

**TFG**

---

**EL ENTORNO BOTÁNICO EN LAS  
INSTALACIONES APIARIAS**  
PROYECTO INTERDISCIPLINAR

**Presentado por Patricia Fresneda Gómez**  
**Tutor: Roberto Vicente Giménez Morell**

**Facultat de Belles Arts de Sant Carles**  
**Grado en Belles Arts**  
**Curso 2020-2021**



**UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA**



**FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES**

## RESUMEN

Se presenta un proyecto multidisciplinar de temática apicuaria.

La propuesta se compone de ilustraciones botánicas en tinta china de las plantas florales que la especie *Apis Melífera* -abeja común, doméstica- tiende a polinizar.

Acompaña un panal con tres tipos de abejas reproducidas en cera y cuadros de miel y cría reproducidos en resinas tintadas, que aportan un centro de atención escultórico y performativo a la instalación expositiva.

## PALABRAS CLAVE

Polinización, abejas, floral, botánico, ilustraciones.

## ABSTRACT

Presenting a multidisciplinary project on beekeeping.

The proposal consists of botanical illustrations in Chinese Ink of the floral plants that the *Apis Melliferous* species -common, domestic bee- tends to pollinate.

A honeycomb with bees reproduced in wax plus honey and brood panels reproduced in tinted resins, accompanies the illustrations. This provides a sculptural and performative centre of attention to the exhibited installation.

## KEYWORDS

Pollination, bees, floral, botanical, illustrations.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	5
3. METODOLOGÍA	6
3.1. PROCESO	6
3.2. CRONOGRAMA	7
4. CONTEXTO TEÓRICO	8
4.1. LA FLOR	8
4.1.1. ANATOMÍA	8
4.1.2. POLINIZACIÓN	10
4.2. ABEJAS	14
4.2.1. NECESIDADES DE CULTIVO FLORAL	15
4.2.2. DISCUSIÓN: AMENAZAS A LA SUPERVIVENCIA	17
4.3. REFERENTES	19
5. DESARROLLO PRÁCTICO	22
5.1. IDEACIÓN Y BOCETADO	22
5.2. TÉCNICA	23
5.3. DESARROLLO	25
5.4. OBRA	32
5.5. EXPOSICIÓN	37
6. CONCLUSIONES	38
7. ÍNDICE DE IMÁGENES	39
8. BIBLIOGRAFÍA	41
9. ANEXOS	45

# 1. INTRODUCCIÓN

La propuesta del proyecto final de grado se ubica dentro del campo artístico visual. El objetivo principal es crear conciencia de la precaria situación que sufren las abejas; la reducción drástica de su población por diferentes causas tales como el abuso de pesticidas o las dificultades de polinización que encuentran en los hábitats circundantes a los asentamientos.

Se pretende trasladar este mensaje con una instalación expositiva y performativa:

Se expondrán ilustraciones digitales, en acuarelas y tinta china de las plantas florales más aptas para la polinización, informando al público de las opciones óptimas de plantación que existen.

A éstas, les acompañan estudios anatómicos de los insectos de especie *Apis mellifera* – más conocida como abeja común, doméstica-.

Por otro lado, una colmena artificial llevará la atención a la problemática:

Un enjambre de abejas, positivadas en cera mediante uso de moldes, se ubica colgado sobre una colmena que, abierta, deja ver los cuadros de miel y cría reproducidos mediante resinas tintadas.

El sol incidirá directamente sobre las abejas, haciendo que éstas se derritan lentamente sobre la colmena. Así, desaparecen gota a gota de la visión del espectador, pasando a ser parte de la carpintería.

El proyecto se presenta con una estética amable, rústica, orgánica y de colores cálidos relacionados con el esquema de color y tonalidad de los insectos.

## 2. OBJETIVOS

Con la realización del presente proyecto se pretende conseguir:

- **Estudiar y conocer las abejas de la especie *Apis Melífera*.**  
Para ello diferenciaré formal y anatómicamente los tres tipos dentro de la especie: reina, obrera y zángano, atendiendo a su comportamiento social y funciones dentro de la colmena, así como conocer las diferentes opciones de colmenares y su construcción.
- **Conocer en vivo y técnicamente las plantas entomófilas** (de polinización por insectos), prestando especial atención a las polinizables por abejas, debido a su olor, condiciones anatómicas o espectro de color y luminosidad.
- **Experimentar y desarrollar las técnicas de dibujo** con base de agua, véanse tinta china y acuarelas, en ilustraciones botánicas; **y las técnicas de reproducción escultórica** por moldes para ceras, siliconas y resinas
- **Documentar, informar y divulgar a la población sobre los inconvenientes que han afectado a la población, hábitats y desarrollo de las abejas** desde la década de 1970 (al conjunto de las más de 20.000 especies tanto en las domésticas – *Apis melíferas* – como en las salvajes) **y la importancia de cuidar la fauna vulnerable para la conservación de la vida y el ecosistema** (posibles medios: exposición, charlas infantiles y/o adolescentes, talleres...).

## 3. METODOLOGÍA

El enfoque del proyecto comprende una metodología mixta, de procesos cuantitativos<sup>1</sup> en la recolección inicial de información y datos, junto con el proceso cualitativo<sup>2</sup> de ideación y desarrollo del enfoque artístico.

En este sentido resultará una constante fluctuación en la adaptación del diseño y las técnicas a los soportes y necesidades que el discurso vaya creando.

### 3.1. PROCESO

Inicialmente se recogen numerosas fuentes de información, véanse:

- Artículos de revistas científicas
- Libros (de metodología, procesos escultóricos, botánicos...)
- Artículos de periódicos
- Páginas web, infografías, blogs
- Enciclopedias y bibliotecas online
- Documentales
- Referentes, sus catálogos y portfolios
- Estudios de investigación y bases de datos

Una vez recogida, catalogada y organizada, comienza el proceso creativo al mismo tiempo que la lectura más inmersiva de estas fuentes, desechando aquellas que, aunque a priori sean interesantes, no aporten información de calidad al trabajo.

Así, se crean cambios de opinión, discusiones internas, más preguntas y dificultades técnicas que enriquecen el proceso, el cual es dividido en dos partes desarrolladas de forma paralela o casi simultánea:

Por una parte el dibujo de ilustraciones botánicas, con su correspondiente estudio formal y ficha técnica. Los referentes son

---

<sup>1</sup> El enfoque cuantitativo se basa en investigaciones previas, se utiliza para consolidar creencias y establecer con exactitud patrones de comportamiento, busca ser objetivo describiendo, comprobando y explicando los fenómenos causales con posición neutral.(Hernández Sampieri et al., 2014, Capítulos 1, 3)

<sup>2</sup> El enfoque cualitativo se basa en la fluctuación, donde se forman creencias propias sobre el fenómeno estudiado, con realidades subjetivas, una realidad que descubrir, construir e interpretar. Entramos en constructivismo y naturalismo, en el terreno artístico. No tiene secuencia lineal y comprende una amplitud de fenómenos que aportan gran riqueza interpretativa y profundidad de significados.(Hernández Sampieri et al., 2014, Capítulos 1, 15)

escogidos del natural, fotografiados y llevados a láminas mediante tintas aguadas y perfiladores.

Por otra parte, el desarrollo escultórico que acompaña como centro expositivo. Es realizado mediante uso de moldes, con posibles variaciones en el uso de los materiales según las necesidades discursivas.

### 3.2. CRONOGRAMA

Semana 0	<b>-11 abril</b>	Elección de temática Elección de tutor
Semana 1	<b>12-18 abril</b>	Ideación
Semana 2	<b>19-25 abril</b>	Búsqueda de documentación
Semana 3	<b>26 abril – 2 mayo</b>	Búsqueda de referentes
Semana 4	<b>3-9 mayo</b>	Búsqueda de documentación
Semana 5	<b>10-16 mayo</b>	Bocetado inicial Aproximación formal
Semana 6	<b>17-23 mayo</b>	Materiales y espacio Modelado en plastilina de las abejas
Semana 7	<b>24 – 30 mayo</b>	Moldes de silicona de los modelos en plastilina de las abejas Reproducción en resina acrílica Molde de escayola de las reproducciones en resina
Semana 8	<b>31 mayo – 6 junio</b>	Presentaciones finales de asignaturas
Semana 9	<b>7-13 junio</b>	Reproducción en cera de las abejas Ilustraciones digitales
Semana 10	<b>14-20 junio</b>	Visita al Jardín Botánico de Valencia Reproducción en resinas de los cuadros de miel y cría Construcción del panal
Semana 11	<b>21-27 junio</b>	Bocetado flores en grafito y rottering Redacción documento
Semana 12	<b>28 junio-4 julio</b>	Visita al Museo Botánico de Albacete Realización de ilustraciones en tinta china Redacción documento
Semana 13	<b>5-11 julio</b>	Realización ilustraciones en tinta china Redacción documento Alta en Ebrón
Semana 14	<b>12-18 julio</b>	Detalles finales Maquetación del documento
Semana 15	<b>19-21 julio</b>	<b>Entrega del documento</b>
Semanas 16 – 20	<b>26 julio- 29 agosto</b>	Repetición de los procesos necesarios Preparación de la exposición Exposición en el Museo Botánico Documentación de la exposición
Semana 21	<b>30 agosto – 5 septiembre</b>	Preparación de la presentación
Semana 22	<b>6-7 septiembre</b>	<b>Defensa del proyecto</b>

## 4. CONTEXTO TEÓRICO

### 4.1. LA FLOR

Es la estructura reproductiva principal de las plantas espermatofitas<sup>3</sup>, que se caracterizan por mantener una reproducción sexual. Existen en la actualidad más de 270.000 especies, de las cuales al menos 257.000 son **angiospermas**, grupo al que vamos a prestar atención por ser el más extenso y diverso conocido, además de agrupar aquellas entomófilas<sup>4</sup> de mayor relevancia estética y de uso en la polinización manejada. («Spermatophyta», 2021)

El resto de las especies son mayoritariamente gimnospermas, caracterizadas por recibir el polen directamente en el óvulo, que no se encuentra encerrado en otras estructuras.

Al tener una diversidad tan grande, las angiospermas se encuentran esparcidas por toda la superficie terrestre con hábitos muy establecidos y diferenciados entre ellas, que han desarrollado desde el cretácico para una reproducción y adaptación exitosa a los cambios que el entorno ha sufrido desde entonces.

Desde Darwin, se manejan diferentes hipótesis, una de las cuales indica que las angiospermas aparecieron en la tierra hace aproximadamente 145 millones de años – en el Cretácico – según los registros fósiles, unos 300 millones de años después de las primeras plantas vasculares. Conforme se produjo su aparición, se cree que ya entonces eran polinizadas por insectos, aunque de forma antófila<sup>5</sup> solamente desde hace 100 millones de años. (Qiu et al., 2005; Stevens & Davis, 2001)



1 "Papaver Rhoeas" - Amapola  
Planta angiosperma

#### 4.1.1. ANATOMÍA

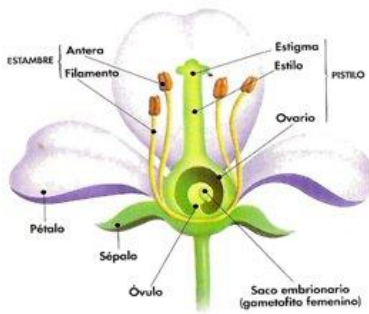
Teniendo en cuenta que, con la diversidad de plantas florales que existen, cada subgrupo en ellas se diferencia por una morfología, características o modificaciones distintas (véase color, necesidades de crecimiento, olor, forma de sus pétalos u hojas, tamaño, ramificaciones...), se toman las siguientes partes como comunes a todas ellas.

