejas o también se han implementado elementos textiles impregnados con solución alimenticia pero no garantizan la inocuidad del alimento.

Por otra parte, el diseño de las colmenas racionales no contempla un acceso visual hacia el interior de esta, lo que dificulta conocer el comportamiento de la colmena, el bienestar de las abejas y realizar mantenimientos periódicos. Finalmente, no se cuentan con un sistema colgante, por tanto, se ubican sobre una superficie de madera, la cual puede llegar a facilitar el ingreso de diferentes depredadores como: hormigas (Formicidae), zarigüeyas (Didelphis marsupialis), sapos (familia Bufonidae).

1.1.2 Formulación del problema

¿Qué características debe tener el modelo funcional de colmena didáctica para fomentar la cultura ambiental y del cuidado de las abejas meliponas?

1.1.2.1 Subproblemas

Subproblemas respecto a la cultura ambiental (Valores y actitudes)

- Poca sensibilización e interacción desde la infancia con las abejas meliponas.
- Limitado acceso a materiales didácticos para el aprendizaje práctico.
- Desinterés por fomentar el cuidado de las abejas meliponas desde la infancia.
- Actitudes negativas ante el cuidado de las abejas meliponas.

Subproblemas respecto a la adaptación del lugar de las abejas meliponas:

- Confort térmico: Las colmenas actuales permiten el paso de humedad, la proliferación de hongos y buena transferencia de temperatura entre su interior y el ambiente

externo, afectando el bienestar y supervivencia de las abejas tanto en zonas subtropicales como frías, y así mismo, disminuyendo la producción de miel, polen, propóleo y cera.

- Forma de la colmena: Debido a su diseño rectangular genera zonas calientes y frías al interior de la colmena debido a la ineficiente distribución térmica causada por las aristas de la geometría afectando el funcionamiento interno de la colmena.
- Dispositivo de Alimentación: El alimentador que se utiliza actualmente consta de una botella PET invertida con tapa de rosca y capacidad de 600 ml, pero algunos meliponicultores utilizan pequeños alimentadores internos de 2 cm de profundidad con palitos ocasionando contaminación de la miel y en algunos casos que las abejas se ahoguen.
- Material de fabricación: La colmena actual es fabricada a partir de madera natural como pino ciprés, materia prima proveniente de la explotación de bosques secos, húmedos y templados provocando deforestación y amenazas para la conservación de ecosistemas. La madera pino ciprés es un material biodegradable, por tanto, es menos resistente a la intemperie y poco útil para el desarrollo de elementos expuestos a la intemperie.
- Ensamble: Los módulos entre si no se ensamblan, lo que es un inconveniente para la termorregulación de la colmena, además permite el ingreso de hormigas por los espacios entre módulo y módulo, lo que conlleva el uso de cinta enmascarar para mantener las colmenas sanas, limpias y fuertes. También al no contar con un ensamble seguro entre los niveles las colmenas, estas se deben ubicar sobre una superficie de madera pino y a una altura que varía entre 0.8 a 1.5 m ocasionando que los depredadores recorran por esta superficie invadiendo la colmena al sentirse atraídos por el olor de la miel y el polen.
- Acceso visual: Las colmenas actuales no cuentan con un acceso visual al interior de esta, lo que dificulta conocer su comportamiento y bienestar de las abejas.

1.1.3 Tipo de Problema

La investigación que se plantea en este estudio es de corte cualitativo. Como lo menciona (Rodríguez, Gil, & García, 1996) La investigación cualitativa estudia los fenómenos o hechos que se encuentran en el contexto natural, mediante la utilización de información proveniente de entrevistas, experiencias personales, datos históricos, observaciones, entre otros (p. 32), esta investigación busca determinar unos atributos y validar el modelo funcional de colmena como material didáctico.

1.2 Justificación

Existe un interés general por desarrollar estrategias que contribuyan a conservar el medio ambiente, sin embargo, se evidencian patrones de desconexión creciente entre la sociedad y la naturaleza (Kesebir & Kesebir, 2017), que dificultan la construcción de conocimientos sólidos sobre el medioambiente cercano (Almeida, García Fernández & Strech, 2020). Para mitigar esta problemática, resulta necesario reconectar a la sociedad con la naturaleza (Pyle, 2003) favoreciendo las experiencias con la biodiversidad y el medioambiente desde la infancia (Freire & Louv, 2016), familiarizando al alumnado y a la sociedad en general con el gusto por la naturaleza y con las que puedan construir conocimientos que potencien una ciudadanía futura comprometida con la sostenibilidad (Lumber, Richardson & Sheffield, 2017).

La enseñanza desde la infancia es una etapa clave en el desarrollo de la conducta, la conciencia social y la solidaridad, se busca que los menores desarrollen un pensamiento ecológico firme y potente, y lo utilicen para enfrentarse a los actuales retos medioambientales desde la participación y el compromiso. La educación ambiental tiene, asimismo, otros efectos positivos para los más jóvenes, según Iberdrola líder mundial en energías renovables, la Universidad de Stanford analizó en 2017 cómo beneficia el aspecto ambiental desde la etapa infantil al bachillerato. Según los datos científicos publicados por otras instituciones sobre este tema, se concluyó que el 83 % de los escolares se motivaron por un comportamiento ecológico y que el 98 % se amplió su conocimiento en otras materias como matemáticas y ciencias (Universidad de Stanford). Se considera que los niños de hoy serán los gobernantes

y líderes mundiales del mañana, y tendrán que hacer frente a grandes desafíos como el calentamiento global y tomar decisiones cruciales para la humanidad.

Según la Unesco, los cuatro objetivos de la cultura ambiental para niños son:

- Sensibilizarlos ante los problemas medioambientales.
- Preocupación o interés al medio ambiente.
- Actitudes responsables sobre el medio ambiente.
- Desarrollar desde la infancia la capacidad para aprender acerca del medio que les rodea.

Según lo anterior, se torna importante que, dentro del propósito fundamental del cuidado del medio ambiente, se tenga la oportunidad de trabajar con las especies nativas ya que actualmente la pérdida de las abejas es un problema global y puede afectar negativamente a la producción de alimentos, ya que muchos cultivos dependen al menos en parte de éstas, para lograr frutos o semillas en cantidad y de buena calidad (Klein, 2007). Los cultivos dependientes de polinizadores son importantes para una dieta humana equilibrada y representan la principal fuente de muchos micronutrientes, como las vitaminas A y C, el calcio, el flúor y el ácido fólico y las pérdidas de polinizadores podrían aumentar la tasa mundial de enfermedades prevenibles (Smith, 2015).

Según la FAO “Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura” las abejas y la apicultura desempeñan un papel importante en el medio ambiente y la producción agrícola. Es por esto que desde la infancia se debe estimular la protección y recalcar la importancia de las abejas meliponas para la preservación de la vida. De acuerdo con lo anterior se requiere desarrollar una conciencia ambiental, e inclusive generar un interés por conocer nuevas áreas de aprendizaje.

En vista de que plantea desarrollar esta estrategia con abejas meliponas, este proyecto se desarrolló en alianza con la compañía ANYI Santuario de las abejas (Campo Colombia) ubicado en el Municipio de La Mesa - Cundinamarca, donde se trabaja la meliponicultura como una de las líneas productivas prometedoras en este sector, pues se está haciendo evidente la importancia de las abejas para la conservación de la biodiversidad en nuestro

planeta. En el lugar cuentan con variedad de abejas meliponas, pero entre ellas se destaca la abeja angelita (*Tetragonisca Angustula*), que es la más común de todas las especies y como se expresa en el planteamiento del problema la adaptación del lugar posee diferentes factores que han llevado al borde de la extinción a esta especie nativa en algunas zonas del país.

Otro de los factores que están afectando a la tribu melipona es que son insectos exotérmicos o de sangre fría que no pueden producir su propio calor, así que una semana de bajas temperaturas y humedad constantes en el Santuario puede reducir considerablemente el tamaño de la población por la incapacidad de movilizarse para buscar alimento. Las elevadas temperaturas y la sequedad tampoco son condiciones ideales para su supervivencia. (Guiomar, 2019). Según los Objetivos de Desarrollo Sostenible impulsados por Naciones Unidas a los que apunta contribuir esta investigación son dos:

- Objetivo 13: Acción por el clima, aquí el proyecto encuentra oportunidad en llevar a cabo un cambio profundo que funcione tanto para la infancia como para el planeta, incluyendo la educación, la sensibilización, la capacidad humana institucional y la alerta al cuidado desde temprana edad.
- Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres; busca promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, reducir la deforestación y recuperar los bosques degradados.

Según la clasificación de los materiales didácticos, este proyecto se basó en el desarrollo de un material didáctico experimental ya que permite que los niños comprueben mediante la práctica y la experimentación directa los saberes impartidos en clase.

El diseño de colmena funcional didáctica es importante ya que a partir de esta facilita la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas en los niños y niñas como también una mejor capacidad de imaginación, comunicación, trabajo en equipo, acercamiento al tema de interés, además de acercar las abejas y la meliponicultura a la infancia, logrando así una interacción y sensibilización por el cuidado de su entorno buscando la conservación de los ecosistemas y de esa manera fortaleciendo la cadena productiva del sector apícola.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un modelo funcional de colmena didáctica para fomentar la cultura ambiental y del cuidado de las abejas meliponas.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar las estrategias y herramientas de aprendizaje para fomentar la cultura ambiental y del cuidado de las abejas meliponas.
2. Explorar las posibles interacciones entre las abejas meliponas y el ser humano.
3. Determinar las características formales, de uso, técnicas, funcionales, ergonómicas y ambientales que debe contemplar una colmena para abejas meliponas.
4. Validar el modelo funcional de colmena como material didáctico.

1.4 Resultados esperados

1. Desarrollar un producto que promueva la participación e interés por aprender los valores ambientales desde la infancia a partir de la interacción.
2. Incidir en el cambio de percepción y actitud que actualmente tienen los niños al relacionarse con las abejas meliponas por medio del modelo funcional de una colmena didáctica.
3. Determinar los requerimientos de diseño de la colmena, teniendo en cuenta el confort térmico, la forma de la colmena, el dispositivo de alimentación, material de fabricación, ensamble y acceso visual.
4. Materializar el modelo de colmena teniendo en cuenta el diseño de detalles, los materiales y procesos de manufactura.
5. Validar los resultados con expertos y en campo de aplicación.

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

En este capítulo se exponen conceptos y teorías que harán posible diseñar un modelo funcional de colmena interactiva para fomentar la cultura ambiental y del cuidado de las abejas melíponas.

Marco teórico

2.1. Colmenas para abejas nativas

2.1.1 Descripción

La colmena funciona de manera muy organizada, aquí cada abeja que la conforma cumple su papel. Las abejas obreras viajan por los campos recolectando la miel de las flores y a su paso polinizan los cultivos, las abejas reinas se encargan de la supervivencia de la especie colocando las crías, y los zánganos fecundan a las reinas. En una colmena promedio suelen vivir de 30.000 a 60.000 abejas, teniendo en cuenta que una reina promedio puede poner unos 3.000 huevos por día, con estos datos se puede calcular que una colmena saludable produce un promedio de 20 a 30 kg anuales de miel. (Besora, 2016)

La colmena o nido contienen las crías y adultos protegiéndolos de los enemigos naturales y del clima, también sirve para almacenar el alimento. El tamaño de la colmena varía de una especie a otra, que van desde cientos hasta 50 mil o más individuos.

Los nidos de las abejas sin aguijón pueden ser expuestos o no expuestos. Los nidos no expuestos pueden ser establecidos en huecos naturales de árboles o dentro de la tierra, también usan nidos abandonados de algunas especies de termitas (*Nasutitermis*) y de otros animales. Otras construyen sus nidos entre las raíces de los árboles o en las ramas grandes de los árboles. Otras especies como *Tetragonisca angustula* (Angelitas), pueden anidar en bloques de cemento, en paredes en cajas u otros utensilios vacíos (Enríquez & Dardón, 2006).

El nido de las abejas angelitas es pequeño, aproximadamente de unos 20 cm de diámetro y se alojan en cavidades de árboles, paredes de casas, agujeros en el suelo, cajones, etc.



Figura 3: Forma de un nido (Delgado&Martinez, 2021)

La entrada de la colmena se caracteriza por tener forma de un tubo de 8 mm de diámetro y su longitud es muy variable, desde los 2 cm hasta los 20 cm. El nido está formado por una región de cría y una región de almacenamiento de miel y polen. La región de cría está formada por pequeños panales ubicados de manera horizontal uno sobre otro, rodeado por un laberinto de cámaras de cera llamado involucro. En los panales se distinguen dos tipos de celdas: las celdas hexagonales en que se desarrollan las obreras y los zánganos, y las celdas donde nacen las reinas. La celda donde nacen las reinas se ubica al centro de los panales y su tamaño es aproximadamente de unos 8 mm (Rodríguez, 2006).

2.1.2 Estructura de la colmena

La estructura de los nidos de las abejas nativas sin aguijón, en general, presenta algunas diferencias de una especie a otra. Estas abejas construyen celdas para cría agrupadas horizontalmente de adentro hacia fuera, formando discos de cría denominados cámaras de cría. La estructura de la colmena está compuesta por dos zonas: la región de la cría y zona de almacenamiento.

- **Región de cría**

La cámara de cría está rodeada por el involucro, que son láminas de cera de color café amarillento en la mayoría de las especies, colocadas una sobre otra rodeando la cámara de cría, para mantenerla caliente, con humedad estable y protegida contra invasores. Entre lámina y lámina hay columnas de apoyo que permiten la circulación de las abejas.

Entre los panales (discos) de cría, también se cuenta con columnas de cera, que separan a los discos y facilitan el movimiento de las abejas al interior de la cámara de cría.

El **involucro** son láminas muy delgadas de cera que cubren los discos de cría para regular la temperatura, humedad y protegerlos de cualquier intruso.



Figura 4: Región de cría (Delgado&Martinez, 2021)

Las **celdas de cría** son pequeñas cápsulas de cerumen (mezcla de ceras con resina) donde crecen las larvas de las abejas. Primero las abejas depositan el alimento, luego la reina coloca un huevo y son selladas hasta que la larva se desarrolla y sale como abeja.



Figura 5: Celda de cría (Delgado&Martinez, 2021)

- **Zona de almacenamiento - Alza melaría**

El área de almacenamiento se encuentra ubicada fuera de la región de cría y en ella se encuentran los potes que tienen la forma de ovoides mucho más grandes que las celdas de cría. Su tamaño depende de la especie de abeja y son elaborados para que las abejas nativas almacenen miel y polen.



Figura 6: Zona de almacenamiento (Delgado&Martinez, 2021)

2.1.3. Habitantes de la colmena

Las abejas viven organizadas en sociedad, con división de trabajo dentro la colonia: dentro la colmena se diferencian tres tipos de abejas o castas: las obreras, los zánganos y la reina.

- **Las obreras**

Las obreras son de 4 mm de longitud, abdomen amarillo y tórax negro brillante, las patas posteriores poseen tibias negras con corbícula para recolectar el polen (Rodríguez, 2006). Las obreras viven, en término medio en época de gran tarea, de 30 a 40 días y se oscurecen al pasar el tiempo (Rovira, et al., 2005). El mayor porcentaje de los individuos de la colmena son las obreras quienes se encargan de las labores de construcción, alimentación de reina y larvas, defensa y acopio de recursos (Euán & Quezada, 2005).



Figura 7: Abejas obreras (Delgado&Martinez, 2021)

- **Zánganos**

Los machos o zánganos tienen como función principal la reproducción, la fecundación de las reinas vírgenes (princesas) para convertirlas en reinas en la colonia. Los zánganos realizan pequeñas labores dentro la colonia como la deshidratación del néctar, ayudan a la cría en la salida de las celdas, defienden el nido y colaboran en el moldeado de la cera.

- **La reina**

La reina es mucho más grande que las demás abejas de la colonia y se ubica en la región de la cría. Es la encargada de mantener la población de obreras y zánganos de las sucesivas generaciones y la única hembra fecundada dentro de la colonia. En las colmenas se pueden encontrar una reina y varias princesas, cuyo ciclo de vida dentro de la colmena es muy corto, siendo destinadas a morir en poco tiempo en caso de que el enjambre no pretenda dividirse o que la reina no vaya a ser substituida por una de estas princesas.



Figura 8: Abeja reina (Delgado&Martinez, 2021)

2.1.4 Clases de colmenas

Aunque existen diferentes clases de colmenas, desde el punto de vista metodológico se clasifican en dos tipos de colmenas: **las colmenas rústicas y las racionales**.

- ***Colmenas rústicas:***

En su hábitat natural, las abejas construyen colmenas en grietas de rocas, huecos de los árboles y otros espacios que encuentren oportunamente. Éstas son las colmenas rústicas. Para aprovechar sus productos no hace falta material de construcción y la producción de cera es elevada. Pero su manipulación y examinación son dificultosas.



Figura 9: Colmena rustica, tomado de: <https://infomiel.com/tecnologias-para-la-apicultura/>

- ***Colmenas racionales:***

El empleo de colmenas racionales facilita la obtención y el manejo de las abejas nativas facilitando la cosecha de la miel, la división de los nidos, el manejo sanitario y las inspecciones periódicas de las colmenas. Las colmenas racionales son empleadas por su fácil manejo y porque sirven para proteger a las abejas del ataque de los fóridos (*Pseudoyocera kerstesi*). Cuando sucede un ataque de éstos genera que las colonias se pierdan paulatinamente, hasta que sobreviene el abandono, aunque realmente la colmena ha muerto (Domínguez, 2002).

Lo importante de estas cajas es que ofrezcan a las abejas un espacio o sitio ideal, donde no sean afectadas sus condiciones zootécnicas debido a bajas temperaturas en las noches o durante el invierno y lo más importante es que sea de difícil acceso para las plagas y/o enemigos (Baquero & Stamatti, 2007).

2.1.5 Ventajas de las cajas racionales (cuadrada):

- El nido se queda en la parte inferior y en la superior están las mieleras y durante la extracción de la miel (cosecha) solo se saca esa parte, el nido no se toca.
- En la división no hace falta cortar los discos, si no directamente se separan el nido y el sobrenido. El nido se queda en la caja madre y el sobrenido se va la caja hija (nueva caja).



Figura 10: Colmena racional (Delgado&Martinez, 2021)

2.1.6 Partes de la colmena

- **Nido:** Es el cajón, sin tapa, ni piso, donde se aloja la cámara de cría. Normalmente es más grande que los otros cajones y en una de sus caras lleva un orificio de 1 centímetro de diámetro por donde entran las abejas.
- **Alza:** Es un cajón, sin tapa ni piso, pero con una malla que sirve para dar soporte a los potes de miel que van colocados allí.
- **Piso:** Es una tabla de madera gruesa (2.5 a 3 centímetros), encima de la cual se asienta el nido.
- **Tapa:** Es una tabla de madera gruesa, con dos alzas en la parte exterior para poderla manipular fácilmente. Se coloca encima de la última alza de la colmena (Parra, 2001).
- **Piquera**

Las piqueras o entradas a los nidos de abejas nativas sin aguijón muestran características diferentes dependiendo de la especie, por lo que, mediante su observación, se puede tener una

idea de qué especie vive en el nido. Los materiales más utilizados en la construcción de las piqueras son cera, resinas, barro y propóleos en diferentes proporciones.

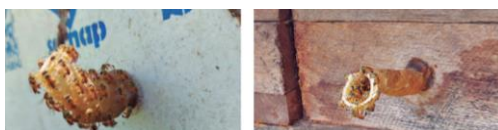







Figura 11: Tipo de piquera (Delgado&Martinez, 2021)

- **Alimentadores**

Es donde se vierte un poco de jarabe, es necesario colocar algodón o preferiblemente palitos sobre el alimento para evitar que las abejas se ahoguen.

Tabla 1. *Tipos de alimentadores.*

Tipos de alimentadores	
Vasos plásticos	Se suelen utilizar como alimentadores internos de los nidos.
Alimentador Para Botella A Rosca 	Alimentador de plástico para botellas de rosca estándar. Se coloca en la piquera y simplemente basta con enroscar la botella con el jarabe. Tiene una longitud 160mm, ancho 75 mm y altura 25mm. Diámetro rosca sobre 3cm.
Alimentador de piquera 	Está fabricado en plástico y tiene una capacidad de 1'8 Kg. de alimento. Se conocen por este nombre porque tienen un pico que se introduce en la colmena.
Alimentador para piquera: 	Alimentador fabricado en plástico adaptable a las piqueras. Colocado plano o ligeramente inclinado, Se debe incorporar un envase, el alimentador se coloca a la piquera de una colmena con una dimensión mínima de 8 mm de alto x 40 mm de largo. Se puede utilizar con o sin tapa.

<p>Alimentadores antifóridos con laberinto interno.</p> 	<p>Permite alimentar una colmena de meliponinos de manera individual en momentos estratégicos como divisiones o inviernos fuertes.</p>
<p>Alimentador Redondo</p> 	<p>Va colocado entre la tapa, y no tiene riesgo de ahogamiento ya que las abejas acceden a un compartimento donde se encuentra el alimento líquido a través de un agujero central en la base del alimentador. Medidas: diámetro 26,4 cm y altura 4,8 cm.</p>

Nota: tomado de <https://listado.mercadolibre.com.co/alimentadores-de-abejas-para-colmenas>

2.1.7 Dimensiones de la colmena

Tabla 2. *Dimensiones generales de colmena.*

Cámara de cría - Nido	Alza o extensión y alza de la miel:
<p>(20cm ancho x 22cm de largo x 20 cm de fondo) A lo ancho en el centro se hace la entrada de 1cm de diámetro; en el fondo una base de triplay con aberturas de 1cm a cada lado; el piso y la tapa 20x22x2cm.</p>	<p>(20x22x9cm) El Alza de la miel tiene un fondo de madera con aberturas de 1 cm a cada lado.</p> <p>Para las Trigonas se componen de la cámara de cría (21cm ancho x 17cm de largo x 6cm de fondo); a lo ancho en el centro se hace la entrada de 0.5cm de diámetro; el piso y la tapa 22x17x2cm; el alza o extensión y el alza de la miel (22x17x6cm); el alza de la miel tiene un fondo de madera con aberturas de 1 cm a cada lado.</p>

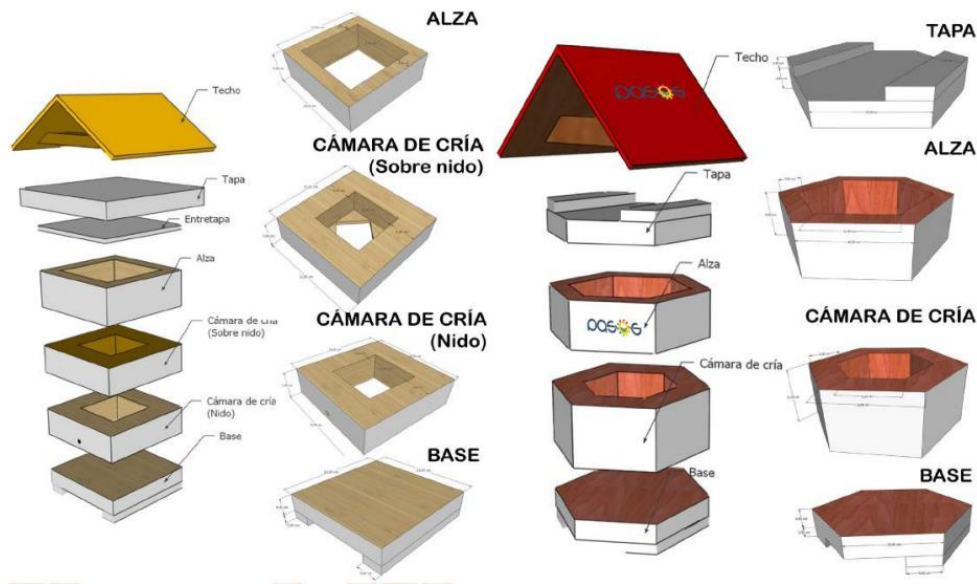


Figura 12: Tipo de piquera (Delgado&Martinez, 2021)

2.1.8 Materiales de colmenas actuales

Son muchos los factores que influyen en la elección del material para la construcción de la colmena, pero el factor económico parece ser el más significativo. De esta manera, un buen material para dicha construcción debería de cumplir: buen aislante, bajo peso, resistente a la intemperie y todo esto, a mínimo costo. El material más utilizado a lo largo de la historia es la madera, aunque existen alternativas.

Las maderas más utilizadas en la actualidad son las siguientes: Cedro, pino, tornill, laurel, contrachapada.

2.2 Cultura ambiental

La cultura ambiental establece los parámetros de relación y reproducción social con relación a la naturaleza. Para Bayón (2006), esta debe estar sustentada en la relación del hombre con su medio ambiente, y en dicha relación está implícito el conjunto de estilos, costumbres y condiciones de vida de una sociedad con una identidad propia, basada en tradiciones, valores y conocimientos. Asimismo, Roque (2003) dice que la cultura es un patrimonio y un componente del medio ambiente; por lo tanto, su conservación es un derecho soberano de cada pueblo.

Aunque tener una cultura ambiental no garantiza un cambio en el comportamiento humano en beneficio del ambiente, varios estudios han mostrado que existe una relación positiva entre el nivel de cultura ambiental de una persona y la probabilidad de que realice acciones ambientalmente responsables (Sosa, Isaac, Eastmond, Ayala & Arteaga, 2010,). Por esta razón se considera que elevar el nivel de cultura ambiental de la población es una prioridad, y es únicamente a través de la educación como el individuo interioriza la cultura, y es capaz de construir y producir conocimientos, reorientar sus valores, modificar sus acciones y contribuir como sujeto individual a la transformación de la realidad del medio ambiente (Ferrer, Menéndez & Gutiérrez, 2004)

De acuerdo a todo lo que compone la cultura ambiental, el proyecto se enfoca en los siguientes términos:

2.2.1 Valores ambientales:

Los valores son principios que permiten orientar el comportamiento del ser humano en función de su realización como persona. Se articulan como creencias fundamentales que ayudan a preferir, apreciar y elegir ciertas cosas en lugar de otras, o un determinado comportamiento en lugar de otro. (Rivera, 2018).

