

**LOS BIO MODELOS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA MORFOLOGÍA DE  
LIBÉLULAS Y LA COMPRENSIÓN DE SU ROL ECOLÓGICO EN EL ESPACIO DE  
JARDINES DE HUMEDALES DEL JBB.**

**DANIEL MAURICIO CORREDOR ESPITIA**

**CODIGO 2015210023**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**BOGOTÁ DC**

**2021**

**LOS BIO MODELOS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA MORFOLOGÍA DE  
LIBÉLULAS Y LA COMPRENSIÓN DE SU ROL ECOLÓGICO EN EL ESPACIO DE  
JARDINES DE HUMEDALES DEL JBB**

**DANIEL MAURICIO CORREDOR ESPITIA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**DIRIGIDO POR**

**MSG. DIANA CAROLINA ROMERO ACUÑA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**BOGOTÁ DC**

**2021**

**NOTA DE ACEPTACIÓN.**

---

---

---

---

---

---

---

Jurado No 1.

---

Jurado No 2.

Bogotá DC. 12 de noviembre del 2021.

## **Dedicatoria**

El presente trabajo se consolidó como el resultado de cientos de horas de trabajo, no solo personal sino también del amor y esmero de las personas que acompañaron mi proceso, durante los últimos 10 años he buscado el camino hacia la felicidad sin alcanzarla por completo, sin darme cuenta que en efecto lo que me hacía feliz era crear, por ende, esta labor resume la felicidad y el júbilo inexorable de toda una vida de experiencias, paciones y desvelos que forjaron en mi un camino que durante mucho tiempo cuestione como algo viable pero que a medida que se materializaba y crecía me lleno de orgullo y satisfacción. Aunque el cansancio se hacía cada vez más grande y el miedo por no lograrlo era casi palpable nunca desistí de lo que al sol de hoy constituye no solo mi trabajo de grado sino mi forma de vivir, pero todo esto no sería posible sin la fuerza que me otorgaron incontables personas y de la energía e inspiración que me suministro la naturaleza en los momentos más lúgubres del proceso.

## **Agradecimientos**

En primera instancia agradezco a Dios por iluminarme en los momentos más sombríos, a mi madre Elizabeth Espitia por siempre apoyarme y corregirme con amor y ternura en cada paso de mi vida, mi abuela Teresa Rodríguez, por brindarme su completa confianza y nunca rendirse, un gran ejemplo de mujer, a mi hermano por presionarme constantemente a ser una mejor persona, a mi padre por demostrarme que con esfuerzo y gallardía se pueden cumplir los sueños de los artistas.

A Dennys Maritza Vélez por ser mi confidente y mi cómplice, en especial, a ella dedico gran parte de todo este proceso quien jugó un papel indispensable y sentó las bases de lo que hoy es

con orgullo el esfuerzo de años y años de ensayos y errores, gracias por demostrar que el progreso se nos debe a los insatisfechos, no existen palabras para agradecer tanto apoyo. A mi pareja Xiomara Gaitán por ayudarme a definir mis prioridades y aconsejarme en los momentos de duda, de igual forma por acompañarme en este último tramo de mi carrera universitaria y seguirle la cuerda a un docente que aspira a grandes cosas, a mi primo y camarada Juan Manuel Casallas, sus palabras de aliento y perseverancia forjaron un carácter de templanza que hoy en día me permite culminar estos procesos.

Agradezco infinitamente a mi tutora y amiga la docente Diana Carolina Romero y la línea de Bioarte por darme la oportunidad y el voto de confianza de establecer un proyecto que marco mi vida, gracias por nunca rendirse conmigo y soportar cada idea, cada momento de angustia y cada éxito a lo largo de los últimos 5 años, de igual forma dedico este trabajo a la docente Ibeth Paola delgadillo, por tantos consejos, por tenderme la mano en las situaciones más críticas de mi carrera, siempre la llevare en mi corazón, a la docente Carolina Vargas por forjar carácter en los inicios de la carrera y contagiarme de ese amor eterno por la vivo y la vida, a todo el equipo de docentes que conforman el departamento de Biología.

A mis amigos y licenciados, Andrés Cuellar Julián Baquero, Marco Salazar, Royer Ramírez, Katherine Correa, Catalina Pinedo, Jefferson, Andrés Reyes por brindarme su apoyo y amistad en todo el proceso de formación y por tantas y tantas experiencias llenas de aprendizaje, a Laura y Angelica Aristizábal quienes propusieron en algún momento el sueño de ser docente, mil gracias por impulsarme a dar ese paso.

Al Jardín Botánico De Bogotá por abrirme sus puertas y permitir el desarrollo de las actividades, así como también el forjarme como un docente de enseñanza alternativa, a Patricia

Velázquez, Laurita y a todo el equipo de interpretación, sus historias de vida y sus conocimientos me permitieron entender las dinámicas no solo del JBB sino de la vida fuera del aula.

Finalmente dedico todo este esfuerzo a la memoria de mi Abuelo, Marcolino Espitia, un padre, un amigo y un compañero, la persona que me enseñó absolutamente todo lo que se, su perseverancia por alcanzar sus sueños marcó mi vida para siempre, a la memoria de mi docente y amigo Edgar Francisco Prieto, infinitas gracias por ser el primer profesor en apostar a mi talento y catapultar mis sueños más allá de las fronteras de Colombia, por ultimo a la memoria de Erika Laidiny Jiménez, amiga y cómplice, que tu memoria perdure para siempre en los corazones de quienes te amamos, eterno descanso en sus lugares de trascendencia para estos inigualables amigos del camino.



“UN PROFE PECULIAR” Imagen tomada por Xiomara Gaitán

## CONTENIDO

¿Qué vamos a encontrar? .....	12
Palabras clave .....	14
Filosofando sobre la vida .....	14
¿A qué le apuntamos? .....	22
Objetivo general .....	22
Objetivos específicos .....	22
¿Y esto para qué sirve?.....	23
Caminando en terrenos desconocidos .....	26
Jardín Botánico José Celestino Mutis.....	26
¿Cuál Fue Su Origen? .....	28
¿Qué Podemos Encontrar? .....	30
Los bio-modelos y el JBB .....	34
¿Quién ha hablado de esto? .....	36
Creaciones del pasado .....	39
Bases de la experiencia .....	43
Orden Odonata .....	52
Rhionaeschna marchali .....	55
Orden Trichoptera .....	57
Habitando el agua y el cielo .....	60
Laberinto mental del profe .....	62
Perspectiva Pedagógica.....	66
Modelo pedagógico desarrollista.....	66
Modelo didáctico espontaneísta.....	68
Enfoque Investigativo .....	70
Modelando Criaturas Fantásticas .....	70
Primera Fase Instar Investigativo: Alrededor del Jardín De Humedales Del JJB.....	70
Antecedentes De La Práctica Pedagógica.....	70
Contextualización Del “Jardín De Humedales” .....	72
Pilares Teóricos.....	73
Ruta “Del Agua a La Tierra” .....	73
Identificación De Los Organismos .....	73
Modelado.....	74

Espacio Reflexivo Evaluativo .....	74
Técnicas e Instrumentos Contemplados .....	74
Resultados De La Práctica .....	75
Sesión 1 .....	75
Primera Actividad, Ruta “Del Agua a La Tierra” y Taller Teórico Práctico “¿Qué Nada Bajo El Agua?” .....	75
Segunda Actividad, Taller Teórico Práctico “¿Qué Nada Bajo El Agua?” y “Crea Un Acuático En La Tierra” .....	78
Análisis De La Sesión 1 .....	80
Sesión 2 .....	81
Tercera y Cuarta Actividad: “Crea Un Acuático En La Tierra 2.0” “Las Particulares Características De Un Insecto” .....	81
Análisis de la sesión 2 .....	84
Sesión 3 .....	86
Actividad 5: Colores En Los Insectos “Mimetismo, Aposematismo y Camuflaje” .....	86
Actividad 6: “Lo Que Tus Ojos No Ven: Fluorescencias, Fosforescencias y Bioluminiscencias” .....	87
Análisis De La Sesión 3 .....	89
.....	90
Espacio reflexivo de la fase 1 .....	91
Fase 2: Proyecto En Estado Náyade .....	92
Resultados Implementación Trabajo De Grado .....	92
Sesión 0: Identificación y Contextualización De Los Espacios y Dinámicas Del Jardín Post Pandemia .....	92
Esqueleto Metálico .....	96
Calculando Medidas .....	96
Del 2D Al 3D .....	97
Volumen Sin Textura .....	98
Enmallado .....	99
“Criaturas Fantásticas y Como Crearlas” .....	100
Aspectos Teóricos Dentro De Las Sesiones 1,2 y 3 .....	101
Fase 3: tercer instar, proyecto en estado adulto .....	108
Conclusiones .....	110
REFERENCIAS .....	116

## LISTA DE FIGURAS

“UN PROFE PECULIAR” Imagen tomada por Xiomara Gaitán.....	6
Imagen 1 y 2 evento brilla Colombia, esculturas de gran tamaño situadas dentro de las colecciones botánicas del JBB (fotografía por Daniel Corredor diciembre de 2019).....	18
Imagen 3: tabla atención a población participante en recorridos guiados, tomado de informe de gestión y rendición de cuentas 2018 Jardín Botánico De Bogotá. ....	20
Imagen 4: ilustración de José Celestino Mutis junto a <i>Mutisia clematis</i> flor insignia del JBB publicado por La Caja agosto 09, 2018.....	28
imagen 5 y 6: “árbol de los peces” proceso desarrollado para la maestría del docente Edgar Francisco Prieto (fotografías por Daniel Corredor). ....	40
Imágenes 7-11 : “árbol de los peces 2” bio-modelos de los peces asociados a la ictiofauna de la amazonia colombiana presentados en la universidad del bosque Bogotá octubre de 2018 (fotografías por Daniel Corredor).....	41
Imagen 12: biomodelo tipo rompecabezas de una ballena jorobada para la enseñanza y sensibilización de la amenaza y estado de conservación de los cetáceos noviembre de 2018 (fotografía por Daniel Corredor). ....	42
Figura 13: estructura bucal modificada de la náyade de una libélula (imagen tomada de Google) .....	53
Figura 14 y 15: exuvia de <i>R marchali</i> (izquierda). Adulto de <i>R marchali</i> (derecha) Jardín Botánico De Bogotá octubre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor).....	56
Figura 16: ilustración científica de larva de tricóptera, Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos Roldan 2010 .....	57
Imagen 17: zona de estudio, relicto de humedal entre el monóptero y las oficinas de la subdirección, Jardín Botánico De Bogotá octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor).....	72
.....	79
Imagen 18: proceso de identificación la morfología de los organismos a modelar por parte de los visitantes haciendo uso de las muestras del JBB octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor) .....	79
Imagen 19 y 20: Proceso de construcción de los prototipos a gran escala, etapa 1 de creación, JBB octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor).....	80
Imagen 21: etapa 2 de construcción de los bio-modelos, características de los rasgos mas predominantes octubre de 2019 JBB (fotografía por Daniel Corredor) .....	83