<sup>3</sup> Grupo de plantas vasculares que producen semillas y madera.

<sup>4</sup> Plantas polinizadas por insectos

<sup>5</sup> Antophila – de la abeja («Anthophila», 2021)





2 Partes de la flor

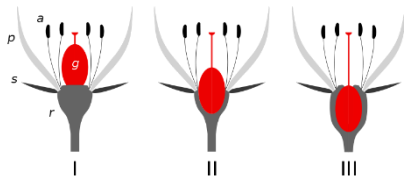
Dividimos la flor en dos ciclos: **Ciclos accesorios, y ciclos esenciales.**

Ciclos accesorios de una flor. Son verticilos que se ordenan en espiral de fuera hacia adentro. No son indispensables para la supervivencia de la flor puesto que son estériles, pudiendo estar presentes o no.

- **Cáliz:** Constituido por los **sépalos**, cuya función es la de proteger a las otras piezas florales durante su desarrollo y evitar que los insectos accedan al néctar sin pasar por los estambres y estigmas. Generalmente son de color verde
- **Corola:** constituido por **pétalos**, siempre de color diferente al verde. Su función principal es la de atraer polinizadores, rodeando las partes reproductivas. El número de pétalos es clasificador de la planta: dicotiledóneas (cuatro o cinco pétalos), monocotiledóneas (tres o múltiplo de tres), o apétalas (aquellas que han reducido mucho el número, generalmente en plantas polinizadas por viento que no necesitan atraer polinizadores). La forma de los pétalos y su unión a la base también es distintiva, así como el aroma y el color, que depende del pigmento que se encuentre presente en ellos. Los pigmentos más importantes se encuentran disueltos en el jugo celular y se llaman *flavonoides antocianinas*. Cabe destacar el *chalcona* o “púrpura de abejas”, color que absorbe la luz ultravioleta, solo visible para los insectos.

Ciclos esenciales de una flor. Necesariamente deben estar presentes en la flor para que esta pueda efectuar la reproducción.

- **Estambres:** Es cada uno de los órganos florales masculinos. Forman un verticilo (círculo de tres o más partes de florales) que se llama **androceo** (conjunto de estambres) y se encuentra protegido dentro de la corola. Cada estambre tiene un **filamento**, el cual sostiene en un extremo un sector ensanchado, la **antera**, órgano donde se forman los granos de polen y por tanto la parte fértil. A menudo se desarrollan **nectarios florales** en la base del filamento, que son glándulas secretoras de néctar. En algunos casos la antera no produce polen, pasando a llamarse **anterodio**, pero puede estar modificado para seguir secretando néctar. Casi siempre da que el número de pétalos es igual al número de estambres.



3 Esquema de las posibles posiciones del ovario: I ovario súpero, II ovario semiínfero o medio, III ovario ínfero.

- **Gineceo:** es el órgano de la flor que contiene los óvulos para ser fecundados. Está conformado por el **ovario** (encerrado entre los **carpelos**), el **estilo** (prolongación del ovario) y el **estigma** (que comunica al óvulo con el exterior y recibe el polen durante la polinización). En el estigma hay sustancias pegajosas que actúan como un adherente para el polen. La posición del ovario (Imagen 3) es una de las distinciones características que se hacen en las plantas con respecto a este órgano. (Alan, 2011)

#### 4.1.2. POLINIZACIÓN

El término polinización hace referencia al desplazamiento o trasiego del polen desde una flor que lo produce, a otra flor de su misma especie, en principio, que lo recibe. Este fenómeno acaece en la producción del fruto y la semilla, imprescindibles para la perpetuación y multiplicación de los vegetales.

En realidad, las plantas superiores se pueden multiplicar también mediante otros sistemas, como es por lo general, a partir de sesgos de la planta capaces de regenerar todo el organismo, pero estas modalidades tienen mucha menos importancia biológica que la reproducción por semilla, eslabón imprescindible en la cadena de reproducción. (Unidad de Valorización de Productos Agroalimentarios & Área de Agricultura, Ganadería y Pesca, s. f.)

Durante el proceso de polinización, los granos unas vez desprendidos de la antera, se exponen a un ambiente seco y se deshidratan. Para sobrevivir, los granos poseen diferentes adaptaciones fisiológicas y estructurales como es el plegado de la pared de polen sobre sí misma. Sin embargo, estos procesos en ocasiones son nocivos en cuanto que puede plegarse el espejo en superficie de forma irreversible, evitando la reproducción. Entre la gran variedad de morfologías en el polen de las angiospermas, en algunos casos se encuentran aberturas alargadas axialmente de alta elasticidad permiten un plegado predecible y reversible. (Katifori et al., 2010)

#### 4.1.2.1. El polen

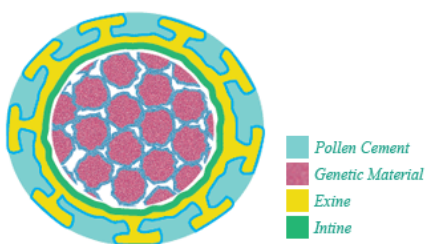
Son granos que en la mayoría de las plantas, contienen las células reproductoras masculinas. Son transmitidos desde la antera de una planta con flores y a menudo tienen dos células.

*Son “células de forma y dimensión variables, dotadas de una cubierta muy resistente o esporodermis, que se forman dentro de los sacos polínicos del estambre y tienen como misión [...], fecundar el óvulo.”(Sáenz Laín, 2004)*

En el caso de las plantas sin flores, hongos, bacterias y protozoos, encontramos **esporas**, granos reproducidos de forma asexual generalmente unicelulares y que son capaces de crecer hasta adultos sin fusión sexual.

Cada partícula de polen o espora es específica de una planta, lo que permite diferenciarlas según su material genético. Esto también les confiere una tonalidad distinta según el vegetal del que provengan.

El rango de diámetro medio es grande, desde aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  hasta más de 200  $\mu\text{m}$ , pero no es completamente circular en muchos casos, por lo que el diámetro varía dentro de la misma partícula, aunque tienen una forma generalizada (Imagen 4).



4 Forma general de polen y esporas

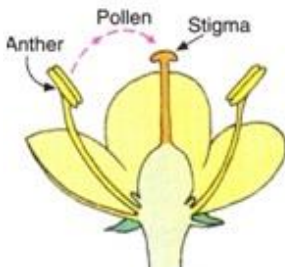
Su superficie es porosa, elástica y muy resistente. En algunos casos se pueden ver agujeros en su capa exterior. Pueden someterse a grandes presiones que garantizan su supervivencia, así como soportar ambientes tanto ácidos como alcalinos y temperaturas de hasta 250°C. Por el contrario, pueden ser destruidos por alta oxidación o la sangre del cuerpo humano, entre otros.

(Spores and Pollens, 2010)

#### 4.1.2.2. Tipos y métodos <sup>6</sup>

En cuanto a los métodos de polinización encontramos dos grandes grupos:

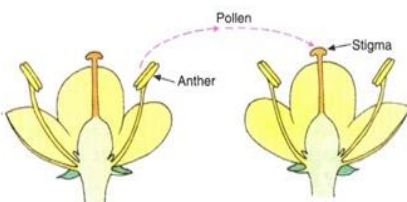
- A) **Autopolinización:** para aquellas flores perfectas o intersexuales. Son aquellas que producen gametos masculinos o estambres, y gametos femeninos o pistilos (▷ *Flores perfectas: definición, diagrama y ejemplos - Estudiando, s. f.*) (Imagen 5). Este tipo de flores pueden fertilizarse a sí mismas de dos maneras:



5 Autopolinización

- i. **Autógama:** se fertilizan con el pólen de la propia flor de tres posibles formas: por **homogamia** (las anteras y estigmas de flores chasmógamas -abiertas- se juntan durante el crecimiento, por flexión o plegado), por **cleistogamia** (las flores permanecen cerradas, las anteras se abren dentro de las flores y el crecimiento del estilo pone el contacto el polen con el estigma) o por **yemas** (las anteras y estigmas maduran antes de la apertura de los brotes).
- ii. **Geitonogamia:** el polen es transferido al estigma de otra flor genéticamente similar o de la misma planta, por lo que es una mezcla que, tras varias generaciones de nuevas flores, muestra modificaciones similares a la xenogamia o polinización cruzada.

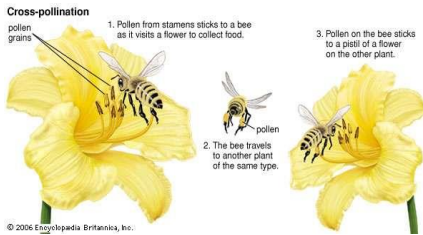
- B) **Polinización cruzada (xenogamia o alogamia):** aquella que requiere de agentes externos para la transferencia de granos de polen a flores genéticamente diferentes (Imagen 6). Es un grupo extenso y diverso, donde encontramos los siguientes procesos:



6 Polinización cruzada

- i. **Anemófila:** Polinización por viento
- ii. **Hidrófila:** Polinización por agua. Puede ser encontrada bajo la superficie, por flores inmersas, llamándose **hipohidrófila**; o sobre la superficie del agua, con flores que, según la especie, podrían realizar inmersión una vez polinizadas, llamándose **epihidrófila**.

<sup>6</sup> El esquema de distribución de esta categorización de tipos se encuentra adjuntada en el Anexo 4 al final del documento



7 Polinización cruzada – entomófila - antófila

- iii. **Zoófila:** Polinización por animales. Aquí cada especie de flor adapta su olor, color o forma para llamar la atención de un tipo de animal en concreto. Encontramos por ejemplo las flores **entomófilas**, aquellas polinizadas por insectos, ya sean **himenópteros** (como las avispa, abejorro), **lepidópteros** (polillas y mariposas), **antófilos** (abejas) (Imagen 7), **dípteros** (principalmente moscas), u otros como escarabajos, saltamontes... que de forma colateral trasladan el polen entre flores mientras buscan néctar, polen comestible o refugio. También existen flores **ornitófilas** (por aves), **quiropirófilas** (por murciélagos) o **malacófilas** (por caracoles). Además se conoce de otros animales como roedores arbóreos, reptiles, algunos primates o los humanos, que realizamos la polinización durante nuestros procesos diarios. (*Polinización | Qué es, proceso, tipos, importancia, problemas, información, 2020*)
- iv. **Polinización artificial:** para flores **diclinias** (unisexuales, que no tienen posibilidad de autopolinización), **dichógamas** (con distintos momentos de maduración dentro de la misma flor, véanse *protrandias* – las anteras maduran antes-, o *protoginias* -los estigmas maduran antes-), o **auto estériles** (flores intersexuales que presentan un gen auto estéril similar, imposibilitando la germinación sobre sí misma y favoreciendo las modificaciones genéticas de mejora de la especie).

Para la germinación de estas flores, la naturaleza cuenta con la **heterostilia**, que consiste en la producción de estilos y estambres de diferentes alturas, con la única posibilidad de polinización entre anteras y estigmas de la misma altura en diferentes flores. Por otro lado, los humanos hemos creado la **herkogamia**, que resulta ser la polinización por medio de diferentes dispositivos mecánicos. (*Polinización en plantas: tipos, ventajas y desventajas, 2021*)

## 4.2. ABEJAS

Son los insectos polinizadores por excelencia, pero no todas ellas recolectan el pólen para la fabricación de miel ni colmenas. Existen sobre 20.000 subespecies provenientes de siete especies de abejas conocidas, repartidas por todos los continentes excepto la Antártida.