En este sentido, es importante comenzar la educación ambiental desde edades tempranas pues la mejor etapa para inculcar los valores en una persona es la infancia, es el momento en el que su personalidad y su desarrollo cognitivo se están formando, es allí donde los niños inician la adquisición de hábitos y valores frente al cuidado del ambiente y desarrollan su responsabilidad y compromiso con él, de una manera natural. Así, es importante enseñarle al niño a conocer la naturaleza, porque sólo conociendo puede amar y defender lo que ama (Acuña, 2013).

La mejor etapa para inculcar los valores en una persona es la infancia, pues es el momento en el que su personalidad y su desarrollo cognitivo se están formando.

Esta investigación toma como referente estos cuatro valores ambientales:

- **Respeto por la naturaleza.** La palabra respeto proviene del latín respectus y significa “atención” o “consideración” (RAE, 2001). El valor del respeto por la naturaleza se ejerce cuando se muestra aprecio y cuidado por el valor de algo o de alguien.
- **Solidaridad con el medio.** La solidaridad según la RAE (2001) es un modo de derecho u obligación y, por lo tanto, un valor que debe fomentarse y fortalecerse donde las personas se pueden situar en el lugar del otro y ofrecer la ayuda que éstos necesitan. Este valor ayuda a desarrollar conductas pro sociales, tales como cuidar, ayudar y compartir, entre otras. Para esto, el desarrollo cognitivo de los pequeños, la interacción social que ellos tengan y el ejemplo de los padres y el entorno es esencial (Coronado, 2012)
- **Amor por los seres vivos.** De forma innata, los niños sienten amor por la naturaleza y los seres vivos, por eso su curiosidad y apego por las plantas y animales que ven y les rodean desde muy temprana edad. Es importante llevarlos a espacios al aire libre, donde puedan apreciar la naturaleza (Coronado, 2016).
- **Responsabilidad con los recursos naturales.** La responsabilidad por la naturaleza y sus recursos debe llevar a cambiar tanto la forma de vivir como la actitud respecto del mundo (Sicre, Navarro & Fernández, 2000).

2.2.2 Educación ambiental

En 1994, la Ley General de Educación Colombiana en el artículo 14 y de conformidad con el artículo 67 de la Constitución Política, promueve la enseñanza obligatoria de la protección del ambiente, la ecología y la preservación de los recursos naturales, dirigida a niños y jóvenes en edad escolar, ya que según Pineda (2017) “el medio ambiente debe ser un tema cada día más importante para la sociedad en la que se vive, pero en especial para los niños y niñas que son las generaciones para mantener y garantizar un planeta sin contaminación” .

Por otra parte, Pineda (2017) también afirma que:

Los temas ambientales deben existir hoy más que nunca en la educación de los niños desde temprana edad, siendo los padres desde el hogar los primeros responsables de impartir

ese ejemplo de hacer uso racional y consciente de los recursos naturales y promover esa Educación Ambiental que transforme la conducta de todos los niños en valores ambientales para cuidar el ambiente.

Aun cuando desde esta perspectiva la educación ambiental se enfoca hacia los niños debe ser interiorizada y transmitida por los docentes para que el proceso se desarrolle y cumpla coherentemente, sin embargo, como lo mencionan Mazzini y De Senzi (2012) la temática ambiental no presenta niveles avanzados de apropiación por parte de los docentes, ante lo cual expresan que son necesarios los procesos de formación de profesores así como la revisión y reestructuración de los valores y las actividades académicas.

2.2.3 Medio ambiente y su biodiversidad

Dando de igual forma cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) adoptados por Colombia como lo son, el objetivo 13 “Acción por el clima”, y el objetivo 15 “proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica”. Departamento Nacional de planeación (DNP, 2019)

Adicionalmente el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible afirma que los servicios eco sistémicos “Son todas aquellas contribuciones directas e indirectas que hacen los ecosistemas al bienestar humano, esto se ve representado en elementos o funciones derivadas de los ecosistemas que son percibidas, capitalizadas y disfrutadas por el ser humano como beneficios que incrementan su calidad de vida. La estrecha relación que la biodiversidad tiene entre su estructura, composición y función y los sistemas sociales, se da a través de procesos ecológicos que son percibidos como beneficios que generan bienestar y permiten el desarrollo de los sistemas culturales humanos en sus dimensiones sociales, económicas, políticas, tecnológicas, simbólicas y religiosas”.

2.3 Material didáctico

Lexus, (1997), dice: “Material didáctico es cualquier objeto usado en las escuelas como medio de enseñanza o aprendizaje”. El maestro utiliza material que le ofrece el contexto y, que con mucha creatividad ajusta su uso a las clases y temas que lleva adelante, los materiales que maneja el maestro con habilidad, sirven para que la enseñanza de los frutos deseados, mientras si es utilizado por el alumno, también, llevará a mejores aprendizajes.

2.3.1 Funciones de los materiales didácticos

Dada la posible diversidad de los materiales didácticos, sus funciones específicas pueden ser muchas. Aun así, pueden resumirse en:

- Brindar orientación.
- Simular situaciones o eventos para mostrar en un ambiente controlado cómo ocurren en la vida real.
- Motivar al aprendizaje y despertar el interés por el conocimiento en el alumno.
- Evaluar el desempeño del alumno, en un tema puntual o en la materia como un todo, para así saber qué tanto el proceso de aprendizaje fue exitoso.

2.3.2 Clasificación de los materiales didácticos

Los materiales didácticos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Material informativo.** Aquellos materiales en los que se halla contenida la información y que son empleados como fuente de saberes.
- **Material ilustrativo.** Todo aquello que puede usarse para acompañar, potenciar y ejemplificar el contenido impartido, ya sea visual, audiovisual o interactivo.
- **Material experimental.** Aquel que permite a los alumnos comprobar mediante la práctica y la experimentación directa los saberes impartidos en clase.
- **Material tecnológico.** Se trata de los recursos electrónicos que permiten la generación de contenidos, la masificación de estos, valiéndose sobre todo de las llamadas TIC.

2.3.3. Importancia de un material didáctico que propicie el aprendizaje de valores ambientales.

Para abordar la importancia de un material didáctico, se propone que vivir experiencias cognitivas y afectivas en un medio natural, practicar juegos y el atractivo de ponerse en situaciones reales, se adquiere una comprensión de los fenómenos ecológicos y de desarrollar un vínculo con la naturaleza. Se afirma que “de nada sirve querer resolver los problemas ambientales si no se ha comprendido cómo funciona la naturaleza; también se debe aprender a entrar en contacto con ella”(Arango, 2015, p.36).

De esta manera se puede concebir a la naturaleza como “educadora y como un medio de aprendizaje” (Arango, 2015, p.37), en donde la educación al aire libre “es uno de los medios más eficaces para aprender sobre el mundo natural y para hacer comprender los derechos inherentes de la naturaleza a existir por y para ella misma” (Arango, 2015, p.37).

Las herramientas didácticas son esenciales para la Educación Ambiental y para la demostración de los valores ambientales, al presentarse en las aulas o laboratorios donde los estudiantes vivencian algunos de los procesos que se presentan en la naturaleza. Su enfoque se centra en “educar desde el medio, sobre el medio y para el medio” Dentro de los objetivos de los materiales didácticos se encuentran: aumentar la sensibilización sobre la necesidad de proteger el medio ambiente; y conocer los beneficios de estas especies, entre otros. (García, 2009).

Así mismo, el material didáctico puede utilizarse en todos los niveles educativos. Para ello el profesorado tendrá que organizar que requerirá y prever los momentos, materiales e instrumentos.

2.4 Aprendizaje

El aprendizaje se relaciona con dar sentido a las cosas y dar sentido al entorno. Dicho de otra manera, "hay aprendizajes llenos de sentido personal y significado para quien lo hace. Por lo general, se trata de algo que está relacionado con los intereses, inquietudes y preocupaciones de quien aprende" (Castañeda, Centeno, Lomeli, Lasso & Nava, 2007, p. 40). A continuación, se describen los tipos de aprendizaje:

2.4.1 Tipos de aprendizaje

- **Aprendizaje significativo**

Busca ampliar la capacidad del estudiante para comprender el por qué y la aplicabilidad de estos a su realidad. Facilita la construcción de nuevos conocimientos a través de la apropiación de las temáticas estudiadas, por medio de la experiencia y la posibilidad de relacionar nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores.

- **Aprendizaje colaborativo**

Se basa cuando parte del desarrollo está atado a la interacción con otros. El proceso de análisis y comprensión se facilita cuando hay relación con otros individuos, permitiendo interés, así como la discusión y debates para llegar a acuerdos.

- **Aprendizaje participativo**

Se resalta la importancia de la acción. El alumno escucha activamente, opina, pregunta, sugiere, propone, decide, actúa, busca, expresa sus ideas y sus inquietudes. El participar, el aprendizaje conduce a un cambio en el significado de la experiencia.

- **Aprendizaje experiencial**

Ofrece una oportunidad para conectar la teoría con la práctica, para construir aprendizajes desde la exploración y experimentación. Dewey señala que los estudiantes aprenden cuando encuentran su significado en su interacción con el medio.

2.4.2 Herramienta de aprendizaje

Una herramienta de aprendizaje tiene las ventajas de organizar los contenidos con los cuales el docente puede trabajar según el tema y al mismo tiempo desarrolla el entusiasmo por la investigación a los estudiantes, padres y representantes como al docente. explorar las potencialidades de proyectos interdisciplinarios como generadores de sentido para los conocimientos escolares” (Carranza, Sgreccia, Quijano, Goin, & Chrestia, 2017).

A continuación, se presentan algunas herramientas

Tabla 3. *Herramientas de Aprendizaje.*

Juego	El arte, la literatura y la exploración del medio	Trabajo de campo	Lúdica
<p>El juego ha sido definido por diversos autores, entre ellos Dewey, Vygotski, Montessori, Piaget y Froebel, como uno de los motores de mayor importancia en el significado, desarrollo, socialización y aprendizaje del niño. Adicionalmente, se reconoce el juego como motor de aprendizajes posteriores, como este autor lo define: "Por eso el juego es una palanca del aprendizaje tan potente en los niños, hasta el punto de que siempre se ha conseguido transformar en juego la iniciación a la lectura, el cálculo, o la ortografía, etc. (Piaget. 1975).</p> <p>En cuanto al desarrollo, Vigotski (1998) sostiene que "la influencia del juego en el desarrollo del niño es enorme" "El juego no es un rasgo predominante de la infancia, sino un factor básico de desarrollo".</p>	<p>En cuanto al arte, Agudelo (2021) resalta su gran importancia, ya que hace posible el encuentro entre los conocimientos y la emoción, convirtiendo en un escenario para el encuentro de lenguajes. Este mismo autor, sostiene que los cuentos deben estimular la imaginación y el interés en los niños para hacerles pensar y decidir.</p>	<p>El cual proporciona al estudiante participante una experiencia directa con su medio ambiente se programa para generar actitudes, hábitos y valores. Estas estrategias fortalecen y desarrollan habilidades, actitudes, destrezas, conocimientos y vínculos en el educando con el medio ambiente que lo rodea. Pero, a su vez, existen otras estrategias tales como: ferias ecológicas, visitas a espacios ambientales, huertas, experimentación, actividades artísticas y plásticas, pintura, escultura, gráfica y los conversatorios (Cálad, 2013).</p>	<p>La lúdica, la cual se implementa con el fin de presentar a los alumnos ambientes distintos a los acostumbrados, en donde se aborden y cumplan las competencias utilizando el juego e implementando material didáctico, con el objetivo de que sea más atractivo y se puedan relacionar los contenidos con aprendizajes ya obtenidos y en conjunto puedan ser aplicados a la vida diaria. Duarte (2003) Al incorporar actividades que impliquen la realización de actividades lúdicas, se logran mejores relaciones entre los mismos alumnos, que sea más agradable la situación y a su vez se obtengan resultados significativos al hablar de la apropiación de competencias. Propp (2000)</p>

2.4.3 Estrategias de aprendizaje

Las estrategias son procedimientos que organizan secuencialmente acciones, a fin de conseguir metas deseadas, que se justifican si, al ponerlas en práctica, desencadenan la actividad discente clave para lograr el aprendizaje. (De la Torre y Violant, 2002, p.5)

Según Tejada (2000), el diseño de la estrategia del juego estará ubicado en la unión entre el docente y el alumno, lo cual corresponde a aprendizaje por recepción y por exploración, actividad que se pretende realizar con grupo de niños seleccionados.

En la actualidad se requiere el desarrollo de estrategias para el aprendizaje. Lo cual se fundamenta, por un lado, en que la enseñanza de valores ambientales desde la infancia es una forma de generar cambios de visión y de apreciación de la naturaleza (Castro, Cruz y Ruiz, 2009).

Briceño y Romero (2007) contemplan la implementación de estrategias como: resolución de problemas, desarrollos de proyectos de investigación, visitas organizadas a organismos, instituciones y equipamientos ambientales, entrevistas y cuestionarios e investigación participante. A continuación, encontramos las siguientes estrategias:

- **Centro de interés**

La principal característica en los centros de interés es el aprendizaje por medio de la experimentación y la aproximación directa con el aprender haciendo, dando especial valor a la actividad espontánea de los niños. Algunos de los autores más sobresalientes de este movimiento son Ovide Decroly, María Montessori y John Dewey. Del método Messori, el aprendizaje del niño debe ser el resultado de hacer las cosas por sí mismo, el rol del adulto o maestro es guiar el proceso de aprendizaje a través de la preparación de espacios de enseñanza, incentivando la curiosidad del niño.

Esta metodología facilita la posibilidad de compartir contenidos, adaptándose al contexto y al entorno de las instituciones educativas, así como a los intereses y las necesidades de los estudiantes. Las actividades por desarrollar en los centros de interés son: Seguir una secuencia de observación, asociación y expresión para que los nuevos aprendizajes sean apropiados por los estudiantes.

- **Proyectos de aula**

Los proyectos de aula despiertan la curiosidad, el deseo e interés por el mundo, por lo que se llevan a cabo una serie de actividades colectivas orientadas a la resolución de problemas.

Los proyectos de aula como metodología permiten la comprensión de situaciones de aprendizaje. A diferencia de los centros de interés, tienen una duración más larga y sus particularidades son:

- El profesor respeta el conocimiento del estudiante para ampliarlo.
- El profesor, junto con sus estudiantes, busca llevar adelante una idea para captar el interés de los niños.
- Todos los estudiantes cumplen un rol fundamental para alcanzar el objetivo
- Permite la socialización, interacción, el trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo.
- Favorece la participación de todos los estudiantes desde el inicio al fin.
- Desarrolla la autonomía.

En cuanto a lo metodológico, los proyectos de aula plantean la importancia de interacciones afectivas y cognitivas, siendo relevante el juego y el empleo de la pregunta como recurso metodológico fundamental. (Peralta y Fornasari, 2005).

Marco conceptual

2.5 Material Didáctico

Es aquel que reúne medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje. Suelen utilizarse dentro del ambiente educativo para facilitar la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas.

2.6 Educación ambiental

La educación ambiental hace referencia al proceso que brinda estrategias y herramientas que conllevan a la toma de conciencia ambiental, incentiva al desarrollo de actitudes pro-ambientales y de conservación que desencadenan buenas relaciones con el entorno, ambiente y la naturaleza. El Dr. William B. Stapp (1979 citado por Morillo 1991) señala que la

educación ambiental está llamada a producir un ciudadano conocedor del ambiente y sus problemas asociados.

2.7 Cultura ambiental

La cultura ambiental es la manera como los seres humanos se relacionan con el medio ambiente. Según Roque (2003, p. 10), cada pueblo impacta en sus recursos naturales y en su sociedad de manera particular. De ahí que el tratamiento a los problemas ambientales involucre la necesidad no solo de un enfoque educativo, sino también cultural, que se aborde desde los valores, las creencias, las actitudes y los comportamientos ecológicos (Bayón y Morejón, 2005, p. 2). La cultura ambiental se puede definir como la capacidad de las personas para utilizar el conocimiento y las habilidades ambientales en sus actividades prácticas.

2.8 Crisis Ecológica

Se denomina crisis ecológica al desequilibrio entre las condiciones naturales y el impacto humano en el medio natural. Esto supone una alteración de los componentes naturales y sociales del medio ambiente y muestra el nivel de amenaza a la estabilidad del funcionamiento tanto de la biosfera como de la sociedad, cuestionando la propia existencia del hombre como ser natural y social. Cortes (2018)

2.9 Conciencia ambiental

Según Febles (2004) la conciencia ambiental es definida como el sistema de vivencias, conocimientos y experiencias que el individuo utiliza activamente en su relación con el medio ambiente, infiriendo la presencia de subjetividad en el proceso de interrelación con el entorno.

Grana (1997) expone: Tomar conciencia, es el apoyo y sostén insustituible para efectivizar las responsabilidades que corresponden a cada nivel de decisión, que permita que las personas asuman sus deberes ambientales y, al mismo tiempo, defiendan sus derechos ecológicos, reclamando y obligando a que los otros: personas e instituciones civiles y gubernamentales, cumplan con sus propios deberes diferenciados en la preservación y construcción de un ambiente sano.

La concientización ambiental se convierte en la posibilidad de actuar sobre el ambiente, de buscar métodos y desarrollar conductas que integren los procesos psicológicos y los comportamentales, lograr una interrelación que dé cuenta de actos pro-ambientales, de comportamientos que favorezcan el desarrollo ambiental sostenible y la cultura ciudadana ambiental, que sean producto de la iniciativa del individuo y que logren perdurar a través del tiempo, posibilitar la búsqueda de soluciones ante conflictos y problemas que a través del tiempo emerjan; Unigarro (1986).

2.10 Sensibilización

Sensibilización, es el proceso relativo al marco del aprendizaje. Está formado por tres grandes subprocesos de carácter afectivo – motivacional que son: la motivación, la emoción y las actitudes. El material didáctico aporta en la sensibilización el incluir procesos de aprendizaje y estrategias que permitan captar el interés de los estudiantes. (Moreira, Francisco, Rosalfa, Ruiz, Zambrano, & Macías, 2014).

2.11 Conservación ambiental

La conservación ambiental es la acción de la humanidad para cuidar, proteger y mantener todos los elementos de la naturaleza como la propia existencia de los seres humanos, la fauna, la flora, los parques y reservas naturales. Es decir, esta conservación implica garantizar la preservación del planeta tierra, por medio de comportamientos y hábitos ecológicos que permitan combatir los problemas de la contaminación ambiental y el deterioro del medio ambiente.

2.12 Meliponicultura

El término meliponicultura fue propuesto por primera vez en Brasil por Nogueira-Neto (1953) para denominar la cría o cultivo de abejas sin aguijón de la tribu Meliponini. A pesar de su nombre común, las hembras poseen un aguijón modificado y reducido, pero no funcional, y son el único grupo de abejas nativo de América que posee comportamiento altamente social y colonias que se reproducen por enjambres (Schwarz, 1948; Nates-Parra, 2005).

Construyen sus nidos expuestos o en cavidades preexistentes (huecos de árboles, bajo tierra), utilizando cerumen (cera mezclada con resinas), barro y otros materiales. Los panales de cría están dispuestos de forma horizontal o en racimos y almacenan la miel y el polen en potes elipsoidales (Schwarz, 1948; Nogueira-Neto, 1953).

Las abejas meliponas se encuentran de manera silvestre en nuestros ecosistemas. Además de contribuir a la restauración ambiental, las meliponas producen cera y miel de condiciones excepcionales que son usadas por sus efectos medicinales. Viven en colonias, en cavidades huecas o troncos de árboles. Se consideran en amenaza en las zonas donde se talan los bosques o se produce deforestación. (Corpoboyacá, 2019)

En Colombia hay aproximadamente 120 especies, pertenecientes a 14 géneros y nueve subgéneros, distribuidas desde el nivel del mar hasta los 3400 msnm, concentradas especialmente entre los 500 y 1500 msnm (Nates Parra, 2005).

La miel de las abejas sin aguijón ha servido durante años en medicina tradicional para tratar enfermedades oculares, respiratorias y digestivas. Eso la hace un producto muy apreciado que alcanza precios varias veces más altos que la miel de abejas con aguijón o africanizadas (Conservación Internacional Colombia, 2017).

Las abejas necesitan proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales y agua para el desempeño de sus funciones vitales, siendo estos obtenidos a partir de néctar, polen de flores y agua que obtienen en los alrededores de la colmena. La mayor fuente de proteínas para las abejas proviene del polen, teniendo este entre un 10 al 36%, por su parte el néctar y los mielatos son los encargados de aportar carbohidratos a la dieta de las abejas, conteniendo entre un 5 y un 75% de azúcares; es así como las abejas obtienen proteínas a través del polen y energía a partir de azúcares que contienen el néctar de las flores. En la colmena la demanda de miel aumenta en el invierno, cuando la temperatura del ambiente disminuye y las abejas intentan producir calor mediante la vibración de sus alas, manteniendo en su interior una temperatura de 15 a 34°C (Besora 2016).

2.12.1 Tipos de abejas meliponas

- **Melipona nebulosa (Sinónimo M. seminigra)**

Es una especie típicamente amazónica que se encuentra tanto en el piedemonte como en las planicies. La M. nebulosa presenta algunas ventajas en comparación con otras especies para su cría en cajas tecnificadas. Sin embargo, se han registrado ataques ocasionales por parte de esta especie a colmenas de otras abejas. Las colmenas de M. nebulosa son muy pobladas, de crecimiento precoz y muy acelerado.

- **Melipona ebúrnea (Boca de Sapo, Ala, Rayada)**

Es una abeja en peligro muy parecida físicamente a la abeja melífera común. Requiere de ambientes altamente conservados, por lo cual en áreas intervenidas es cada vez menos común. Son abejas que hacen nidos en cavidades (árboles).

- **Melipona grandis (Abeja real) (Sinónimo M. compressipes)**

Estas abejas nativas son muy apetecidas por los meliponicultores, ya que son muy dóciles y relativamente fáciles de manejar. Las colmenas son grandes y excelentes productoras de miel. En Colombia, son de amplia distribución y se encuentran con frecuencia en los bosques húmedos del piedemonte y en la planicie amazónica.

- **Melipona titania (Sinónimo M. fallax)**

En Colombia, son de amplia distribución y se encuentran con frecuencia en los bosques húmedos del piedemonte y en la planicie amazónica. Las abejas de esta especie son muy grandes y robustas, siendo una de las abejas meliponas de mayor tamaño registrado.

- **Melipona crinita (Grano de oro)**

Esta especie de abeja nativa se conoce con el nombre de “grano de oro”, es de un color amarillo intenso y se caracteriza por ser muy mansa y producir una miel deliciosa, pero en menor cantidad comparada con otras meliponas.

- **Tetragonisca angustula (Angelita)**

Las angelitas son muy comunes y tradicionalmente han sido aprovechadas por las comunidades nativas. Se adaptan muy bien a condiciones antrópicas, llegando a nidificar en

paredes, postes y estructuras de edificios. A pesar de su pequeño tamaño, las angelitas producen una miel de excelente calidad a la que históricamente se le atribuyen propiedades medicinales.

2.13 Colmena

La colmena es el hábitat de las abejas, estas pueden estar hechas de manera artificial o natural; las naturales son espacios construidos por las propias abejas, mientras que las colmenas artificiales son realizadas por el ser humano con materiales como madera, cerámica, paja o corcho. Una colmena puede albergar hasta ochenta mil abejas. Las abejas dentro de la colmena se clasifican en: abeja reina, zánganos y abejas obreras (Besora, 2016). Las colmenas consisten en cajones creados por el hombre con funciones específicas, la principal es separarlas en varios grupos para efectuar los procesos de producción de miel. En el interior de cada caja se colocan unos marcos los cuales ayudan a separar los panales y organizarlos de la forma que mejor se adapte a las necesidades de cada colmena y no se peguen entre sí, además para una extracción que ayude a conservar los paneles intactos. También en estas colmenas se suele separar la cámara de cría con una excluidora de reinas donde se colocan los marcos exclusivamente para este propósito sin afectar la producción de las otras cámaras. Las colmenas que se utilizan están principalmente construidas en madera. Las colmenas están conformadas por varias partes necesarias para el mejor manejo de las abejas

2.13.1 División de las colmenas

Cuando se tienen colmenas saludables y bien pobladas, con por lo menos dos alzas de sobrenido, es posible hacer la división de la colmena para incrementar el número de colonias en el meliponario. Para realizar la división exitosa de una colmena, la caja debe tener por lo menos dos sobrenidos bien llenos de discos de cría, miel y polen. Las alzas del sobrenido se levantan por el medio cuidadosamente y, con un bisturí, se separan

delicadamente los discos de cría, intentando dejar la mitad de los discos de cría en cada una de las partes divididas. Posteriormente, el sobrenido dividido se coloca sobre una nueva piquera y a la caja original, o colmena “madre”, se le aumenta una nueva alza de sobrenido inmediatamente.

Marco Normativo

2.14 Reglamento para proyectos pedagógicos

Artículo 36, Proyectos Pedagógicos del capítulo V de Decreto 1860: “El proyecto pedagógico es una actividad dentro del plan de estudio que de manera planificada ejercita al educando en la solución de problemas cotidianos, seleccionados por mantener relación directa con el entorno social, cultural, científico y tecnológico del alumno. Cumple la función de correlacionar, integrar y hacer activos los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores logrando en el desarrollo de diversas áreas, así como de la experiencia acumulada. La enseñanza prevista en el artículo 14 de la ley 115 de 1994, se cumplirá bajo la modalidad de proyectos pedagógicos

2.15 La normativa técnica para la apicultura

ICONTEC (NTC 1273) la cual se aplica a todas las mieles producidas por abejas obreras y regula todos los tipos de formas de presentación que se ofrecen para el consumo directo. Por otro lado, en el Senado se tiene el proyecto de ley 145 de 2017 con el cual se espera que se reglamente la protección de las abejas, el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia.