Imagen 22 y 23: segunda parte del proceso de construcción, desarrollo de características puntuales a partir de muestras biológicas del JBB octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor).....	84
Imagen 24: proceso de pintado de los organismos a partir de sus adaptaciones colorimétricas al entorno que habitan octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor).....	87
Imagen 25: proceso final de construcción, aplicación de tintes ultravioleta con la finalidad de ilustrar la percepción de los insectos en su entorno, octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor) .....	89
Imagen 26-30: algunos de los bio-modelos finalizados y la muestra a los representantes de jardines botánicos de Colombia octubre de 2019 JBB (fotografías por Daniel Corredor).....	90
Imágenes 31-33: proceso de identificación de los lugares para el desarrollo del trabajo y las rutas a contemplar, junio 07 de 2021 JBB (fotografías por Xiomara Gaitán) .....	93
imagen 34: plano esquemático del JBB mostrando la ruta más adecuada para el desarrollo del trabajo (tomada de <a href="https://www.jbb.gov.co/">https://www.jbb.gov.co/</a> ).....	94
Imagen 35-37: proceso del escalado de la libélula, por dinámicas de pandemia la imagen es tomada de internet e impresa para el proceso en papel fotográfico mayo de 2021 (fotografía del escalado tomada por Daniel Corredor).....	97
Imagen 38: Construcción del modelo 3D a partir del plano de la vista superior de la frigenia en estado adulto mayo de 2021 (fotografía por Daniel Corredor). .....	98
Imagen 39-41: vista lateral y superior del modelo 3D del tórax de la libélula y la frigenia, en la imagen se observan las guías y el resultado del cruce de los dos ejes, junio de 2021 (fotografía por Daniel Corredor). .....	99
Imagen 42 y 43: resultado final del proceso de enmallado, ninfa y adulto de libélula junio de 2021 (fotografía por Daniel Corredor).....	100
Imagen 44-53: proceso consecutivo de construcción de la náyade de <i>R. marchali</i> julio de 2020 (fotografías tomadas por Daniel Corredor ) .....	101
Imagen 54-57: evidencias de la primera implementación en el JBB se pide autorización a los participantes para el uso de las fotografías con fines académicos, 19 de septiembre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor) .....	102
Imagen 58-61: evidencias de la segunda implementación en el JBB se pide autorización a los participantes para el uso de las fotografías con fines académicos, 26 de septiembre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor) .....	104
Imagen 62-66: evidencias de la tercera implementación en el JBB se pide autorización a los participantes para el uso de las fotografías con fines académicos, 3 de octubre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor).....	105

Imagen 67-70: evidencias de la cuarta implementación en el JBB se pide autorización a los participantes para el uso de las fotografías con fines académicos, 10 de octubre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor) ..... 108

### **TABLA DE ANEXOS.**

Anexos.....	119
Anexo 1: cronograma establecido practica pedagógica. ....	119
Anexo 2: cronograma establecido para trabajo de grado.....	124
Anexo 3: video paso a paso de la construcción de la ninfa de R. marchali <a href="https://www.youtube.com/watch?v=9KYCDsoDGqI&amp;ab_channel=DanielCorredor">https://www.youtube.com/watch?v=9KYCDsoDGqI&amp;ab_channel=DanielCorredor</a> .....	131
Anexo 4: publicidad evento animales fantásticos y como crearlos.....	132
Anexo 5 fichas de creación: .....	134
Odonato adulto .....	134
Tricoptera larva:.....	138
Tricoptera adulto:.....	143

## ¿Qué vamos a encontrar?

El presente trabajo de grado, se desarrolló dentro del contexto del Jardín Botánico de Bogotá (JBB) José Celestino Mutis a partir del resultado obtenido en la experiencia de práctica pedagógica, este constó de dos momentos, en el primero se desarrolló un proceso de contextualización e investigación en campo tanto de las dinámicas pedagógicas del jardín como de los espacios y especies de estudio dentro del hábitat. A partir de ello y usando como referente la experiencia previa en la que se estudiaron macroinvertebrados como *coleoptera-ptilodactylidae*, *diptera-chironomidae*, *diptera-culex quinquefasciatus*, *efimera-heptageniidae*, *hemiptera*, *odonata*, *plecoptera* y *trichoptera-hydrobiosidae*, se implementa un nuevo proceso en donde el estudio se centra en dos especies claves del ecosistema humedal como las libélulas (odonatos) y las frigenias (tricopteros), el enfoque pedagógico se centra en el uso del arte como referente para la comprensión de la morfología de insectos, en donde se enseña biología desde una experiencia práctica a los participantes después de llevar a cabo el recorrido guiado por el JBB en el que se presentan características del ecosistema y su relación con los insectos nombrados y posterior a ello se construyen sus bio-modelos.

La consigna que se estableció dentro del proceso, responde a la búsqueda de la enseñanza de la biología de manera contextualizada, teniendo en cuenta la participación y los saberes del público en general, de esto se plantea como objetivo *Promover la comprensión del rol ecológico de Rhionaeschna marchali en los jardines de humedales del Jardín Botánico de Bogotá (JBB), a partir de la construcción de bio modelos enfocados en la morfología de insectos con la población flotante del JBB*, esto atendiendo a que las personas que asisten al jardín botánico buscan información referente a las plantas pero también tener experiencias que enriquezcan su cotidianidad, durante las intervenciones se pudo ver que muchas personas desconocen de cierta

forma la importancia de los insectos en cuanto a su relación con el ecosistema, a partir de lo anterior, se identifican algunos juicios de valor establecidos por la población como la idea de “organismos plaga” la cual sugiere una presunta estigmatización hacia determinadas especies, el término plaga usado cotidianamente hace referencia a organismos que afectan la salud humana, pero sin contemplar que dichos organismos hacen parte de un ecosistema y que cumplen una función.

De igual forma, se toma en cuenta que el JBB desarrolla procesos didácticos con la población, pero no se tenía un precedente de procesos que involucren el arte, la biología y la construcción conjunta de varios grupos poblacionales. El conjunto de talleres desarrollados para la comprensión de las interacciones de los insectos dentro de su nicho ecológico, permitió ampliar conocimientos sobre este tema por medio del dialogo entre los participantes y el tallerista, así como gracias al desarrollo de una práctica artística como el modelado, en este caso de *R marchali* e *hydrobiosidae* (libélula zurcidora de ojos azules y frigenias).

Se identificó, que una de las formas más adecuadas para el desarrollo en campo de esta propuesta debía estar directamente relacionada con las dinámicas senderistas del jardín, de ello que como trabajo autónomo se estableció la ruta más adecuada que incorporara tanto los factores ambientales como los lugares en donde se podrían encontrar las especies y por último los lugares pertinentes para el desarrollo de la parte práctica del trabajo atendiendo a la actual situación de pandemia. Posterior a esto, la primera parte se centró en construir las bases de los modelos a gran escala, una vez lograda la construcción se dio inicio a los recorridos guiados en donde se muestran las características de los organismos, su hábitat, las problemáticas y su rol ecológico dentro del ecosistema; finalmente, se desarrolla el modelizado de los insectos haciendo uso de porcelanacrón y fichas de creación (anexo 5) las cuales guiaban en todo momento a los

participantes, adicionalmente el docente a cargo orientó la práctica aclarando dudas y dando sugerencias del uso de los materiales para que los participantes a los talleres pudiesen disfrutar la experiencia de una manera significativa.

Como resultado de todo el proceso, se pudo identificar las fortalezas de los talleres las cuales radican en la posibilidad de que las personas asociaran los conceptos biológicos con la práctica manual y esto permitía a su vez que la información adquirida se comprendiera de una mejor manera, dado que se hablaba desde la estructura elaborada; por otro lado, la versatilidad del material y la posibilidad de lograr prácticamente cualquier tipo de biomodelo, permitió identificar que la construcción de los insectos facilitaba que las personas interactuaran tanto con los materiales como entre ellas mismas. Adicionalmente, se puede contemplar que una debilidad identificada hace referencia al proceso de continuidad, ya que al ser población flotante se debe realizar la explicación de todos los pasos una y otra vez, esto también implica que si el taller se desarrollara con las mismas personas, se podría hacer un seguimiento más exhaustivo de las especies y del nivel de interiorización del temario biológico que realizaron las personas, sin embargo a pesar de la dinámica de la población se pueden realizar actividades pre y post, en donde se pueden identificar los cambios en los conocimientos desarrollados.

### **Palabras clave**

Bio modelos, morfología de insectos, enseñanza, rol ecológico, humedales, Jardín Botánico

### **Filosofando sobre la vida**

Los pasantes de diferentes instituciones que logran acceder al JBB, tienen como objetivo brindar acompañamiento dentro del jardín y realizar proyectos que den cuenta de su estadía relacionada a sus intereses particulares, pero posterior a la culminación del proceso, el

practicante entrega un conglomerado de actividades escritas equivalentes a la sistematización del trabajo realizado, el cual es archivado dentro de una base de datos, el conocimiento al igual que el arte efímero dura lo que el día mismo en el que es desarrollado y la prolongación y uso de los materiales trabajados sucumben a medida que el tiempo los olvida, cabe resaltar que existen talleres y recorridos establecidos por pasantes que aún se mantienen vigentes y se pretende que el presente trabajo haga parte de esas dinámicas que trascienden el tiempo dentro de las actividades del JBB.