La mayoría de ellas son salvajes, pero once de esos tipos son las subespecies *Apis mellifera*, las que nos interesan para la producción de miel. Nos centramos en estas, porque son las que consideramos como “manejadas” o “domésticas”, especie social, de convivencia en enjambres y colmenas que es el principal objeto de estudio en este proyecto.

Esta especie productora, convive en colmenas<sup>7</sup> estudiadas y preparadas para su jerarquía, donde una sola reina convive con un número variable de obreras y zánganos.

La reina es la única hembra fértil, puede vivir hasta un máximo de seis años, aunque la media de vida útil se encuentra en tres. Su función principal es la de unificación de la colmena por medio de las feromonas que desprende y que son repartidas por el contacto directo o “caricias” con otras abejas, llevándolas al resto de la colmena e impidiendo la creación de otras reinas o realeras, y el desarrollo de ovarios en las obreras. (*Abeja reina*, s. f.)

Las obreras son las abejas hembra, de huevos fecundados. Ellas no producen óvulos y su principal función en la colmena es la recolección de néctar como alimento para las larvas (elaboran la papilla real), acompañándola de otras funciones tales como la creación y protección de los panales (son guerreras, por ello tienen agujón) o limpieza de la colmena. Viven cerca de 50 días en verano y son capaces de volar largas distancias a velocidades de hasta 19 km/h para recolectar un máximo de medio miligramo de pólen por viaje. (*Abeja obrera*, s. f.)

Los zánganos, por otro lado, son los machos provenientes de huevos no fecundados. Viven aproximadamente 90 días en primavera, los que dedican a la alimentación de larvas, a las que también transfieren calor colocándose sobre las celdillas con cría, y a la búsqueda de reinas que fecundar. No poseen glándulas odoríferas, por lo que no reconocen a una

---

<sup>7</sup> Tipos de colmenas desarrollados en el Anexo 2

sola reina, lo que les permite desplazarse entre colmenas en busca de reinas en su vuelo nupcial<sup>8</sup>. (*Abeja zángano*, s. f.)

La psicopatología nos muestra la variación evolutiva de estos insectos, que mediante el reforzamiento, hacen retención selectiva de rasgos conductuales que les benefician de alguna forma, tal como es la jerarquía en este caso.

La evolución también ha variado el entorno de los insectos para proporcionarles ventajas, al mismo tiempo que el paisaje se garantiza la supervivencia. Así, las plantas también han desarrollado métodos para llamar la atención de ciertos insectos u otros animales. (Craske et al., 2014)

#### 4.2.1. NECESIDADES DE CULTIVO FLORAL

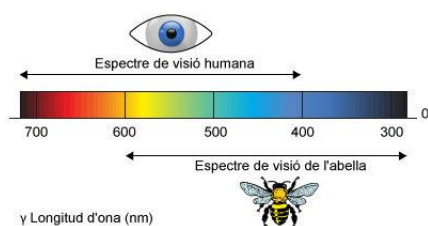
El principal motivo de evolución distintivo entre las plantas antófilas se debe al espectro de visión de las abejas. Diversos estudios nos muestran que el rango de visión que tienen es inferior al de los humanos, pero tienen la capacidad, gracias a los ojos compuestos, de ver la **gama ultravioleta** (Imagen 8). Estos ojos tienen forma semilunar y se encuentran en los laterales de la cabeza de la abeja. Están formados por omatidios, células fotorreceptoras que perciben las formas espaciales. Estos son inmóviles permitiendo una visión en mosaico (Imagen 9).

Sin embargo, dejan fuera de su espectro la gama infrarroja, por lo que las abejas no pueden ver el color rojo, al que confunden con el negro.

Esto supone para la variación evolutiva de las plantas florales una derivación hacia los colores azules o violáceos de sus pétalos, facilitando que las abejas las vean y así ser polinizadas.

La realidad en la que estos insectos están inmersos es muy llamativa para los humanos, dado que la gama ultravioleta es invisible para nosotros (Imagen 10).

En favor de facilitar la polinización de los cultivos, forrando a su alrededor el suelo de plantas llamativas para las abejas, se han creado



8 Comparativa entre espectros visibles del ojo humano y las abejas

<sup>8</sup> Vuelo nupcial: por la reina en su primera semana de vida, con un vuelo vertical entre una concentración de zánganos, quienes se pelean para copular con ella. La reina puede copular con entre 12 y 14 zánganos durante estos días, realizando contracciones de abdomen para extraer el esperma de los machos, quienes se desprenden de su aparato reproductor durante la cópula por lo que cuando esta acaba, mueren. La reina guardará el esperma en la llamada espermateca, encontrada en su abdomen, que le servirá para criar el resto de su vida.

dos mecanismos que nos permiten saber qué plantas son las preferidas por ellas.

En primer lugar, el Earlham Institute del Reino Unido creó un método de análisis rápido llamado “**Reverse Metagenomics**” (RevMet), que puede, entre otros interesantes usos, identificar las plantas que prefieren visitar las abejas individualmente usando el llamado MinION, un secuenciador de ADN portátil de Oxford Nanopore Technologies. (Peel et al., 2019)

Por otro lado, se creó un portal web de análisis de colores florales llamado **FReD: The Floral Reflectance Database**<sup>9</sup>, apartando la discusión subjetiva que continuamente tenemos los humanos respecto a las tonalidades. La base de datos permite a los usuarios descargar datos de reflectancia espectral para especies de flores recolectadas de todo el mundo, permitiéndonos ser más exactos y con funciones integradas como la de buscar flores en extractos de color similares. (Arnold et al., 2010)

Sin embargo el color no es el único determinante en la preferencia de los insectos por ciertas flores, también influyen su tamaño forma y altura, si florecen en grupos o de forma individual, el olor o el movimiento que producen. También es relevante la dulzura de su néctar, y la cercanía de éste con respecto al pólen dentro de la flor.

Todo ello lleva en este proyecto, a encontrar que la diversidad y variación de plantas es realmente importante en cuanto a la atracción de insectos polinizadores, con especies no necesariamente exóticas o llamativas, pero sí dentro de su espectro visible. (Garbuzov & Ratnieks, 2014)

En este sentido, resaltamos las siguientes plantas florales como llamativas para las abejas:

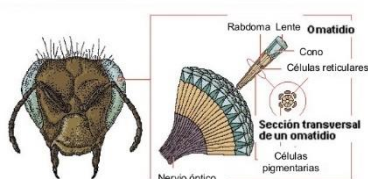
Aromáticas: tomillo, romero, menta, salvia, comino, lavanda.

Fabaceae: Guisante, tréboles, entre otros.

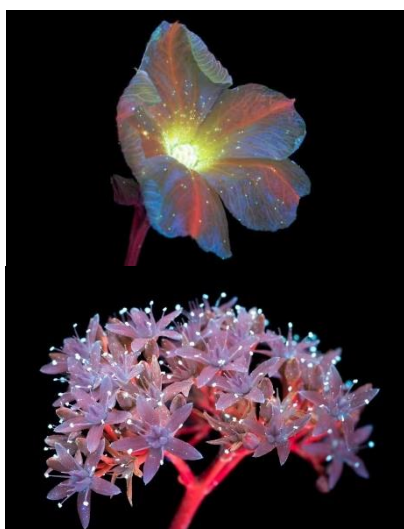
Asteraceae: bardana, cardo salvaje, diente de león, zanahoria silvestre, cirse, escabiosa.

Malas hierbas de cultivo: aciano, crisantemo, amapola, malva.

Otras: facelia, caléndula, trébol persa, chirivía, hinojo, tagete, veza, trébol encarnado, meliloto amarillo, zulla, equinácea purpúrea, margaritas de shasta, sedo brillante...



9 Funcionamiento y estructura de los omatidios



10 Vista de facelia y malva desde el espectro ultravioleta

<sup>9</sup> FReD: The Floral Reflectance Database <http://www.reflectance.co.uk/index.php>



#### 4.2.2. DISCUSIÓN: AMENAZAS A LA SUPERVIVENCIA

Cerca del 85% de las plantas con flor dependen de los polinizadores para ser fecundadas, entre los cuales se encuentran numerosos cultivos de alimento. Sin ellos, al menos un tercio (1/3) de los alimentos humanos desaparecería, además del forraje necesario para alimentar animales de cría. (Cajigas, 2019)

A estos datos le sumamos que la población mundial ha aumentado en un 130% en los últimos cincuenta años, con el correspondiente aumento de demanda de alimentos, llevando a utilizar prácticas agresivas como la utilización de áreas boscosas para monocultivo y agroquímicos. El impacto más llamativo de la disminución global de la diversidad es la pérdida de sinergias e interacciones evolutivas, además de la caída de rendimiento de cultivos agrícolas. (Infomiel, 2019)

Existen numerosos estudios que exponen, clasifican y critican los enfrentamientos que están sufriendo los insectos y que amenazan gravemente su – y nuestra – supervivencia. Cito textualmente del estudio titulado *Threats to an ecosystem service, pressure on pollinators*: “sostenemos que múltiples presiones antropogénicas, incluida la intensificación del uso de la tierra, el cambio climático y la propagación de especies exóticas y enfermedades, son las principales responsables de la disminución de insectos polinizadores. Mostramos que una interacción compleja entre presiones (por ejemplo, falta de fuentes de alimentos, enfermedades y pesticidas) y procesos biológicos (por ejemplo, dispersión e interacciones de especies) en una gama de escalas (desde genes hasta ecosistemas) apuntala la disminución general de la población de insectos-polinizadores.” (Vanbergen & Initiative, 2013).

Estos son solo algunos medios que han seguido evolucionando y creciendo en favor de la extinción. A ellos se les han ido añadiendo otros como por ejemplo la sobreexplotación de las especies manejadas para la producción de diversos productos agroalimentarios de consumo humano. En este aspecto, destaca la bebida de almendras, la cual proviene en un 80% de las granjas del Valle de California, donde 50 billones de abejas fueron aniquiladas en el invierno de 2018-2019, lo que supone más de un tercio de las colonias de abejas comerciales en Estados Unidos (McGivney & o’Hara, 2020). En estas granjas se modifica el ritmo normal de hibernación de los insectos para la producción ininterrumpida de almendras (Fischer, 2021).

Los pesticidas y los ácaros, además del cansancio extremo, llevan a los insectos a perecer. Los agricultores encuentran más del 30% de sus colmenas vacías en cuestión de meses, y los estudios posteriores muestran otro preocupante factor a tener en cuenta, los microplásticos. Las abejas, durante su vuelo, recogen partículas de su alrededor gracias a la electrólisis que se produce con la vibración de sus alas (buzz pollination). Partículas de todo tipo -no solo el polen- se adhieren a los pelos de su abdomen y espalda que más tarde llevan a la colmena. Hasta 1970 se habían estado buscando en ellas metales pesados, pesticidas o restos de radioactividad, pero desde esa década se comenzaron a buscar también grandes restos de plásticos. Más recientemente, se han encontrado microplásticos derivados de poliéster, poliestileno, polivinilo, o fibras naturales de algodón. Tampoco se encuentran diferencias sustanciales en las cantidades recogidas de abejas en grandes ciudades como Copenhague o las de cultivos abiertos, por lo que ya no importa dónde se encuentren las colmenas, los microplásticos se extienden de igual manera por los panales convirtiéndose en otra gran amenaza. (Edo et al., 2021; Kelly, 2021; MacIvor & Moore, 2013; Negri et al., 2015)

Frente al conjunto de amenazas, y con vistas a preservar los servicios ecosistémicos<sup>10</sup>, existe un planteamiento de escenario sustentable, con intensificación agrícola y productiva que fomente el establecimiento y la conservación de la biodiversidad de insectos útiles. Esto partiría del aprovechamiento de las especies salvajes, más allá de las abejas melíferas, que no pueden suplir las necesidades de la flora silvestre al completo. Esta hipótesis se ha planteado con anterioridad, pero aunque pueda favorecer la cantidad de polen depositado en algunas flores, esto no se relaciona directamente con la posterior creación de frutos en todos ellos. Para proporcionar a los insectos un ambiente propicio, habría de aumentar la diversidad floral en los alrededores de los cultivos y estudiar los biocidas menos arriesgados para ellas, evitando su uso en las épocas de floración.