A raíz de los artículos y el cumplimiento de la Constitución Política se promovió la creación del SINA- Sistema Nacional Ambiental y el Ministerio de Medio Ambiente (actualmente Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible) de acuerdo a la Ley 99 de 1993 donde se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente.

Por otro lado, el artículo 79 establece que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano”, así en el artículo 80 del mismo se señala que el Estado “debe planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”, también el artículo 95 en el numeral ocho nos ordena a “proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano”.

2.16 Estado del arte

2.16.1 Cajas especializadas para Meliponas

Estas son algunas de las cajas o colmenas utilizadas para el desarrollo de la meliponicultura.

- **Caja María**

Es una caja con una estructura simple, la cual consta de una cámara de cría central fija y dos cámaras removibles para el almacenamiento de miel y polen, facilita la cosecha sin perjudicar el nido, construida principalmente de madera.

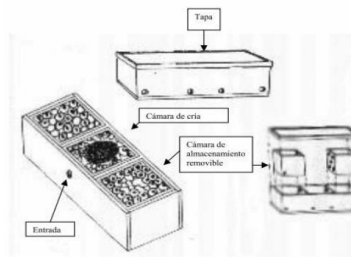


Figura 13. Diseño de caja racional MARIA (Monteiro, 2000)

- **Colmena INPA**

Este tipo de caja para la cría de abejas nativas es la más popular por su sencillez y su eficiencia. Consta de una base con piquera (entrada), una primera sección o “alza”, denominada nido, seguida de una o varias secciones adicionales (sobrenido) que se van ubicando encima de la anterior, a medida que crece la colmena. La última sección se denomina mielera y es el lugar en donde se almacena la miel para ser cosechada.

Para meliponas grandes, el tamaño de las alzas o sobrenidos que componen las cajas debe ser de 23x23cm y para las especies pequeñas, como las abejas angelitas, las medidas de las cajas deben ser 17x17cm con espesor de la madera de 3 cm y 7 cm de altura.

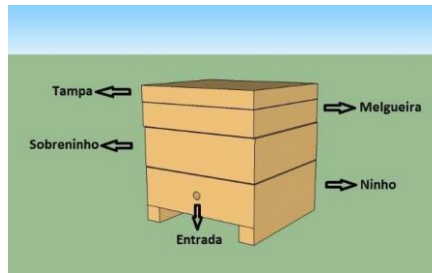


Figura 14. Diseño de caja racional INPA, tomado de <https://plantandovida.wordpress.com/2013/09/24/modelo-de-caixa-para-jatai/>

- **Caja UTOB**

Caja desarrollada por la Universidad de Utrecht en Trinidad y Tobago, consta de dos compartimentos, para la cámara de cría y otro para la cámara de producción de miel y polen. Las separaciones de las cámaras permiten separar el almacén de alimento del nido, la cual permite reducir el estrés de la colonia al momento de realizar la cosecha.

- **Caja Arturo**

La caja-Arturom consta de una base para cámara de cría, dividida en dos secciones de 7,5 cm de alto cada una separada, un agujero central de 5 cm de diámetro. Sobre la cámara de cría se coloca un alza separada por tirillas con espacios para que suban las abejas y puedan construir los potes de miel y polen (Ramírez y Quezada, 2019)



Figura 15. Diseño de caja-Arturom (Mejía, 2006)

- **La colmena o caja racional AF “Utilizada por la Compañía Campo Colombia”**

Esta colmena es muy práctica que fue desarrollada por el Meliponicultor brasileiro Ailton Fontana de la ciudad de Novo Horizonte. Quien la maneja con éxito en su meliponario Flamboyant y consta de las siguientes partes:

Presenta 5 gavetas dos destinadas para la cría; un denominado fundo y la segunda como sobrenido. Las gavetas 3,4 y 5 son destinadas como alzas de miel.

Cada gaveta está confeccionada en madera seca de 1,5 a 2 centímetros de espesor por 5 centímetros de altura. Todas ellas de una sola medida en el fondo de cada gaveta presentan un cuadrículado de alambre o nylon de pesca, fijado con puntillas de cabeza o ganchos de papelera, para servir como especie de piso, tanto para los discos de cría y para los potes de miel y de polen.



Figura 16. Piso en alambre divisorio para gavetas, tomado de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>

Entre gaveta y gaveta se disponen dos láminas de acetato en el caso de las gavetas uno y dos (fundo y sobrenido) estas tienen contienen un solo agujero de 60 milímetros al centro, destinado al paso de los discos de cría.

En las gavetas 3,4 y 5 los acetatos tienen otra disposición que es la presencia de huecos triangulares en la esquina que permiten el paso de las abejas hacia la parte superior para que almacenen la miel y el polen. El último acetato que va en la parte superior de la última gaveta o alza de miel, no posee ningún agujero esto permite cerrar el conjunto de gavetas.



Figura 17. Acetato divisorio de gavetas Nido y sobrenido tomado de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>



Figura 18. Acetato divisorio gavetas de alzas de miel gavetas 3,4 y 5. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>



Figura 19. Acetato divisorio de la última gaveta sin agujeros <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>

Cubierta: La cubierta es La estructura que protege las gavetas de medio externo tiene una altura de 30 cm de alto por 17 cm de ancho cuenta con tapa posterior, subcapa y tapa superior que hermetizan las gavetas y protegen a las abejas de interferencias externas.



Figura 20. Cubierta externa Colmena inteligente AF

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>

- **Caja brasilera mejorada**

Caja vertical modificada en función del diseño Portugal Araujo con secciones desarmables, consta de dos compartimentos para la cámara de cría y dos alzas para la producción de miel, Las medidas son: cámara de cría 14 X 14 X 10 cm y 4 cm de espesor, la cámara de producción son de 18 X 18 X 8 cm y 2 cm de espesor.

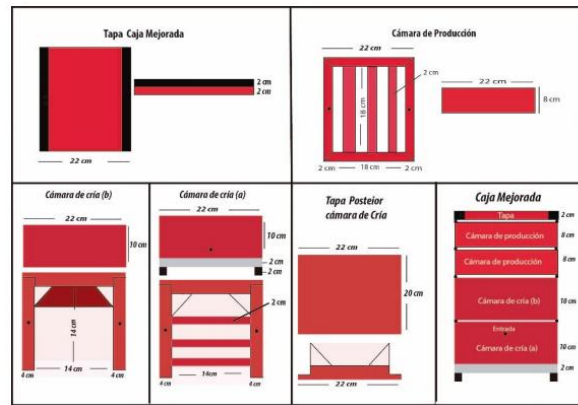


Figura 21. Diseño de caja brasilera mejorada (Romero, 2019)

- **Caja sencilla (caja tradicional)**

Consiste en un cajón alargado sin divisiones, con tapa en la parte superior movable (Mejía, 2006). Estas cajas se utilizan tradicionalmente en diversas zonas de la Región Sur, las medidas de esta caja son variables pudiendo alcanzar hasta 100 X 21 X 25 cm.

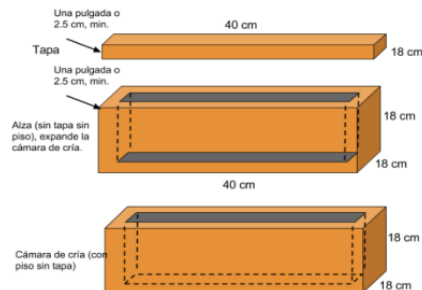


Figura 22. Caja Sencilla (Mejía, 2006)

2.16.2 Tipos de colmenas para abejas meliponas

Tabla 4. *Origen colmenas para abejas meliponas*

Denominación de la colmena	Ciudad - País
Caja María	México
Caja UTOB	Utrecht- <u>Países Bajos</u>
Caja Arturom	Colombia
Caja Racional Inpa	Modelo Brasileiro
Caja Racional Af	Desarrollada por el Meliponicultor brasileiro Ailton Fontana de la ciudad de Novo Horizonte
Caja brasilera mejorada	Brasil

CAPÍTULO III- METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la metodología, las fases y los métodos planteados para el desarrollo de este proyecto.

3.1 Método

A continuación, se presenta la metodología aplicada desde el diseño industrial, el cual abarca la investigación, exploración, experimentación, definición de requerimientos y el desarrollo de producto, con el fin de dar cumplimiento al objetivo que es diseñar un modelo funcional de colmena como material didáctico para fomentar la cultura ambiental y de cuidado de las abejas meliponas.

Según (Gimeno, 2000) en su libro “La gestión del diseño en la empresa” capítulo 6. “El diseño de productos” menciona que la concepción del diseño de productos enmarca una serie de pasos o fases para que se cumpla a cabalidad. Teniendo en cuenta que, para el desarrollo de este proyecto, se tienen en cuenta las tres primeras fases:

- **Investigación preliminar**

Se establecen los requisitos que ha de cumplir el producto, teniendo en cuenta la importancia de cada uno de ellos e identificando las áreas o problemas previsibles. Se realiza un estudio de factibilidad estableciendo las especificaciones esenciales del producto.

En esta investigación preliminar la población que participa son los apicultores de la Compañía ANYI Santuario Campo Colombia, niñas de 6 a 12 años y diseñadoras industriales.

- **Fase de diseño**

La fase de diseño se inicia con la realización del proyecto en el que se prepara un anteproyecto del material didáctico, en función de las especificaciones iniciales, previendo los costos de producción. A continuación, se realiza el desarrollo de un modelo de colmena funcional como material didáctico que se ensaya y evalúa tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista del uso por los usuarios.

- **Fase de desarrollo**

Se prepara un modelado para la fabricación, así como la documentación técnica necesaria. Se realizan ensayos del modelo y ensayos de uso, se evalúan los resultados de los ensayos y, en su caso, se realizan modificaciones al producto.

En esta fase de desarrollo los participantes son diseñadores industriales, apicultores de la Compañía ANYI Santuario Campo Colombia y niños de 10 a 13 años.

3.2 Población:

La población objeto de estudio fue un grupo de 9 niños y niñas de grado quinto de la Institución Educativa Agroindustrial La Pradera, los cuales pertenecen a un estrato socioeconómico 1 – 2, con edades entre los 10 a 13 años y meliponario ANYI Santuario de las abejas.

3.3 Diagrama de metodología

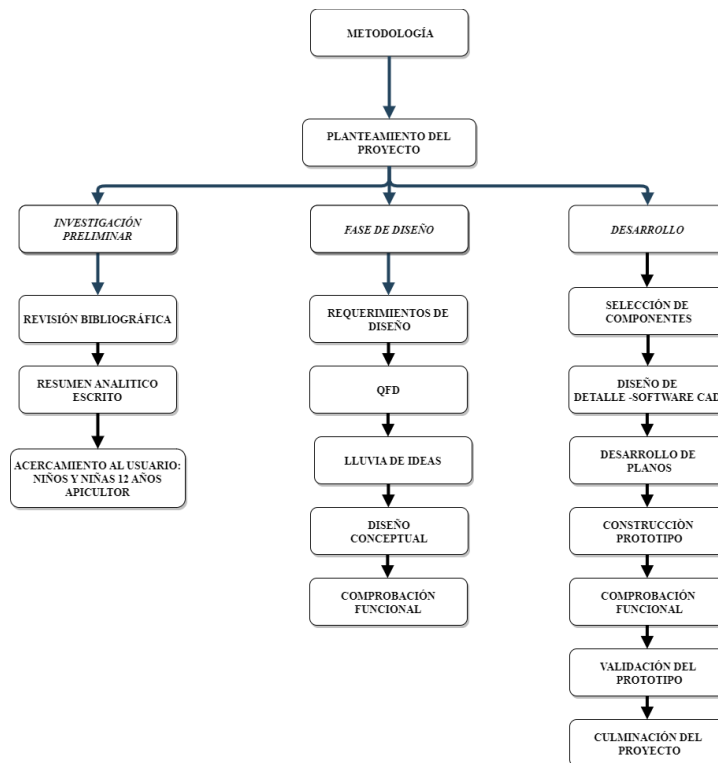


Figura 23. Diagrama que ilustra el método utilizado para el desarrollo del proyecto.

Anteriormente se mencionan las 3 fases de desarrollo según el orden del proyecto, en el cual se derivan una serie de actividades para así llegar a obtener los resultados esperados.

3.4 Fases

De acuerdo con la metodología planteada por el autor (Ibáñez Gimeno, 2000) en su libro la gestión del diseño en la empresa capítulo 6; se realizó un listado de tareas relacionadas a las tres fases para el desarrollo de este proyecto.

3.4.1 Investigación preliminar

3.4.1.1 Revisión Bibliográfica

Para el desarrollo de un material didáctico que fomente la cultura ambiental y de cuidado de las abejas nativas en los niños y las niñas de 10 a 13 años, fue importante consultar distintas fuentes relacionadas con los tipos de aprendizaje, estrategias pedagógicas, cultura ambiental, actitudes ambientales de educación ambiental, herramientas de aprendizaje en valores ambientales, abejas meliponas, importancia de las abejas meliponas, diseño de colmenas, estructura, habitantes, temperatura de los nidos, clases, partes, alimentadores, dimensiones, materiales utilizados en la fabricación de colmenas.

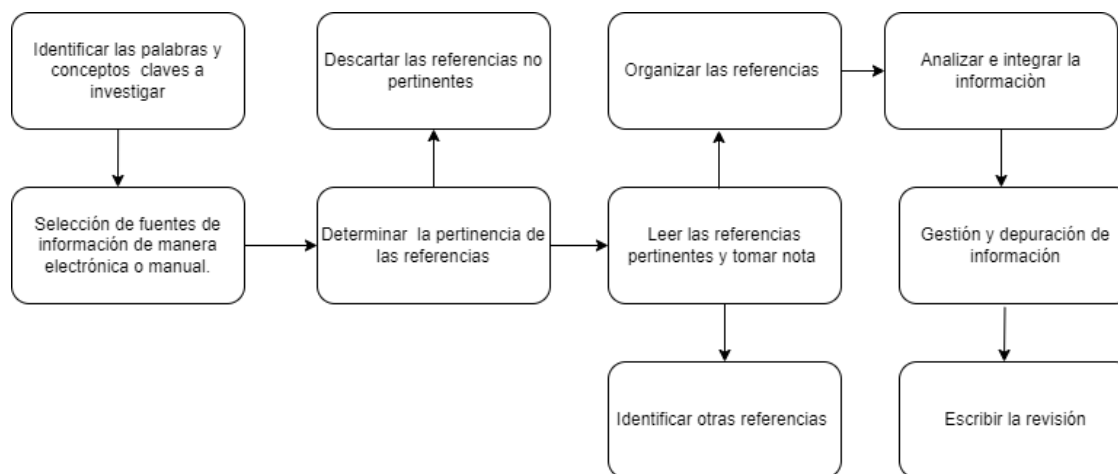


Figura 24. Flujograma de actividades para una revisión bibliográfica. Tomado de (Grados UGR)

En el análisis bibliográfico, los PRAE tienen la educación ambiental como eje transversal, lo cual se podría ver como una fortaleza, ya que se busca vincular a las escuelas con la comunidad. Sin embargo, en la investigación de Luis Sánchez Arce, titulada “La educación ambiental en Colombia, utopía o realidad” comenta que en su estudio se muestra que la mayoría de las Instituciones educativas Oficiales tienen problemas con la aplicación del PRAE ya que existe una desconexión porque las actividades creadas para abordar este tema están aisladas del currículum. Esto tiene como resultado que no se cuente con los contenidos necesarios para un mayor entendimiento y propuestas de soluciones de los problemas ambientales.

- **RAE (Resumen Analítico Escrito)**

En la revisión bibliográfica o investigación documental se consultaron distintas fuentes provenientes de artículos, revistas, tesis y libros. La revisión bibliográfica constituye una etapa esencial en el desarrollo del proyecto e implica consultar distintas fuentes de información. Esta revisión permite sistematizar la información sobre el tema del proyecto. La revisión de esta búsqueda de información bibliográfica implica la detección y selección de materiales significativos para las investigadoras en función de los objetivos que se plantearon.

A partir de esa revisión bibliográfica, el investigador va construyendo el marco teórico, documentando antecedentes y elaborando la bibliografía que se incluye al final del proyecto.

3.4.1.2. Acercamiento al usuario y proceso

- **Meliponicultores y su entorno**

Se realizó un acercamiento con los expertos Jimmy Ramírez y Julián Barbosa, Ingeniero Agrónomo de la UPTC, se llevó a cabo una visita de campo en el Municipio de Pachavita - Boyacá, para analizar las colmenas existentes y las condiciones favorables para la ubicación de apiarios de abejas meliponas en este municipio.

Tabla 5. *Instrumentos utilizados para acercamiento con usuario.*

Actividad	Instrumentos
Diagnóstico actual de las condiciones ambientales de los meliponarios.	Encuesta Visita de campo
Identificar las partes, componentes y medidas de las colmenas actuales.	Visita de campo Registro fotográfico
Reconocer la estructura al interior de las colmenas.	Visita de campo
Conocer cuáles son las adecuaciones que tiene un meliponario para asegurar la supervivencia de las abejas	Encuesta Visita de campo Registro fotográfico

- **Niños y niñas de 10 a 13 años**

Esta fase se desarrolló con un grupo de estudiantes con edad promedio de 12 años. Se realizó un taller teórico- práctico en un ambiente familiar. La actividad consistió en brindar información sobre la importancia de la meliponicultura y el cuidado del medio ambiente.

Se utilizaron diversos materiales didácticos, como presentaciones digitales, imágenes adhesivas, juegos de memoria e imaginación, armado de rompecabezas y dibujo libre. Cuyo objetivo fue aplicar el tipo de aprendizaje significativo el cual consistió en buscar ampliar la capacidad de los niños y niñas para comprender porqué por medio del aprendizaje experiencial.

Se implementó una estrategia como el centro de interés que permitió despertar la importancia en los niños y niñas de conocer el tema por medio de la observación, asociación, y expresión con el fin de identificar la percepción que tienen respecto al cuidado del medio ambiente, especies de las abejas e importancia de las abejas en el mundo. **(Ver tabla 6)**

El desarrollo de los talleres teóricos - prácticos incluye:

1. Presentaciones digitales

- a) Aprende sobre las abejas.
- b) Beneficios de la supervivencia de las abejas meliponas y daños medioambientales al no cuidarlas.
- c) Rescate de enjambres en casa

2. Dinámicas grupales

- a) Juego de memoria por medio de fichas con imágenes relacionadas al tema.
- b) Armar dos rompecabezas de la abeja Apis mellifera y melipona para conocer sus diferencias.
- c) Ubicar imágenes adhesivas en cada parte de la colmena de prueba.
- d) Dibujar, ilustrar o pintar de manera libre como se imaginan la casa de las abejas meliponas.

Para ordenar la información recopilada de las actividades anteriormente nombradas, se realizó el siguiente cuadro donde se describió el tipo de taller, objetivos, metodología, dinámicas y resultados de la investigación lo que permitió direccionar el proyecto.

Tabla 6. Descripción de actividad para acercamiento con usuario.

Taller 1	Objetivo	Metodología	Dinámicas
30 minutos "Juego de memoria"	Conocer todo lo relacionado con las abejas desde la apis mellifera como la melipona. Identificando su cuerpo, alimento, donde vive, tipo de abejas, ciclo, metamorfosis y enemigos.	Presentación digital: Introducción y descripción de todo lo relacionado con el ciclo de vida de las abejas	1)Se proyectó el video "Aprende sobre las abejas" 2)En equipos y con fichas gráficas relacionadas a los habitantes de la colmena, productos provenientes de las abejas, los niños y niñas deben hacer coincidir parejas. 3)Se realizó una sesión de retroalimentación por parte de los estudiantes al completar cada pareja.

30 minutos “Rompecabezas”	Conocer la diferencia entre abeja apis mellifera y abeja melipona.	Material didáctico: Fichas	1) En equipos se completaron dos rompecabezas relacionados a la abeja apis mellifera y abeja melipona. 2) Sesión de retroalimentación de la diferencia de ambos tipos de abejas.
30 minutos “Ubicación imágenes adhesivas”	Observar y analizar el prototipo de la colmena de prueba, para conocer las partes que la componen.	Presentación Digital: “Rescate de enjambres en casa” Material didáctico: Imágenes adhesivas	1) Se proyectó el video “Rescate de enjambres en casa” 2) En equipos y con fichas adhesivas se armó cada parte (Nido, sobrenido, melaria y tapa) de la colmena hasta formarla.
20 minutos “La casita de las abejas”	Imaginar e ilustrar la casita de abejas.	Material didáctico: Hojas de papel craft Vinilos Pinceles Colores Marcadores	1) Cada estudiante dibujo cómo se imagina la casita de las abejas, y luego se presentó a los demás estudiantes.

Por medio de estas actividades se pretendió indagar sobre los conocimientos y percepciones de los niños y niñas acerca de las abejas, con el fin de reforzar, sobre los beneficios que ofrecen las mismas para motivarlos a su cuidado y protección a través del modelo de colmena. Los niños identificaron los tipos de abejas y diferenciaron la melipona y los habitantes, así como la función que cada uno desempeña dentro de su hogar, logrando relacionar la información al manipular el material didáctico. La interacción de los niños con la propuesta se tradujo en el desarrollo formal.

3.4.2 Fase de diseño

3.4.2.1 Requerimientos de diseño

Una etapa fundamental para el proyecto fue el diseño del modelo de colmena. La definición de los requerimientos del producto, donde se generaron características importantes a tener en cuenta para lograr los objetivos del proyecto y del usuario.

Estos requerimientos surgen a través de un proceso de observación participativa, acercamiento, entrevistas, investigación documental e identificación de necesidades.

Los requerimientos se clasifican en obligatorios y deseados. Los obligatorios son aquellos que deben de cumplirse en todos los casos; es decir, aquellos cuyo cumplimiento debe ser aceptado y requerimientos deseados son aquellos que en lo posible deben ser cumplidos, más no obligatoriamente. Los requerimientos de diseño los hay de diferentes tipos: formales, estructurales, funcionales, técnico productivo, ergonómicos y de uso.

Para lograr determinar los requerimientos de diseño se utilizó como herramienta QFD (Quality Function Deployment). Esta herramienta se utilizó ya que, aplica la voz del usuario o lo que necesita, para así, traducirlos en requerimientos técnicos, como también, aporta a la toma de decisiones de diseño y detectar las características importantes del producto y las metas de mejoramiento.

3.4.2.2 Selección de componentes

Las colmenas para abejas meliponas tienen varios componentes principales como: nido, sobre nido, melaría, tapa y piquera.

3.4.3 Fase de desarrollo

3.4.3.1 Propuesta de diseño

La propuesta de diseño se realizó a partir de los bancos de prueba y el modelamiento y comprobación de sus partes en software CAD. El proceso de diseño y expresión se realizó a manera de lluvia de ideas y modelado por software.

- **Lluvia de ideas**

Condemarin, (1980) resalta que: “Es una buena estrategia para representar soluciones a los requerimientos formales, estructurales, estéticos y de uso de la colmena, planteados anteriormente”. Requiere que los diseñadores realicen los posibles bosquejos a la problemática, antes de iniciar a representarlos físicamente.

Para realizar el proceso de lluvia de ideas se tuvo en cuenta las conclusiones del acercamiento a los usuarios (Apicultores - niños y niñas de 12 años), el cual aportó a la configuración de la colmena.

- **Banco de pruebas**

Los bancos de pruebas brindan una forma de comprobación rigurosa, transparente y repetible de teorías científicas y otras nuevas tecnologías.

Como una forma de aproximación al desarrollo de modelo de colmena, se diseñó y fabricó un banco de pruebas con el fin de determinar cuáles son los factores que pueden afectar en bienestar de las abejas meliponas, se consideró el material, forma y confort térmico.

3.4.3.2 Modelado por software CAD

El diseño asistido por computadora también se puede llegar a encontrar denotado con las siglas CAD (computer-aided design and drafting), que significan «bosquejo y diseño asistido por computadora».

Estas herramientas se pueden dividir básicamente en programas de dibujo 2D y de modelado 3D. Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Los modeladores en 3D añaden superficies y sólidos. Es de gran utilidad en la fase de desarrollo de producto ya que permite representar las propuestas de diseño con los detalles más mínimos, dimensiones y componentes; la fase de modelado permite hacer cualquier tipo de modificación al diseño final, ya que esta fase genera las características técnicas necesarias para hacer una orden de producción.

- **Solidworks**

Es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. El software ofrece la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, crear planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. El proceso consiste en traspasar la idea mental al sistema CAD,

este software de tipo paramétrico se utilizó para este proyecto de investigación y diseño de material didáctico para fomentar la cultura ambiental y de cuidado de las abejas melíponas.

3.4.3.3 Desarrollo de los planos de producción

El plano de producción tiene como objetivo describir detalladamente la información, vistas, detalles, cortes, medidas, partes y componentes de la propuesta. La colmena en su mayor fragmento está construida por partes que fueron modeladas en el software 3D y obtenidas a través de proceso de producción de alta precisión como lo es el corte láser y la impresión 3D. Especialmente se utilizó estos procesos precisos para evitar fallas, pérdida de tiempo y material que incurriría en serios costos.

3.4.3.4 Construcción de modelo funcional

En esta etapa se transforma la materia prima en piezas funcionales requeridos para la conformación de la colmena.