Por otro lado, el jardín siempre ha otorgado las herramientas a la comunidad para poder aprender, pero no se tiene claro si el ciudadano aprendió algo durante todo el proceso, poder identificar los instrumentos adecuados que permitan evaluar los conocimientos abordados y poder brindar información clara e interactiva es realmente lo que cuestiona el sentido de Educativa<sup>1</sup>, comprender hasta qué punto la sociedad en general ha interiorizado su experiencia vivida, y así mismo expandir sus conocimientos en relación al cuidado de los territorios ricos en organismos vegetales y animales de la ciudad.

Resulta de igual forma inquietante, la perspectiva utilitaria que manifiestan algunos de los visitantes del Jardín, durante los ejercicios de acompañamiento a las rutas y recorridos se pudo identificar que muchas de las personas preguntan por la función y uso de algunas plantas y cómo poderlas cultivar en sus casas, parece primar el interés por el uso de las plantas en beneficio personal que realmente la interacción que presentan estos organismos con su entorno, ideas utilitarias de la naturaleza son las raíces del deterioro ambiental que deslegitiman las labores de

---

<sup>1</sup> Educativa: es la encargada de socializar toda la información que se mueve al público de manera entendible, constituyen la visión interpretativa de la biología y es quien genera los espacios para la enseñanza de los conocimientos asociados a las plantas, el objetivo de Educativa está encaminado a generar cultura ciudadana desde el conocimiento, las emociones, la práctica y las actitudes.

cuidado de entornos naturales y áreas protegidas. Esta perspectiva, también ocasiona que las personas consideren pertinente hacer uso del material vegetal del jardín para su beneficio y por ende es frecuente tener problemáticas asociadas a la extracción ilegal de plantas, flores y semillas que está penalizado bajo las normas del Jardín.

Podríamos determinar la manera más adecuada para enseñar a las personas el valor de la naturaleza más allá de un simple uso antrópico, la implementación de una cátedra magistral podría ser útil ante esto, pero la carga terminológica científica podría conllevar a que las personas se sintieran desconectadas del contexto, puesto que un lenguaje complejo tiende a desmotivar a los visitantes, de esto que considerar a la naturaleza en todos sus aspectos como parte de la vida de los seres humanos y no como un recurso podría permitir la preservación de la misma, pero para esto es importante lograr que las personas vean a la naturaleza con respeto y admiración tanto o más impactante como contemplar una obra de arte o una escultura. El arte tiene el potencial de mover toda clase de fibras emocionales dentro de una persona permitiendo libertad de interpretación, si nos centramos únicamente en una dimensión fuertemente académica se tiende a perder la conexión con las dinámicas de sensibilización que están presentes en los seres humanos, pero al abordar el mundo biológico y científico desde una perspectiva dinámica y artística podría lograr que las personas asuman la naturaleza como algo más personal y casi íntimo.

Por otro lado, es importante comprender que no todas las personas tienen un proceso de aprendizaje igual, dentro de las dinámicas del JBB se puede observar plenamente, esto dado que en los talleres y recorridos la diversidad de personas es altamente enriquecedora y al interactuar con ellos se pueden encontrar diferentes interpretaciones y puntos de vista frente a un tema o dinámica. Existe una situación reiterativa en cuanto a los conocimientos previos que las

instituciones educativas suministran a las personas, una conducta puntual al contexto del JBB está relacionada a que muchas veces los docentes envían a sus estudiantes al jardín, con el fin de desarrollar cuestionarios relacionados con las colecciones que se encuentran en dicho museo, pero generalmente los docentes no se toman el tiempo de indagar si lo que están preguntando aún se encuentra en exhibición o si fue solo una muestra temporal.

Ahora bien, en términos de un proceso académico, se pueden desarrollar actividades enfocadas tanto al conocimiento como a captar la atención del participante, procesos que demanden mucho tiempo y los cuales sean rutinarios tienden a causar desmotivación puesto que se vuelven al cabo de un tiempo tediosos, pero si se les permite a las personas explorar y participar en dinámicas como el juego de roles, donde el estudiante o el ciudadano en general pasa de ser observador a creador, podría significar un proceso sumamente enriquecedor tanto para quien desarrolla la actividad como para el docente a cargo e incluso para el Jardín, ya que permitiría evaluar los pro y los contras del proceso y modificar las dinámicas para seguir mejorando en la enseñanza.

De acuerdo a la experiencia de contextualización durante el proceso de práctica I y II, se evidenció que el Jardín Botánico a pesar de ser considerado un lugar para el aprendizaje de la botánica y la biología, en muchas ocasiones es visto como un parque y no como un museo vivo, el cual no solamente fomenta el aprendizaje de la botánica sino también representa un pulmón de la ciudad que debe ser respetado y protegido. Por lo tanto, desde la propuesta de práctica pedagógica y de trabajo de grado que se planteó, se busca el desarrollo del conocimiento y de la apropiación de la naturaleza como parte de la cotidianidad del hombre desde la perspectiva de intrínseca dependencia y la no percepción de la misma como fuente de bienestar económico.

Por otro lado, dentro de la perspectiva económica que también está ligada fuertemente al contexto cultural y de manera mucho más marcada a las dinámicas políticas de la capital, se pudo identificar la seria problemática que afronta el JBB en términos de los recursos en pro de la educación ambiental, puesto que aún se contemplan conductas que atentan contra el bienestar de la fauna y flora, actos presenciados como subirse a los árboles, el maltrato hacia las colecciones vegetales del jardín, el uso indebido de los espacios y demás dinámicas que atentan contra la intención real de este lugar, desgastan las políticas de conservación a las que apunta la subdirección educativa y debilitan el patrimonio lo que conlleva a un gasto económico para reparar partes del museo que se han visto afectadas. Dentro de estos factores, uno de los más marcados es el uso inadecuado del jardín por parte de las administraciones de la alcaldía, eventos que atentan contra la fauna y la flora son celebrados constantemente en este espacio, entre estos se pueden mencionar conciertos de carácter publicitario, recorridos y eventos que superan la capacidad de carga de la zona y uno de los más perjudiciales para el museo como lo fue el evento “brilla Colombia” el cual abordó casi el 70% del Jardín Botánico y contaba con cerca de 470 estructuras de gran tamaño.



Imagen 1 y 2 evento brilla Colombia, esculturas de gran tamaño situadas dentro de las colecciones botánicas del JBB (fotografía por Daniel Corredor diciembre de 2019)

Estas estructuras, aunque afectaron de cierta forma la flora del Jardín no se comparó con la afectación a la fauna del mismo, la problemática más grande se enfoca en las aves, puesto que el evento se desarrolló entre el 14 de noviembre del 2019 hasta el 12 de enero del 2020, periodo que coincide con los procesos de migración de muchas aves que buscan descanso en el Jardín Botánico en estas fechas y se encontraban con un “espectáculo de luces” que las desorientaba. Procesos como estos, causan que la población contemple al JBB como una zona de eventos y actividades (el parque Botánico) y no como una meca del conocimiento biológico. Categorías

En cuanto a la perspectiva de los visitantes al jardín botánico, la población resulta ser muy diferente los fines de semana que, entre semana, esto se debe principalmente a que entre semana la población es de carácter mucho más académica; en términos de los sábados, domingos y festivos el JBB es uno de los atractivos turísticos más confluídos de Bogotá tanto por capitalinos como por extranjeros. El tipo de publicidad que se mueve alrededor del Jardín ha promovido la idea de un espacio de recreación en contacto con la naturaleza y esto degeneró la visión de este lugar, dado que las personas consideran este espacio como uno de los “parques” más bonitos de la ciudad y en concordancia con esto, el comportamiento de los asistentes resulta en el mal uso del espacio y el daño de los organismos que componen este museo.

Ahora bien, la actual situación de emergencia sanitaria que afronta el mundo, ha obligado a la comunidad docente a repensarse el modo de enseñanza y la posibilidad de hacerlo desde un entorno virtual, que si bien facilita algunos procesos en innovación y tecnología dificulta muchos otros asociados a ámbitos más experimentales. La covid-19 obligó a todas las entidades tanto públicas como privadas a cerrar sus puertas, el Jardín Botánico que desde hace más de 50 años presta un servicio presencial no fue la excepción y se vio en la necesidad de remitirse a entornos virtuales en donde procuraba mantener el interés de la comunidad en la botánica y en su proceso

de impacto ecológico-social, de igual forma, actividades artísticas y culturales se llevaron a cabo dentro del marco de la virtualidad. Ahora se debe iniciar el proceso de reactivación tanto económica como social para volver a muchas de las costumbres de antaño, volver a recuperar la confianza en los demás y dejar de lado el estigma, el miedo y la zozobra que ocasionó el virus, lejos de catalogar a todo lo que es ajeno al ser humano como una amenaza, esta es la oportunidad perfecta para poder mostrarle a la gente cómo todas las especies han pasado por lo mismo y se han adaptado al cambio para poder continuar existiendo.

Previo al surgimiento de la pandemia, el Jardín contaba con una confluencia poblacional bastante elevada, sin mencionar que dentro del marco de los eventos especiales el número aumentaba considerablemente (Alcaldía de Bogotá, 2018).

Tipo de población	Género	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	%
Primera Infancia - De 0 a 5 años	Niñas	150	142	179	408	166	351	490	179	140	225	72	296	2.798	3,24%
	Niños	148	139	181	410	187	366	597	163	158	262	59	293	2.963	3,43%
Infancia - De 6 a 13 años	Niñas	323	183	598	882	895	891	927	1.368	1018	1636	1296	454	10.471	12,14%
	Niños	274	164	593	642	1.239	869	921	1.382	970	1591	908	386	9.939	11,52%
Adolescentes de 14 a 17 años	Femenino	333	171	354	359	371	689	685	420	700	1017	361	301	5.761	6,68%
	Masculino	306	134	277	383	424	580	560	271	647	897	198	243	4.920	5,70%
Jóvenes de 18 a 26 años	Femenino	939	602	1.094	473	709	502	1.263	432	694	465	317	913	8.403	9,74%
	Masculino	773	497	710	460	568	397	1.024	405	636	405	251	781	6.907	8,01%
Adultos de 27 a 59 años	Femenino	1.362	1.009	1.203	860	1.194	1.140	2.055	1.081	1781	980	728	1.556	14.949	17,33%
	Masculino	1.019	676	876	603	839	711	1.524	758	1309	637	510	1.126	10.588	12,27%
Adulto mayor de 60 años en adelante	Femenino	406	247	240	250	539	717	674	237	1271	179	240	513	5.513	6,39%
	Masculino	251	135	146	139	345	213	337	131	885	84	93	309	3.068	3,56%
Grupo etario sin definir														0	0,00%
<b>Total</b>		<b>6.284</b>	<b>4.099</b>	<b>6.451</b>	<b>5.869</b>	<b>7.476</b>	<b>7.426</b>	<b>11.057</b>	<b>6.827</b>	<b>10.209</b>	<b>8.378</b>	<b>5.033</b>	<b>7.171</b>	<b>86.280</b>	<b>100,00%</b>

Imagen 3: tabla atención a población participante en recorridos guiados, tomado de informe de gestión y rendición de cuentas 2018 Jardín Botánico De Bogotá.