Por otra parte, preservar espacios y áreas naturales con vegetación espontánea y permanente que sirven de refugios para la biodiversidad, fomentaría la disponibilidad de recursos florales y de sitios de anidación para numerosas especies de abejas nativas. (Infomiel, 2019) Sin embargo, este escenario está resultando tan difícil de llevar a cabo a gran escala que nos proporciona vistas realmente desalentadoras del futuro.

---

<sup>10</sup> Beneficios ecológicos para el hombre que incluyen tanto a los que poseen un valor de mercado como a otros no apropiables, pero de gran valor.

### 4.3. REFERENTES ARTÍSTICOS

#### 4.3.1. Wolfgang Laib - *Pollen Squares* (*Cuadrados de Polen*)



11 "Five mountains not to climb" 1999, WL



12 "Five mountains not to climb" 1984, WL



13 Some Laibs' pollen jars 1977-97



14 "Pollen from Hazelnut" 1986, WL



15 WL sifting the pollen

Laib comenzó su andanza artística al terminar la carrera de medicina, tras la cual emigró de Alemania para fundirse con culturas y rituales budistas e hindúes, donde su espiritualidad creció y transportó a filosofías mucho más profundas que las europeas<sup>11</sup>.

Las piezas que más interesan en este proyecto son las hechas de polen recolectado y tamizado a mano por el artista<sup>12</sup>, toman la forma de "campos" colocados en cuadrados en el suelo; de "montículos" o conos, también colocados en el suelo; y frascos, que a menudo se exhiben en estantes. El polen, que se obtiene de dientes de león, almendros, avellanos, ranúnculos y otras plantas, se presenta en una variedad de tonos amarillo-naranja especialmente vibrantes.

El sonido está presente en forma de silencio. Sus piezas tienden a absorber la conversación, quizá por su fragilidad física o por su fuerza metafórica. Laib presenta la "eternidad"<sup>13</sup> como un espíritu que se ha convertido en una forma física más frágil y perecedera.

Recorrer los campos todos los días y recoger el polen por sí mismo convierte la creación de esta pieza en un ritual simbólico. A través de la recolección de polen desde el espacio natural y trasportándolo a un espacio humano, fertiliza la sociedad con un sentimiento sagrado.

<sup>11</sup> Wolfgang Laib sobre la vida (en inglés): <https://www.youtube.com/watch?v=e-92MYcANk>

<sup>12</sup> Enlace a vídeo sobre el proceso de la obra y el trabajo de estudio del artista (en inglés): <https://www.youtube.com/watch?v=e-92MYcANk>

<sup>13</sup> Wolfgang Laib sobre el tiempo (en inglés): <https://www.youtube.com/watch?v=5tRDxLMvkLU>

#### 4.3.2. Sara Mapelli – Bee Queen (Abeja Reina)

Mapelli es la performer que baila con abejas. En sus bailes, que suelen durar alrededor de dos horas, una feromona equivalente a la que desprenden las abejas reinas es repartida por su torso desnudo, para que colonias de entre 10.000 y 15.000 abejas se posen sobre ella.

La artista<sup>14</sup> dice que es una experiencia meditativa, donde deja fluir su cuerpo con las vibraciones de los insectos, que reverberan en las células de su cuerpo, formando un tornado de movimiento sísmico a pequeña escala.

Entre sus aportaciones al mundo apicultor, destaca su aparición en 2011 en la película-documental "Queen of the Sun"<sup>15</sup>, donde no solo baila, sino que se plantea en profundidad los daños que durante los años previos a la década de 2010 la apicultura estaba sufriendo. En ella filósofos, apicultores, científicos, agricultores y otros personajes del Reino Unido presentan con preocupación y exactitud, además de con sincera sensibilidad, la inminente extinción de los insectos.



16 Mapelli en la película-documental "Queen of the Sun"



17 Mapelli en actividad performática, rodeada de abejas melíferas

<sup>14</sup> Sara Mapelli oficial page <https://www.saramapellibeequeen.com/>

<sup>15</sup> Queen of the Sun Film <http://www.queenofthesun.com/>

### 4.3.3. Diario de Edith Holden

Su publicación titulada *La Felicidad de Vivir en la Naturaleza* o en inglés *The Country Diary of an Edwardian Lady* acompaña acuarelas de exquisita delicadeza de los fenómenos naturales que ella pudo contemplar en los alrededores de Warwickshire y en sus viajes por Inglaterra y Escocia a lo largo de 1906.

A estas ilustraciones las acompañan sus poemas favoritos, pensamientos y observaciones escritos a mano.

A título personal, me cautiva la delicadeza, dedicación, inspiración y continuidad de técnica plasmada en un diario de viaje que resulta, para mi gusto, exquisito.



18 Hierba del ajo, mariposa limonera, vanesa de los cardos, violeta y arándano. Por Edith Holden



19 Lámpansa, abeja, abejorro común, heno gris y dulcamara. Por Edith Holden



20 Violeta (*Viola odorata*) por Edith Holden



21 Nido y huevos de mirlo por Edith Holden

## 5. DESARROLLO PRÁCTICO

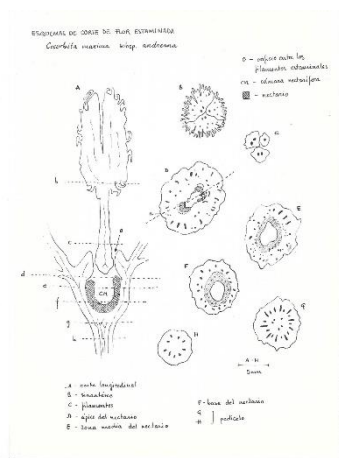
### 5.1. IDEACIÓN Y BOCETADO

Con las imágenes tomadas de referencia, procedo a hacer los estudios anatómicos de la especie *Apis Mellifera* en sus tres tipos – reina, obrera y zángano – para un modelado posterior lo más cercano posible a la realidad. También esquematizo y resumo sus funciones y comportamiento según la información recogida. <sup>16</sup>

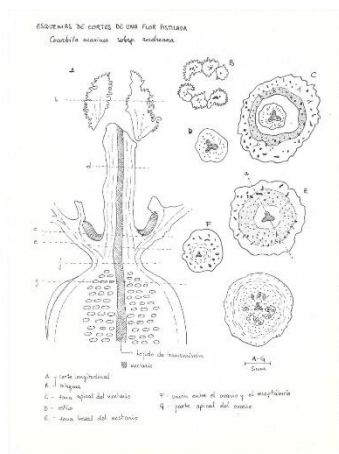
Añado esquemas de crecimiento y desarrollo, medidas, partes y construcción del panal estilo Lanstroth que voy a construir. <sup>17</sup>

A continuación los bocetos de las partes que conforman la flor. Estudio sus partes, en especial de las formas en las que pistilo y estambres están contruidos para que la polinización sea la más efectiva a posible (Imágenes 22 y 23).

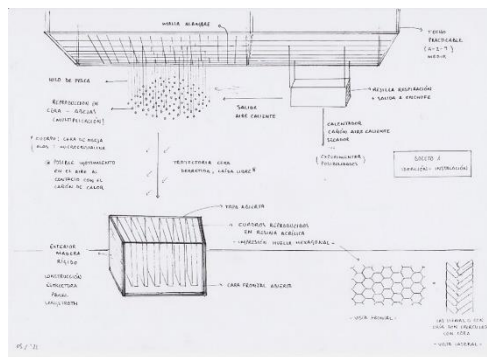
Sigo planificando y bocetando la idea inicial de la exposición en interior (por si acaso no pudiera realizarse a la intemperie, donde las reproducciones en cera derretirían al sol) de la parte escultórica (Imágenes 24 y 25), que presentaría en Project Room a final de curso, sirviendo así como práctica y facilitando la visualización de posibles errores.



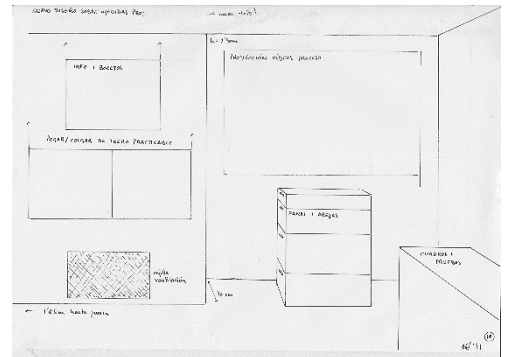
22 Esquema de corte de una flor estaminada



23 Esquema de corte de una flor pistilada



24 Boceto VI (Idea inicial en interior)



25 Boceto IX (Project Room)

<sup>16</sup> Para más información, ver Anexo 1

<sup>17</sup> Para más información, ver Anexo 2

## 5.2. TÉCNICA

### 5.2.1. Ilustraciones

Comienzo recogiendo **referencias del natural** (del Jardín Botánico de Valencia y Museo Botánico de Albacete) además de recopilar fotografías en macro para realizar los detalles.

A continuación **boceto a grafito** con portaminas Faber-Castell de 0'35, 05 y 07; lápices Staedtler de 2HB, 2B y 6B; y barra de grafito Lyra dureza 2B.

Estos bocetos son realizados en papel 90g A4 amarillo (bloc de dibujo), para después ser **transmitidos a rottering** tamaños 02, 04 y 08 en el mismo papel.

Traspaso sobre mesa de luz del rottering a **tinta china y acuarela** sobre papel de acuarela 300g A3 y A4 blanco.

Para el proceso en tinta utilizo: caña, plumillas (tamaños 1 al 5), pinceles de caligrafía china (eje de madera y tres tamaños de diámetro en la base: 12'5mm, 12mm y 10'5mm + longitudes de cerdas: 4'2 cm, 3'5 cm y 3cm respectivamente) y dos tintas chinas negras de Winsor & Newton, acuarelable y seca.

Para el proceso en acuarelas utilizo: pinceles de distintos tamaños y acuarelas Van Gogh.

Para las **ilustraciones digitales de los insectos**<sup>18</sup>, me sirvo del programa Photoshop Adobe en el escritorio remoto de la universidad, junto a una tableta gráfica Wacom Intuos.

Éstas podrán ser impresas en tamaños variables, además de enmarcadas acorde a su esquema de color, de igual o distinta forma que las ilustraciones botánicas según consideración.

---

<sup>18</sup> Para visualizarlas, ver Anexo 3.

### 5.2.2. Trabajo escultórico

Comprende los siguientes pasos:

- Modelado en plastilina sin agentes inhibidores de los cuerpos de las abejas
- Molde de silicona de los cuerpos
- Positivado en resina acrílica de varios cuerpos de cada tipo (al menos tres, para hacer un molde de escayola alargado, y poder positivarse la cera en menos tiradas).
- Molde de escayola en dos partes: sin bebedero, pues el positivado va a ser por pincelado, y podrá extraerse estirando de la pista.
- Positivado en cera: reproducción hueca por pincelado
- Modelado de alas con cera microcristalina
- Desarrollo de maqueta del panal Langstroth
- Construcción del panal
- Positivado de los cuadros de cría y de miel reproducidos en resina acrílica (matificados en color amarillento) o resina epoxy semi-transparente. Huella exterior hexagonal.