- **Corte por láser**

El Corte por Láser es una técnica de fabricación sustractiva digital que consiste en cortar o grabar un material mediante láser. El Corte por Láser puede utilizarse en diversos materiales. El proceso consiste en cortar el material con un láser potente y de alta precisión que se centra en una pequeña área del material. El proceso funciona dirigiendo un rayo láser a través de una boquilla hacia la pieza de trabajo. Una combinación de calor y presión crea la acción de corte. El material se funde, arde, se vaporiza o se lo remueve mediante un chorro de gas, dejando un borde con un acabado de superficie de gran calidad. En este proceso se realiza el corte de los separadores el cual contiene cortes hexagonales

- **Impresión 3D**

La impresión 3D permite la fabricación de piezas de alta complejidad formal que por otros procesos de fabricación o de manufactura no sería posible su desarrollo, a partir de un modelado 3D en un software de diseño o ingeniería se genera un sólido el cual se materializa mediante la impresión, el material utilizado para la obtención de piezas por este proceso es PLA con 15 % de partículas de madera por las características requeridas, estas piezas

producidas son de bajo costo y de gran utilidad a manera de comprobación funcional, las cuales también aplican para el prototipo final.

Los procesos de manufactura mencionados se plantean para el material didáctico. Se tiene como beneficio el fácil acceso a los procesos de manufactura debido a que se encuentran en los laboratorios de UPTC, igualmente se posee el conocimiento previo para la manipulación de los equipos lo que facilita el proceso de diseño y fabricación de diferentes elementos requeridos.

3.4.3.5 Análisis de los parámetros de impresión 3D

Se utiliza el programa Ultimaker Cura para realizar los análisis de la configuración de la impresión 3D, se tuvo en cuenta los siguientes parámetros: Calidad, perímetro, relleno, material, velocidad, refrigeración, soporte y adherencia a la placa de impresión.

Tabla 7. Descripción parámetros de impresión 3D.

Parámetros	Características de Impresión 3D
Calidad:	La calidad de impresión es la apariencia física del acabado superficial de la pieza, la cual aumenta el tiempo de impresión y el acabado superficial de la misma. La calidad se ajusta al espesor de la capa de impresión, depende de las características de cada equipo y puede ajustarse libremente o por valores preestablecidos. Mientras más pequeña sea la medida de la capa, mayor será la resolución vertical.
Perímetro	Son las configuraciones que sirven como la estructura de una impresión, se conforma de la parte interior de la impresión 3D que es el relleno, mientras que el exterior se denomina capa. El relleno puede imprimirse en cualquier densidad entre 0% (hueco) y sólido (100%), así como en una variedad de estructuras específicas. La carcasa, sin embargo, se imprime completamente sólida.
Relleno	Se refiere a la densidad de un objeto impreso y a la estructura de soporte resultante dentro del objeto. Para crear un objeto completamente sólido, el relleno tendría que estar al 100%. A continuación, se muestran varios ejemplos de lo que pasa al imprimir el mismo objeto, pero eligiendo distintas opciones de relleno: 10%, 30%, 50%.

Material	Los materiales de impresión 3D más comunes son el ABS, el PLA y sus diversas mezclas. Las impresoras también pueden imprimir con otros materiales especializados que ofrecen propiedades como la resistencia al calor, resistencia a impactos, resistencia química y rigidez. Se realiza una selección de material de acuerdo a los requerimientos formales y de confort térmico.
Velocidad	La velocidad de impresión sirve para conseguir un equilibrio entre calidad y velocidad, el acabado depende de la velocidad.
Refrigeración	En el parámetro de refrigeración se activa con una velocidad que permita que los ventiladores aseguren que el material se enfríe correctamente antes de imprimir la siguiente capa.
Soporte	Los soportes no son parte del modelo original, pero sirven para sostener las partes que exceden.
Adherencia a la placa de impresión.	Para la impresión de la colmena el tipo de adherencia fue falda, son líneas de color azul impresas alrededor del modelo. Como se puede ver en la imagen de abajo, estas líneas no están conectadas al modelo. Esta opción realmente no mejora la adherencia de la pieza, pero es de utilidad para darnos cuenta si la primera capa se va a imprimir correctamente.

3.4.3.6. Validación de modelo de colmena

Para conocer la eficacia de la propuesta, se realizó pruebas del material y se llevó a cabo el proceso de instalación de la colmena productiva con enfoque ornamental en el meliponario ANYI santuario de abejas, luego se procedió a realizar la validación de los componentes y el comportamiento de las abejas, con el fin de conocer la adaptabilidad que tienen con el material, forma, ensamble, confort térmico.

La validación de la colmena didáctica se hizo en la Institución Educativa la Pradera, donde se evaluó los aprendizajes adquiridos, la identificación de los componentes y la función que cada uno cumple, a través de la manipulación e interacción de los niños y niñas.

CAPÍTULO IV - RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del desarrollo, aplicación y uso de la metodología y materiales, se describe detalladamente los resultados de cada una de las fases de desarrollo y el resultado final de este proyecto.

4.1 Investigación preliminar

4.1.1 Revisión Bibliográfica

En el proceso de revisión bibliográfica, se identificó los conceptos y características claves que se debe tener en cuenta para el desarrollo del modelo funcional de colmena didacta para fomentar la cultura ambiental y de cuidado de las abejas meliponas. Se resaltan los siguientes resultados:

- **Tetragonisca angustula (Angelita):** Se encontró que las abejas angelitas son muy comunes y tradicionalmente han sido aprovechadas por las comunidades nativas. Se eligió esta especie ya que se adaptan muy bien a condiciones antrópicas. Es muy común encontrar colmenas de angelitas en cajas rústicas o en segmentos de troncos.
- **Colmena:** La identificación de todas las colmenas fue una actividad fundamental, porque permite saber el historial de cada colmena existente. También, el resultado de la revisión bibliográfica generó que se pueda hacer el seguimiento a la colmena, evaluar materiales, alimentador, piquera, etc. Respecto a la colmena tradicional, esta se puede enfocar hacia una colmena que aporte a la educación ambiental con el fin de conocer el gran valor e importancia que tienen estas especies en el mundo, adicional el proyecto es una oportunidad que le brindó al apicultor alternativas de material para la construcción de las colmenas, con el fin de conseguir materiales de fuentes sostenibles y colmenas con medidas estándar en todo el sector.

4.1.1.1 Estrategias y herramientas de aprendizaje para fomentar la cultura ambiental y del cuidado de las abejas meliponas:

- **El juego:** El juego ha sido definido por diversos autores, entre ellos Dewey, Vygotski, Montessori, Piaget y Froebel, como uno de los motores de mayor importancia en el

significado, desarrollo, socialización y aprendizaje del niño. Adicionalmente, se reconoce el juego como motor de aprendizajes posteriores, como este autor lo define: "Por eso el juego es una palanca del aprendizaje tan potente en los niños, hasta el punto de que siempre se ha conseguido transformar en juego la iniciación a la lectura, el cálculo, o la ortografía, etc. (Piaget. 1997).

- **Trabajo de campo:** El cual proporciona al estudiante participante una experiencia directa con su medio ambiente se programa para generar actitudes, hábitos y valores. Estas estrategias fortalecen y desarrollan habilidades, actitudes, destrezas, conocimientos y vínculos en el educando con el medio ambiente que lo rodea.

4.1.1.2 Tipo de material didáctico:

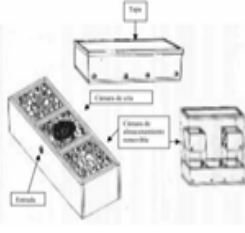
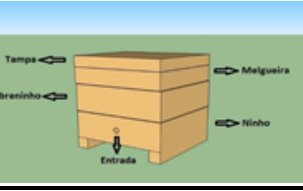

Material experimental: Aquel que permite a los alumnos comprobar mediante la práctica y la experimentación directa los saberes impartidos en clase.


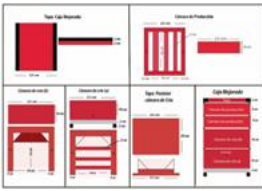
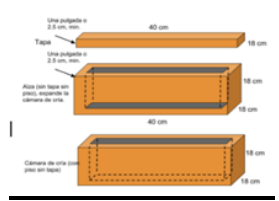
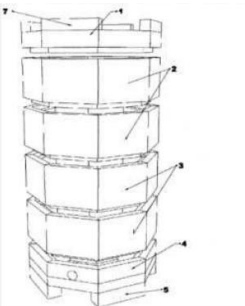
4.1.1.3 Tipo de aprendizaje:

- **Aprendizaje participativo:** Se resalta la importancia de la acción. El alumno escucha activamente, opina, pregunta, sugiere, propone, decide, actúa, busca, expresa sus ideas y sus inquietudes. El participar, el aprendizaje conduce a un cambio en el significado de la experiencia.
- **Aprendizaje experiencial:** Ofrece una oportunidad para conectar la teoría con la práctica, para construir aprendizajes desde la exploración y experimentación. Dewey señala que los estudiantes aprenden cuando encuentran su significado en su interacción con el medio.

4.1.1.4 Vigilancia Tecnológica

Tabla 8. Vigilancia tecnológica de colmenas artificiales.

DATOS		CARACTERÍSTICAS
	<p><u>Caja María:</u> Autores/inventores o titulares de la patente: Waldemar Ribas Monteiro, 2000.</p>	<p>El modelo es complicado de elaborar y es demasiado grande para las especies. El sistema removible es peligroso debido a que existen muchas ranuras que sirven de escondite para los parásitos. Debido a su material de madera natural, se generan grietas por donde se pueden entrar hormigas y plagas.</p>
	<p><u>Colmena Inpa:</u> Artículo; Institución de Angola, volumen 7, fecha de publicación 12-1-1955, https://digitalcommons.usu.edu/bee_lab_an/26/ Autores/inventores: Investigador Virgilio Angola Portugal Araujo (1955)</p>	<p>Módulo rectangular compuesta por aristas generando zonas calientes y frías al interior de la colmena afectando la cosecha de la miel y la supervivencia de las abejas nativas.</p> <p>Los módulos entre si no se ensamblan, lo que es un inconveniente para la termorregulación de la colmena.</p> <p>Permite el ingreso de hormigas por los espacios entre módulo y módulo, conlleva el uso de cinta enmascarar lo que implica costos adicionales.</p>
	<p><u>Colmena Arturo</u> Autores/inventores o titulares de la patente: Mejía (2006)</p>	<p>Permite el ingreso de hormigas por los espacios entre módulo y módulo, conlleva el uso de cinta enmascarar lo que implica costos adicionales.</p> <p>El método de la alimentación es un poco lento. Hay riesgos de contaminar la miel en las especies.</p>

	<p><u>Colmena racional AF</u> Autores/inventores o titulares de la patente: Ailton Fontana (2013)</p>	<p>Los módulos entre si no se ensamblan, lo que es un inconveniente para la termorregulación de la colmena.</p> <p>Permite el ingreso de hormigas por los espacios entre módulo y módulo, conlleva el uso de cinta enmascarar lo que implica costos adicionales.</p>
	<p><u>Colmena Brasileña mejorada</u> Autores/inventores o titulares de la patente: (Baquero y Stamatti, 2007 y Guzmán et al., 2011).</p>	<p>Permite el ingreso de hormigas por los espacios entre módulo y módulo, conlleva el uso de cinta enmascarar lo que implica costos adicionales.</p>
	<p><u>Colmena tradicional sencilla:</u> Autores/inventores o titulares de la patente: (Mejía, 2006).</p>	<p>Módulo rectangular compuesta por aristas generando zonas calientes y frías al interior de la colmena afectando la cosecha de la miel y la supervivencia de las abejas nativas.</p>
	<p><u>Colmena Octagonal Para la crianza de Abejas Meliponas</u> Autores/inventores o titulares de la patente: Romano Romano Digner, Código y fecha de publicación: PE20200002 (Z) 2020-01-03</p>	<p>Esta colmena no cuenta con un mecanismo de ensamble que garantice la estabilidad de los módulos ya que se basa en la colmena racional con la única variación de la forma interna y externa.</p>

4.1.1.5. RAE

Los documentos encontrados demuestran que hasta el momento se han desarrollado investigaciones y artículos sobre colmenas racionales para el cuidado de las abejas meliponas, pero ninguna se utiliza como una estrategia de sensibilización hacia los niños. (Anexo 1).

4.1.1.6 Acercamiento al usuario y proceso

- Se realizó una visita en el Municipio de Pachavita - Boyacá a los expertos Jimmy Ramírez y Julián Barbosa, Ingeniero Agrónomo de la UPTC. Para la recolección de la información se llevó a cabo una encuesta como apoyo para identificar el funcionamiento de las colmenas, tipos de especies, proceso de trasiego de una colmena a otra y ubicación de la colmena, que posteriormente sería de importancia para el desarrollo del proyecto. **(Anexo 2)**

A continuación, se encuentra las actividades y resultados de la colmena que actualmente utiliza el apicultor.

Objetivo: Explorar las posibles interacciones entre las abejas meliponas y el ser humano.

Tabla 9. *Acercamiento al entorno de abejas meliponas, pachavita-Boyacá*

Actividad	Resultado
Diagnóstico actual de las condiciones ambientales de los meliponarios.	Pachavita varía entre temperaturas de 16° a 20 °C
Identificar las partes, componentes y medidas de las colmenas actuales.	Partes: Nido, sobrenido, melarías, tapa, separadores Dimensiones: 30 cm de alto x 15 cm de largo x 15 cm de ancho, con un espesor mayor a 3 cm.
Reconocer la estructura al interior de las colmenas.	Involucro Separadores Potes de miel
Conocer cuáles son las adecuaciones que tiene un meliponario para asegurar la supervivencia de las abejas	Ubicación de la colmena en soportes o colgadas a una altura entre 80 cm a 2 m La colmena debe estar cubierta o protegida del sol y lluvia.



Figura 25. Nidos de abejas en pared de adobe (2021)

En seguida se realizó una visita al municipio de Tenza, vereda Barzal, donde se cuenta con colmenas para abejas meliponas ubicadas y cubiertas sobre una superficie para evitar que tanto el sol como el agua deteriore el material con el que está fabricado.



Figura 26. Ubicación cajas racionales (2021)

Estas colmenas son de aproximadamente de 30 cm de alto x 15 cm de largo x 15 cm de ancho, con un espesor mayor a 3 cm. Estas medidas varían dependiendo del tamaño de los nidos, son fabricadas de manera artesanal con madera de pino ciprés. Estas colmenas están compuestas por una tapa para cubrirse del frío y proteger las abejas meliponas del clima.



Figura 27. Modelo de caja racional (2021)

Como parte de la recopilación de la información se identificó los habitantes de la colmena y su función dentro de ella, tamaño anatómico, productos provenientes de las abejas, alimentación, atrayentes, partes de la colmena, componentes y características a tener en cuenta en el proceso de lluvia de ideas.



Figura 28. Nido de abeja melipona (2021)

Por último, se concluye que las abejas nativas pueden habitar en los hogares.

- Se realizó una visita a un ambiente familiar, cuyo fin fue realizar un taller teórico - práctico a 8 estudiantes de 10 a 13 años. Con esta actividad se pudo indagar sobre los conocimientos previos de los niños acerca de las abejas, los productos derivados como la miel, polen, propóleo, jalea real, cera, los miembros de la colmena como es la abeja reina, obrera y macho y la función que cada uno cumple para el bienestar de la colmena. Por medio de las actividades de observación, exploración e interacción se pudo reforzar y llamar su atención acerca del cuidado y conservación de las abejas meliponas. **(Anexo 3)**

Tabla 10. *Actividades de indagación y participación con modelo de colmena.*

Actividad	Herramienta /Instrumentos	Resultado
Diagnóstico de los conocimientos previos de los niños en cuanto a identificar las abejas Apis mellifera como la melipona. Reconocimiento físico, alimento, hábitat, tipo de	Videos explicativos Fichas gráficas	Se logró la participación e integración de los niños y las niñas, adquisición de nuevo conocimiento. Conocían la abeja, pero desconocían la existencia de diferentes tipos de abejas, el entorno, la alimentación y los beneficios al medio ambiente. Es importante dar a conocer a los niños y niñas el ciclo de

abejas, ciclo de vida, metamorfosis y enemigos.		vida de estas especies y los productos provenientes de las abejas, como es la miel, propóleo, polen, jalea real y cera.
Conocer la comparación y diferencia entre los tipos de abeja apis mellifera y abeja melipona.	Fichas gráficas (Rompecabezas)	Los niños y las niñas identificaron la diferencia de estos dos tipos de abejas, resaltando que las Apis mellifera cuenta con Aguijón como mecanismo de defensa, y la abeja melipona no.
Observar y analizar el prototipo de la colmena de prueba, para conocer las partes que la componen.	Videos explicativos Imágenes adhesivas Colmena Ornamental	Los niños y niñas distinguieron con facilidad la función que cumple cada parte de la colmena y su respectiva distribución internamente con ayuda de las imágenes e interactuando con ella.
Diagnóstico de la imaginación acerca de la casa de abejas	Hojas de papel craft Vinilos Pinceles Colores Marcadores	Todos los estudiantes resaltaron la forma hexagonal de los panales de las abejas. Para armar de manera correcta cada nivel de la colmena, se guiaron con imágenes. Se mantuvo el color de la madera natural.

Se evidencia el desarrollo de la actividad con el juego de memoria, donde las participantes buscan la pareja de cada ficha y expresan su significado. Con esa actividad se buscó que memorizaban e identificarán los habitantes de la colmena, la función que cumple cada uno y los productos que elaboran



Figura 29. Fotografías tomadas en la 1° visita, juego de memoria (2022)

Mediante la actividad de armado rompecabezas se buscó enfatizar entre la diferencia de las abejas *Apis mellifera* y la melipona, donde las participantes lograron resaltar su gusto por interactuar con las abejas meliponas ya que son abejas sociales y no cuentan con aguijón.



Figura 30. Fotografías tomadas en la 1° visita, armado de rompecabezas (2022)

De esta actividad se resalta la forma de manipular la colmena, se evidencia en el desarrollo de la actividad como las participantes teniendo en cuenta los aprendizajes adquiridos con las actividades anteriores interactúan con el modelo de colmena, distribuyendo en los niveles correspondientes, la ubicación de los habitantes, alimentos que producen, y la función que desempeñan.



Figura 31. Fotografías tomadas en la 1° visita, interacción con modelo de colmena (2022)

Por último, se obtiene como las participantes imaginan la casa de las abejas, de esto se destaca la forma, colores, y ubicación de la colmena.



Figura 32. Fotografías tomadas en la 1° visita, interpretación casa de abejas (2022).

4.2 Fase de Diseño

Al desarrollar la herramienta QDF también se realizó una evaluación competitiva con la colmena AF, INPA y la propuesta inicial de proyecto, esta consistió en comparar las características de cada una basada en los requerimientos del cliente. A comparación de las demás colmenas existentes, se destacan las siguientes ventajas o valores agregados en la propuesta (**Anexo 4**).

- Mejor distribución térmica en el ambiente interno de la colmena.
- Material impermeable
- Interacción visual abejas - usuario
- Atención de los niños y niñas hacia la colmena como estrategia pedagógica de conservación.
- Transportable - Liviana
- Elementos que permitan la seguridad y la alimentación de las abejas.

4.2.1 Definición de requerimientos de diseño

A continuación, se encuentran los requerimientos de diseño que se establecieron a partir de la herramienta QFD, clasificados en:

4.2.1.1 Funcionales

Tabla 11. *Requerimiento de diseño funcionales.*

Requerimiento Funcionales	Parámetro
La colmena contará con un alimentador para el suministro de alimento y medicamento para las abejas.	Diámetro: 55 cm Profundidad: 100 cm
La colmena debe poseer orificios para evitar la condensación de humedad en el interior.	Diámetro 3 mm Temperatura interna: 24°-30°C
La colmena debe garantizar el aislamiento de las abejas con posibles depredadores (colgante)	Altura desde el piso: 2 - 3 Metros
La colmena tendrá una piquera para el ingreso de abejas.	Diámetro 15 mm

4.2.1.2 Uso

Tabla 12. *Requerimiento de diseño de uso.*

Requerimiento Uso	Parámetro
La forma de la colmena estará construida para ser portada a mano, se tendrá en cuenta el ancho de la colmena para que el usuario encuentre superficies para tomarla.	Agarre: Circular
Como sistema adicional de sujeción la colmena cuenta con una manija, permitiendo que soporte el peso al ser suspendida. También cumple la función de ayudar a transportarse a nivel de la mano del hombre y de los niños y las niñas.	Anchura de la mano - Percentil 95: 9 cm Largura de la mano - Percentil 95: 20 cm Diámetro de agarre: 4 cm
Para extraer la miel el usuario se apoyará de separadores con cortes en la superficie, de modo que permita retirarla.	Forma: Circular
La colmena tendrá una tapa con acceso visual hacia la parte interna de la colmena.	Diámetro: 85 cm Espesor: 3mm
La colmena contará con un elemento que permita que los niveles no se separen al ser suspendida.	Sistema de giro

4.2.1.3 Estructurales

Tabla 13. *Requerimiento de diseño estructurales*

Requerimiento Uso	Parámetro
El sistema de ensamble debe ser de fácil accionamiento.	Sistema a presión
El material de la colmena debe garantizar un confort térmico dentro de esta.	PLA (ácido poliláctico) con 15 % fibras naturales
El material de la colmena debe ser impermeable.	PLA (ácido poliláctico) con 15 % fibras naturales
El material de la colmena debe ser liviano.	Densidad del PLA: 1.24 g/cm ³ Volumen colmena: 0.71 cm

4.2.1.4 Técnico productivos

Tabla 14. *Requerimiento de diseño productivos.*

Requerimiento técnico productivos	Parámetro
Se utilizarán procesos de manufactura digital.	Impresión 3D, corte láser y demás con la maquinaria con la que cuenta la UPTC.

4.2.1.5 Ergonómicos

Tabla 15. *Requerimiento de diseño ergonómicos.*

Requerimiento Ergonómicos	Parámetro
Las dimensiones del diseño se basarán según la colmena AF o colmena inteligente desarrollada en Brasil por el meliponicultor Ailton Fontana.	Dimensiones: 19 cm de ancho x 19 cm largo x 33 cm alto.
La colmena debe tener señales que indiquen el uso adecuado.	Señales: Cantidad de almacenamiento en el alimentador. Iconos: *Cantidad de miel almacenada: *Temperatura interna: 24 – 30°
El peso de la colmena evitará sobreesfuerzos al ser sostenida por el apicultor o los niños y niñas.	3 kg máximo.
Las medidas internas se piensan en la ergonomía de la abeja.	Especie: Angelita Tamaño de la abeja: 5 mm

4.2.1.6 Formales

Tabla 16. *Requerimiento de diseño formales.*

Requerimiento Formales	Parámetro
El material para visualizar el interior debe ser traslúcido.	PMMA - polimetilmetacrilato Espesor: 3,5 mm

La colmena debe garantizar oscuridad total en el interior.	PMMA - polimetilmetacrilato negro Espesor: 3,5 mm
La colmena a desarrollar deberá contar con las mismas partes o secciones que una colmena racional.	Nido, sobrenido, melaria, tapa y separadores
El exterior de la colmena debe atraer la atención de los niños y niñas.	Color verde Color madera
La colmena conservará el principio de forma hexagonal	Forma: Hexagonal

4.2.2 Selección de componentes:

El proyecto debe contar con los mismos componentes, además, con otros elementos complementarios como un alimentador, un sistema de sujeción y el componente didáctico.

4.3 Fase de Desarrollo

4.3.1 Diseño conceptual

Para la propuesta se tomó como referencia el elemento modular constitutivo de la guadua denominado **canuto** el cual favorece el confort térmico y la interrelación de los módulos de la colmena.



Figura 33. Guadua

Se realizó una abstracción para desarrollar la forma externa de la colmena y su respectivo dimensionamiento. (*Figura 37*)

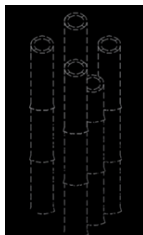


Figura 34. Abstracción formal (2022).

4.3.2 Lluvia de ideas

4.3.2.1 Primer esquema funcional.

Teniendo en cuenta el diseño conceptual se realiza el primer esquema funcional para materializarlo.

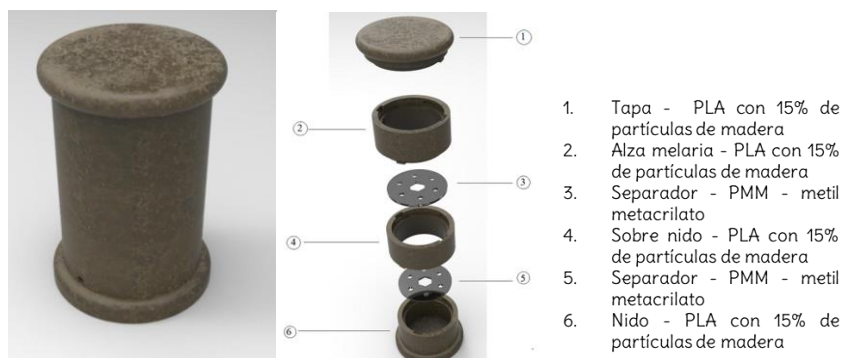


Figura 35. Primer bosquejo esquemático de los componentes de la colmena (2022).

El proceso de materialización se realiza en impresión 3D con filamento PLA con 15% de partículas de madera y se tiene en cuenta los siguientes parámetros.