Como es sabido, en el momento de la pandemia el Jardín Botánico restringió el acceso a todo público y paulatinamente en el 2021, permitió el reingreso de las personas con una limitación de aforo inferior al 50%, aunque actualmente el JBB se encuentra operando prácticamente en

normalidad se puede ver una clara reducción en cuanto al número de visitantes, especialmente personas de la tercera edad, se podría especular que esto se debe a razones asociadas al miedo inherente de contagio incluso después de ser vacunados. Esto suscita una problemática bastante grave tanto para el Jardín como para la población en general, puesto que indicaría que las secuelas psicológicas remanentes del encierro hacen que las personas se abstengan de tener contacto con otros grupos poblacionales.

A pesar de lo mencionado, el jardín busca incansablemente llamar la atención del público, ejemplo de ello, es la inauguración del tropicario que ha captado el interés de miles de personas, lentamente el jardín reestablece sus dinámicas cotidianas, pero aún se puede ver algo de aquel temor al virus, y aún más, a las personas que resultan ser “potenciales amenazas para los demás”. Entonces, ¿Cómo desarrollar actividades de integración si las personas se tienen miedo entre sí?, resulta que el ejercicio tradicional de senderismo que ha llevado el equipo de interpretación ambiental podría ser la respuesta.

Así mismo, los talleres deben cumplir con los estándares de bio seguridad, cada pieza modelizada fue trabajada por núcleos familiares, puesto que el material requiere de aproximadamente 3 días para secar, se establece la actividad cada 8 días durante fines de semana, el tiempo entre sesión y sesión garantiza que la probabilidad de sobrevivencia del virus sobre la escultura sea casi nula, según G. Kampf 2020 en su artículo “Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents” la Covid tiene una resistencia sobre superficies poliméricas de aproximadamente 5 días bajo condiciones favorables como temperatura próximas a los 4°C y humedad constante superior al 50%. Dado que las esculturas son tratadas con alcohol al 70% antes de cada sesión se garantiza que dicho virus no estará presente en la superficie a trabajar.

## ¿A qué le apuntamos?

### **Objetivo general**

Promover la comprensión del rol ecológico de macroinvertebrados acuáticos en los jardines de humedales del Jardín Botánico de Bogotá (JBB), a partir de la construcción de bio-modelos enfocados en su morfología con la población flotante del JBB.

### ***Objetivos específicos***

1. Caracterizar el rol ecológico de los grupos predominantes de insectos acuáticos en el espacio de jardines de humedales del JBB, destacando sus características morfológicas a partir de los bio-modelos.
2. Enfocar la caracterización del rol ecológico de *Rhionaeschna marchali* y tricoptera hydropterygidae en el espacio de jardines de humedales destacando sus características morfológicas a partir de los bio-modelos.
3. Analizar la potencialidad de “aprender haciendo” a partir de la construcción de bio-modelos en entornos de enseñanza no convencionales como el Jardín Botánico de Bogotá, teniendo en cuenta las dinámicas sociales pre y post pandemia.

## ¿Y esto para qué sirve?

El presente trabajo, tiene como finalidad el uso de técnicas alternativas para la enseñanza de la biología en espacios no convencionales de educación, a partir del arte y aún más específicamente de la escultura o bio-modelización como medio para la comprensión de los roles ecológicos de los insectos acuáticos (*coleóptera*, *díptera*, *efemeróptera*, *hemíptera*, *Odonata*, *plecóptera* y *Trichoptera*) en el Jardín Botánico de Bogotá, escenario que centra sus procesos en actividades para todo público a partir de experiencias enriquecedoras y actividades que fomenten la comprensión del entorno en el que habitamos. La construcción de los insectos gigantes, pretende enseñar de forma práctica su morfología y sus características más importantes.

Ahora bien, cuando el licenciado en biología pretende enseñar este tipo de conceptos, habitualmente busca desarrollar una práctica de estereoscopia o buscar material audiovisual de lo que se quiere trabajar y esto en muchas circunstancias está relacionado con la extracción de los organismos de su entorno para poder enseñar, sin considerar el estrés, maltrato o incluso la muerte de las especies. Por esto que, construir insectos a gran tamaño permitiría enseñar morfología sin necesidad de la captura del animal, solo haciendo uso de organismos observados en la naturaleza y mediante la captura fotográfica de todos los planos corporales posibles, de igual forma al ser construidos en materiales de alta duración, permitiría que muchas personas puedan interactuar con las esculturas. Es importante aclarar que la posibilidad de repetir los talleres de construcción, debido a las dinámicas de la población flotante del JBB, solo está limitada por el número de especies de las cuales se puede construir una réplica y esto significa, que tanto la construcción de diversos organismos como la posibilidad de enseñar con las esculturas terminadas se vuelve prácticamente infinita y de esto parte la solución a la primera

problemática, construir material interactivo que no quede en el olvido tras ser aplicado en el espacio del JBB.

Las dinámicas del equipo de interpretación ambiental cumplen con ciertos patrones de desarrollo, un recorrido guiado, una constante interacción con el público en búsqueda de saberes, una explicación de lo que podemos encontrar dentro del jardín y en algunos casos actividades acordes a lo desarrollado, por otro lado, existen procesos que únicamente se centran en el taller a realizar. Dentro del marco de la pandemia esto significa un problema dado que el presente trabajo radica en la interacción de las personas tanto entre ellas como con los materiales, es por esto que mezclar procesos de recorridos con la actividad manual fue viable; dentro de lo observado en los recorridos guiados en pandemia, los visitantes mantienen el distanciamiento al iniciar los recorridos, evitando hablar entre personas diferentes a su núcleo familiar, se puede identificar que después del recorrido tienden a interactuar más con los demás y se podría argumentar que el contacto con la naturaleza tiende a relajar a las personas permitiéndoles socializar mejor, esto fundamentado desde el complejo de Heidi el cual fue propuesto por primera vez en el 2005 por el periodista y divulgador científico Richard Louv, quien en su libro “Los últimos niños del bosque” indica que dicho déficit está relacionado a niños que no tienen contacto constante con la naturaleza y esto causa que los infantes tiendan a ser más retraídos .

De igual forma, los talleres desarrollados con población flotante implican que personas que no se conocen entre ellas participen de un proceso cooperativo y de integración social, lo cual es fundamental para la resocialización de las personas post pandemia, marcar un objetivo común pretende que se establezca comunicación y cercanía entre los integrantes del taller y esto es eventualmente más sencillo cuando previamente se ha tenido contacto con la naturaleza, considerando que dicho contacto tiende a tener características relajantes y sanadoras, por ende

los procesos artísticos se deben llevar a cabo posterior a un recorrido guiado, dado que las personas se sentirán más estimuladas y motivadas para un trabajo plástico artístico. Finalmente, el trabajo pretende establecer una forma diferente de asociar el conocimiento en donde la creación de paso a la interiorización del conocimiento científico recibido, por ende, se busca identificar si la población flotante comprende de mejor forma la relación ecológica de determinado animal a partir de un estímulo práctico, artístico e interactivo.

En cuanto a la durabilidad y permanencia de los productos, los bio-modelos están elaborados en materiales de alta resistencia, su tiempo de uso solo está medido por el cuidado que se les tenga, lo que garantiza que una pieza bien conservada puede ser un material permanente de uso en la enseñanza de la biología, de igual forma estas no están diseñadas para ser estáticas y al ser livianas y de fácil manipulación su transporte a otras instituciones es factible. Las piezas son trabajadas y curadas con resina lo que aumenta su resistencia a la humedad y la temperatura, convirtiéndolas en estructuras versátiles y resistentes a todo tipo de clima; de esta manera tanto el producto como el taller atiende a la necesidad de un material didáctico que permita la enseñanza en todo momento.

El proyecto tiene como finalidad, enseñar biología desde una perspectiva alternativa, incorporar a las personas al proceso creativo y científico que representa los biomodelos y que permite que el entendimiento de muchas dinámicas y terminologías sea de fácil comprensión, resulta ser más sencillo hablar de una estructura en particular cuando las personas se ven inmersas en su construcción, la asimilación entre el término y la estructura se facilita cuando el individuo comprende las características, texturas y formas, así como su funcionalidad. Resulta más fácil entender la relación de los insectos con su medio, si podemos comprender las funciones y características de su morfología y cuando se entiende la importancia de los organismos en el

ecosistema su preservación se volverá más perceptible para las personas dado que podrán comprender que la presencia de insectos no resulta molesta o desagradable, sino que son benéficos e indispensables para la biota del planeta.

## **Caminando en terrenos desconocidos**

### **Jardín Botánico José Celestino Mutis**

Los jardines botánicos son instituciones enfocadas en la investigación científica de las especies vegetales y de sus relaciones ecológicas existentes así como también se encargan de la exhibición, protección y educación referente a estos organismos, en el mundo hay aproximadamente 2.500 Jardines Botánicos y arboretos distribuidos en 148 países que mantienen al menos cuatro millones de colecciones de plantas vivas (BGCI, 2015), Se calcula que existen aproximadamente 400.000 especies de plantas en el mundo y que al menos el 25% están en riesgo de desaparecer producto de las actividades humanas como la ganadería, agricultura, minería, entre otras (BGCI, 2015). En Colombia la diversidad vegetal se estima en 30.000 especies. (Bernal, 2014) y el porcentaje de especies con alguna categoría de amenaza es del 30% (Galeano et al. 2013). Por lo anterior y teniendo en cuenta que Colombia tiene registro de 21 jardines botánicos se considera como un banco de memoria biológica incalculable, el tercero después de Brasil e Indonesia (PNJB, 2002).