(Navarro Lizandra & Universidad Jaume I (Castellón de la Plana), 2011) (Midgley, 1982)



## 5.3. DESARROLLO

### 5.3.1. Trabajo escultórico

#### 5.3.1.1. Modelado en plastilina



26 Modelado en plastilina:  
diferenciación de tamaños

Procedo tras el estudio anatómico, a moldear con plastilina sin agentes inhibidores de los tres tipos de abejas que voy a realizar: reina, obrera y zángano.

Primero en gran tamaño para el estudio formal. La dejo sin darme cuenta al sol y se les caen las alas, patas y antenas pero el estudio es correcto.

En segundo lugar, en pequeño, para hacer el molde en silicona. A continuación unas imágenes del proceso de modelado:



#### 5.3.1.2. Molde de silicona y positivado en resina acrílica

Incluyo este paso en el proceso para tener más modelos a la hora de hacer el molde en escayola, y poder positivar el completo de la cera en menos tiradas. Los moldes (Imagen 27) registran con fidelidad la superficie.

Algunos positivos se parten porque al sacarlos he tirado con demasiada fuerza, por lo que las repito. La siguiente tirada se extrae correctamente.



27 Moldes de silicona

### 5.3.1.3. Molde de escayola en dos partes.

Sin bebedero, pues va a ser positivado por pincelado y no debería haber problema en extraerlas ni de vertido.

Se me olvida poner desmoldeante a los modelos en resina, por lo que quedan incrustados en la primera parte del proceso.

Repito el positivado en resina con los moldes de silicona anteriores, hago el encofrado de nuevo y me aseguro de que todas las partes de la resina quedan impregnadas de desmoldeante dando varias capas.

Vertido de la primera parte de escayola, dejo secar y realizo la segunda pincelando de nuevo gran cantidad de desmoldeante.

Esta vez el resultado es correcto (Imagen 28), pero al extraerlos, los modelos se rompen. No resulta una pérdida importante una vez el registro del molde es correcto.

La segunda parte del vertido ha quedado con burbujas, pues no vibré suficiente la mezcla una vez vertida.

Aun así podría modificar los positivos a posteriori.



28 Molde de escayola

### 5.3.1.4. Positivado en cera por pincelado

Dejo durante dos horas los moldes bajo el agua (cambiando de lado cada media hora porque el cubo no llenaba hasta arriba), derribo la cera al baño maría y comienzo a pincelar.

Las primeras salen demasiado finas, por lo que quiebran al intentar extraerlas. Engroso hasta calcular que 4 capas poco cargadas, o 3 con más carga son las adecuadas para la extracción. También pincelo ligeramente la pista para ayudar a sacarlos (Imagen 29).

La segunda parte del molde tenía burbujas de aire, por lo que también quedaban encajadas en los huecos. Pruebo a rellenarlos con silicona, le doy algo de forma y dejo que enfríe antes de continuar. El resultado de la prueba es correcto, la silicona no sale del molde al sacar los positivos.



29 Proceso de positivado en cera

### 5.3.1.5. Unión de partes



30 Separación de partes. Unión por pegado con rotura de algunas de las partes.

Separé las partes por tipos de abejas, y por una u otra mitad, para poder acceder a ellas más rápido sin tener que buscarlas; en la imagen de la derecha se ven los materiales que iba a utilizar y la mesa de trabajo.



Probé las uniones de diferentes maneras:

- a) Calentar directamente una de las partes, y pegar sobre la otra.

Al ser reproducciones tan pequeñas, no solo calentaba los bordes, sino también el interior, por lo que algunas perdían la forma, se agujereaban o fundían hasta romperse (Imagen 30).

- b) Utilizar el exceso de los positivos como unión, calentando las herramientas y fundiendo el exceso para hacer juntas.

Era un proceso demasiado lento. Calentar las gubias o palillos metálicos continuamente, limpiándolos para que no dejaran restos... Sin embargo el resultado era preciso, por lo que usé este método para hacer al menos un ejemplo de cada abeja (Imagen 31). Me servirían más adelante para hacer la primera exposición en caso de que no me diese tiempo a modelar todos los cuerpos.

- c) Eliminar el exceso. Calentarlo directamente sobre la vela y dejar caer gota a gota sobre las juntas.

Este proceso es más sucio en resultado, pero más rápido. Así terminaría a tiempo la mayoría de las juntas para la primera exposición, podría reparar los que se habían roto y, en caso de que me diese tiempo, volver a utilizar los palillos para dar forma a las uniones (Imagen 32).



31 Resultados precisos; unión por palillos



32 Unión por exceso

El resultado es inapropiado, incompleto, pero con el tiempo que me queda decido dejarlas grosso modo. En los meses de verano voy a repetir el proceso haciendo un nuevo molde con modelos más pequeños, positivándolos por llenado y no por pincelado, añadiendo las alas y modelando cada una de ellas concienzudamente, así la siguiente exposición será más exacta.

#### 5.3.1.6. Estructura principal de la colmena



33 Materiales para construcción de la colmena

Por presupuesto, queda más pequeña de lo planeado inicialmente. Compro cajas de madera de pino ya hechas (Imagen 33), a las que les quito el fondo.

Con listones de madera de abeto pongo raíles que evitarán que los cuadros caigan hacia el fondo; junto con listones en la base de cada caja (excepto la inferior) para que encajen unas con otras.

#### 5.3.1.7. Cuadros de miel y cría

Con las medidas de las cajas, mido y planteo el número de cuadros que caben (Imagen 34), haciendo solo un raíl en lugar de dos alturas, como tendría una colmena de dimensiones reales.

Corto y lijo con las medidas cogidas todos los listones necesarios y los uno probando de distintas maneras:

- a) Cola para madera y adhesivo de montaje. Son suficientemente fuertes, pero tardan demasiado en secar por completo, se alarga demasiado el proceso si tengo que dejar durante varios días los tornillos de apriete de los que dispongo en cada listón.
- b) Clavos directamente: rompen los listones (Imagen 35), la abren al ser demasiado gruesos y no tener perforado. Relleno las grietas con la cola para madera, evitando que se rompan más y perder material.
- c) Hago agujeros con taladradora, en los bordes de cada listón, para llegar al siguiente sin romper y asegurando que la dirección del clavo es correcta. Utilizo clavos de 50 mm para la parte superior, y 30 mm para las inferiores.



34 Cuadros dentro de la primera caja



35 Rotura de los listones en el extremo

Con malla de mosquitera (no encontré de hexágonos pequeños), recubrí todos los cuadros por ambos lados. Intenté hacerlo también con clavos, pero definitivamente las grapas (a modo bastidor) eran más adecuadas – los clavos volvían a quebrar los listones, aunque fuesen más cortos y de menos diámetro (14 o 16 mm)-.

Queda con formato sobre, pudiendo meter dentro la resina (Imagen 36). Quise dejarla dentro, para después eliminar la mosquitera y que quedase registro.

#### 5.3.1.8. Resina acrílica

La propuesta inicial era incluir en la “bolsa” de rejilla metálica la resina, para después extraerla y que quedase registro, pegado a su vez en el marco del cuadro.

Al intentarlo, la rejilla era demasiado difícil de extraer y la muestra no quedó como esperaba. Por esto compré planchas de cera con exterior hexagonal (la que se usa para velas naturales de cera de abeja).



36 Cuadro con agujeros para los clavos y malla de mosquitera

De esta cera hice un molde y saqué distintos positivos tintando más o menos anaranjada la resina. Incluí dentro tiras de malla, pues en las pruebas había comprobado que al añadir pigmento la resina se quebraba con facilidad. De esta forma si alguna parte del pigmento quedaba sin mezclar del todo, quedaría también registro de distintas tonalidades, como pasa en la realidad (con miel mono floral o de distintas flores).

Con los positivos en resina, los rompí en pedazos para llenar todos los cuadros dejando visible la malla interior (que dejé única y no doble). Con pegamento universal los adherí a la malla, quedando partes visibles de todo y pudiendo intercalar entre ellas las abejas (Imagen 37).



37 Cuadros con resina tintada

### 5.3.2. Ilustraciones botánicas

Se realiza el proceso de todas ellas de la siguiente forma:

- I. Referente del natural. Ejemplo de abejorro carpintero europeo (*Xylocopa violácea*) sobre lavanda (*lavandula*) (Imagen 38)
- II. Dibujo en detalle de la flor, rottering (Imagen 39)
- III. Traspaso con mesa de luz a ilustración final con tinta líquida. Se estudian distintos acabados: tinta china, acuarela y técnica mixta. (Imagen 40)



38 Abejorro carpintero sobre lavanda - natural

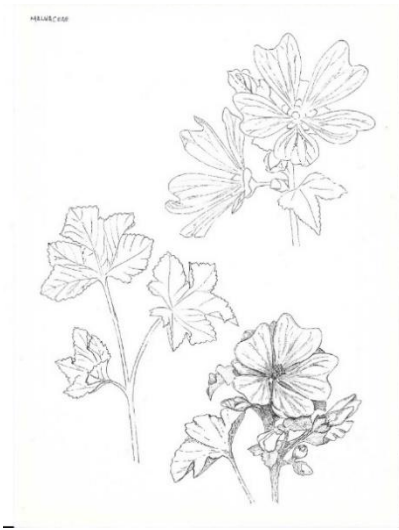


39 Dibujo a rottering de lavanda

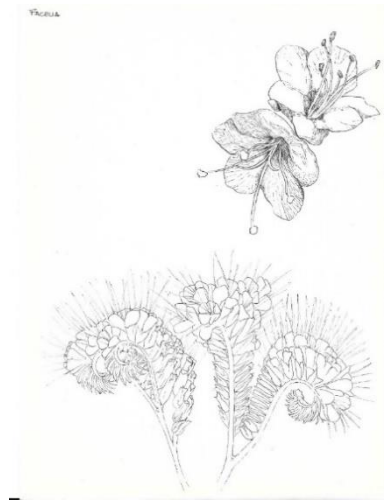


40 Ilustración de Lavanda en tinta china

A continuación se presentan más imágenes de otros dibujos o bocetos en rottering de distintas especies:



41 *Malva sylvestris*



42 *Phacelia tanacetifolia*



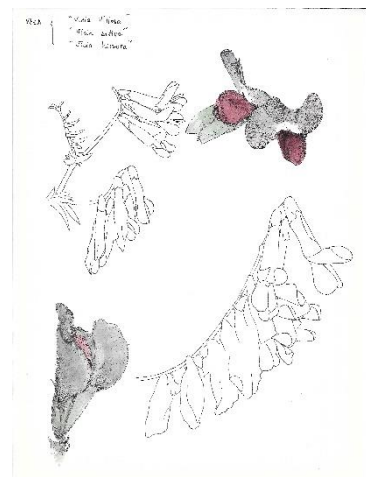
43 *Calendula officinalis*



44 *Melilotus officinalis*



45 *Salvia rosmarinus*



46 *Vicia villosa*

#### 5.4. OBRA

***Hoja de Malva Sylvestris***

Tinta china  
29.5 x 21.5 cm



***Malva Sylvestris en flor***

Tinta china  
42.5 x 30.5 cm



***Melilotus officinalis (trébol Amarillo)***

Tinta china  
42.5 x 30.5 cm



***Abeja melífera obrera sobre flor de  
Melilotus officinalis (trébol amarillo)***

Tinta china  
29.5 x 21.5 cm

**Flor de *Phacelia tanacetifolia*  
(facelia)**

Tinta china  
42.5 x 30.5 cm



**Flor de *Equinácea Purpúrea***

Técnica mixta: tinta china y  
acuarela  
42.5 x 30.5 cm

***Flor de Calendula Officinalis***

Acuarela  
42.5 x 30.5 cm



***Flor de Vicia Sativa (veza)***

Acuarela  
42.5 x 30.5 cm

***Colmena de abejas melíferas***

Madera de pino, listones de abeto,  
rejilla de aluminio, cera orgánica de  
abeja y resina acrílica pigmentada

48 x 35 x 30 cm



## 5.5. EXPOSICIÓN

La parte escultórica del proyecto, véase la colmena, fue expuesta el 4 de junio en la Project Room de la Facultad de Bellas Artes de Valencia como proyecto final de la asignatura Técnicas de Reproducción Escultórica. El proyecto fue realizado en los últimos dos meses de la asignatura, instalándose junto a vídeos, maqueta, bocetos y pruebas que servirían de apoyo visual complementario.