Tabla 17. *Parámetros generales impresión 3D.*

PARÁMETROS GENERALES	
Calidad	0.3
Relleno	7%
Velocidad	40mm/s
Tiempo	41 h 39 min
Material	174,58 m
Temperatura	210 grados
NIDO 1	
Tiempo	14 h 38 min
Material	57,17 m
SOBRENIDO	

Tiempo	19 h 16 min
Material	79,58 m
TAPA	
Tiempo	9 h 12 min
Material	37,83 m

4.3.3 Validación de esquema funcional y formal

- Se llevó a cabo el testeo y comprobación del primer esquema funcional materializado por el experto Jimmy Ramírez y Julián Barbosa, Ingeniero Agrónomo de la UPTC, se concluye que la propuesta conserva las dimensiones de una colmena tradicional, además, el ajuste o ensamble de cada uno de los módulos es sencillo. Otra ventaja que se encontró es el espesor del material, ya que genera una mejor regulación térmica interna de la colmena, también, la forma cilíndrica simula los espacios naturales donde las abejas se establecen o crean sus colmenas, es una forma que está basada en la guadua, lo que es bastante natural para ellas. **(Anexo 5)**

4.3.4 Realización de pruebas y primera comprobación funcional

4.3.4.1 Banco de pruebas

- Se realizó un banco de prueba en el Municipio de Moniquita Boyacá, en el Meliponario “Tu Miel” con el fin de comprobar la funcionalidad y adaptabilidad de las abejas Angelitas con el material PLA con 15% de partículas de madera. Se evidencio al realizarse el trasiego que las abejas Angelitas se adaptaron con facilidad, tomando el material como propio. En los 4 meses que lleva instalada la colmena, cumple con la propiedad térmica necesaria para el bienestar de las abejas. El material no ha sufrido ninguna deformación interna ni externa ya que se encuentra en óptimas condiciones. Por ende, se puede concluir que la colmena cumplió el objetivo ya que está siendo funcional y el material es apto para este tipo de abejas.



Figura 36. Banco de pruebas del material PLA con 15% de fibras de madera

4.3.5 Desarrollo de diseño estético y funcional

En el banco de prueba se obtuvo buenas características formales, funcionales y de adaptabilidad de las abejas con el material, por lo cual se desarrollaron las siguientes alternativas.

4.3.5.1 Alternativas de diseño

- **Alternativa N°1**

Las siguientes alternativas de diseño, se basaron en el diseño conceptual y en el primer bosquejo realizado, donde se tuvieron en cuenta los componentes que conforman las colmenas (nido, sobrenido, alzas melarías y tapa). En la alternativa N°1 se presenta un tipo de ensamble entre cada módulo a presión.

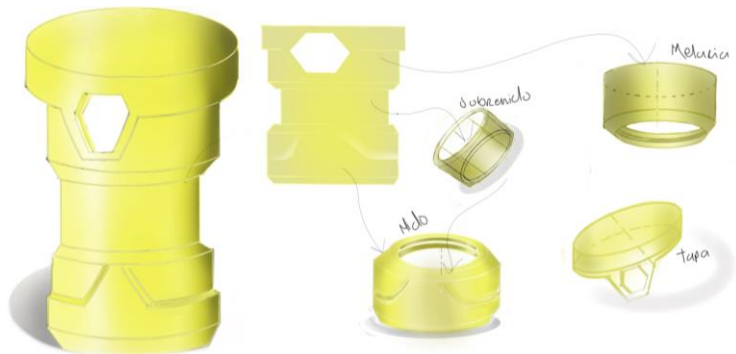


Figura 37. Alternativa N°1 de diseño de colmena (2022).

- **Alternativa N°2**

En la alternativa N°2 se desarrolló un tipo de ensamble por forma, los módulos se aseguran por medio de un protector. La tapa cuenta con accesorio de manija

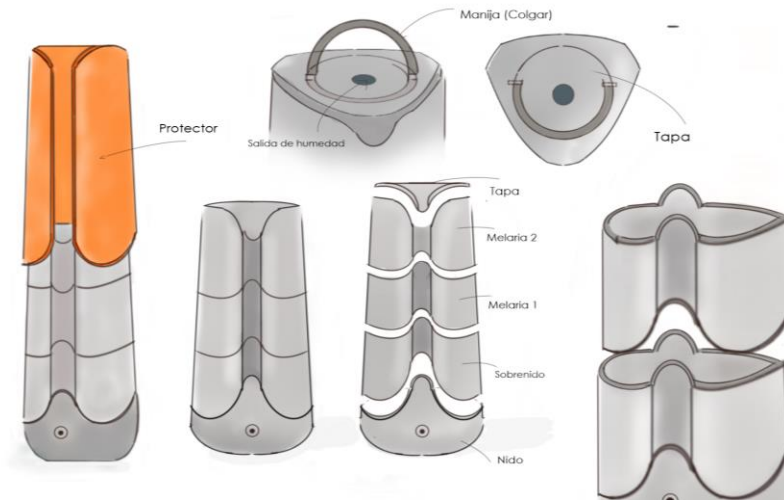


Figura 38. Alternativa N°2 de diseño de colmena (2022).

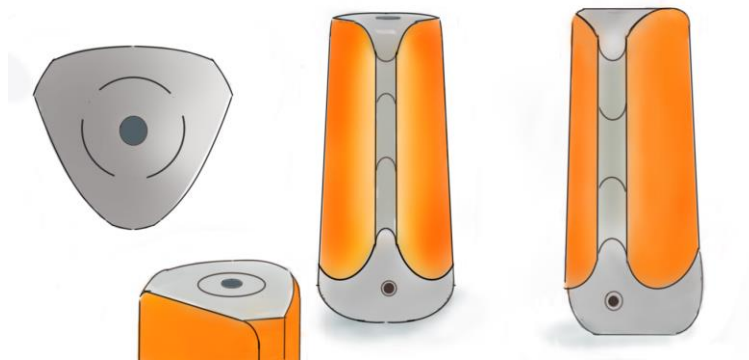


Figura 39. Vista general alternativa N°2 de diseño de colmena (2022).

4.3.5.1.1 Evaluación de alternativas de diseño

Para la selección de la propuesta, se realizó una evaluación cuantitativa teniendo en cuenta los requerimientos nombrados, siendo 5 el mayor puntaje y 1 el menor. **(Anexo 6)**

De acuerdo a la evaluación de alternativas, se consideró el diseño formal y sistema de sujeción de la alternativa N°2, adicional se realizó modificaciones en la tapa de tal manera que permita implementar un sistema de alimentación interno, acceso (piquera) ubicado en el

primer módulo que permita un ingreso seguro de las abejas y un sistema de ensamble entre módulos.



Figura 40. Alternativa N°3 de diseño de colmena (2022).

4.3.6 Realización de pruebas del material

4.3.6.1 Realización de prueba de humedad y resistencia del material







Se construyeron dos bancos de prueba para comparar el material PLA con 15% de partículas de madera y pino Ciprés con el fin comprobar y validar sus propiedades.

Se sumergieron los dos bancos de prueba en un recipiente con agua, durante 3 días, cada 24 horas se diligenciaba las características de: peso, medida y novedades del material.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 18. *Pruebas de material*

Día	Características	PLA con 15% partículas de madera	Pino Ciprés
	Dimensiones	160 x 75 x 20 mm	95 x 95 x 20 mm
	Peso	179.41g	91.42g

Día 1			
	Dimensiones	160 x 75 x 20 mm	96 x 95 x 21 mm
Día 2	Peso	181.98 g	115.17g
			
Día 3	Dimensiones	160 x 75 x 20 mm	96 x 96 x 21
	Peso	186.83 g	119.46 g
			

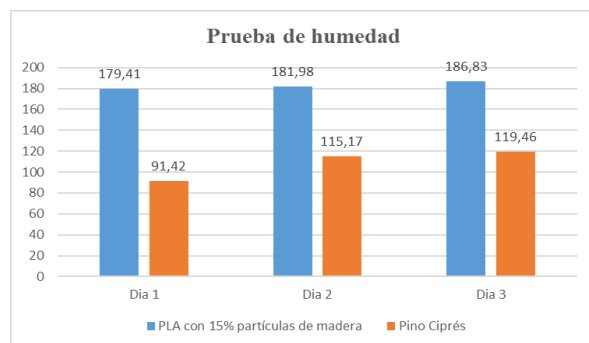


Figura 41. Gráfico de barras, prueba de humedad

En la gráfica anterior se observa que la madera pino ciprés absorbió una mayor cantidad de humedad, sufriendo un aumento en la cantidad de peso. Comparando los resultados, las dimensiones de la madera pino ciprés se ancharon, y como consecuencia es posible que se deforme y deteriore al estar expuesta en zonas exteriores con lluvia y humedad sin tratarla.

De lo anterior se concluye que el porcentaje de agua en la madera es mayor que en el material que se está proponiendo, por eso se selecciona el material PLA con 15% de partículas de madera para desarrollar el modelo de colmena.

4.3.7 Selección de la alternativa de diseño

4.3.7.1 Diseño de detalle

- **Partes y componentes de la colmena**

Tabla 19. *Componentes de la colmena*

Partes	El modelo funcional de colmena para abejas meliponas es un producto que cuenta con las siguientes partes: piquera (pieza N°1), nido (pieza N°2), separador (pieza N°3), sobre nido (pieza N°4), tapa ventana (Pieza N°5), melarías (pieza N°6), tapa colmena (pieza N°8), elemento de sujeción (pieza N°9), alimentador (pieza N°10), protector de alimentador (pieza N°11), rejilla (pieza N°12,) y ganchos de sujeción (pieza N°13).
Dimensiones generales	Las dimensiones generales de la colmena son: 268 mm de alto x 160 mm de diámetro, compuesto por 4 módulos con base, costados y en el parte superior abierto para conectarse con el siguiente módulo cada módulo se une por medio de un ensamble de giro de 96°, el cual facilita su manipulación, transporte y apilamiento
Dimensiones nido	El primero denominado nido el cual cumple la función de ser la cámara de cría, con un diámetro de 130 mm x 75 mm alto, este módulo en la parte frontal cuenta con una piquera de 15 mm donde se ensambla un conducto en forma de campana con un diámetro interno de 10 mm en que permite solo el ingreso de las abejas nativas.
Dimensiones Sobre nido	En el siguiente nivel se encuentra el sobre nido con un diámetro de 130mm de diámetro x 65mm alto, este módulo permite el crecimiento del nido, en la parte inferior del módulo se cuenta con un borde donde se ubica un separador de espesor de 4.8 mm y diámetro de 99 mm en material metacrilato, este consta de 6 perforaciones de 10 mm y una de 30mm en forma de pentágono, el separador permite crecer el panal

	y dividirlo al momento del traspasarlo a otra colmena.
Dimensiones Alza Melaria 1-2	El tercer y cuarto nivel son alzas melarías, cada una con un diámetro de 130mm de diámetro x 65mm alto y cumplen la función de almacenar la miel para ser extraída por medio de una jeringa.
Dimensiones Tapa	El último nivel corresponde a la tapa, en esta se encuentra el dispositivo de alimentación que compone por una rejilla con 5 ranuras que le permite a las abejas un acceso directo al alimentador que contiene agua con azúcar, este cuenta con perforaciones de 1 mm que coinciden con las ranuras generando contacto por un sistema de goteo, este sistema cuenta con un protector, el cual permite observar por medio de ranuras el nivel del alimento. Alrededor de la tapa se cuenta con 9 perforaciones de 2 mm para la salida de humedad que se concentra en el interior, y 3 perforaciones de 5 mm de tal manera que permita ubicar ganchos para sujetar una cadena y así suspender la colmena.

4.3.8 Modelado por software CAD

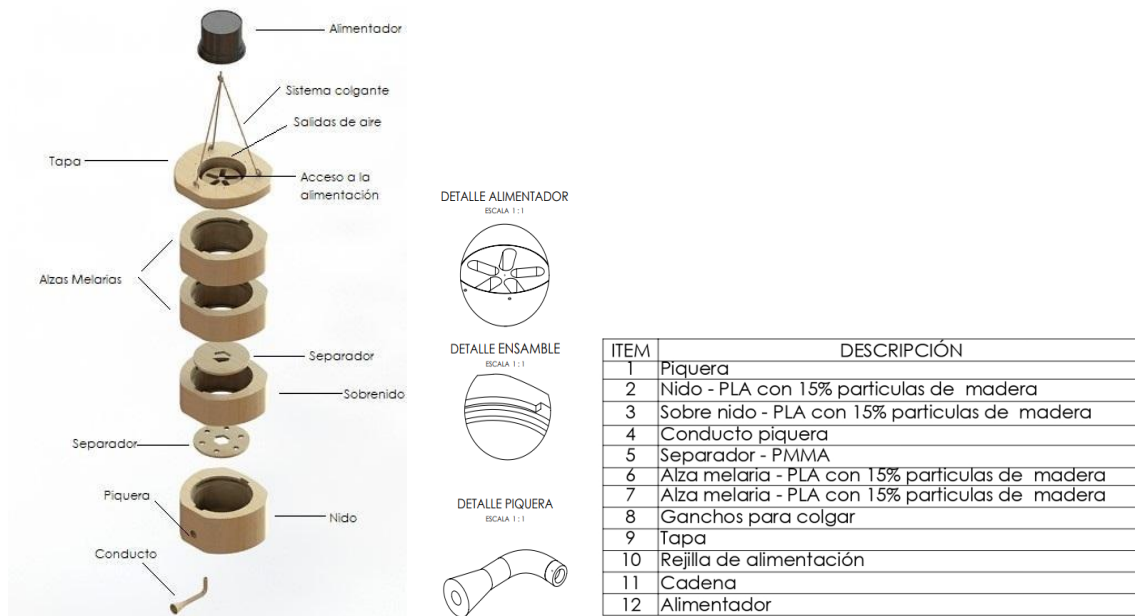



Figura 42. Modelado por software CAD de colmena

4.3.9 Construcción de modelo funcional

4.3.9.1 Parámetros de impresión 3D

Se utiliza el programa Ultimaker Cura para realizar los análisis de la configuración de la impresión 3D.

Tabla 20. *Parámetros impresión 3D- ultimaker cura*

Parámetro	Característica de impresión 3D
Perímetro	En el perímetro se tiene en cuenta el grosor de la pared para este caso fue de 0,8 mm, las capas superior e inferiores de una impresión, las primeras constituyen las regiones exteriores verticales, que abarcan la altura de la impresión con 6 capas , y las capas superior e inferior cubren las regiones horizontales con 4 capas, estas configuraciones se pensaron ya que sirven como la carcasa de la colmena, esta se configuró teniendo en cuenta el confort térmico que requieren las abejas para subsistir igualmente en que influye en la propiedades mecánicas de la colmena, como en la resistencia y durabilidad-
Relleno 	Se definió que el relleno de la colmena es de 10%, debido a que no suelen requerir una gran dureza. El motivo es que no estará sometida a ningún tipo de tensión. Para este tipo de aplicaciones, los patrones de relleno son de zigzag ya que permiten imprimir con la máxima rapidez. Desde el punto de vista de la producción, esto reduce el material, los costes, el tiempo y el peso de la colmena.
Material	Las temperaturas de impresión rondan entre 190°C a 230°C. En este caso la impresión se ajustó a 210°C. El PLA utilizado en el prototipo de Colmena contiene un 85 % de PLA y 15 % de fibras de madera. El alto contenido en fibras de madera natural permite que las piezas de la colmena tengan un acabado superficial muy similar al de la madera natural.
Velocidad	La velocidad de impresión que se utilizó fue de 60 mm/s el cual fue un buen valor para conseguir un equilibrio entre calidad y velocidad, el acabado de la colmena es directamente proporcional al tiempo de impresión.

Refrigeración	En el parámetro de refrigeración se activó con una velocidad del ventilador del 100.0%, permitiendo que los ventiladores aseguren que el material se enfríe correctamente antes de imprimir la siguiente capa.
Soporte	Cada soporte se imprimió junto a la pieza que componen la colmena, no son parte del modelo original, pero sirven para sostener las partes que exceden.

4.3.9.2 Parámetros generales



Figura 43. Parámetros generales Ultimaker Cura

4.3.10 Acabados

Para dar el acabado al modelo funcional de colmena se aplicó pintura acrílica color verde manzana, para relacionarlo con el entorno en donde va estar ubicada la colmena. También, es uno de los colores más llamativos para los niños.

4.3.11 Realización de pruebas y segunda comprobación funcional

A continuación, se observa el primer modelo funcional para su respectiva validación en el apiario ANYI Santuario de las abejas (Campo Colombia) con el tipo de abeja angelita.



Figura 44. Modelo funcional colmena

Para la validación del modelo funcional de colmena el respectivo trasiego de nido el cual estaba ubicado durante 8 meses en un recipiente plástico tal como se observa en las imágenes.



Figura 45. Trasiego de nido

Luego se procedió a instalar un Datalogger en la parte interna de la colmena. El Datalogger es un grabador independiente que monitorea y registra datos en tiempo real, tales como voltaje, temperatura y corriente, con el fin de realizar una comparación de temperatura con las colmenas actuales y la temperatura ambiente.



Figura 46. Instalación de Datalogger interior colmena

En seguida se preparó el alimento para las abejas angelitas mezclando agua con azúcar para comprobar la funcionalidad del alimentador.



Figura 47. Alimentador colmena

Para conseguir la unión de cada nivel, se realiza por medio de un ensamble de giro a 96° a través de un canal. Se concluye que este tipo de ensamble no es viable para la unión de los componentes ya que las abejas corren riesgo de ser lastimadas al quedar atrapadas en el canal. Además, el ensamble se bloquearía debido a que las abejas producen un tipo de pegante llamado propóleo provocando que la colmena quede inmóvil. Debido a que no funcionó el ensamble se vio afectada la instalación con el sistema colgante ya que los módulos se desprendían.

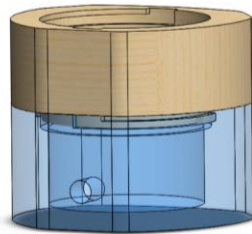


Figura 48. Ensamble tipo giro 96°

Finalmente se concluye que la piquera es práctica y útil ya que por su forma permite la protección de la colmena al prohibir el paso de depredadores como la hormiga, igualmente fue importante ubicar la colmena a una altura de 2 metros aproximadamente para evitar que la colmena sea atacada por estos depredadores.







Figura 49: Ubicación colmena en el Apiario ANYI con piquera



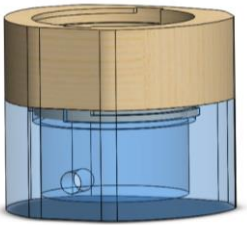
Al terminar la validación de la propuesta se realizó una entrevista al meliponicultor con el fin de conocer la aceptación de la propuesta. (Anexo 7)


4.3.12 Comparación de la propuesta con la colmena racional

Tabla 21. *Comparación propuesta con colmena tradicional.*

Ítem	Colmena Racional (Campo Colombia)	Modelo Funcional De Colmena
Confort térmico:	Rango: 21 – 26°	Rango: 24-28 °

<p>Forma de la colmena:</p>	<p>Debido a su diseño rectangular genera zonas calientes y frías al interior de la colmena debido a la ineficiente distribución térmica causada por las aristas de la geometría afectando el funcionamiento interno de la colmena.</p>  <p><i>Figura 50. Colmena (Campo Colombia)</i></p>	<p>La colmena al no contar con aristas, no afecta la distribución térmica ya que no tiene zonas frías ni calientes, beneficiando la cosecha de miel y supervivencias de las abejas</p>  <p><i>Figura 51. propuesta de colmena</i></p>
<p>Dispositivo de Alimentación:</p>	<p>Se utilizan tapas para botellas PET en el interior de la colmena estas tienen 2 cm de profundidad, se colocan con palitos, lo cual puede ocasionar contaminación de la miel y en algunos casos que las abejas se ahoguen.</p>  <p><i>Figura 52. Alimentador (Campo Colombia)</i></p>	<p>El alimentador consta de un recipiente PET de 50 ml con tapa de rosca, con una perforación de 1 mm en el centro de la tapa, permitiendo que el alimento fluya por un sistema de goteo, el alimentador se ubica internamente de la colmena permitiendo un mayor aprovechamiento del alimento, además se puede evaluar en qué momento las abejas necesitan del suplemento.</p>  <p><i>Figura 53 Alimentador propuesto</i></p>

<p>Material de fabricación:</p>	<p>Es fabricado a partir de madera natural como pino ciprés, materia prima proveniente de la explotación de bosques secos, húmedos y templados provocando amenazas para la conservación del ecosistema. La madera pino ciprés es un material biodegradable, por tanto, es menos resistente a la intemperie y útil para los proyectos al aire libre.</p>  <p><i>Figura 54. Material de fabricación (Campo Colombia)</i></p>	<p>La colmena se fabrica a partir de un material compuesto por un 85 % de PLA y 15% de partículas de madera, este material genera confort interno de la colmena gracias a la temperatura de la superficie y a su similitud con materiales naturales como la guadua o el adobe, que es donde naturalmente las abejas establecen sus enjambres. Dicho material fue validado en campo para comprobar la aceptación por parte de las abejas, arrojando un resultado positivo.</p>  <p><i>Figura 55. Material propuesto</i></p>
<p>Ensamble:</p>	<p>Los módulos entre si no se ensamblan, lo que es un inconveniente para la termorregulación de la colmena. Permite el ingreso de hormigas por los espacios entre módulo y módulo, lo que conlleva el uso de cinta enmascarar para mantener las colmenas sanas, limpias y fuertes. También al no contar con un ensamble seguro entre los niveles las colmenas las ubican sobre una superficie de madera pino y a una altura que varía entre 80 a 1,50 m, ocasionando que los depredadores recorran</p>	<p>Cada módulo se une por medio de un sistema de giro de 96° por forma, brindando mayor seguridad al ser manipulada, apilada y transportada. A su vez, este mecanismo de ensamble permite que la colmena sea instalada por medio de un elemento de fijación colgante.</p>  <p><i>Figura 57. Ensamble propuesto</i></p>

	 <p data-bbox="508 501 893 573"><i>Figura 56. Ensamble (Campo Colombia)</i></p>	<p data-bbox="987 226 1459 338">Se debe tener en cuenta medicar este ensamble debido a lo anteriormente mencionado</p>
--	--	--

Según (Figura 61), se evidenció que después de algunas semanas de instalada la colmena en el meliponario, debido a factores como humedad, luz solar, y no contar con protección antimoho y hongo, se generó manchas color negro sobre la pintura acrílica por acumulación de estos factores. Por esto es necesario buscar un tipo de pintura como es el Vinilo tipo 1 ya que es resistente a estos elementos y que evitan la presencia de estas irregularidades en la colmena.



Figura 58. Modelo de colmena funcional en meliponario

4.3.13 Instalación de colmena

Para el establecimiento de los meliponarios se propone utilizar una cubierta tipo invernadero con una geometría hexagonal que permita la captación eficiente de rayos solares, lo que beneficia el aumento de la temperatura en climas fríos. La cubierta cuenta con un diámetro de 1.30 m, en el centro se ubica un hexágono, donde se desprenden vigas formando 6 caras, en cada cara se suspende 2 colmenas, instalando alrededor de 12 colmenas en total, la estructura se ubica sobre el piso a una altura 2 m, donde se evita el contacto con

depredadores y se puede inspeccionar con facilidad. Está cubierta está fabricada con perfiles de acero de 1", 1½" pulgada y con policarbonato de 6 mm de espesor.



Figura 59. Cubierta tipo invernadero para meliponario

4.3.14 Descripción de componentes

Como se mencionó al principio del proyecto, se construyeron dos colmenas para ser utilizadas en distintos contextos. Una colmena productiva con un valor ornamental que permite el trasiego de las abejas y ser colgada en meliponarios, cumpliendo la función de llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en clase, y otra, como material didáctico en el aula, que aporta a la primera infancia experiencias pedagógicas abordando valores y actitudes ambientales sobre el cuidado y la importancia de las abejas meliponas.

La colmena productiva con valor ornamental fue producto del proceso de diseño y validación y la cual fue el medio para llegar a la colmena didáctica.

Tabla 22. Modelos de colmenas desarrolladas.

Colmena productiva con valor ornamental	Colmena Didáctica
	

A continuación, se realiza un desglose de las piezas con la función correspondiente, tanto de la colmena productiva con valor ornamental como de la colmena didáctica.

4.3.14.1 Modelo funcional de colmena productiva con valor ornamental ubicada en meliponarios

Tabla 23. Descripción colmena productiva con valor ornamental

Colmena productiva con valor ornamental	
	
Función	Cuidado y protección de las abejas meliponas, valor ornamental y decorativo, aplicar en la práctica conocimientos adquiridos en el aula sobre

	todo lo relacionado con abejas nativas.
Descripción	Esta colmena está compuesta por varios subcomponentes: Nido, sobrenido, melaría 1 y 2, piquera, separadores, sistema colgante, respiradores y seguro entre cada nivel. El diseño parte de la abstracción de la guadua.
Relación:	La colmena está diseñada para ubicarla en el meliponario ANYI Santuario de las abejas “Campo Colombia” debajo de una cubierta, de manera que el meliponicultor tenga acceso a ella.
Tamaño:	16 cm x 16 cm x 37 cm
Material	PLA (Ácido poliláctico)
Color	Verde

4.3.14.1.1 Componentes de acuerdo a los requerimientos de diseño

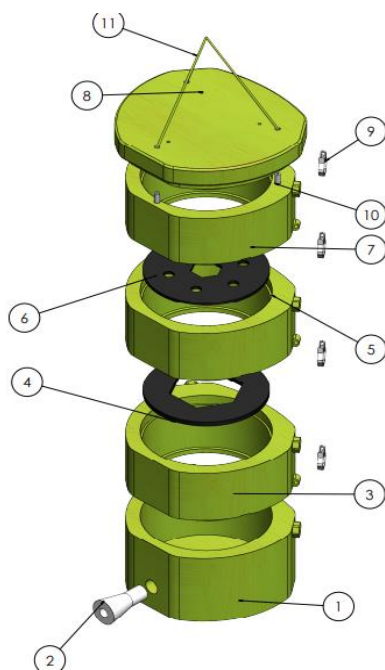


Figura 60. Componentes colmena productiva con valor ornamental

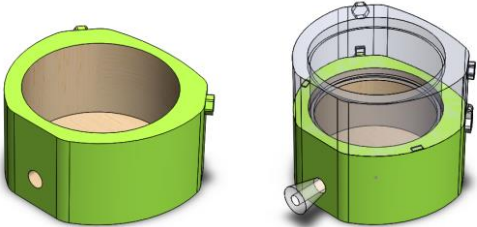
Las dimensiones generales de la colmena son de 270 mm alto x 160 mm de diámetro, compuesto por 5 módulos (nido, sobrenido, alza malaría N°1, alza malaría N°2, tapa). El nido, sobrenido y alzas melarías en la parte superior e inferior son huecos para conectarse con el

siguiente módulo, el nido cuenta con una cara inferior y la tapa es maciza para cerrar la colmena. Cada módulo se une por medio de su forma y adicional por el ensamble de dos accesorios en cada módulo con forma hexagonal los cuales aseguran de que no se desprendan, lo que facilita su manipulación, transporte y apilamiento.