La finalidad de los jardines botánicos está enmarcada precisamente en conservar las especies vegetales, el estudio y categorización de las plantas es constante y el objetivo es reconocer la mayor cantidad en el menor tiempo posible, es una carrera contra el tiempo ya que el avance indiscriminado de la sociedad amenaza con privar al mundo del conocimiento que guardan las selvas colombianas

*“Los jardines botánicos son el vehículo que tienen los científicos para explicarle al público lo que pasa con las plantas en términos de evolución, usos e importancia. Allí, el público va entender en una forma sencilla los resultados de las investigaciones que hacen universidades y otros centros...” (Forero, 2015, 14).*

En cuanto a esto, es imperante comprender que quien no conoce lo que posee está condenado a perder tan valiosa información como lo resulta ser el conocimiento referente a las especies vegetales, si se desvirtúa el valor intrínseco de la naturaleza y no se comprende la riqueza a partir de la enseñanza se seguirán perdiendo especies que podrían ayudar a comprender aún más a fondo los procesos ecológicos y cómo evitar la acelerada extinción de la biodiversidad.

Generalmente, la idea de conservación que se concibe por la sociedad y los medios de comunicación es de carácter consumista, que percibe los jardines botánicos como espacios que almacenan material vegetal para el uso y el consumo en medicina, industria entre otras, esto determina que muchas personas consideren a las plantas como agentes de producción lo que conlleva a la categorización de especies benéficas o dañinas, esto causa que se infiera qué especies conservar dependiendo de su uso y de su “función” dentro de la perspectiva humana.

En Bogotá se cuenta con el Jardín Botánico José Celestino Mutis, orgullo capitalino que no solo inspira a los ciudadanos a cuidar de la flora sino también tiene como finalidad fortalecer conciencia histórica de todos los procesos y accionares que han moldeado las características ambientales en la región, de igual forma, la presencia del Jardín ha causado importantes cambios a nivel ecológico dentro de Bogotá, al ser uno de los cuerpos verdes más grandes de la ciudad junto con el Parque Simón Bolívar generan un aumento en la humedad en la zona, dadas las funciones metabólicas de las plantas la absorción de dióxido de carbono es alta, esto mitiga de

cierta manera la polución de esta parte de la ciudad y finalmente es un lugar de descanso al igual que la reserva Van Der Hammen para centenares de aves migratorias que encuentran cobijo en el altiplano.

El Jardín Botánico José Celestino Mutis está situado en la Avenida Calle 63 No. 68-95 entre la Avenida Rojas y la Calle 68, en la Localidad de Barrios Unidos, se encuentra en el centro geográfico de la capital, y es parte del conjunto de relictos verdes, aunque su flora no es completamente nativa, cuenta con un número importante de organismos que representan la biología de la sabana antigua, es decir muestra la diversidad biológica en términos fitológicos resaltando la diferenciación de entornos de manera comparativa con las perspectivas capitalistas contemporáneas, el JBB cuenta con un terreno de 19,8 hectáreas lo que lo constituye como el museo vivo más grande de Bogotá. La descripción de museo vivo hace referencia a que lejos de ser únicamente una zona dedicada a la conservación y la recreación también constituye una fuente sumamente importante de conocimiento al tener estrategias de enseñanza al público en general en términos fitológicos e históricos.

### *¿Cuál Fue Su Origen?*

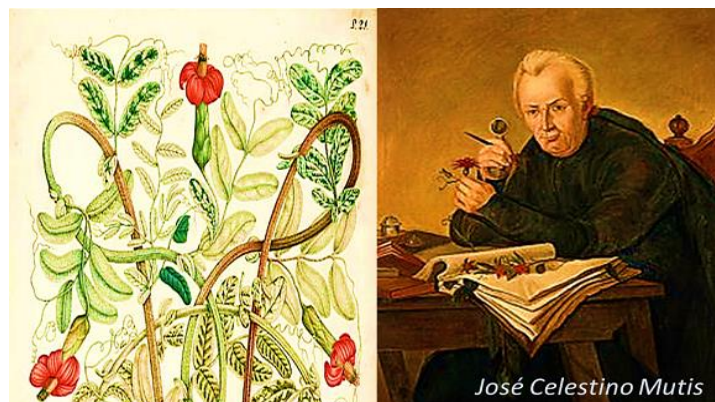


Imagen 4: ilustración de José Celestino Mutis junto a Mutisia clematis flor insignia del JBB publicado por La Caja agosto 09, 2018

Para entender la historia del jardín botánico de Bogotá debemos recordar un poco sobre la expedición botánica, para el siglo XVIII en el reinado de Carlos III de España, José Celestino Mutis parte con la finalidad de realizar la primera identificación y conteo de los organismos vegetales en la nueva Granada. La expedición inicia en el año 1783, la gran diversidad que aguardaba consumiría los siguientes 33 años de su vida en los cuales se dedicaría a la investigación y el descubrimiento de tan incalculables “recursos” que esperaban en estas tierras tan lejanas tanto cultural como biológicamente hablando. Es importante resaltar que Mutis estaba acompañado de grandes artistas, científicos y colaboradores como lo fue Francisco José de Caldas, Sinfonso Mutis y Pablo Antonio García, este último fue la gran mente artística tras el herbario taxonómico de la expedición y de igual forma es sumamente importante resaltar la labor de Lineo, quien constituyó la base de datos herbales situada en España, Mutis constantemente envió a España muestras vegetales de sus descubrimientos para tener un apoyo de Lineo frente a la caracterización de algunas especies tan particulares que desconcertaban al gran grupo de trabajo de la expedición, durante su duración se pudieron identificar más de 20.000 especies vegetales y alrededor de unas 7000 especies animales (Díaz, 2008 ).

Más de siglo y medio después de Mutis, Enrique Pérez Arbeláez quien fue un sacerdote jesuita y que más tarde sería considerado el padre de la ecología en Colombia, acreedor del máximo cargo alemán en doctorado biológico y matemático denominado como “summa cum laude” fue el encargado de retomar los estudios de Mutis y fundar el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis en el año 1955 con la finalidad de mostrar la gran obra y el esfuerzo entregado en la expedición.

### *¿Qué Podemos Encontrar?*

Dentro de la infraestructura del jardín se pueden identificar puntos específicos y funciones determinadas para cada situación, tanto de carácter administrativo como de servicio a la comunidad en general, se pueden identificar las áreas administrativas, la subdirección educativa y cultural, la subdirección técnica y operativa y la subdirección biológica, la subdirección educativa es la encargada de las actividades, los recorridos, el funcionamiento y el control del jardín. También se encuentran lugares de enseñanza como lo es el aula multifuncional, Maloca, aula Chowa, la estación meteorológica, el banco de semillas, el nuevo herbario, el domo herbal de la salud, el monóptero, el domo cultural, el auditorio y el centro de eventos el cual se encuentra en construcción actualmente.

Es de vital importancia resaltar los servicios relacionados a los recorridos y los funcionamientos del jardín, gracias a los cuales se puede acceder a grandes actividades como “plantando saberes” esta hace referencia a recorridos temáticos que se realizan los fines de semana y que requieren de inscripción el mismo día del recorrido, la duración de estos son de 1:45 min aproximadamente, en cuanto a reservas, el jardín cuenta con eco talleres y recorridos grupales que deben ser solicitados mediante la página oficial y su duración es de 2 horas, también se pueden encontrar el “club de ciencias” de inscripción semestral o vacacional, los cursos y eventos académicos y culturales que son de carácter único eventual y se pueden encontrar dentro de la página del JBB, también se puede acceder a los planes de manejo integral del arbolado urbano de uso público y se desarrolla en espacios públicos dirigido por la alcaldía de Bogotá, la asesoría técnica encaminada a la arborización y al cultivo urbano y las capacitaciones de agricultura.

El JBB es un espacio de topografía plana de 19,8 ht en el que podemos encontrar una gran variedad de organismos vivos los cuales se encuentran agrupados en diferentes colecciones con condiciones y factores similares de donde son originarias, entre estos podemos encontrar 36 colecciones vivas que son: jardín introductorio, sistemático de criptógamas, colección de magnolias, pino colombiano, área cultural y espacio infantil, colección labiadas, área de investigación y propagación, bosque mora-Osejo, colección de pasifloras, paramo y bosque alto andino, colección de palmas, jardín de humedales, arboreto, colección de enredaderas, jardín de plantas exóticas ornamentales, colección de melastomatáceas, rosaleta, tropicario, bosque de niebla, bosque andino secundario, aprovechamiento de residuos, frutales de clima frío, jardín agroecológico, jardín del fundador, bosque de quinás, bosque andino, corredor de palmas, bosque de robles, bosque de lauráceas y maderables, colección de gaques y rocallas, herbal de la salud, sistemático de angiospermas, casa vieja, ambiente subxerofítico, colección de árboles exóticos y colección de gimnospermas. Dentro de las colecciones anteriormente mencionadas se enfatizará a lo largo de la propuesta en el “jardín de humedales” puesto que la disponibilidad tanto de organismos vegetales como animales es bastante alta lo que permitirá realizar la comparación anatómica de diferentes actores en este entorno. Dentro de las especies más representativas podemos identificar 18 que son de referente local, exóticas y medicinales que son:

- Caucho Tequendama *(Cecropia telenitida)*
- (Ficus tequendamae)*
- Palma boba *(Polylepis quadrijuga)*
- (Cyathea caracasana)*
- Yarumo blanco *(Ceroxylon quindiuense)*
- Coloradito
- Palma de la paz

- Palma de cera  
(*Ceroxylon quindiuense*)
- Arrayan  
(*Myrcianthes leucoxylla*)
- Pino romeron  
(*Retrophyllum rospigliosii*)
- Nogal (*Juglans neotropica*)
- Sietecueros  
(*Tibouachina lepidota*)
- Clavelina  
(*Mutisia clematis*)
- Roble  
(*Quercus humboldtii*)
- Cedro  
(*Cedrela Montana*)
- Quina  
(*Cinchona officinalis*)
- *Banksia serrata*
- Ginkgo Biloba  
(*Ginkgo biloba*)
- Urapan  
(*Fraxinus chinensis*)

El Jardín Botánico de Bogotá cuenta con normas estrictas en relación a la preservación del patrimonio interno y su buen nombre, de allí el establecimiento de normas como la prohibición del ingreso de alimentos, de animales, de juguetes, bicicletas o cualquier equipo deportivo, botar basura fuera de los recipientes dispuestos para este fin, ingresar o consumir alcohol, cigarrillos o sustancias psicoactivas, el porte de armas, adicionalmente no se permite el ingreso de equipos de sonido, instrumentos musicales y equipos tecnológicos como drones sin el permiso correspondiente, fotografía comercial sin el permiso correspondiente, maltratar organismos vivos, rayar las plantas, arrancar hojas, flores o frutos y subirse a los árboles, ingresar a las fuentes de agua y extraer material vegetal del jardín.