Realicé este proyecto con previsión de utilizarlo en el Trabajo Final de Grado, a sabiendas de que habría que retocarlo y terminarlo.

La previsión de este proyecto es presentarlo en el **Jardín Botánico de Castilla-La Mancha**, ubicado en Albacete, durante los próximos meses. El refugio, que alberga siete hectáreas de flora en peligro y numerosas especies animales protegidas, ha sido recientemente renombrado como **Museo Botánico**.

Creo que con la importancia y pluralidad del entorno de este Jardín, junto con su trabajo de conservación de flora y fauna, hacen de éste el lugar idóneo para la exposición del proyecto.

De esta manera, cumpliría el objetivo de informar y divulgar a la población.

Con el visto bueno de la Administración del Museo, puedo comenzar a diseñar la exposición, a la vez que amplío el catálogo de obras.

## 6. CONCLUSIONES

Este proyecto es el resultado de los conocimientos adquiridos durante la carrera explotados en unos pocos meses.

La simpatía por el medio ambiente y su composición me llevaron, una vez más, a desear hacer un proyecto de temática natural que en esta ocasión ha cobrado forma de ilustraciones botánicas.

Considero que la técnica es correcta, y me ha creado suficiente interés como para continuar ampliando el catálogo de obras, planteando posibles proyectos futuros o publicaciones, y pudiendo continuar la experimentación hacia otras derivaciones formales -considero que el arte es fluctuante y así quiero que lo muestren siempre mis obras-.

Por otra parte, desconocía las técnicas escultóricas que se han llevado a cabo en la segunda parte de proyecto hasta la matriculación en la asignatura correspondiente. En ella vi un potencial trabajo adyacente a la idea que tenía para el proyecto final y que creo que aporta un apoyo visual importante para la transmisión del mensaje. El reciente descubrimiento de estos procesos y la necesidad de adecuarse al tiempo disponible y la solvencia económica de la alumna en ese momento de desarrollo, llevan a que esta parte del proyecto se encuentre todavía en proceso.

Confío sin embargo en que, con el tiempo que resta hasta la exposición y los conocimientos adquiridos, puedo todavía completar esta parte sin problema.

Considero por ende que el proyecto está realizado correctamente, en especial toda la documentación recogida que me ha aportado una visión más amplia de la problemática con respecto a estos insectos. Esta inmersión en el mundo entomófilo no deja de lado otras preocupaciones personales que sin duda son también motivo de la decadencia que estamos creando en el entorno.

Me parece que he conseguido explotar a estética rústica y amable que buscaba en las ilustraciones, a la vez que un contrapunto de dureza en la performatividad escultórica, lo cual me lleva a concluir que el proyecto ya es exitoso en su conjunto. Aun así, la continuación de su desarrollo y su exposición marcan unas metas ambiciosas que espero conseguir y poder compartir en el futuro.

## 7. ÍNDICE DE IMÁGENES

1. *“Panaver Rhoëas” – Amapola. Planta angiosperma*  
Fotografía - Amapola por Manuel Aragón - Turismo de Observación (turismodeobservación.com)
2. *Partes de la flor*
3. *Esquema de las posibles posiciones del ovario: I. ovario súpero II. Ovario semiínfero o medio III. Ovario ínfero*
4. *Esporas y polen – sporomex.co.uk*
5. *Autopolinización – CuadrosComparativos.com cuadro comparativo entre autopolinización y polinización cruzada; 22 marzo 2018; biología, ciencia, mapas conceptuales ecológicos.*
6. *Polinización cruzada - CuadrosComparativos.com cuadro comparativo entre autopolinización y polinización cruzada; 22 marzo 2018; biología, ciencia, mapas conceptuales ecológicos.*
7. *Polinización cruzada – entomófila – antófila; GoPrep – question 10, Reproduction in plants*
8. *Comparativa entre los espectros visibles del humano y la abeja*
9. *Funcionamiento y estructura de los omatidios*
10. *Vista de facelia y malva desde el espectro ultravioleta*
11. *“Five Mountains Not to Climb” - Cinco Montañas que No Escalar, 1999, Wolfgang Laib*
12. *“Five Mountains Not to Climb” - Cinco Montañas que No Escalar, 1984, Wolfgang Laib*
13. *Some Wolfgang Laib s’ Pollen Jars – Algunos de los tarros de polen de Wolfgang Laib, 1977-97*
14. *Pollen from Hazelnut, 1986, Wolfgang Laib*
15. *Wolfgang Laib shifting the pollen - Wolfgang Laib tamizando el polen para una de sus exposiciones*
16. *Mapelli en la película-documental “Queen of the Sun” (Reina del sol)*
17. *Mapelli en actividad performática rodeada de abejas melíferas*
18. *Hierba del ajo, mariposa limonera, vanesa de los cardos, violeta y arándano. Por Edith Holden en su Diario*
19. *Lámpsana, abeja, abejorro común, heno gris y dulcamara. Por Edith Holden en su Diario*
20. *Violeta (viola adorata) por Edith Holden en su Diario*
21. *Nido y huevos de mirlo por Edith Holden en su Diario*
22. *Esquema de corte de una flor estaminada – Boceto a mano, Patricia Fresneda*
23. *Esquema de corte de una flor pistilada– Boceto a mano, Patricia Fresneda*

24. *Boceto VI (Idea inicial en interior)* – Boceto a mano, Patricia Fresneda
25. *Boceto IX (Idea para presentación en Project Room)* – Boceto a mano, Patricia Fresneda
26. *Modelado en plastilina: diferenciación de tamaños* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
27. *Moldes de silicona* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
28. *Molde de escayola* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
29. *Proceso de positivado en cera* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
30. *Separación de partes. Unión por pegado con rotura de algunas de las partes* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
31. *Resultados precisos; unión por palillos* de las partes de cera – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
32. *Unión por exceso de las partes de cera*– Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
33. *Materiales para construcción de la colmena* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
34. *Cuadros dentro de la primera caja* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
35. *Rotura de los listones en el extremo* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
36. *Cuadro con agujeros para los clavos y malla de mosquitera* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
37. *Cuadros con resina tintada* – Trabajo escultórico de Patricia Fresneda
38. *Abejorro carpintero sobre lavanda* - natural – Trabajo de ilustración de Patricia Fresneda
39. *Dibujo a rottering de lavanda* – Trabajo de ilustración de Patricia Fresneda
40. *Ilustración de Lavanda en tinta china* – Patricia Fresneda
41. *Malva sylvestris* – Boceto a rottering, Patricia Fresneda
42. *Phacelia tanacetifolia* (Facelia)– Boceto a rottering, Patricia Fresneda
43. *Calendula officinalis* – Boceto a rottering, Patricia Fresneda
44. *Melilotus officinalis* (Trébol Amarillo)– Boceto a rottering, Patricia Fresneda
45. *Salvia rosmarinus* (Romero) – Boceto a rottering, Patricia Fresneda
46. *Vicia Villosa* (Veza) – Boceto a rottering y acuarela, Patricia Fresneda



## 8. BIBLIOGRAFÍA

▷ *Flores perfectas: Definición, diagrama y ejemplos—Estudiando.* (s. f.).

Recuperado 8 de julio de 2021, de <https://estudiando.com/flores-perfectas-definicion-diagrama-y-ejemplos/>

*Abeja obrera.* (s. f.). Apicultura Wiki. Recuperado 16 de julio de 2021, de [https://apicultura.fandom.com/wiki/Abeja\\_obrera](https://apicultura.fandom.com/wiki/Abeja_obrera)

*Abeja reina.* (s. f.). Apicultura Wiki. Recuperado 16 de julio de 2021, de [https://apicultura.fandom.com/wiki/Abeja\\_reina](https://apicultura.fandom.com/wiki/Abeja_reina)

*Abeja zángano.* (s. f.). Apicultura Wiki. Recuperado 16 de julio de 2021, de [https://apicultura.fandom.com/wiki/Abeja\\_z%C3%A1ngano](https://apicultura.fandom.com/wiki/Abeja_z%C3%A1ngano)

Alan. (2011, enero 5). Anatomía de las plantas: Las Hojas y la flor [Blog]. *Rincón Agrónomo*. <https://rincon-agronomo.blogspot.com/2011/01/anatomia-de-las-plantas-las-hojas-y-la.html>

*Anatomía de la abeja.* (s. f.). Apicultura Wiki | Fandom. Recuperado 13 de julio de 2021, de [https://apicultura.fandom.com/wiki/Anatom%C3%ADa\\_de\\_la\\_abeja](https://apicultura.fandom.com/wiki/Anatom%C3%ADa_de_la_abeja)

Anderson, C., Bizcarro, J., & Anderson, S. (2015, febrero 25). Desmontando Flow Hive Honey. *EcoColmena*.

Anthophila. (2021). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Anthophila&oldid=136903775>

Arnold, S. E. J., Faruq, S., Savolainen, V., McOwan, P. W., & Chittka, L. (2010). FRD: The Floral Reflectance Database — A Web Portal for Analyses of Flower Colour. *PLoS ONE*, 5(12), e14287.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014287>

Besora Magem, J. (s. f.). *INFORME TÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA COLMENA Y PORTANÚCLEO TIPO LANGSTROTH*. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) - Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola La Molina (PIPSA - La Molina).