- **Nido**

Es el módulo que contiene y protege los panales de cría, donde la abeja reina pone los huevos y se desarrollan y se cuidan las larvas, es donde las abejas guardan el néctar y polen para su uso inmediato.

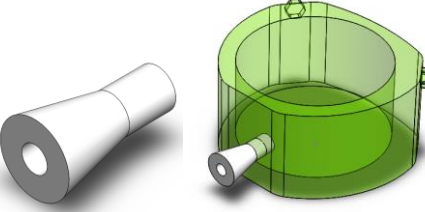
Tabla 24. *Análisis y descripción del nido.*

1. Nido		
		
Función	Cumple la función de proteger el involucro que es la estructura que está recubriendo los panales de cría, donde se encuentra la abeja reina los huevos y las larvas, también se encuentran algunos potses de polen sellados.	
Descripción	Estructura hexagonal con caras redondeadas, internamente cilíndrica, con base en la parte inferior y una perforación en la cara frontal de 1.5mm para ensamblar componentes.	
Relación	Es el primer módulo, ubicado en la parte inferior, se ensambla por medio de su forma con el sobrenido, para asegurar se une por medio de accesorios adicionales en los laterales. En la cara frontal se ensambla a presión el conducto - piquera en la perforación en la cara frontal.	
Dimensiones	Diámetro externo 160 mm x 75 mm de alto Diámetro interno de 120 mm	
Material	PLA (Acido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde	Proceso: Impresión 3D

- **Conducto - piquera**

Está situada en la cara frontal del nido, cuenta con una apertura que permite la entrada y salida de las abejas, es adaptable según el tipo de especie con la que se trabaje, por medio de este elemento la colmena no pierde calor.

Tabla 25. *Análisis y descripción del conducto piquera*

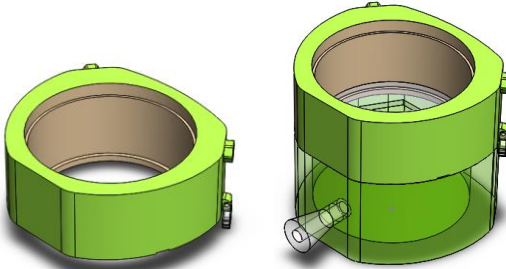
2. Conducto - Piquera		
		
Función	Permite la entrada y salida de las abejas angelitas al interior de la colmena	
Descripción	Elemento en forma de campana, sus dimensiones permiten el ingreso de abejas angelitas, se puede reemplazar por otro conducto con otras medidas y formas para adaptar la colmena a otro tipo de especie meliponas.	
Relación	El conducto de piquera se ensambla con el nido por medio de presión	
Dimensiones	Diámetro interno de 15mm x 40 mm largo	
Material	PLA (Acido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Blanco	Proceso: Impresión 3D

- **Sobrenido**

Funciona como continuación del área de cría, donde las abejas construyen los paneles para la miel. Este módulo es menos profundo que el nido.

Tabla 26. *Análisis y descripción del sobrenido.*

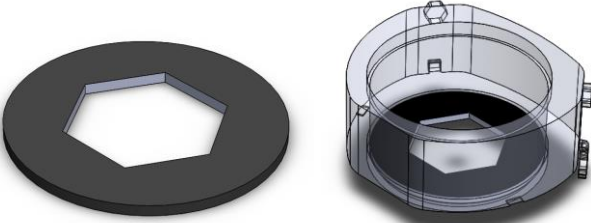
3.Sobrenido

		
Función	Permite crecer los panales de cría y se ubica el resto de los potses de miel y de polen sellados.	
Descripción	Estructura hexagonal con caras redondeadas, internamente cilíndrica y hueca, en la parte inferior del módulo se cuenta con un borde donde se ubica un separador.	
Relación	Está ubicado encima del nido, se ensambla con el alza malaria por medio de su forma y accesorios adicionales en los laterales.	
Dimensiones	Diámetro externo 160 mm x 75 mm de alto Diámetro interno de 120 mm	
Material	PLA (Acido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde	Proceso: Impresión 3D

- **Separador N°1**

Es un elemento circular de 3 mm, en polimetilmetacrilato, con una extrusión en forma de pentágono que permite el paso del involucro y el crecimiento, facilita dividirlo de manera rápida.

Tabla 27. *Análisis y descripción del separador N°1.*

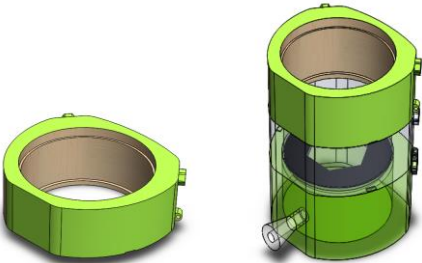
4. Separador N°1


Función	Su función es permitir separar el involucro y dividirlo al momento de trasladarlo a otra colmena	
Descripción	Elemento circular, consta de una perforación en el centro en forma de pentágono de 60 mm	
Relación	Se apoya en un borde en la parte inferior del módulo del sobrenido	
Dimensiones	Diámetro 160 mm x 3mm	
Material	Polimetilmetacrilato	Origen: Diseño y manufactura
Color	Negro	Proceso: corte laser

- **Alza malaría N°1**

Es el lugar donde se encuentran los potes de miel y polen, para la extracción se abre cada pote con ayuda de un cuchillo y se extrae el contenido por medio de una jeringa.

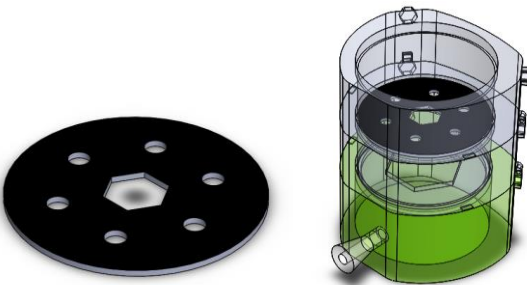
Tabla 28. *Análisis y descripción de alza melaría N°1.*

5. Alza melaría N°1		
		
Función	Cumple la función de almacenar los potes de miel y de polen	
Descripción	Estructura hexagonal con caras redondeadas, internamente cilíndrica y hueca internamente se forman potes de miel y de polen donde se extrae la miel con ayuda de jeringa	
Relación	Está ubicado encima del sobre-nido, se ensambla con el alza melaría N°2, por medio de su forma y accesorios adicionales en los laterales.	
Dimensiones	Diámetro externo 160 mm x 65 mm de alto Diámetro interno de 120 mm	
Material	PLA (Ácido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde	Proceso: Impresión 3D

- **Separador N°2**

Es un tipo de rejilla que permite el paso a las abejas obreras, pero impide el paso a la reina desde el cajón inferior al superior (alza melífera). Esto se hace para que la reina permanezca concentrada poniendo huevos en el cajón inferior (nido-cámara de cría).

Tabla 29. *Análisis y descripción del separador N°2.*

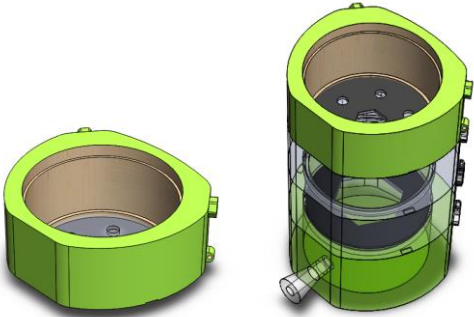
6. Separador N°2		
		
Función	Su función es permitir separar los pots de polen y de miel y dividirlo al momento de trasladarlo a otra colmena	
Descripción	Elemento circular, consta de 6 orificios de 10 mm y una de 30mm en forma de pentágono, los agujeros son suficientemente grande para el paso de las abejas obreras, pero no permite el paso de la reina	
Relación	Se apoya en el borde de la parte inferior interna del alza melaría N°1	
Dimensiones	Diámetro 120 mm x 3 mm	
Material	Polimetilmetacrilato	Origen: Diseño y manufactura
Color	Negro	Proceso: Corte laser

- **Alza Melaría N°2**

Este módulo es adicional para hacer crecer la colmena, se ubican el resto de los pots de miel y de polen.

Tabla 30. *Análisis y descripción de alza melaría N°2.*

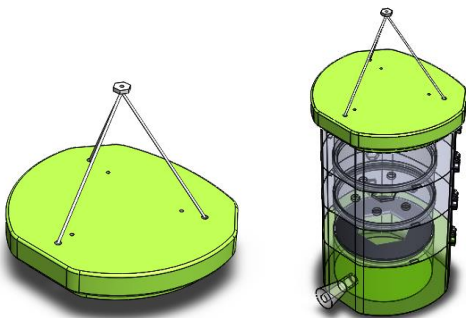
7. Alza melaría N° 2

		
Función	Cumple la función de almacenar los potes de miel y de polen	
Descripción	Estructura hexagonal con caras redondeadas, internamente cilíndrica y hueca	
Relación	Está ubicado encima del sobrenido, se ensambla con la tapa, por medio de su forma y accesorios adicionales en los laterales.	
Dimensiones	65 mm x 16 mm x 16 mm	
Material	PLA (Acido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde	Proceso: Impresión 3D

- **Tapa**

Se utiliza para cubrir la colmena, esta puede levantarse para inspeccionar su interior, se utiliza para sellar la colmena y mantenerlas dentro. El modelo Bio nativa viene con 2 tipos de tapas.

Tabla 31. *Análisis y descripción de tapa.*

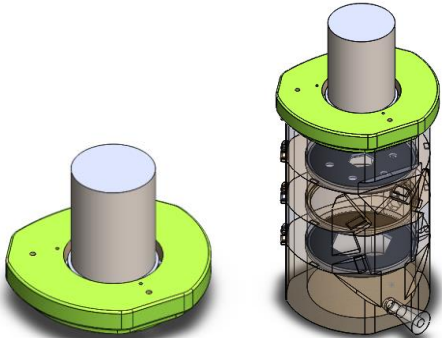
8. Tapa


Función	Cumple la función de sellar la colmena y de permitir colgarla	
Descripción	Estructura hexagonal con caras redondeadas, maciza, cuenta con 6 perforaciones: 3 perforaciones de 5mm que permite colocar un elemento de sujeción para ser suspendida y 3 perforaciones de 1 mm que permite la salida de humedad. Esta tapa puede ser reemplazada por otro tipo de tapa: <ul style="list-style-type: none"> • Tapa con alimentador: En el centro de la tapa se cuenta con una perforación de 75mm donde se encuentra un dispositivo de alimentación que permite que las abejas internamente tengan acceso directo a él. 	
Relación	Se ensambla con el alza melarí N°2 por medio de forma y de accesorios adicionales	
Dimensiones	Diámetro externo 170 mm x 40mm alto Diámetro interno 120mm	
Material	PLA (Acido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde	Proceso: Impresión 3D

- **Contenedor de alimentación**

Contenedor de 50 ml, con alimento y vitaminas para las abejas, acceso directo internamente, por un sistema de goteo.

Tabla 32. *Análisis y descripción contenedor de alimentación.*

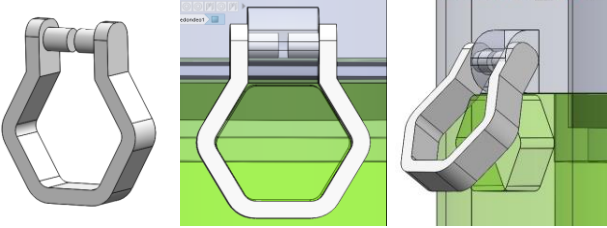
8.1 Contenedor de alimentación	
	
Función	Cumple la función de contener el alimento y vitaminas para las abejas

Descripción	Elemento cilíndrico con tapa de rosca que se ubica en el centro de la tapa y queda internamente, permitiendo que las abejas tengan acceso directo a la alimentación que contiene agua con azúcar. El contenedor tiene una perforación de 2 mm, generando un sistema de goteo por contacto.	
Relación	Se ensambla el contenedor de alimentación a presión en el centro de la tapa que contiene una extrusión de 75mm.	
Dimensiones	Diámetro 75 mm x 80mm alto	
Material	Plástico	Origen: Adquisición
Color	Translúcido	Proceso: Ensamble

- **Accesorio Ensamble**

Asegura la colmena por medio del ensamblaje por forma entre los módulos, mediante un giro, los accesorios se insertan en una perforación en la parte inferior de los módulos donde son concéntricos y permite su movimiento para asegurarse con la parte superior del siguiente.

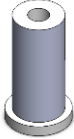
Tabla 33. *Análisis y descripción accesorio de ensamble*

9. Accesorio Ensamble		
		
Función	Cumple la función de asegurar la colmena para que los módulos no se desprendan.	
Descripción	Cada módulo cuenta en la parte inferior con dos extracciones cilíndricas con una perforación interna de 7mm que permite ensamblarse 2 accesorios en forma de hexágono, estos accesorios quedan giratorios y permite asegurarse por medio de la unión con dos extracciones con la misma forma hexagonal en la parte superior de los módulos.	
Relación	Se ensambla a presión en la parte inferior de cada módulo.	
Dimensiones	23mm x 20mm x 5mm	
Material	PLA	Origen: Diseño y manufactura
Color	Blanco	Proceso: Impresión 3D y ensamble

- **Sujetador**

Permite el paso del nylon en el orificio que cumple la función de manija y se asegura a presión en la tapa.


Tabla 34. *Análisis y descripción de sujetador.*

10. Sujetador		
		
Función	Asegurar el nylon en la tapa	
Descripción	Elemento cilíndrico. Se cuenta con 3 sujetadores los cuales se ensamblan en la tapa para asegurar el nylon que no se desprenda	
Relación	Se ensambla a presión con 3 orificios de la tapa	
Dimensiones	Ø 6 mm x 10 mm	
Material	PLA	Origen; Diseño y Manufactura
Color	Blanco	Proceso: Impresión 3D y ensamble

- **Elemento de sujeción**

Se utiliza como manija para ser transportada, suspendida la colmena.

Tabla 35. *Análisis y descripción de elemento de sujeción.*

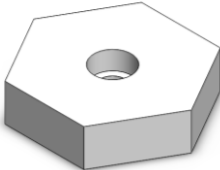
11. Elemento de sujeción	
	
Función	Permite sujetar la colmena cuando está suspendida o cuando se transporta.
Descripción	Elemento de sujeción de nylon de 3mm, el cual permite suspender, transportar la colmena

Relación	Se inserta por 3 orificios en la tapa y se asegura por medio del sujetador para que no se desprendan al suspenderse. El elemento de sujeción se une a un elemento hexagonal tipo manija.	
Dimensiones	30 cm	
Material	Termoplástico	Origen: Adquisición
Color	Blanco	Proceso Adquisición

- **Elemento tipo manija**


Permite el agarre de la colmena y sujeción de la colmena.

Tabla 36. *Análisis y descripción de elemento de sujeción.*

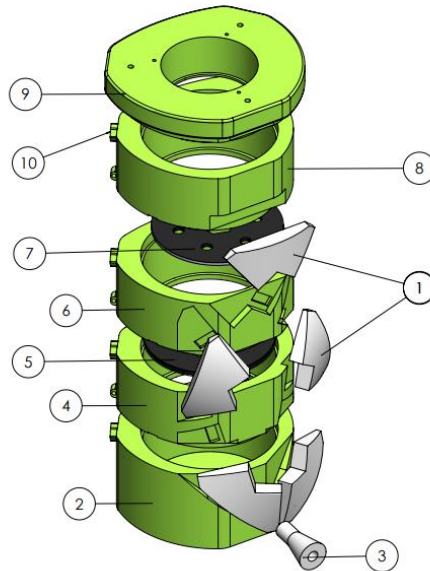
12. Elemento tipo manija		
		
Función	Permitir el agarre y transporte.	
Descripción	Elemento hexagonal, el cual permite ser manipulada, transportada y suspendida la colmena.	
Relación	Se une con el elemento de sujeción	
Dimensiones	6mm x 6mm x 3 mm	
Material	PLA	Origen: Diseño y Manufactura
Color	Blanco	Impresión 3D

4.3.14.2 Modelo de colmena didáctica

Tabla 37. *Diseño de colmena didáctica.*

Colmena didáctica	
	
Función	<p>Colmena didáctica con el fin de aplicar en la práctica ya sea en una institución o en el meliponario conocimientos adquiridos sobre todo lo relacionado con abejas nativas.</p> <p>Se desarrolla el modelo de colmena didáctica con el fin que los niños observen, manipulen, interactúen y mediante el uso comprendan el orden, la distribución y funcionamiento interno y de cada parte.</p>
Descripción	<p>En la cara frontal, se cuenta con 5 formas orgánicas extruidas a 45 mm x 91 mm x 7mm con imanes sobrepuestos el cual permite la unión por forma de 5 fichas con imanes internos. Estas fichas cuentan con ilustraciones del ciclo de vida de las abejas (huevo, larva, mariposa, flor, miel).</p>
Relación:	<p>La colmena está diseñada para ubicarla en el meliponario ANYI Santuario de las abejas, utilizada por los niños y las niñas.</p>
Tamaño:	<p>16 cm x 16 cm x 37 cm</p>
Material	<p>PLA (Ácido poliláctico) con 15% de partículas de madera</p>
Color	<p>Verde</p>

4.3.14.2.1 Componentes de acuerdo a los requerimientos de diseño



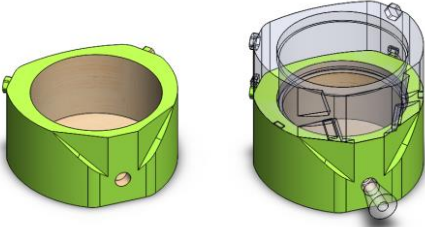
- **Fichas**

Tabla 38. *Análisis y descripción de fichas colmena didáctica*

1. Fichas	
Función	Reforzar los conceptos por medio de las ilustraciones del ciclo de vida de las abejas.
Descripción	Fichas alusivas a los temas referentes al ciclo de abejas angelitas
Relación	Las fichas contienen imanes internos que permiten la unión por forma en la cara frontal de los módulos, estos se insertan en los cortes.
Dimensiones	45 mm x 91 mm x 7mm
Material	PLA
Color	Blanco
	Origen: Diseño y Manufactura
	Impresión 3D

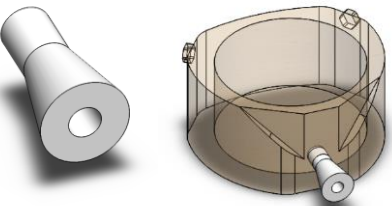
- **Nido**

Tabla 39. *Análisis y descripción de nido colmena didáctica*

2. Nido	
	
Función	Es el hogar de la colonia, su función es proteger el involucro donde se encuentra la abeja reina y los huevos.
Descripción	Es importante que los niños comprendan la distribución que se tiene al interior de la colmena y que sepan diferenciar los paneles de cría para ubicarlos en este módulo, al igual que logren resaltar que en este lugar las abejas reinas ponen los huevos, crecen las larvas y se encuentran algunos pots de polen. Se cuentan con fichas las cuales contienen ilustraciones del ciclo de la abeja estas se ubican según la distribución de la colmena y el ciclo de vida.
Relación	Unir el módulo con el conducto de piquera y sobre nido, en la parte frontal del módulo, encajar en las extrusiones las fichas correctas coincidente con el ciclo de vida.
Dimensiones	Diámetro externo 160 mm x 75 mm de alto Diámetro interno de 120 mm
Material	PLA (Acido poliláctico) con 15% de madera
Color	Verde
	Origen: Diseño y manufactura
	Proceso: Impresión 3D

- **Conducto - piquera**

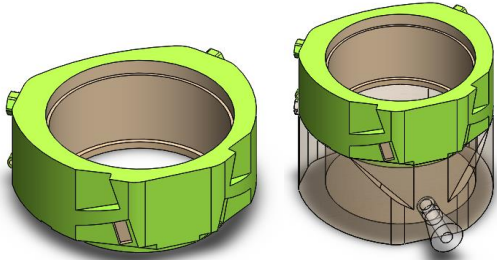
Tabla 40. *Análisis y descripción de conducto piquera colmena didáctica*

3. Conducto piquera	
	

Función	Entrada y salida de las abejas a la colmena y protección de enemigos.	
Descripción	Se desea que los niños encajen el conducto de piquera y comprendan que se puede adaptar según el tamaño de la abeja que es lo suficientemente grande como para que las abejas traigan el néctar y el polen y lo suficientemente pequeña para defender fácilmente la colmena.	
Relación	Unir el conducto de piquera en la cara frontal del módulo de nido.	
Dimensiones	Diámetro interno de 15mm x 40 mm largo	
Material	PLA (Ácido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Blanco	Proceso: Impresión 3D

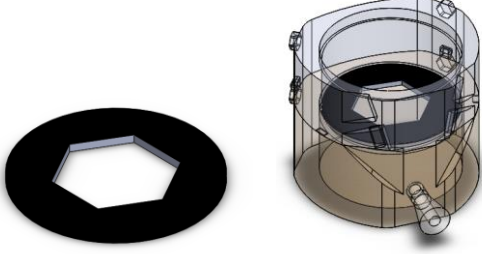
- **Sobrenido**

Tabla 41. *Análisis y descripción de sobrenido colmena didáctica*

4. Sobrenido		
		
Función	Brindar información a los niños y niñas del orden y función que cumple el sobrenido que en este caso es permitir la extensión del panal de cría y de la reproducción de las larvas hasta que se vuelvan abejas	
Descripción	Por medio de la interacción con los demás módulos los niños y niñas encajarán de manera ordenada el módulo mediante el análisis de los vértices haciéndolos coincidir para permitir el crecimiento de la colmena	
Relación	Se unirá por medio de ensamble el sobrenido con el nido, además de hacer coincidir en las extrusiones en la cara frontal las fichas correspondientes con el ciclo que se solicita.	
Dimensiones	Diámetro externo 160 mm x 75 mm de alto Diámetro interno de 120 mm	
Material	PLA (Ácido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde	Proceso: Impresión 3D

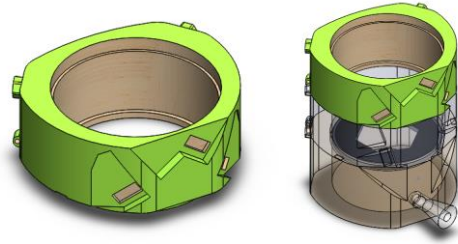
- Separador N°1

Tabla 42. *Análisis y descripción de separador colmena didáctica*

5. Separador N°1		
		
Función	Permitir el crecimiento del panal y aislar a la abeja reina para solo poner huevos en el panal de cría.	
Descripción	Por medio de la interacción y análisis se pretende que los niños y niñas diferencie el separador n°1 del n°2, dónde él n°1 al tener solo una extrusión en el centro en forma de pentágono le cual sirve para que crezca el involucro y que bloquee el paso de la abeja reina a los demás módulos.	
Relación	Encajar el separador en el borde en la parte inferior del sobrenido.	
Dimensiones	Diámetro 160 mm x 3mm	
Material	Polimetilmetacrilato	Origen: Diseño y manufactura
Color	Negro	Proceso: Corte laser

- Alza Melarí N°1

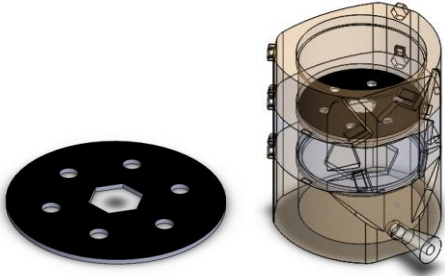
Tabla 43. *Análisis y descripción de alza melarí N°1 colmena didáctica*

6. Alza Melarí N°1		
		
Función	Proteger y almacenar los potes de miel.	