Durante los recorridos realizados dentro de los acompañamientos contextuales de los intérpretes ambientales de Educativa y su proceso de interpretación ambiental, se puede ver una clara devoción hacia su trabajo y el alto nivel de conocimiento, dado que cada mes las temáticas

del jardín los fines de semana están encaminadas a un tema específico, para el mes de abril del año 2019 el temario fue “el mes de los insectos” (estipulado en la agenda académica y cultural) en el cual se pretendía abordar a los invertebrados como parte indispensable de los ecosistemas y como razón de inspiración del ser humano, de esta forma los temarios se alternan para enfocar todos los esfuerzos a determinado grupo mensualmente. En cuanto a la perspectiva educativa referente a la noción de un museo más que la de un parque o una reserva, el JBB tiene destinadas 5 rutas para la población, estas se pueden tomar de manera individual o auto guiada en las cuales se abordan diferentes temáticas tanto de interés común como de componentes biológicos e históricos siempre encaminados a la conservación, el cuidado y el respeto de la biota, los recorridos que se presentan son:

***Evolución.*** Esta ruta cuenta con 10 paradas y está encaminada a la observación de la morfología vegetal, su comparación y del porque se su estructura enfocada a los procesos de tiempo profundo como la evolución y la adaptación.

***Agua.*** cuenta con 11 paradas, hace referencia a la importancia de las plantas dentro del ciclo hidrológico y de la influencia de las mismas dentro de las cuencas de Bogotá siempre con la visión de preservación de las especies.

***Clima y energía.*** durante este recorrido y sus 10 paradas, se da cuenta del flujo de energía, su aprovechamiento y su utilidad para el ser humano, también hace referencia acerca del balance energético en los entornos y el cambio climático asociado a razones tanto naturales como antrópicas.

***Cultura y memoria.*** su recorrido cuenta con 13 paradas, esta ruta está enfocada al pensamiento indígena y su relación con la naturaleza, dentro de esta, se encuentra un punto en el

que el visitante tiene la oportunidad de entrar en una maloca indígena, aprender sobre su origen y vivir las costumbres de los pueblos antiguos.

***Suelo y sostenibilidad.*** cuenta con 10 paradas, en esta ruta se intenta dar luz sobre el contexto de lo que es el suelo, su uso, abuso y del cómo se maneja para poder generar cultivos agrícolas sostenibles dentro de las perspectivas del manejo ambiental.

Dado que tanto la propuesta de practica pedagógica como de trabajo de grado que se plantea en este documento pretende romper con los esquemas cotidianos en términos de trascendencia y pertinencia, se optó por considerar la elaboración de una ruta pedagógica como parte del desarrollo del proyecto mismo, dando a conocer las características tanto del entorno como de los animales a trabajar, enfocando el conversatorio al dialogo de saberes con los participantes del recorrido. Al finalizar la ruta, se lleva a cabo el proceso práctico de construcción de los biomodelos en donde se contrasta lo descrito en el recorrido con la propuesta plástica.

### ***Los bio-modelos y el JBB***

En el marco del cumplimiento académico de la universidad pedagógica nacional, el desarrollo de la practica pedagógica la cual se llevó a cabo en el año 2019 se pudo consolidar una estrategia pedagógica que incorporara el arte y la biología vinculando al visitante como participe activo de las dinámicas, lejos de ser únicamente el receptor de la información suministrada, los participantes al taller se enmarcaban dentro de las características de creador e investigador, en donde a partir de la observación de macroinvertebrados acuáticos asociados al JBB debían construir replicas lo más exactas posibles para poder enseñar y aprender acerca de los insectos acuáticos. Durante la primera parte de la practica pedagógica se llevó a cabo todo el proceso de contextualización del entorno, tanto las dinámicas educativas del jardín como la identificación de

los organismos a trabajar, esto con el fin de consolidar la mejor forma para desarrollar las actividades pertinentes.

Durante el desarrollo de la practica 1 y 2 la implementación y el foco de los talleres estaba encaminada al reconocimiento de los principales grupos de macroinvertebrados presentes en los cuerpos de agua del JBB, aunque el desarrollo se centró en las características morfológicas de los organismos trabajados, se hizo hincapié en su función ecológica más que en su morfología misma. Esta primera aproximación en términos de implementación de los biomodelos permitió identificar algunos errores de ejecución en términos del material, las dinámicas y el tipo de vocabulario que debía ser corregido para potenciar aún más la experiencia, por esto que, para el trabajo de grado el número de organismos a trabajar se redujo a dos especies puntuales (*R. marchali* y familia hydroptychidae ), esto por la carga terminológica que se abordaría, cabe aclarar que las dos especies hacen parte de los organismos observables dentro del contexto JBB.

De igual forma, otro de los aspectos a modificar tenía que ver con la estructura de los organismos en su primera etapa, dentro de la práctica se usó alambre para dar forma a la estructura y papel aluminio como base para el porcelanocrón, pero el peso del porcelanocrón así como su tendencia a encogerse a medida que se secaba tendía a romper el papel aluminio debilitando la estructura en si, por esto que se optó por reemplazar el papel aluminio con malla plástica (anjeo) la cual soporta mejor el esfuerzo de la masa a la tensión, también se establecieron parámetros más riguroso de medición en la construcción de la base metálica para garantizar un resultado más preciso anatómicamente hablando. En cuanto a la terminología se redujeron los conceptos biológicos complejos y se reemplazó la charla con analogías cotidianas que permitieran un dialogo más fluido con los participantes, aun así no se cambiaron conceptos puntuales pero se les dio una mejor explicación en pro de una mejor asimilación, se incorporó el

dialogo con la comunidad para fomentar el uso de la palabra como reconocimiento del territorio desde los saberes populares y ancestrales frente a las dos especies de insectos trabajados así como del reconocimiento de las dinámicas ambientales y la función ecológica de los humedales.

Posterior al proceso de reestructuración y análisis de los resultados de la práctica, se desarrolló la planeación de las actividades a trabajar, el estudio de los grupos de insectos y el desarrollo de las estructuras base, dado que fueron organismos de grandes dimensiones en comparación con los originales, el proceso de construcción se realizó en alambre y soldadura, proceso que fue de índole autónomo por parte del docente contemplando el tiempo y la complejidad del mismo. Los talleres, así como los recorridos durante la practica resultaron ser un éxito a tal punto que se consolida la continuación de la estrategia para conformar el presente trabajo de grado.

### **¿Quién ha hablado de esto?**

Para comprender el enfoque de la morfología animal y el estudio de la misma, es importante indagar en qué consiste la anatomía como tal: “estudia la composición, disposición, ubicación y relación topográfica de las diferentes estructuras que componen un organismo” (Jaime, S.F, p.3). siendo así de vital importancia todas estas variables enunciadas anteriormente, permiten en gran medida, comprender el mundo que nos rodea y todos los seres vivos que están inmersos en él para aportar a la ciencia. Por otro lado, la fisiología es: “la rama de las ciencias biológicas que estudia las funciones de los seres vivos donde los procesos químicos y físicos que ocurren en lo seres vivos durante la realización de sus funciones vitales son el objeto de estudio” (Jaime, S.F, p.3).

Es por esto que, la rama de la morfología animal pretende unir estos dos constructos explicados anteriormente y enfatiza su arduo estudio; en este proyecto se pretende implementar únicamente la comprensión de la morfología en insectos y sus aportes a la biología para que este conocimiento sea llevado a diferentes poblaciones y qué mejor entorno que el Jardín Botánico de Bogotá. De acuerdo al Instituto Nacional Tecnológico (2016) es de vital importancia el estudio de la anatomía y fisiología animal: “para el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los diferentes aparatos y sistemas del organismo animal.”, y también añade que a partir de esto “podemos ser capaces de identificar posibles alteraciones o anomalías de los sistemas de que están compuestos los animales y realizar un buen diagnóstico.” (p. 1). Es por ello, que a partir de bio modelos de algunas estructuras morfológicas de los macroinvertebrados se puede desarrollar un análisis más detallado del organismo, conociéndolo más a fondo y ahorrando recursos en el futuro, como constantes sacrificios de animales para lograr el objetivo de estudio como se ha hecho hasta ahora; si se hace un excelente modelo se evitarán este tipo de situaciones y se podrá divulgar este conocimiento a diferentes personas sin importar la edad puesto que puede llegar a ser usado en diferentes dinámicas.

Distintas entidades han implementado el modelado 3D para proyectos artísticos, comerciales, publicitarios o de entretenimiento al público como el cine o videojuegos herramientas como Rhinoceros, Moskis 3D, 3D Studio Max, ayudan a proporcionar calidad a estas propuestas donde la imaginación, la ciencia y la tecnología, permiten lograr grandes resultados. EoFauna es una de los tantos equipos de trabajo que existen alrededor del mundo enfocados en la modelización 3D, quienes buscan aportar a la ciencia y crear reconstrucciones e ilustraciones virtuales lo más cercanas a la realidad de seres prehistóricos, demostrando que esta es una gran herramienta para el área de biología, que pretende entender la complejidad que

representa la naturaleza y cada uno de sus seres vivos, no sólo en la actualidad sino desde nuestros antepasados.