Cajigas, E. (2019, agosto 14). *El ADN revela las flores favoritas de las abejas—EcoPortal.net*. Ecoportal. <https://www.ecoport.net/paises/el-adn-revela-las-flores-preferidas-de-las-abejas/>

- Craske, M. G., Treanor, M., Conway, C. C., Zbozinek, T., & Vervliet, B. (2014). Maximizing exposure therapy: An inhibitory learning approach. *Behaviour Research and Therapy*, 58, 10-23. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2014.04.006>
- Edo, C., Fernández-Alba, A. R., Vejsnæs, F., van der Steen, J. J. M., Fernández-Piñas, F., & Rosal, R. (2021). Honeybees as active samplers for microplastics. *Science of The Total Environment*, 767, 144481. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144481>
- Fischer, A. (2021, junio). *La producción de leche de almendras está matando de cansancio a miles de millones de abejas*. National Geographic en Español. <https://www.ngenespanol.com/ecologia/la-produccion-de-leche-de-almendras-esta-matando-de-cansancio-a-miles-de-millones-de-abejas/amp/>
- Garbuzov, M., & Ratnieks, F. L. W. (2014). Quantifying variation among garden plants in attractiveness to bees and other flower-visiting insects. *Functional Ecology*, 28(2), 364-374. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12178>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Infomiel. (2019, junio 9). *La polinización, una problemática con impacto sobre la productividad de los cultivos*. Infomiel.
- Katifori, E., Alben, S., Cerda, E., Nelson, D. R., & Dumais, J. (2010). Foldable structures and the natural design of pollen grains. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(17), 7635-7639. <https://doi.org/10.1073/pnas.0911223107>
- Kelly, M. (2021, mayo 24). *Honeybees are accumulating airborne microplastics on their bodies*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/honeybees-are-accumulating-airborne-microplastics-on-their-bodies?cmpid=org=ngp::mc=social::src=facebook::cmp=editorial::add=fb20210525env-honeybeesmicroplastics&sf246142578=1>
- La anatomía de la abeja*. (2020). Omlet UK. [https://www.omlet.es/guide/abejas/sobre\\_las\\_abejas/anatom%C3%ADa](https://www.omlet.es/guide/abejas/sobre_las_abejas/anatom%C3%ADa)
- La anatomía de las abejas melíferas*. (2020). askabiologist. <https://askabiologist.asu.edu/anatom%C3%ADa-de-abejas-mel%C3%ADferas>
- Llorente, J. (2008, 2019). *Anatomía externa de las abejas*. Fundación Amigos de las Abejas. <https://abejas.org/anatomia-externa-de-las-abejas/>

MacIvor, J. S., & Moore, A. E. (2013). Bees collect polyurethane and polyethylene plastics as novel nest materials. *Ecosphere*, 4(12), art155. <https://doi.org/10.1890/ES13-00308.1>

McGivney, A., & o'Hara, C. (2020, enero 8). «Like sending bees to war»: The deadly truth behind your almond milk obsession. The Guardian. <https://www.theguardian.com/environment/2020/jan/07/honeybees-deaths-almonds-hives-aoe>

Midgley, B. (1982). *Guía completa de escultura, moldeado y cerámica: Técnicas y materiales*. Tursen.

Miquel, E., Llorente, J., Pérez, L., & Castelo, J. (s. f.). Las Colmenas. *Fundación Amigos de las Abejas*. [abejas.org](http://abejas.org)

Navarro Lizandra, J. L. & Universidad Jaume I (Castellón de la Plana). (2011). *Maquetas, modelos y moldes: Materiales y técnicas para dar forma a las ideas*. Publicacions de la Universitat Jaume I.

Negri, I., Mavris, C., Di Prisco, G., Caprio, E., & Pellecchia, M. (2015). Honey Bees (*Apis mellifera*, L.) as Active Samplers of Airborne Particulate Matter. *PLOS ONE*, 10(7), e0132491. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132491>

Padilla Álvarez, F., Flores Serrano, J. M., & Pérez Ruiz, A. J. (2007). Los órganos de los sentidos de las abejas (I) Ojos y Antenas. *El Colmenar*, 87.

Peel, N., Dicks, L. V., Heavens, D., Percival-Alwyn, L., Cooper, C., Clark, M. D., Davies, R. G., Leggett, R. M., & Yu, D. W. (2019). *Semi-quantitative characterisation of mixed pollen samples using MinION sequencing and Reverse Metagenomics (RevMet)* [Preprint]. Ecology. <https://doi.org/10.1101/551960>

*Polinización | Qué es, proceso, tipos, importancia, problemas, información*. (2020). Flores.ninja. <https://www.flores.ninja/polinizacion/>

*Polinización en plantas: Tipos, ventajas y desventajas*. (2021). Triangle Innovation Hub. <https://es.triangleinnovationhub.com/pollination-plants>

Qiu, Y., Dombrovska, O., Lee, J., Li, L., Whitlock, B. A., Bernasconi-Quadroni, F., Rest, J. S., Davis, C. C., Borsch, T., Hilu, K. W., Renner, S. S., Soltis, D. E., Soltis, P. S., Zanis, M. J., Cannone, J. J., Gutell, R. R., Powell, M., Savolainen, V., Chatrou, L. W., & Chase, M. W. (2005). Phylogenetic Analyses of Basal Angiosperms Based on Nine Plastid, Mitochondrial, and Nuclear Genes. *International Journal of Plant Sciences*, 166(5), 815-842. <https://doi.org/10.1086/431800>

Sáenz Laín, C. (2004). *Glosario de términos palinológicos* (25.ª ed.). Lazaroa.

Spermatophyta. (2021). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Spermatophyta&oldid=133195167>

*Spores and Pollens*. (2010, 2020). Sporomex.

<https://www.sporomex.co.uk/technology/51-pollenspores>

Stevens, P. F., & Davis, H. (2001, onwards). *Angiosperm Phylogeny Website*.

Angiosperm Phylogeny Website.

<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/welcome.html>

Unidad de Valorización de Productos Agroalimentarios, & Área de Agricultura, Ganadería y Pesca. (s. f.). *Polinización | Casa de la miel*. Casa de la Miel -

Cabildo de Tenerife. Recuperado 13 de julio de 2021, de

<https://www.casadelamiel.org/es/polinizacion>

Vanbergen, A. J., & Initiative, the I. P. (2013). Threats to an ecosystem service:

Pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), 251-

259. <https://doi.org/10.1890/120126>

## 9. ANEXOS

### 9.1. ANATOMÍA DE LAS ABEJAS

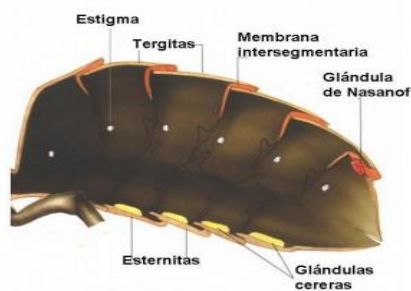
En la tabla que aparece a continuación se detallan las partes que conforman la anatomía de estos insectos.

Se incluyen además imágenes de aporte visual y bocetos para localizar y diferenciar cada parte, además de las diferencias entre reina-obrera-zángano.

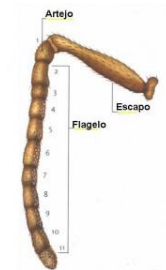
(*La anatomía de la abeja*, 2020; *La anatomía de las abejas melíferas*, 2020; Llorente, 2008) (*Anatomía de la abeja*, s. f.) (Padilla Álvarez et al., 2007)



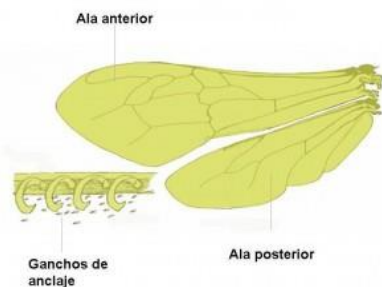
*División de partes de una abeja melífera obrera*