Descripción	Por medio de la manipulación de este módulo se pretende que los niños y niñas relacionen esta zona en donde las abejas crean potes donde fabrican la miel y logren diferenciar la alza melaría N°1 de la N°2 por medio de hacer coincidir sus vértices.	
Relación	Se encaja encima del sobre nido la alza melaría N°1 por medio de la forma, se hacen coincidir los vértices. Asegurar los dos accesorios laterales que se encajan con la forma por medio de un movimiento de giro	
Dimensiones	Diámetro externo 160 mm x 65 mm de alto Diámetro interno de 120 mm	
Material	PLA (Acido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde	Proceso: Impresión 3D

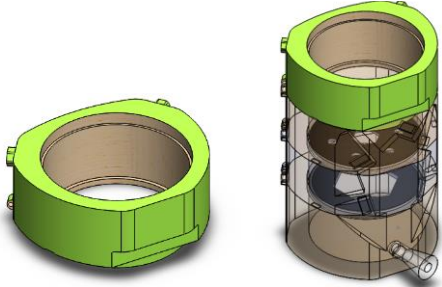
- **Separador N°2**

Tabla 44. *Análisis y descripción de separador N°2 colmena didáctica*

7. Separador N°2		
		
Función	Facilitar la extracción de miel sin presencia de cría	
Descripción	Los niños y niñas relacionarán este separador N°2 con el que permite el paso de las abejas obreras, cuyo uso principal, es evitar que la reina ponga huevos en la parte superior.	
Relación	Encajar el separador en el borde en la parte inferior del alza melaría N1	
Dimensiones	Diámetro externo 160 mm x 65 mm de alto Diámetro interno de 120 mm	
Material	PLA (Ácido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde	Proceso: Impresión 3D

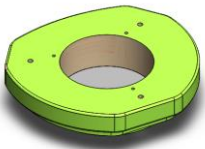
- **Alza Melaría N°2**

Tabla 45. *Análisis y descripción de alza melaría N°2 colmena didáctica*

8. Alza Melaría N°2		
		
Función	Cumple la función de almacenar los pots de miel y de polen	
Descripción	Es la zona donde las abejas continúan creando pots de miel y polen, Es necesario que los niños y niñas diferencien la alza melaría N°2 mediante la coincidencia de sus vértices	
Relación	Se encaja encima del alza melaría N°1 por medio de la forma, se hacen coincidir los vértices. Asegurar los dos accesorios laterales que se encajan con la forma por medio de un movimiento de giro	
Dimensiones	Diámetro externo 160 mm x 65 mm de alto Diámetro interno de 120 mm	
Material	PLA (Ácido poliláctico) con 15% de madera	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde	Proceso: Impresión 3D

- **Tapa Visualización**

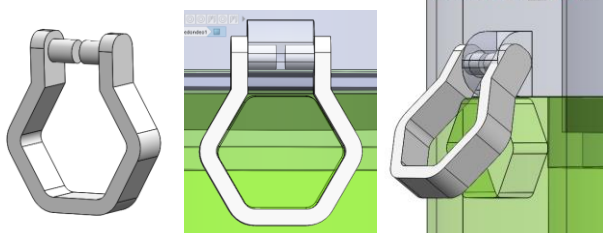
Tabla 46. *Análisis y descripción de tapa visualización colmena didáctica*

9. Tapa Visualización	
	
Función	Sellar la colmena y permitir la visualización al interior de esta.

Descripción	La tapa al tener un orificio en el centro de 85 mm, donde se inserta un elemento circular transparente, permite que los niños y niñas observen al interior de la colmena. Esta tapa se puede ensamblar en los diferentes módulos.	
Relación	En el borde de la tapa se inserta un elemento circular transparente, y la tapa se ensambla con el alza malaría N°2 por medio de forma y de accesorios adicionales en los laterales	
Dimensiones	Diámetro externo 170 mm x 40mm alto Diámetro interno 120mm Elemento circular de diámetro 85mm x 3mm	
Material	Tapa PLA (Ácido poliláctico) con 15% de madera Elemento circular en polimetilmetacrilato	Origen: Diseño y manufactura
Color	Verde Transparente	Proceso: Tapa Impresión 3D Elemento circular: Corte laser

- **Accesorio de ensamble**

Tabla 47. *Análisis y descripción de accesorio de ensamble colmena didáctica*


10. Accesorio de ensamble	
	
Función	Asegurar la colmena para que los módulos no se desprendan y facilitar su transporte y ser suspendida.
Descripción	Por medio de estos accesorios los niños realizan un movimiento de giro donde aseguran la colmena para evitar que se abra y facilitar su transporte.
Relación	Se ensambla en la parte inferior de los módulos a presión, para encajarse por medio de forma al siguiente módulo,

Dimensiones	23mm x 20mm x 5mm	
Material	PLA	Origen: Diseño y manufactura
Color	Blanco	Proceso: Impresión 3D y ensamble

4.3.15 Construcción de modelo funcional de colmena productiva con valor ornamental y como material didáctico por proceso.

4.3.15.1 Impresión 3D


Tabla 48. Descripción acabados impresión 3D

Proceso de manufactura		Impresión 3D	
		Colmena productiva	Colmena didáctica
		Material	
		PLA	PLA con 15% partículas de madera
Cant.	Pieza	Tiempo	
5	Fichas		5 h- 5 min
1	Nido	16 h-18 min	16 h- 7 min
1	Conducto de piquera	50 min	50 min
1	Sobrenido	12 h-38 min	12 h
1	Melaría 1	12 h- 14 min	12 h
1	Melaría 2	12 h -49 min	12 h
1	Tapa plana	13h- 29 min	
1	Tapa alimentador	13 h- 15 min	
1	Tapa Visualización		12h- 3 min
Total:		82 h 19 min	70h -5 min

Debido a que la colmena didáctica cuenta con extrusiones de corte en el que permite ubicar las fichas con las figuras del ciclo de vida de las abejas, elimina material logrando disminuir el tiempo de impresión.

4.3.15.2 Corte laser

Tabla 49. *Proceso de manufactura corte láser.*

Proceso de manufactura		Corte Laser		
				
Cant.	Pieza	Material	Espesor mm.	Tiempo
1	Separador N°1	PMMA negro	3 mm	1 min
1	Separador N°2		3 mm	1 min
1	Visualizador	PMMA transparente	3 mm	1 min
			Total	3 min

4.3.15.2 Acabados

Tabla 50. *Descripción acabados.*

Proceso de manufactura		Acabados
Cant.	Pieza	Tiempo
1/16	Base	2h
1/16	Vinilo Tipo 1	1 h
TOTAL		3h

4.3.16 Resultados finales del modelo funcional de colmena

- **Colmena productiva con valor ornamental**

Según la figura 61 se evidencia que la temperatura externa a la que están sometidas las abejas angelitas es de un promedio de 17,49°C el cual se podrían ver afectadas. Para obtener la estabilidad de la temperatura fue necesario que mediante la propuesta de colmena se aporte a la termorregulación interna en la cámara de cría y se mantenga constante y a una temperatura optima por medio del diseño formal de colmena, material implementado y los demás requerimientos a tener en cuenta. Para comprobar el confort térmico interno de la colmena se utilizó un dispositivo electrónico llamado Datalogger el cual se instaló dentro de la colmena durante un mes.

Se obtuvieron 1300 datos de donde se tomaron 40 de estos durante 5 días cada 6 horas, en donde la temperatura mínima es de 24,40°C, máximo de 28.4°C y con un promedio de 26,44°C concluyendo que la propuesta de colmena si apporto a mantener constante la temperatura interna, generando un mayor bienestar a las abejas y un posible aumento en la producción y calidad de los productos derivados de la meliponicultura. Se evidencia en el la *Figura 61*, que los intervalos de la temperatura externa son más pronunciados que los intervalos que representan la temperatura interna de la colmena, lo que se traduce en una fluctuación menor debido a que la temperatura interna se mantiene más constante, logrando una mayor estabilidad térmica para mantener y fortalecer la cámara de cría y población de abejas. (Anexo 8)

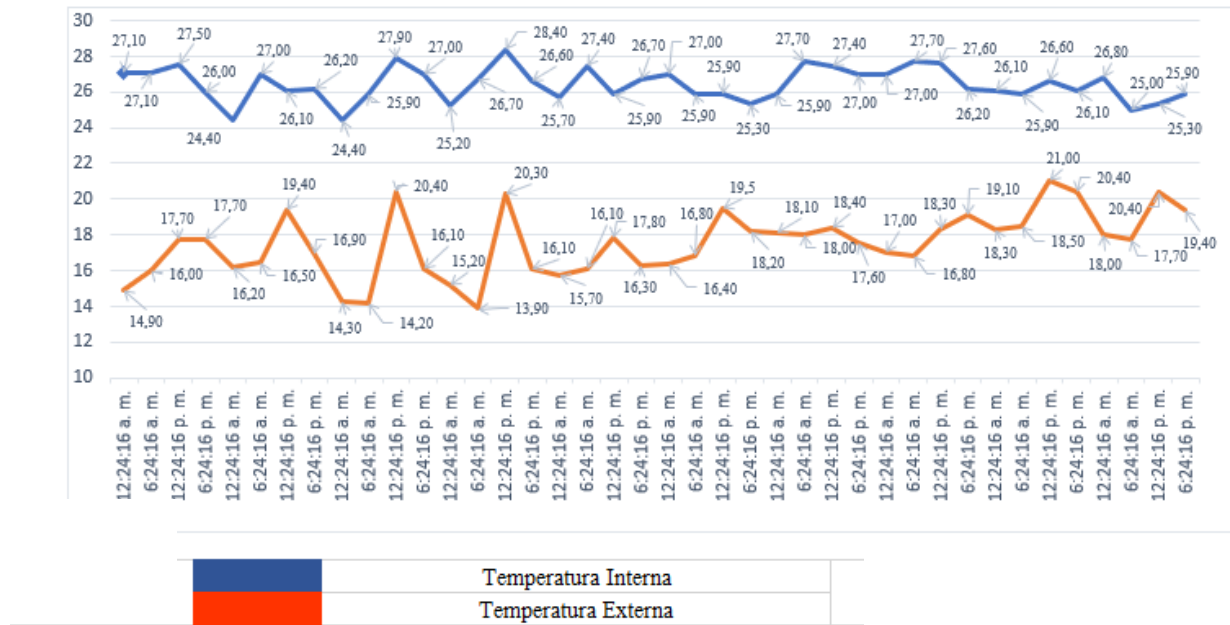




Figura 61. Resultados de temperatura interna y externa con instrumento Datalogger


- **Colmena didáctica en la Institución Educativa Agroindustrial la Pradera**




Se realizó una visita a la Institución Educativa Agroindustrial la Pradera en el Municipio de Duitama, cuyo fin fue realizar un taller teórico - práctico para validar el modelo funcional de colmena como material didáctico para fomentar la cultura ambiental y de cuidado de las abejas meliponas en estudiantes de quinto de primaria. Con esta actividad se pudo indagar sobre los conocimientos previos de los niños acerca de los valores ambientales y el cuidado


hacia las especies nativas, del mismo modo en que se reforzaba las temáticas del ciclo de vida de las abejas, los miembros de la colmena y su hábitat. Por medio de las actividades de indagación, observación, exploración e interacción de cada una de las partes de la colmena se pudo reforzar y llamar la atención acerca del cuidado y conservación de las abejas angelitas.


Tabla 51. *Comprobación de modelo de colmena didáctica.*

ACTIVIDADES COLMENA DIDÁCTICA		
Lugar de encuentro: Colegio Agroindustrial la Pradera- Aula de clase		
Materiales a Utilizar	Desarrollo de la actividad	CONCLUSIÓN
ACTIVIDAD 1		
<p>Hojas con imágenes animadas</p> <ul style="list-style-type: none"> * Sembrar * Ahorrar energía reciclar * Cuidado de los animales nativos * Medio de transporte ecológico * Ahorrar agua <p>Tiempo: 10 minutos</p> 	<p>1) Se mostrarán las imágenes, donde los niños participaran explicando el significado de cada una, de acuerdo con esto, se formarán 3 grupos de 3 niños con la intención que debatan y lleguen a un acuerdo para enumerar de 1 a 6, siendo el 1 el cuidado ambiental más importante para ellos.</p> <p>Documentación</p> 	<p>1) Se mostraron las imágenes, donde los niños participaron explicando el significado de cada una, de acuerdo con esto, se formarán 3 grupos de 3 niños con la intención que debatan y lleguen a un acuerdo para enumerar de 1 a 6, siendo el 1 el cuidado ambiental más importante para ellos.</p> <p>En los grupos establecidos, los niños llegaron a un acuerdo para elegir el orden que consideran más importante para el cuidado ambiental.</p> <p>Grupo 1: 1. No desperdiciar agua, 2. Reciclar, 3. Sembrar 4. Cuidado de los animales nativos 5. Ahorrar energía 6. Medio de transporte ecológico.</p> <p>Grupo 2: 1. Reciclar, 2. No desperdiciar agua, 3. Sembrar, 4. Ahorrar la energía, 5. Cuidado de los animales nativos 6. Medio de transporte ecológico.</p> <p>Grupo 3: 1. Sembrar, 2. No desperdiciar</p>

		<p>agua, 3. Reciclar, 4. Cuidar a los animales nativos 5. Ahorrar energía 6. Medio de transporte ecológico.</p> <p>De acuerdo a lo anterior, se considera que para los niños y niñas los cuidados más importantes para con el medio ambiente son: No desperdiciar agua y Reciclar y entre los menos importantes está: el Cuidado de los animales nativos y utilizar un medio de transporte ecológico.</p>
ACTIVIDAD 2		
<p>Tarjeta con el nombre del valor .</p> <ul style="list-style-type: none"> *Respeto por la naturaleza, *Solidaridad con el medio, *Responsabilidad con los recursos naturales *Amor por los seres vivos <p>Tiempo: 20 minutos</p>	<p>1. Se desea que los niños y niñas relacionen las problemáticas ambientales con los valores ambientales. Se formarán grupos de 3 niños, donde escogen al azar una tarjeta con el nombre de un valor. Cada uno de los grupos representará su valor de forma creativa utilizando dinámicas, dibujos, discursos, canciones etc.</p> <p style="text-align: center;">Documentación:</p>  <p>The 'Documentación' section contains three photographs. The top photo shows a child's hand holding a notebook page with a drawing of a tree and some text. The middle photo shows a drawing of a landscape with a blue river, green trees, and purple flowers. The bottom photo shows a drawing of a landscape with a green hill, a brown animal, and a person holding a basket.</p>	<p>Por medio de dibujos, frases y reflexiones los grupos lograron expresar a los demás participantes como cuidarán el valor correspondiente.</p> <p>Grupo 1. Solidaridad con el medio ambiente: El grupo expresó por medio de una reflexión y dibujo como para ellos ser solidarios con el medio ambiente ayudaría a mejorar: Reciclar, no botar basura, no arrancar hojas de las plantas, no matar a los animales, ni talando los árboles y echándole agua a las plantas</p> <p>Grupo 2. Amor por los seres vivos. El grupo por medio de dibujos expresaron que es necesario consentir a los animales para que no se sientan solos, dándoles de comer, no dejar que los lastimen ni los maten.</p> <p>Grupo 3. Responsabilidad con los recursos naturales: El grupo dibujó un paisaje con ríos, animales, árboles donde quisieron expresar que es el lugar que quieren disfrutar en unos años y es deber de todos hacer buenas causas para que se mantenga así.</p> <p>Se puede concluir de la actividad que los</p>

		niños y niñas lograron comprender cada valor y sensibilizarse ante este, expresando como mediante sus actos se toman acciones que ayudarán a velar por el cuidado y protección de cada uno de estos.
ACTIVIDAD 3		
<p>Palabra</p> <ul style="list-style-type: none"> * Sembrar en casa *No desperdiciar agua en el baño *Recoger basura de los parques *Amor por los animales <p>Tiempo: 20 minutos</p>	<p>1) A cada grupo se le dará una palabra con los valores mencionados anteriormente, por medio de una dinámica representarán la idea con la intención que los demás grupos adivinen en el menor tiempo.</p> <p>Documentación:</p> 	<p>Con ayuda de su imaginación cada grupo expresó de manera creativa diferentes prácticas que se deben realizar para garantizar el bienestar de todos los seres vivos. La actividad se desarrolló satisfactoriamente, los niños lograron tener muy claro los valores mencionados, adivinando en cuestión de segundos.</p>
ACTIVIDAD 4		
<p>Tablero</p> <p>Marcadores</p> <p>Tiempo: 10 min</p> 	<p>1) Por medio de las actividades anteriores, cada grupo elegirá una palabra y realizará el juego de ahorcado en el tablero. La intención es que los demás grupos adivinen y completen la palabra, el que primero que lo haga ganará.</p> <p>Documentación:</p> 	<p>Los grupos lograron evidenciar los conceptos aprendidos por medio de las palabras que eligieron para ser adivinadas por los demás, como; reproducción sexual, cuidado y protección del ecosistema, protección de los animales. Las palabras fueron fácilmente identificadas por los grupos ya que lograron entender los temas y la intención que se quería llegar con cada una.</p>
ACTIVIDAD 5		

<p>Computador Fichas Juego de memoria</p> <p>Tiempo: 30 min</p> 	<p>1) Se observará el video encontrado en el material de apoyo, donde se explicará todo lo relacionado con las abejas como su cuerpo, alimento, donde vive, tipo de abejas, ciclo, metamorfosis y enemigos, resaltando la importancia de las abejas.</p> <p>2) Con lo visto anteriormente, se desarrollará un juego de memoria por medio de fichas con imágenes que representen los tipos de abejas, la colmena, miel, etc. La actividad consiste en encontrar parejas que coincidan hasta completarlo todo. Al encontrar cada pareja se retroalimenta el tema.</p> <p>Documentación</p> 	<p>3) Se realizó satisfactoriamente la actividad, los niños y niñas comprendieron por medio del video cada característica de la abeja, como su ciclo de vida, los alimentos que producen, el hábitat donde viven, cómo es el proceso de recolección del polen, las características diferenciadoras de los habitantes de la colmena (reina, macho y obrera); Logrando encontrar las parejas relacionadas entre sí e identificando la función de cada una.</p>
<p>ACTIVIDAD 6</p>		
<p>Colmena didáctica Fichas</p> 	<p>Interacción con la colmena didáctica. Para el desarrollo de esta actividad se da una introducción a los niños y niñas de cada parte, con la intención que relacionen los aprendizajes adquiridos anteriormente sobre las abejas con el uso de esta herramienta. Se explicará el orden de cada pieza, la función que cumple, con el objetivo de que los niños desarmen, armen, observen, exploren y entiendan su valor.</p> <p>Documentación:</p>	<p>Entre todos los estudiantes detallaron, observaron, exploraron el material pedagógico, analizando cada parte, la función y orden consecutivo de la misma, expresando su emoción por armarla, desarmarla y hacer coincidir cada una de sus partes, igualmente evidenciaron los aprendizajes adquiridos al ordenar de forma correcta cada una de las fichas con el ciclo de vida de las abejas (huevo, larva, mariposa, búsqueda de flor y producción de miel) como de los alimentos que producen (polen, propóleo, jalea real, cera, miel). El manipular la herramienta les generó mucho interés por imaginar cómo sería internamente la herramienta</p>

		<p>con presencia de las abejas y observarlas transcurriendo y realizando sus productos.</p>
--	---	---

De la actividad anterior en la Institución Educativa se concluye:

- Al inicio de la actividad los niños y niñas desconocían los valores y acciones necesarias para el cuidado del medio ambiente , a medida del desarrollo de las actividades, los niños comentaron que en la materia de ciencias naturales no cuentan con los espacios informativos y recreativos para reforzar estos aprendizajes.
- Por medio de las dinámicas, reflexiones y juegos los niños pudieron comprender la importancia de tener presente los valores ambientales en sus actos, igualmente del cuidado hacia las abejas ya que desconocían muchos de los beneficios que tienen hacia el planeta.
- Mediante la interacción con el material didáctico se destaca que para los niños y niñas es muy importante tener los espacios y herramientas que les permita reforzar la parte teórica, ya que al conocer, manipular de forma cercana les permite tener un mayor interés por los temas.
- Los niños expresaron que les causaba mucho temor acercarse a las abejas y desconocían la existencia del este otro tipo de especie, pero por medio de las actividades, lograron asimilar la diferencia entre la abeja Apis Melífera y Angelita que es la abeja que no cuenta con aguijón, les causó mucha curiosidad el poder interactuar con este tipo, en otros entornos como en su hábitat, y así poder hacer uso de este material de forma práctica con las abejas, observando, evidenciando el

funcionamiento de cada una de sus partes y la diferencia entre los productos y su recolección

4.3.17 Cronograma de desarrollo

Tabla 52. Cronograma de actividades tipo GANT para el control y cumplimiento de actividades del proyecto.

Cronograma de Actividades									
	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
1	Validación del estado del arte de colmenas existentes y sus componentes y cómo mediante estas se fomenta la cultura ambiental y el cuidado de las abejas meliponas teniendo en cuenta los acercamientos con el ser humano.	X							
2	Establecer requerimientos técnico productivos - estructurales - funcionales - legales - funcionales - uso y formales del modelo funcional de colmena como material didáctico.		X						
3	Desarrollo del concepto de diseño		X	X					
4	Evaluación de lluvia de ideas del modelo funcional de colmena como material didáctico.				X				
5	Definición de componentes, partes de la propuesta y tecnología a utilizar.				X				
6	Fabricación y ensamble de los componentes de la propuesta.					X			
7	Validación de material PLA con 15% de partículas de madera para comprobar la funcionalidad y adaptabilidad de las abejas.					X			
8	Ajustes de ensamble y componentes del modelo funcional como material						X		

	didáctico.								
9	Fabricación en el que se integran todos los componentes finales.						X	X	
10	Validación del modelo funcional como material didáctico en la Institución Educativa y en el meliponario.								X
11	Documentación.	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 4. Cronograma de actividades

4.3.18 Estimación de costos

Tabla 53. Estimación de costos

		Modelo funcional de colmena como material didáctico	Modelo funcional de colmena ubicada en meliponarios
Materiales	1 rollo de PLA con 15 % de fibras de madera	\$ 180.000	
	1 rollo PLA		\$ 60.000
	Acrílico tamaño carta de 3 mm	\$ 6.000	\$ 6.000
	Vinilo Tipo 1	\$ 5.000	\$ 4.000
	Imanes de neodimio	\$ 15.000	
Costos de procesos de manufactura:	Servicio Impresora 3D - Máquina de corte por láser	\$ 100.000	\$ 50.000
Costos de mano obra y diseño:	Modelado 3D Acabados	\$ 50.000	\$ 20.000
Costos totales		\$356.000	\$140.000

CAPÍTULO V – PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA Y ACTIVIDADES DE APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO Y DIVULGACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

En este capítulo se presenta la participación en eventos académicos, las publicaciones generadas y la solicitud de registro como solicitud de patente de invención a nivel nacional.

5.1 Participación a congresos 2021

- Participación como ponentes en el XVI Encuentro Latinoamericano de Diseño, evento académico y de investigación organizado por la Universidad de Palermo de Argentina, en el cual se destacó la importancia de la apicultura y meliponicultura en Colombia y se manifestó que esta es una práctica importante para el bienestar de las comunidades locales debido a que es una actividad productiva que ofrece múltiples beneficios tanto a los apicultores y meliponicultores como a los ecosistemas y demás atributos de la biodiversidad.
- Presentación de una ponencia en el IV Congreso Internacional Teinco 2021 con el trabajo titulado “Diseño y validación de una colmena para abejas meliponas como herramienta pedagógica de sensibilización sobre la conservación de los ecosistemas nativos en Boyacá”. Otro producto derivado de este evento fue la publicación en la Editorial Teinco de un capítulo en el libro “El conocimiento que transforma la sociedad para la vida en equidad” ISBN 978-958-53536-9-5. En el cual se destaca la importancia de sensibilizar al ser humano desde la niñez sobre el cuidado de las especies nativas por medio de un modelo funcional de colmena. La investigación se apoyó de la participación de apicultores del municipio de Pachavita y Tensa, el cual fue posible analizar el entorno y factores ambientales como el clima, la temperatura, humedad e identificar las condiciones favorables para el establecimiento de apiarios.
- El diseño de la colmena se presentó a la convocatoria Crearlo no es suficiente 2.0 “Convocatoria nacional para fomentar la protección por patente de resultados de

I+D+I que promuevan la potenciación económica del sector empresarial”, (Min Ciencias, 2022). La invención se presentó con el título “Colmena funcional y sostenible para abejas meliponas”, en la modalidad de registro de patente de invención a nivel nacional. En dicha modalidad se evaluaron tres aspectos fundamentales para determinar su patentabilidad: novedad, nivel inventivo y aplicación industrial. De lo cual se obtuvo como resultado una evaluación superior a 70 puntos en una escala de 1 a 100, con esta calificación se obtuvo el beneficio de acompañamiento por parte de la firma de abogados OLARTEMORE, quien desarrollo un examen de patentabilidad y vigilancia tecnológica como insumos para la redacción de la solicitud de patente radicada ante la Superintendencia de Industria y Comercio NC2022/0007766, titulado “Colmena para abejas meliponas” (**Anexo 9 y 10**).

BANDEJA DE ENTRADA >

NC2022/0007766 - Patente de Invención Nacional - COLMENA PARA ABEJAS MELIPONAS

Salir

Datos de la solicitud

Referencia del solicitante	P2022/000190	Fecha de radicación	31 may. 2022
Número de patente	NC2022/0007766		
Estado	Bajo Verificación de Requisitos Mínimos		

Figura 62. Solicitud de patentabilidad

CAPÍTULO VI – CONCLUSIONES

Se desarrolló dos tipos de colmena denominadas Bionativa, una colmena productiva con valor ornamental y otra didáctica. En primer lugar, en el meliponario ANYI Santuario se realizó la validación de la colmena productiva para evaluar características como el confort térmico, forma de la colmena, dispositivo de alimentación, material de fabricación y ensamble, el cual se comprobó que las abejas angelitas se adaptaron y tomaron el material como propio, arrojando un resultado positivo. En segundo lugar, se empleó la colmena didáctica en la Institución Educativa Agroindustrial La Pradera, permitiendo espacios de aprendizaje y creativos. Estos espacios les permitieron a los niños reflexionar acerca del cuidado del medio ambiente y valorar el papel que tienen estas especies en los ecosistemas.

Se concluyó con el desarrollo de un modelo funcional de colmena utilizado en meliponarios y como material didáctico en instituciones educativas, que desde el diseño industrial y otras áreas del conocimiento como la pedagogía y la ingeniería agronómica, se pueden desarrollar y validar proyectos y procesos tecnológicos los cuales aporten a mejorar la calidad de vida de las especies nativas para así lograr un impacto ambiental y educativo que fomente el cuidado ambiental en este caso de las abejas meliponas.