En contextos educativos, ya se ha implementado esta estrategia de enseñanza en estudiantes de secundaria para el aprendizaje de Orgánulos en Blender, donde se pone de manifiesto que: La materia de Educación Plástica, Visual y Audiovisual hace que el alumnado se involucre en los procesos, tanto creativos como perceptivos, del arte; contribuyendo de esa manera a que los jóvenes desarrollen su agilidad mental en torno a los procesos y procedimientos de creación artística; produciendo un aprendizaje de los distintos mensajes que puede llegar a transmitir una obra según los lenguajes o recursos formales que se utilicen; y facilitando que cada alumno vaya conociendo poco a poco su propio estilo formal y , al mismo tiempo, ayudarle a establecer criterios de calidad a la hora de valorar una producción artística. (Lemus, 2017, p 1)

El uso, por tanto, de nuevas herramientas tecnológicas y la cualificación de la visión espacial son dos capacidades importantes para el alumnado de los nuevos grados de Bellas Artes. Numerosos estudios demuestran que las habilidades espaciales se pueden desarrollar a través de la formación si se proporcionan los materiales apropiados (Cohen et al 2003), y existe unanimidad acerca de que la capacidad espacial se puede mejorar mediante el entrenamiento (Sorby et al 2003). Como herramientas tecnológicas asociadas a los sistemas de representación, los programas de diseño asistido por ordenador han sido empleados tradicionalmente en ámbitos educacionales afines a la ingeniería, sin extenderse su uso en materias relacionadas con los estudios de Bellas Artes.

Es por esto que, si se logra despertar la curiosidad en los estudiantes a partir del modelamiento en 3D, más la manipulación de diferentes materiales para la construcción en físico de los mismos, hará que las personas se involucren más en su aprendizaje y retendrán la

información durante más tiempo; así como lo menciona Mendoza, (2018): “este cambio de rol de los alumnos siendo ellos los protagonistas, mejorará su proceso de aprendizaje.”

Otros autores que han trabajado con estas tecnologías para mejorar la enseñanza en las aulas de clase son Huertas, M & Pantoja, A (2016), quienes postulan que los diferentes desarrollos tecnológicos forman parte de nuestras estructuras económicas, sociales y culturales, incidiendo en casi todos los aspectos de nuestra vida, han incrementado su presencia en diferentes ámbitos de la sociedad, y también, cómo no, en el ámbito educativo.

Además de esto, en su estudio aseguran que: “Integrar los recursos de las TIC en la labor docente cotidiana se ha convertido en una demanda social, una necesidad para los docentes, un derecho para los alumnos y una obligación para las administraciones educativas” (Huertas y Pantoja, 2016, p 229). De acuerdo a lo anterior, se puede inferir que efectivamente el uso de tecnologías o ideas innovadoras para la enseñanza de conocimientos al alumnado debe transformarse, pues estamos ante una generación que ha crecido con acceso a diferentes herramientas tecnológicas y que el modelo tradicional educativo debe generar un cambio considerable o al menos integrar estas herramientas de manera interactiva y dinámica con los estudiantes.

### **Creaciones del pasado**

A lo largo de todo el proceso de formación se fueron consolidando diferentes experiencias que convergieron en la creación del presente proyecto, dentro de estas se destaca el desarrollo de bio-modelos asociados a la ictiofauna del trapecio amazónico como complemento del trabajo de maestría del docente Edgar Francisco Prieto titulado *o mundo de airú e worei, diálogo de conhecimentos para a construção da rede trófica dos peixes em um lago de várzea na amazônia*

colombiana, el cual fue presentado durante el XVI Congreso de la Sociedad Internacional de Etnobiología, XII Simposio Brasileño de Etnobiología y Etnoecología, IX Feria Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación y I Feria Mundial de Sociobiodiversidad, en el cual se desarrollaron 10 peces a nivel de detalle diagnóstico a partir de las representaciones ilustrativas de las comunidades indígenas dentro del contexto del estudio.



imagen 5 y 6: “árbol de los peces” proceso desarrollado para la maestría del docente Edgar Francisco Prieto (fotografías por Daniel Corredor).

El proyecto tuvo tanta acogida, que posteriormente a esto se desarrolló una ponencia en LIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, bajo el nombre de *“el árbol de los peces” desarrollo de una herramienta didáctica para la enseñanza de ecología trófica de un bosque inundable*”. A partir de estas dos experiencias, se comienza a consolidar tanto la estructura física como teórica del presente trabajo y se establece la primera aproximación dentro de un contexto de enseñanza

presencial teórico práctico como lo es el JBB y en este se establece la práctica pedagógica asociada a la construcción de macroinvertebrados acuáticos en pro de la enseñanza de la morfología de insectos.



Imágenes 7-11 : “árbol de los peces 2” bio-modelos de los peces asociados a la ictiofauna de la amazonia colombiana presentados en la universidad del bosque Bogotá octubre de 2018 (fotografías por Daniel Corredor).

Posterior a esto, en noviembre del año 2018 se lleva a cabo la práctica de campo curricular del curso de vida marina, electiva ofertada por la Universidad Pedagógica Nacional, en donde el proceso se basaba en enseñar a estudiantes de noveno grado del Liceo Celedón las principales características de los cetáceos a partir de un bio-modelo tipo rompecabezas de una ballena jorobada, el desarrollo de la estrategia tuvo un impacto sumamente recreativo en el aula de clase, puesto que los estudiantes relacionaban las características del animal con las estructuras que se les presentaban, en esta oportunidad se desarrolló una parte teórica y una lúdica en donde debían encontrar por medio de pistas las partes de la ballena y al traerlas ante los docentes debían indicar la función de las mismas y una amenaza que pusiera en riesgo la vida de las ballenas.



Imagen 12: biomodelo tipo rompecabezas de una ballena jorobada para la enseñanza y sensibilización de la amenaza y estado de conservación de los cetáceos noviembre de 2018 (fotografía por Daniel Corredor).

Por otro lado, se considera de suma importancia incluir como antecedente el proceso realizado durante la práctica pedagógica, ya que desde allí se consolidaron la bases para la complejización de la temática para el trabajo de grado, así pues, *MODEL-ANDO CRIATURAS ACUÁTICAS: La modelización en la enseñanza-aprendizaje de la morfo-fisiología de macroinvertebrados acuáticos, para la comprensión de las relaciones ecológicas en el espacio de jardines de humedales del JBB*, permitió realizar la contextualización del escenario pedagógico, comprendiendo las particularidades educativas, administrativas y en general del Jardín Botánico, de la misma manera analizar las problemáticas que allí se dan, para de esta manera construir una ruta metodológica que involucró el acompañamiento a visitantes en la ruta,

el abordaje teórico referente a insectos acuáticos y a generalidades ecosistémicas del espacio jardín de humedales, y por supuesto la modelización de los insectos para la comprensión de sus características biológicas.

### **Bases de la experiencia**

Las plantas al igual que los animales, resultan ser fuente de inspiración o de temor por las diversas formas que presentan de manera natural y que les permite responder a sus funciones biológicas dependiendo de su entorno, recordemos que la diversidad de un ecosistema solo es medible en función de la escala de observación del mismo y esto representa un sin fin de condiciones que interactúan constantemente y moldean la vida a partir de estas exigencias. Al ser tan variadas las morfologías de todo lo que constituye la naturaleza, es inevitable pensar en la relación profunda entre la biología y el arte, de allí que el ser humano se vea en la necesidad de representar constantemente la vida por medio de obras e incluso se vea tan embriagantemente atraído a su misterio, lo que lo lleva a interactuar de forma caprichosa hasta el punto de modificar a voluntad su esencia.

A partir de lo mencionado anteriormente, aparece el concepto “Bioarte” a finales del siglo XX. En el año 1999 el concepto es denominado como una de las primeras vanguardias del siglo XXI y fue propuesto por primera vez por el bioartista multidisciplinar Eduardo Kac, que lo define como el uso de materiales orgánicos que constituyen arte en sí mismos, pero pueden ser modificados a voluntad para romper con las reglas y estructuras que separan la biología del arte y la tecnología, para constituir nuevas fronteras del pensamiento humano y de sus límites dentro de la naturaleza. Kac, presenta ese mismo año en el festival “Ars” su primera propuesta artística

encaminada a la sustentación de su concepto, la obra denominada “génesis”, con ella creó un gen artístico que se iba decodificando con el apartado de la Biblia del mismo nombre, posterior a ello genera un gran impacto al mostrar una modificación genética en un conejo albino a quien inyecta genes de medusas (específicamente asociados a la fluorescencia) dando como resultado que el conejo de nombre “Alva” emitiera un brillo de color verde fluorescente al exponerlo a luz ultravioleta. A partir de este hito, la configuración entre la biotecnología, la genética, la microbiología y el arte despertó una nueva ola que inspiró a muchos a incursionar en esta nueva tendencia.

En Colombia, también se tiene registros recientes de la influencia de la bioingeniería asociada al bio-arte, Martha Gómez científica Bogotana modificó la estructura genética de un gato doméstico para poder identificar un tipo de cáncer que afecta a los félidos, para poder determinar el progreso, modificó una proteína verde que funcionaba como marcador para ver la evolución de la enfermedad con compuestos fluorescentes lo que se matizó en la aparición de Mr. Green el primer gato que brilla en color verde bajo luz ultravioleta. Para este estudio la colombiana se centró en tratar la fibrosis cística, una enfermedad que afecta membranas pulmonares la cual produce neumonías tan graves que la gente o los animales mueren muy rápido. Mr Green sigue vivo, más sano que nunca, y cada vez que le ponen luces de neón, está más verde. El invento de Martha Gómez resultó un éxito. si bien, esta es la construcción inicial del Bioarte en la que la vida se usa indiscriminadamente para producir material artístico, esto va en contra vía a la noción de Bioarte que se ha construido dentro de la línea de investigación que tiene el mismo nombre y que se desarrollará en párrafos posteriores.

Ahora bien, es importante ampliar la concepción de Bioarte entendido como la búsqueda de la correlación entre lo sublime del hombre que surge de la interacción con su más grande

musa como lo es la naturaleza; la mirada artística, cultural y arquitectónica, está argumentada en el trabajo *Bioarte. Una estética de la desorganización* en el cual, la autora menciona que:

*“El renacimiento es un periodo emancipador, la pregunta por la naturaleza del hombre unió a científicos y artistas, la anatomía y la disección se convirtieron en técnicas fundamentales para ambos y para el arte, fue una fase fundamental en el estudio de la representación del cuerpo, como también lo fue para la medicina” (Valero, 2013 pg. 33).*

desde una perspectiva alterna, la concepción del mundo del ser humano siempre ha estado inspirada en su relación con la naturaleza, la imitación de comportamientos, la creación de estructuras inspiradas en construcciones naturales, e incluso la insaciable necesidad de replicar matices de colores que la naturaleza crea a diario es producto de la admiración innata por el vasto mundo que rodea a la especie humana.