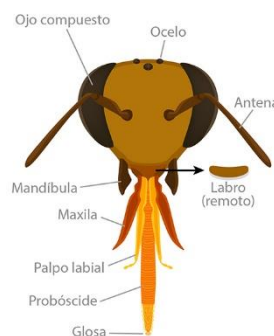
*Abdomen de la abeja melífera*



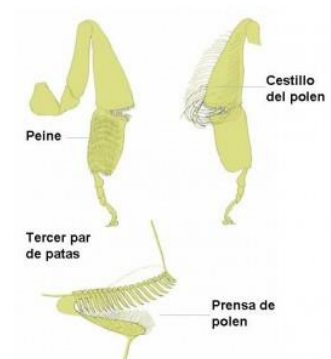
*Antenas de la abeja melífera*



*Pares de alas de abeja melífera*

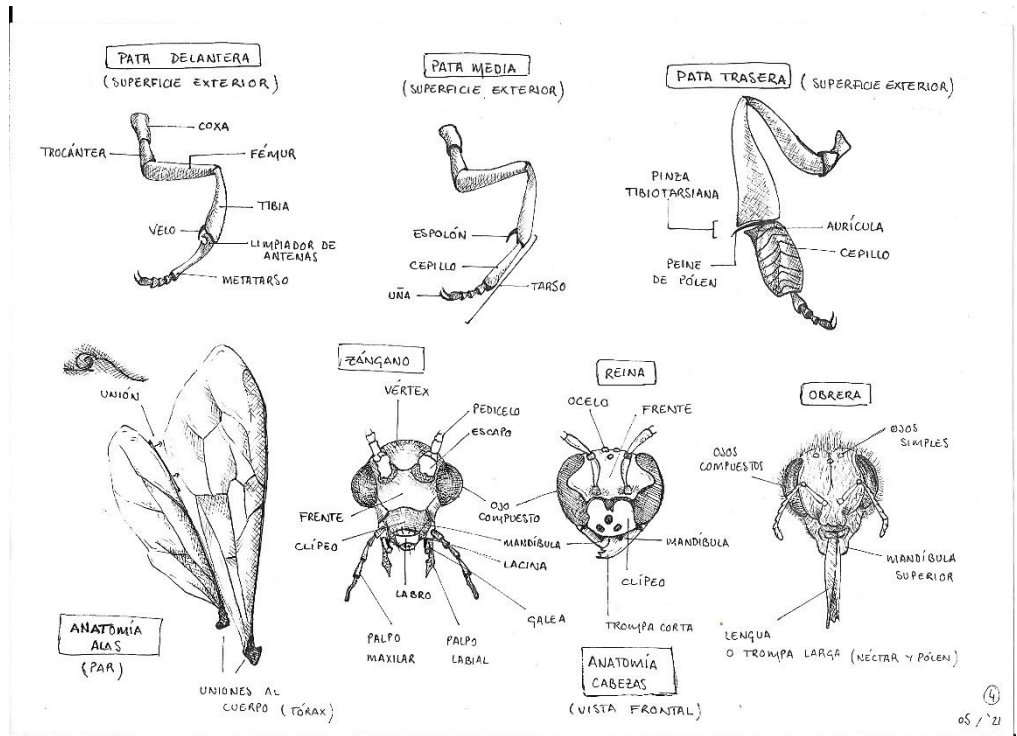


*Anatomía exterior de la cabeza de una abeja melífera obrera.*

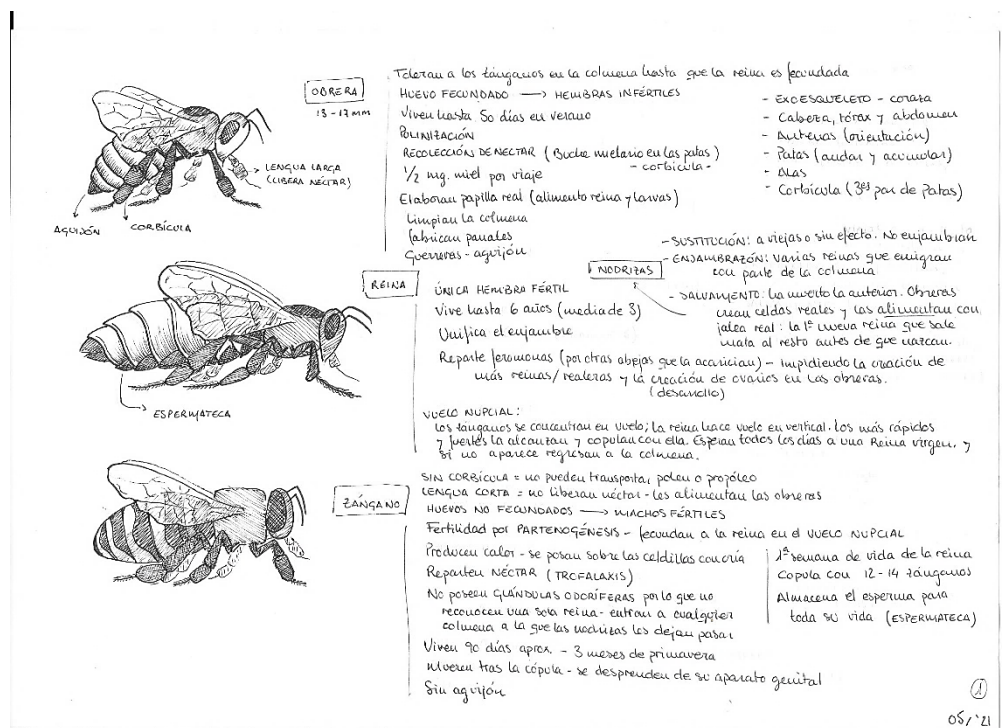


*Patas de la abeja melífera*

<b>Cabeza</b>	<b>Ojos</b>	<b>Ocelos:</b> tres en la parte central superior	Uno de los dos tipos de ojos en los insectos usado para detectar el movimiento.		
		<b>Compuestos:</b> dos, uno en cada lado	Tipo de ojos de forma ovalada formado por muchos detectores de luz llamados <b>ommatidios</b> .		
	<b>Antenas</b>	Órganos sensoriales móviles que detectan olores en el aire y corrientes.			
	<b>Boca</b>	<b>Mandíbulas</b>	Poderosas partes bucales externas que ayudan a proteger la probóscide.		
		<b>Probóscide</b>	Parte de la boca con forma de tubo que se usa para succionar fluidos.		
		<b>Labro</b>	Parte de la boca que puede ayudar a manejar el alimento y que forma la parte superior del tubo de alimentación.		
		<b>Maxila</b>	Parte bucal entre la mandíbula que puede manejar el alimento.		
		<b>Palpo labial</b>	Parte bucal usada para sentir y saborear durante la alimentación.		
<b>Glosa</b>		Lengua peluda de un insecto que puede adherirse al néctar para atraerlo hacia la boca.			
<b>Cerebro</b>					
<b>Tórax:</b> está cubierto de pelo para facilitar el transporte de pólen	1º segmento	1er par de <b>patas*</b>			
	2º segmento	2º par de patas	1er par de <b>alas*</b>	*Alas: se mueven hasta 11.000 veces/min y pueden llevar a la abeja hasta a 19km/h	
	3º segmento	3er par de patas	2º par de alas		
		*Patas	Delanteras	Con limpiadores antenas	
			Traseras	Sirven para recolección y transporte de pólen	Constan de: <b>prensa, cepillo y aurícula</b>
Partes			<b>Coxa, trocánter, fémur, tibia, metatarso, tarso y garra del tarso</b>		
<b>Abdomen</b>	<b>Aparato digestivo</b>	Complejo con estructuras divididas para el néctar, la jalea y otros			
	<b>Órganos reproductores</b>	La reina también consta de <b>espermateca</b>			
	<b>Agujón</b>	Solo en las hembras			
	<b>Bolsa de miel</b>	Puede cargar con hasta 0.25ml por viaje			



Boceto II. Alas, patas y cabezas



Boceto I. Forma general y funciones de cada tipo

## 9.2. COLMENAS: TIPOS



*Colmena rústica o natural*

En su hábitat natural, las abejas construyen colmenas en grietas de rocas, huecos de los árboles y otros espacios que encuentren oportuno. Éstas son las **colmenas rústicas**. En ellas la producción de cera es alta pero su manipulación es compleja. Además, si se cosecha la miel la calidad es baja puesto que está mezclada con polen u otros productos, y se pierden las crías.

**Las colmenas racionales** son construidas o dispuestas por el ser humano para el enjambre de abejas.

Existen dos tipos:

- **Colmenas fijas:** los panales están hechos por las abejas dentro de la colmena y pegados a sus paredes. Son construidas habitualmente en troncos huecos, vasos de corcho, cestos de mimbre o campanas de paja. Actualmente se evita su uso, pues son difíciles de manejar y crean estrés a las abejas al extraer la miel.
- **Colmena movilita:** en su interior presenta unos cuadros móviles donde se sitúan los panales permitiendo su manipulación sin destruir las crías.

Deben tener unas características generales obligatorias:

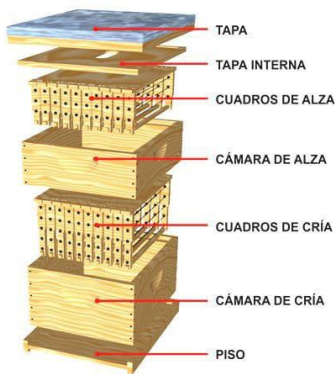
- Se debe respetar el espacio-abeja en su interior: 9 mm.
- Se debe poder examinar y extraer todos los panales sin dañar ninguna celda, derramar miel y alterar a las abejas.
- Cerrar lo más herméticamente posible para que las abejas puedan controlar la temperatura y humedad internas.
- Debe permitir el uso de cera estampada.
- Facilidad en el reemplazo de los panales.
- La piquera se debe poder ampliar, disminuir y cerrar para proteger la colonia del pillaje y para el transporte, sin que las abejas trabajen en exceso.
- Sus partes tienen que ser lo más estandarizadas y exactas posible, para poder intercambiarlas con otras colmenas.



*Colmena fija*

Hay distintas variantes:





12 Colmena Langstroth



13 Colmena Oskman



14 Colmena Layens

- **Colmena Langstroth:**

Desde su construcción inicial en 1852 ha sufrido cambios de medidas y técnicos. Es de crecimiento vertical por el uso de alzas, eso quiere decir, que el crecimiento de la colmena en la temporada apícola es hacia arriba. Es la más utilizada actualmente y su característica principal es la idéntica medida entre los cajones para la cría y los de producción.

- **Colmena Dadant:**

De crecimiento vertical y nace como perfeccionamiento de la colmena Langstroth para evitar que la abeja reina pase a la alza de producción. En la Langstroth se soluciona con un excluidor de reina, que hace un poco más dificultoso el trabajo. En la colmena Dadant, el alza de producción tiene menos profundidad, así su tamaño no es agradable para la reina y ya no sube. También presenta un tamaño de cámara de cría mayor.

- **Colmena Oksman:**

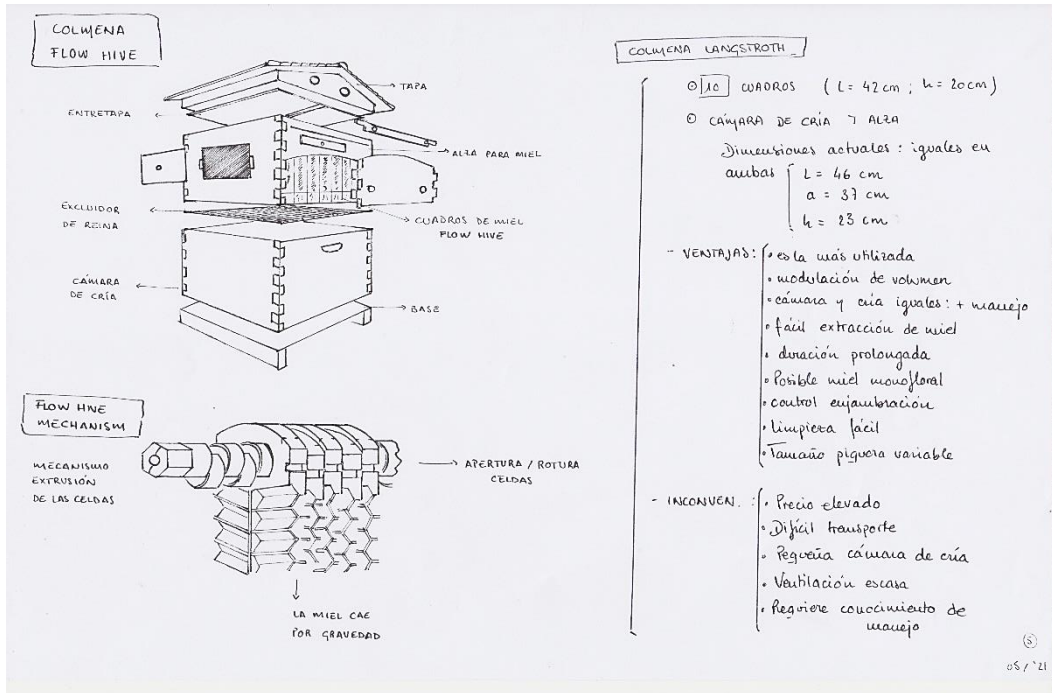
Nace de la combinación de las dos anteriores, tiene las medidas de caja de Langstroth pero el alza de producción es menos profundo.

- **Colmena Layens:**

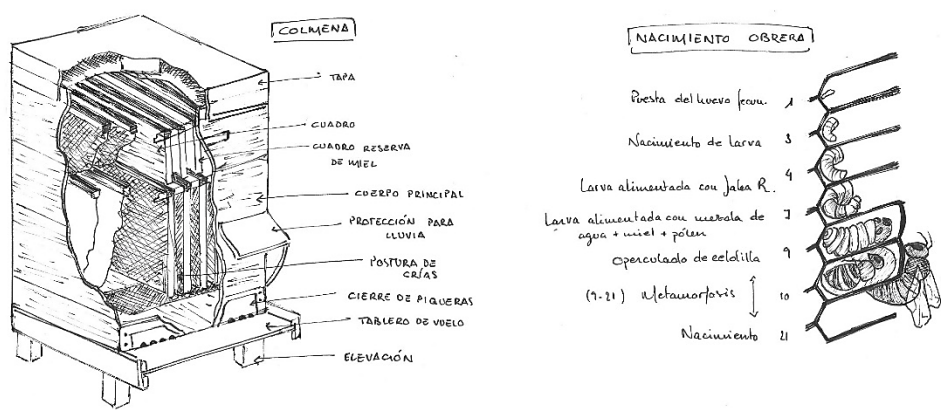
es de crecimiento horizontal en una sola caja de grandes dimensiones. No distingue zona de cría y zona de miel. Al ser una sola caja, es ideal para el transporte, y por lo tanto, para la apicultura trashumante.

(Anderson et al., 2015) (Miquel et al., s. f.) (Besora Magem, s. f.)

Se incluyen a continuación dos bocetos realizados durante la recopilación de información de esta parte del trabajo:



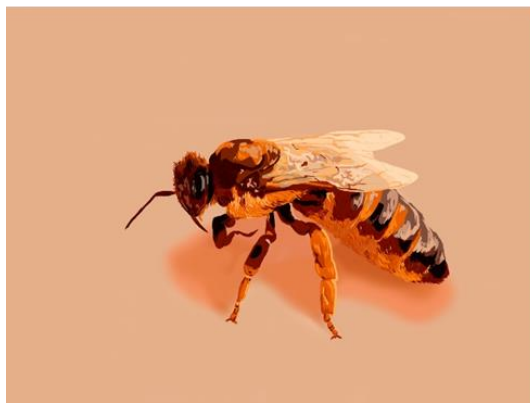
15Boceto V. Colmena Flow Hive + Ventajas Langstroth



Boceto IV. Colmena Langstroth + proceso nacimiento de una obrera

### 9.3. ILUSTRACIONES DIGITALES

Tras el estudio anatómico y el modelado de los cuerpos en plastilina, realicé estas ilustraciones:



El resultado, sin embargo, no es de la misma naturaleza estética que el resto del trabajo, por lo que decido dejarlas fuera de la presentación final, a no ser que las repita o modifique.

### 9.4. ESQUEMA TIPOS Y MÉTODOS DE POLINIZACIÓN