Luego de la intensiva realización de pruebas del material y forma, propuesta para las abejas angelitas y la participación activa en el proceso de validación del ingeniero agrónomo y apicultor José Isidro Vargas (compañía Campo Colombia) se observó una viabilidad para implementar el diseño del modelo funcional en su meliponario para fines pedagógicos y ornamentales.

Para incluir el componente didáctico en el modelo funcional y abordar las temáticas de educación ambiental, se debe partir de talleres vivenciales, es decir, que se puedan hacer talleres con recorridos guiados donde el estudiantado pueda dar cuenta de las problemáticas reales ambientales y de las posibilidades de abordaje para su control y mitigación.

Se comprobó que los niños de 10 a 13 años de la Institución Educativa Agroindustrial La Pradera, adquirieron una participación activa donde se sintieron ajenos al interactuar con el modelo funcional de colmena, lo que contribuyó a conocer las abejas angelitas, su

importancia en el ecosistema y adaptación del lugar donde viven (Colmena), además se tuvo un acercamiento para que con sus acciones ayuden a cuidar el medio ambiente.

Se tomó en consideración la estructuración de costos estimados, ya que la implementación de un modelo funcional como este demandará una inversión mayor por colmena que con la actual, frente a lo cual se pretende hacer hincapié en relación a los beneficios directos como el aumento de la durabilidad de material, la posibilidad de cambiar la pieza puntual que falle, junto con la reducción de peso para una mejor manipulación, cuidado de las abejas nativas por medio de la implementando de un sistema de alimentación, un mayor confort térmico y un enfoque educativo como medio de sensibilización desde la infancia.

Se concluye que para el desarrollo del modelo funcional de colmena como material didáctico se usaron técnicas como QFD, ya que se tuvo en cuenta la voz del usuario, combinadas con visitas de campo lo que facilitó el proceso de diseño efectivo y funcional.

Se evidencia que la forma, material de fabricación, y componentes que conformaron la propuesta, aportaron a la termorregulación interna en la cámara de cría. Se observó que la temperatura mínima es de 24,40°C, máximo de 28.4°C y con un promedio de 26,44°C concluyendo que la propuesta de colmena apporto a mantener constante la temperatura interna, generando un mayor bienestar a las abejas y calidad en sus productos cosechados.

Se obtuvieron hallazgos importantes en la aceptación del material y adaptación por parte de las abejas angelitas, sin embargo, para el aumento de la productividad con la implementación de esta colmena, se evidenciará 6 meses posterior a su instalación, dado los indicadores de crecimiento de la población de abejas.

Es posible tanto generar productos de generación de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico como gestionar los recursos para su respectiva publicación y registro cuando se parte de un proceso de vigilancia tecnológica que garantiza en un alto porcentaje una novedad en los resultados obtenidos.

CAPITULO VII - RECOMENDACIONES

Se propone que, para disminuir los costos de fabricación del modelo funcional, reemplazar el material compuesto por PLA con 15% de fibras de madera a solo PLA. Es importante aclarar que este material no ofrece las mismas características térmicas, por eso se recomienda realizar un recubrimiento en la parte interna con espesor de 2mm en PLA con fibras de madera el cual permita el confort térmico deseado.

Para la validación de este tipo de producto se debe contar con una planeación y accesibilidad al tipo de especie, locación y condiciones climáticas, ya que una temporada de lluvias podría afectar la revisión y el crecimiento de la población de abejas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, M. (2013). *Educación ambiental apoyada en TIC para el fortalecimiento de la práctica pedagógica en el preescolar*. Bucaramanga. Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- Agudelo García, M. A. (2021). *El juego, el arte, la literatura, la lecto-escritura y la exploración del medio como estrategia pedagógica para el mejoramiento de los ambientes de aprendizaje* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios). <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/14004>
- Almeida, A., Fernández, B., & Strecht, O. (2018). Children's knowledge and contact with native fauna: a comparative study between Portugal and Spain. *Journal of Biological Education*. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1538017>
- Álvarez, P., & Vega, P. (2009). *Actitudes ambientales y conductas sostenibles*. Implicaciones para la educación ambiental: *Revista de Psicodidáctica*, 14(2).
- Baquero, L., & Stamatti, G. (Julio de 2007). Cría y manejo de abejas sin aguijón. Tucumán, Argentina: Subtrópico.
- Barraza, L. (2000). *Educar para el futuro: en busca de un nuevo enfoque de investigación en educación ambiental*. México: Memorias Foro Nacional de Educación Ambiental, UAA, SEP y SEMARNAP.
- Bayón, P. & Morejón, A. (2005). Cultura ambiental y la construcción de entornos de reproducción social en Cuba: un reto para el siglo 21. Instituto de Filosofía, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 1-6.
- Bayón, P. (2006). Educación ambiental, participación y transformación social sostenible en Cuba. *Revista Interface*, 2(4), 89-104. Recuperado de <http://biblioteca.filosofia.cu/php/export.php?format=htm&id=2335&view>
- Besora, J. (2016). *Tecnologías apropiadas para la apicultura*. Ingeniería Sin Fronteras, Obtenido de: <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/04/Informe-técnico-colmena-langstroth.pdf>
- Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión ambiental*. Obtenido de:
https://www.minambiente.gov.co/wpcontent/uploads/2021/06/BIODIVERSIDAD_Y_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_EN_LA_PLANIFICACION_Y_GESTION_AMBIENTAL_URBANA.pdf

- Briceño, H., & Romero, R. (2007). Formación de valores en educación ambiental para la conservación del ecosistema. *Telos*, 9(3), 491-508. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99318778008.pdf>
- Britton, L. (2001). *Jugar y Aprender - El Metodo Montessori*. Paidós. https://pladlibroscl0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/37/36433_jugar_y_aprender_con_el_metodo_montessori.pdf
- Carranza, P., Sgreccia, N., Quijano, M. de la T., Goin, M., & Chrestia, M. S. (2017). Ambientes de aprendizaje y proyectos escolares con la comunidad. *Revista Latinoamericana De Etnomatemática Perspectivas Socioculturales De La Educación Matemática*, 10(1), 50-61. Recuperado a partir de <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/324>
- Carrillo, E. R., & Rivera, L. B. E. (2010). Vigotsky: la escuela y la subjetividad. *Pensamiento psicológico*, 8(15). <https://biblat.unam.mx/es/revista/pensamiento-psicologico/articulo/vigotsky-la-escuela-y-la-subjetividad>
- Castañeda, J., Centeno, S., Lomelo, L., Lasso, M., & Nava, M (2007) *Aprendizaje y desarrollo*. Mexico D.F: Umbral.
- Castro Cuéllar, Adriana de, Cruz Burguete, Jorge Luis, & Ruiz-Montoya, Lorena. (2009). Educar con ética y valores ambientales para conservar la naturaleza. *Convergencia*, 16(50), 353-382. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352009000200014&lng=es&tlng=.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352009000200014&lng=es&tlng=)
- Conservación internacional Colombia Obtenido de:* <https://www.conservation.org.co/Noticias/especies-en-peligro/así-funciona-el-negocio-de-las-abejas-sin-aguijón>
- Coronado, M. (2012). *Educar en valores en educación infantil*. Universidad de Valladolid. Escuela Universitaria de Magisterio
- Cortès, D. (2018). *Que es la crisis ecologica*. Centro Europeo de Postgrados. Recuperado de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-crisis-ecologica.html>
- Cortés Martínez, D. E., & Olarte Blandon, O. J. (2019). Meliponario SIPASS - una experiencia con la abeja angelita *Tetragonisca angustula* con dos tipos de colmenas racionales en el de CEAD Acacias. *Documentos De Trabajo ECAPMA*, (2). <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.3511>
- Cruz., R. (2014). *Valores ambientales en educación preescolar. Memorias del segundo y tercer foro de experiencias didácticas sobre CSC y primer encuentro de grupo Alternancias*.

https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/1206/TESIS_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- De la Torre, S. y Violant V. (2002). Estrategias creativas en la enseñanza universitaria. Una investigación con metodología de desarrollo. *Creatividad y Sociedad*, 3, 21-38.
http://www.ub.edu/sentipensar/pdf/saturnino/estrategias_creativas_universitaria.pdf
- Domínguez, D. A. (diciembre de 2002). Validación de dos modelos de colmenas MARIA y UTOB con abejas sin aguijón *Melipona beecheii* y *Tetragonisca angustula*, en El Paraíso, Honduras. Honduras: Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura
- Duarte, D. (2003). Ambientes de aprendizaje: una aproximación conceptual. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, (29), 97-113.
- Durkheim, E. (1991). *Educación y Sociología*. 3ª ed., México: Colofón
- Enríquez, M., & Dardón, C. (2006). *Manual Biología y reproducción de abejas nativas sin aguijón*. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Euán, J., & Quezada, J. G. (2005). *Biología y uso de las abejas sin aguijón de la península de Yucatán, México (Hymenoptera: Meliponini)*. Yucatán, México: Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán.
- FAO, 2022. *La importancia de las abejas y otros polinizadores*. *FAO publications catalogue 2022*. <https://www.fao.org/publications/highlights-detail/es/c/1400763/>
- Ferrer, B., Menéndez, L. & Gutiérrez, M. (2004). La cultura ambiental por un desarrollo sano y sostenible. La experiencia de Cayo Granma. *Revista Electrónica*. 59-79.
https://cursos.clavijero.edu.mx/cursos/191_gdpf/modulo3/tareas/documentos/Estudio_de_caso_3.pdf
- Febles, M. (2004). Sobre la necesidad de la formación de una conciencia ambiental. *Facultad de Psicología. Universidad de La Habana*.
- Freire, H. (2011). *Educar en verde: Ideas para acercar a niños y niñas a la naturaleza*. Barcelona: Grao.
<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/educar-en-verde.aspx>
- García, M. (2009). *El huerto escolar como herramienta pedagógica en la educación ambiental*. San Juan, Puerto Rico: Universidad Metropolitana, Escuela graduada de asuntos ambientales.
- Grana, (1997). *Ecología y Calidad de Vida*. Bs As: Espacio Editorial.
- Henao, O., Sánchez, L. (2019). La educación ambiental en Colombia, utopía o realidad. *Conrado*, 15(16), 213-219.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442019000200213

Ibañez Gimeno, J. M. (2000). La gestión de diseño en la empresa. S.A. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA. S.A.U

Iberdrola (2 mayo de 2020). *Beneficios de la Educación ambiental en niños*. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/educacion-ambiental-para-ninos>

ICE. (2006). El Respeto: Colección "Desarrollo personal y laboral" (35 ed.). Costa Rica: Instituto Costarricense de Electricidad.

Idárraga, L. M. C. (2013). Propuesta de educación para el desarrollo sustentable en el reciclaje y la reutilización de materiales en juegos y juguetes en la educación inicial. *REXE: Revista de estudios y experiencias en educación*, 12(24), 111-127.

Garnica, D., Dorado, A. L., & Gómez Diaz, J. A. (2006). *Guía ambiental apícola*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11438/8803>

Gimeno, J. M. (2000). La gestión del diseño en la empresa. Madrid: MCGRAW WHILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U.

Kesebir, S. & Kesebir, P. (2017). *A growing disconnection from nature is evident in cultural products. Perspectives on Psychological Science*, 12(2), 258-269.

Klein, AM et al. (2007) Importancia de los polinizadores en los paisajes cambiantes para los cultivos mundiales *Proc. R. Soc. B* 274 303–313 <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

La importancia de las abejas para el mundo – Corpoboyacá. (n.d.).

Lexus. (1997) *Enciclopedia de Pedagogía y psicología*. Edición especial, Colombia.

Lotero, G. (2016). *Captura de colmenas de abejas sin aguijón. Camino Al Agro*.

Lumber, R., Richardson, M. & Sheffield, D. (2017). Beyond knowing nature: Contact, emotion, compassion, meaning, and beauty are pathways to nature connection. *PloS ONE*, 12(5), e0177186. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177186>

Mazzini, T., & de Senzi, M. (2012). Temas ambientales en Ciencias Biológicas de Universidades Públicas Paulistas. *Revista Eletronica en Educacion Ambiental*, 1-16.

Mejía, Oscar A. (2006). Guía para la cría y manejo de la abeja nativa real o wimal, *Melipona indecisa*. Fundación ALTRÓPICO, Quito, 35p.

Mendoza Moreira, F. S., Terranova Ruiz, J. R., Zambrano Cedeño, V. G., & Macías Loor, M. M. (2014). Estrategias de sensibilización y atención para la generación de interés en el aprendizaje de lengua. *Revista INFAD De Psicología. International*

- Journal of Developmental and Educational Psychology.*, 3(1), 17–30.
<https://doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v3.477>
- Morillo, A. (1991). Educación Ambiental: Alternativa de Cambio en la percepción y actitud frente al ambiente y sus recursos. En *The Yearbook of Environmental Education and Environmental Studies*, 92-25, NAEF, Columbus, Ohio: ERIC/SMEAC.
- Naciones Unidas (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*, Santiago.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Nates-Parra, G. (2019). Es hora de trabajar unidos por la defensa de las abejas.
<https://www.portafolio.co/internacional/es-hora-de-trabajar-unidos-por-la-defensa-de-las-abejas-526192>
- Nates-Parra, G. (2005) *Abejas corbiculadas de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p. 156
- Peralta, M., & Fornasari, L. (2005). Neurociencia, vincularidad y escucha. Desafíos en la educación.
- Piaget, J. (1975): *Biología y conocimiento*. 3ed esp México DF: Siglo XXI, 25-8.
- Pineda. J (2017). *El medio ambiente en los niños*. Obtenido de En Colombia:
<https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/medio-ambiente-los-ninos>.
- Prada, E. (2013) *Conciencia, concientización y educación ambiental: Conceptos y relaciones*
- Propp, V. (2000). *Morfología del cuento*, Décima Edición. Madrid: Ed. Fundamentos.
- Prieto, M., & Torralba, A. (2021). *Aprendiendo con las abejas en el primer ciclo de Educación Infantil*. 16.
[https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/30219/Apice 5 \[2\] _ 4 Mª del Mar Prieto y A Torralba.pdf?sequence=1](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/30219/Apice%205%20%5B2%5D%204%20M%20del%20Mar%20Prieto%20y%20A%20Torralba.pdf?sequence=1)
- RAE. (2001). *Diccionario de la Lengua Española* (Vigésima Segunda ed., Vol. II). España: Real Academia Española
- Ramírez Romero, J., & Quezada-Vera, R. Determinación del ciclo biológico de *Melipona indécisa* “Cananambo”, para la producción de miel en dos tipos de cajas.
- Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F. (2012). *La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia*. XII Coloquio internacional de Geocrítica. Colombia. Recuperado de:
<http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/06-B-Rengifo.pdf>

- Rieckmann, M. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje*. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>
- Rivera, E. (2018). *Aprendizaje de valores ambientales en los niños de preescolar: la huerta escolar como estrategia para la educación ambiental*. https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/1206/TESIS_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, G., Gil, J. & García, E. (1996): *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga, Aljibe.
- Rodríguez, G., Gil, J., & García, E. (1996). Tradición y enfoques en la investigación cualitativa. *Metodología de la investigación cualitativa*, 14. Obtenido de https://cesaraguilar.weebly.com/uploads/2/7/7/5/2775690/rodriguez_gil_01.pdf
- Rodríguez, R.(2006). *Evaluación de la adaptación de la abeja *Tetragonisca angustula Latreille* (Hymenoptera: Apidae:Meliponinae) en cámaras artificiales*. Guácimo, Costa Rica: Trabajo de grado para el título de Ingeniero Agrónomo con el grado de Licenciatura, Guácimo, Costa Rica.
- Roque, M. (2003). Una concepción educativa para el desarrollo de la cultura ambiental desde una perspectiva cubana. *IV Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental*, (pp. 1-29). La Habana.
- Rovira, C. E., Tschirsch, J. P., & Schvezov, C. E. (2005). Características y cría de las yatei y otras meliponas. Posadas, Misiones, Misiones: CEDIT
- Schwarz., H & Nates., G. (2005) *Meliponidae or stingless bees*.Pag.231-460.
- Sicre, M., Navarro, A., & Fernández, A. (2000). *Respeto por la naturaleza*. Obtenido de La cavernade Platón:
<https://www.lacavernadeplaton.com/actividadesbis/valores00/respenatura00.htm>
- Sierra Duarte, O. R. (2015). Estrategias de enseñanza y competencia comunicativa en inglés de los estudiantes de 11° de las instituciones educativas oficiales urbanas del Carmen de Bolívar, Colombia, 2014.
- Sosa, S.; Isaac, R.; Eastmond, A.; Ayala, M. & Arteaga, M. (2010). Educación superior y cultura ambiental en el suroeste de México. *Universidad y Ciencia*, Trópico Húmedo, 26 (1), 33-49.
- Taylor, S. & Todd, P. (1995). An integrated model of waste management behavior. A test of household recycling and composting intentions. *Environment and Behavior*, 27(5), 603-630.

- Tejada F, J. (2000). Estrategias didácticas para adquirir conocimientos. *Revista Española de Pedagogía*, LVIII(217), 491-514.
- Unigarro, M.A. (1986). Personalismo y concientización: dos movimientos complementarios. Bogotá, Colombia: Indo American Press Service.
- Vega, M. (2004). *La educación ambiental en la formación inicial del profesorado. Análisis de un modelo para el desarrollo de la competencia para la acción a favor del medio*. España: Departamento de Pedagogía y Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- Wille, A. (1976). *Las abejas jicotes del género Melipona (Apidae: Meliponini) de Costa Rica*. Costa Rica, Costa Rica: Revista de Biología Tropical.

LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1:* Ubicación geográfica - ANYI Santuario de abejas (Campo Colombia)
- Figura 2:* Colmena actual compañía Campo Colombia
- Figura 3:* Forma de un nido (Delgado&Martinez, 2021)
- Figura 4:* Región de cría (Delgado&Martinez, 2021)
- Figura 5:* Celda de cría (Delgado&Martinez, 2021)
- Figura 6:* Zona de almacenamiento (Delgado&Martinez, 2021)
- Figura 7:* Abejas obreras (Delgado&Martinez, 2021)
- Figura 8:* Abeja reina (Delgado&Martinez, 2021)
- Figura 9:* Colmena rústica, tomado de: [hps://infomiel.com/tecnologias-para-la-apicultura/](https://infomiel.com/tecnologias-para-la-apicultura/)
- Figura 10:* Colmena racional (Delgado&Martinez, 2021)
- Figura 11:* Tipo de piquera (Delgado&Martinez, 2021)
- Figura 12:* Tipo de piquera (Delgado&Martinez, 2021)
- Figura 13:* Diseño de caja racional MARIA (Monteiro, 2000)
- Figura 14:* Diseño de caja racional INPA, tomado de <https://plantandovida.wordpress.com/2013/09/24/modelo-de-caixa-para-jatai/>
- Figura 15:* Diseño de caja-Arturom (Mejía, 2006)
- Figura 16:* Piso en alambre divisorio para gavetas, tomado de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>
- Figura 17:* Acetato divisorio de gavetas Nido y sobrenido. tomado de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>
- Figura 18:* Acetato divisorio gavetas de alzas de miel gavetas 3,4 y 5. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>
- Figura 19:* Acetato divisorio de la última gaveta sin agujeros <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>
- Figura 20:* Cubierta externa Colmena inteligente AF <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3511/3453>
- Figura 21:* Diseño de caja brasilera mejorada (Romero, 2019)
- Figura 22:* Caja Sencilla (Mejía, 2006)
- Figura 23:* Diagrama que ilustra el método utilizado para el desarrollo del proyecto.
- Figura 24:* Flujoograma de actividades para una revisión bibliográfica. Tomado de (Grados UGR)
- Figura 25:* Nidos de abejas en pared de adobe (2021)
- Figura 26:* Ubicación cajas racionales (2021)
- Figura 27:* Modelo de caja racional (2021)
- Figura 28:* Nido de abeja melipona (2021)
- Figura 29:* Fotografías tomadas en la 1° visita, juego de memoria (2022)
- Figura 30:* Fotografías tomadas en la 1° visita, armado de rompecabezas (2022)
- Figura 31:* Fotografías tomadas en la 1° visita, interacción con modelo de colmena (2022)
- Figura 32:* Fotografías tomadas en la 1° visita, interpretación casa de abejas (2022).
- Figura 33:* Guadua
- Figura 34:* Abstracción formal (2022).
- Figura 35:* Primer bosquejo esquemático de los componentes de la colmena (2022).
- Figura 36:* Banco de pruebas del material PLA con 15% de fibras de madera

Figura 37. Alternativa N°1 de diseño de colmena (2022).
Figura 38. Alternativa N°2 de diseño de colmena (2022).
Figura 39. Vista general alternativa N°2 de diseño de colmena (2022).
Figura 40. Alternativa N°3 de diseño de colmena (2022).
Figura 41. Gráfico de barras, prueba de humedad
Figura 42. Modelado por software CAD de colmena
Figura 43. Parámetros generales Ultimaker Cura
Figura 44. Modelo funcional colmena
Figura 45. Trasego de nido
Figura 46. Instalación de Datalogger interior colmena
Figura 47. Alimentador colmena
Figura 48. Ensamble tipo giro 96°
Figura 49: Ubicación colmena en el Apiario ANYI con piquera
Figura 50. Colmena (Campo Colombia)
Figura 51. Propuesta de colmena
Figura 52. Alimentador (Campo colombia)
Figura 53 Alimentador propuesto
Figura 54. Material de fabricación (Campo Colombia)
Figura 55. Material propuesto
Figura 56. Ensamble (Campo Colombia)
Figura 57. Ensamble propuesto
Figura 58. Modelo de colmena funcional en meliponario
Figura 59. Cubierta tipo invernadero para meliponario
Figura 60. Componentes colmena productiva con valor ornamental
Figura 61. Resultados de temperatura interna y externa con instrumento Datalogger
Figura 62. Solicitud de patentabilidad

LISTADO DE TABLAS

- Tabla 1. *Tipos de alimentadores*
- Tabla 2. *Dimensiones generales de colmena*
- Tabla 3. *Herramientas de Aprendizaje*
- Tabla 4. *Origen colmenas para abejas meliponas*
- Tabla 5. *Instrumentos utilizados para acercamiento con usuario*
- Tabla 6. *Descripción de actividad para acercamiento con usuario*
- Tabla 7. *Descripción parámetros de impresión 3D*
- Tabla 8. *Vigilancia tecnológica de colmenas artificiales*
- Tabla 10. *Actividades de indagación y participación con modelo de colmena*
- Tabla 11. *Requerimiento de diseño funcionales*
- Tabla 12. *Requerimiento de diseño de uso*
- Tabla 13. *Requerimiento de diseño estructurales*
- Tabla 14. *Requerimiento de diseño productivos*
- Tabla 15. *Requerimiento de diseño ergonómicos*
- Tabla 16. *Requerimiento de diseño formales*
- Tabla 17. *Parámetros generales impresión 3D*
- Tabla 18. *Pruebas de material*
- Tabla 19. *Componentes de la colmena*
- Tabla 20. *Parámetros impresión 3D- ultimaker cura*
- Tabla 21. *Comparación propuesta con colmena tradicional*
- Tabla 22. *Modelos de colmenas desarrolladas*
- Tabla 23. *Descripción colmena productiva con valor ornamental*
- Tabla 24. *Análisis y descripción del nido*
- Tabla 25. *Análisis y descripción del conducto piquera*
- Tabla 26. *Análisis y descripción del sobrenido*
- Tabla 27. *Análisis y descripción del separador N°1*
- Tabla 28. *Análisis y descripción de alza melaría N°1*
- Tabla 29. *Análisis y descripción del separador N°2*
- Tabla 30. *Análisis y descripción de alza melaría N°2*
- Tabla 31. *Análisis y descripción de tapa*
- Tabla 32. *Análisis y descripción contenedor de alimentación*
- Tabla 33. *Análisis y descripción accesorio de ensamble*
- Tabla 34. *Análisis y descripción de sujetador.*
- Tabla 35. *Análisis y descripción de elemento de sujeción.*
- Tabla 36. *Análisis y descripción de elemento de sujeción.*
- Tabla 37. *Diseño de colmena didáctica.*
- Tabla 38. *Análisis y descripción de fichas colmena didáctica*
- Tabla 39. *Análisis y descripción de nido colmena didáctica*
- Tabla 40. *Análisis y descripción de conducto piquera colmena didáctica*
- Tabla 41. *Análisis y descripción de sobrenido colmena didáctica*
- Tabla 42. *Análisis y descripción de separador colmena didáctica*
- Tabla 43. *Análisis y descripción de alza melaria N°1 colmena didáctica*
- Tabla 44. *Análisis y descripción de separador N°2 colmena didáctica*

- Tabla 45. *Análisis y descripción de alza melaria N°2 colmena didáctica*
- Tabla 46. *Análisis y descripción de tapa visualización colmena didáctica*
- Tabla 47. *Análisis y descripción de accesorio de ensamble colmena didáctica*
- Tabla 48. *Descripción acabados impresión 3D*
- Tabla 49. *Proceso de manufactura corte láser*
- Tabla 50. *Descripción acabados*
- Tabla 51. *Comprobación de modelo de colmena didáctica*
- Tabla 52. *Cronograma de actividades tipo GANT para el control y cumplimiento de actividades del proyecto*
- Tabla 53. *Estimación de costos*

LISTADO DE ANEXOS

1. RAE de bibliografía consultada.
2. Acercamiento usuario - Pachavita.
3. Actividades pedagógicas niños 10 a 13 años.
4. QFD Requerimientos de diseño.
5. Validación de esquema funcional y formal.
6. Evaluación de alternativas de diseño.
7. Validación de la propuesta en el meliponario ANYI Santuario abejas.
8. Resultados de temperatura dispositivo Datalogger.
9. Vigilancia Tecnológica (Minciencias – OLARTE MOURE).
10. Solicitud de patente (SIC).