Dentro de las perspectivas que atañen el existir del ser humano, el arte se ha caracterizado por tener un enfoque directamente relacionado con el anhelo incontrolable de expresión, los procesos diarios que impulsan al ser humano por los grandes cuestionamientos sentimentales y reflexivos son aquellos que potencian la versatilidad del espíritu artístico en la humanidad; de igual forma, la inspiración puede provenir de cualquier parte, desde aspectos subjetivos e impalpables como lo son los sentimientos, pasando por connotaciones de tiempo y espacio asociadas a la realidad política vivida y en este particular caso a una gran inspiración que cautivó la imaginación de los hombres como lo es la naturaleza, el intento de replicarla ha consolidado puntos cruciales en el progreso humano, no solo artísticamente, la pasión por las formas de la naturaleza y su estudio ha permitido la construcción de medios de transporte, edificaciones, ropa e incluso comportamientos culturales asociados a las dinámicas de otras especies. El Bioarte es el uso de perspectivas biológicas dentro del concepto artístico, la fusión de estos dos términos ha

generado una amplia gama de tendencias y técnicas que buscan generar algún tipo de conciencia dentro de la sociedad actual, desde el uso de material orgánico en las obras, pasando por la microfotografía y en últimas instancias la modelización de imágenes antropomórficas pos-humanistas de criaturas híbridas entre seres humanos y no humanos (Moñivas, 2016). De igual forma el Bioarte propone un pensamiento alejado de la cotidianidad, fraguado en la nueva era genética que vislumbra un futuro de posibilidades y de aterradoras consecuencias, pero no es solo una mirada apocalíptica de la investigación genética, está fundamentado en el amor por la diversidad de formas que matizan el mundo.

Sin embargo, el enfoque de la línea Bioarte dentro del departamento de biología de la Universidad Pedagógica Nacional está encaminado a la interdisciplinaridad para lograr constituir y apoyar trabajos de grado, prácticas e investigaciones que permitan reconocer el territorio teniendo en cuenta las dinámicas que allí confluyen y desde el arte como un potente elemento de sensibilización y enseñanza en ambientes diversos, que van desde las aulas hasta escenarios no convencionales (Romero et al s.f). A diferencia de la noción primaria del Bioarte, la línea plantea su tendencia lejos de la perspectiva de bioingeniería y manipulación genética que propone Kac, por el contrario, plantea una propuesta desde la apreciación y respeto por lo vivo y la vida encaminada a la enseñanza de la diversidad tanto biológica como cultural y las polivalencias en términos sociales, políticos, artísticos y étnicos, de esto, que las estrategias alternativas de enseñanza estén contempladas desde el marco de la línea y permite que la asociación del conocimiento (biológico, artístico y cultural) con el receptor (todo público) sea de carácter flexible, amigable y comprensible. Si bien, la línea de investigación está encaminada a la apropiación del territorio como fuente de saberes y tejido de conocimientos, el peso mismo de la biología está constantemente presente en todos los matices que de allí surgen, siendo la

conservación, el respeto y el cuidado de la naturaleza el pilar para el desarrollo de los proyectos que se encuentran inmersos en este grupo, de allí que la propuesta se encamine a las diversas formas de enseñar morfofisiología de animales y plantas sin hacer uso de la colecta, este planteamiento será abordado a lo largo del presente documento haciendo énfasis en la importancia ecosistémica de los organismos, en medios como son los humedales resaltando la morfología que les permite adaptarse a su entorno.

En cuanto a los bio modelos, el termino esta referido esencialmente a las herramientas de proyección y distribución de una especie en cuanto a su lugar de ubicación, esto según *el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, quienes identifican y manifiestan la distribución de las especies en nuestro país (Instituto Humboldt 2014), de igual forma el concepto se ha desarrollado dentro de la bio ingeniería en programas especializados de desarrollo tridimensional con fines tanto investigativos como artísticos, el uso de los biomodelos ha consolidado una práctica enfocada al uso practico de las características animales en áreas como la arquitectura y la medicina, en el caso del presente trabajo se aborda la biología y el arte desde una visión casi holística de estas dos perspectivas, así como las estructuras creadas en computadora tiene una finalidad practica de desarrollo, el proceso artístico que se ha desarrollado en este documento también cuenta con una finalidad especifica, la enseñanza de la biología desde un proceso esencialmente diferente a la tradicional catedra magistral biológica que en algunos casos se emplea para la comprensión de la morfología.

Aunque el termino actualmente manejado esta más relacionado con el concepto Bioarte establecido por la línea de investigación de la UPN, mantiene las características investigativas asociadas al uso del término esencial, puesto que se usa el desarrollo de estructuras artificiales con fines investigativos, pero con el valor agregado de ser una práctica artística que involucra a

todo público dentro del proceso de construcción-aprendizaje, el uso de esta estrategia alternativa de enseñanza se estableció a partir de la observación de las dinámicas dentro de los ambientes de clase tanto universitarios como escolares, el cual pretende involucrar a la ciudadanía a un proceso de investigación no convencional en donde el participante interactúe directamente con el objeto y con el concepto de estudio. Resulta ser más fácil comprender el concepto si se manipula una representación macro del mismo. En cuanto a la entomología, la mayoría de prácticas estereoscópicas se hacen a partir de organismos muertos capturados para consolidar las colecciones biológicas, los biomodelos buscan desarrollar el mismo proceso de investigación si la necesidad de la captura física del organismo.

Por otro lado, la morfología comprende los cambios de forma que experimenta un organismo en función de su ecosistema, las variaciones de tamaño y forma al igual que la disposición de los órganos y la forma de los mismos, tienen una función que en ocasiones no es percibida y su origen generalmente es considerado como el capricho mismo de la naturaleza. Es importante recordar que las características de un ser vivo están dadas por el efecto directo del entorno que las circunda, de esto que dichas estructuras cumplan una función que le permite llevar a cabo procesos asociados a las condiciones del medio. Dentro de la mentalidad humana, algunas personas consideran estas variaciones como simples formas posibles que se pueden presentar sin una razón aparente, un ejemplo claro de esto, es al observar las estructuras reproductivas de las plantas carnívoras de la familia Droseras, en las cuales, la flor aparece en el extremo superior de un tallo de porte elevado y erecto completamente alejado sobre las hojas que cumplen la función de cazar, los colores y olores que emite la flor son diferentes a los que emite la hoja garantizando que el insecto polinizador que ayuda a la reproducción no quede atrapado en el mecanismo de cacería, estas sutiles distribuciones y variaciones de la planta son características

que generalmente pasan desapercibidas, pero si son analizadas y fundamentadas a partir de lo visible y lo teórico, es posible ampliar la mirada referente al por qué y el cómo de las formas de la naturaleza.

Ahora bien, determinar diferentes tipos de comportamientos y adaptaciones en los animales es un proceso que ha consumido la vida de los investigadores, a lo largo del tiempo Charles Darwin es claro ejemplo de esto, al pasar décadas estudiando la biota de las Galápagos y determinando los comportamientos y aún más impresionante las modificaciones de organismos para adaptarse a condiciones y recursos diferenciales asociados a los efectos fundadores de las islas (pinzones de Darwin), todo este conocimiento ha sido registrado en cientos de escritos e ilustraciones que buscan guardar la información para la posteridad con la finalidad de comprender la complejidad de la vida, sus interacciones y sus características, este ejercicio es trascendente en el tiempo puesto que los conocimientos se actualizan constantemente y las obras antiguas sirven como marco de referencia para estudios recientes, formando tramas y redes que permiten entender el mundo y sus dinámicas.

Este conocimiento, al igual que todo, tiene un lenguaje que en ocasiones resulta difícil de comprender por su estructura científica y altamente teórica, recordemos que la terminología científica y en este caso específico la biológica resulta ser densa puesto que la determinación de los términos está encaminada a la diferenciación y lo universal de los caracteres para evitar confusión de algún tipo. Ahora bien, teniendo en cuenta que el conocimiento es un derecho para todo ser humano, poder enseñar este tipo de conceptos es de vital importancia, pero es necesario la traducción del mismo para las personas que buscan conocerlo, pero no presentan una apropiación de los términos teóricos, de esto que el Jardín Botánico de Bogotá presenta dichos saberes en un lenguaje entendible.

Al pensar en todo este tipo de dinámicas, coligadas al pensamiento y a la asociación del conocimiento es inevitable pensar cómo la sociedad entiende su realidad, en términos de la biología y del conocimiento científico, cómo se comprende lo planteado y si realmente se está comprendiendo, al respecto, Chona G. et al, dicen:

(...) a pesar de la manifiesta institucionalización de la enseñanza de la biología, aún hoy existen insuficiencias teóricas y falta una práctica pedagógica creada a partir de nuestros propios elementos culturales. Suponemos que se han privilegiado los esquemas de racionalidad de sociedades, donde el saber biológico ha tenido una historia fecunda y la enseñanza ha sido objeto de reflexión permanente Hemos asumido las prácticas de la peor manera, sin crítica, sin reflexión; es urgente construir un espacio para pensar nuestra historia en relación con un sistema de enseñanza que debe crear nuevos modos de pensar la formación de sujetos de pensamiento en un contexto cultural propio (s.f, pg. 6).

Esta noción de la enseñanza, lejos de quedarse enmarcada en el ámbito escolar también atañe a todas las perspectivas educativas, se tiende a pensar comúnmente que la función docente está delimitada por el área de acción de la escuela, museo o espacios alternativos y de igual forma se considera como principal receptor al estudiante, pero realmente la enseñanza de la biología está presta para todo aquel que pretenda ampliar sus horizontes intelectuales.

Lo anterior, hace referencia a la enseñanza y reconocimiento de los ecosistemas específicamente del jardín de humedales en el Jardín Botánico de Bogotá. Es así como la noción de ecosistema se entiende desde una perspectiva integral de la conformación de factores bióticos y abióticos que integran una red de relaciones estrechamente emparentadas, en ese orden de ideas, la perspectiva de *totipotencialidad* está dada en la cantidad de funciones que conlleva el

mismo ecosistema, así mismo, el flujo de energía que es constante y perpetuo, nada se desperdicia y todo se transforma acorde a las necesidades del ambiente.

El énfasis sobre las partes se ha denominado mecanicista, reduccionista o atomista, mientras que el énfasis sobre el todo recibe los nombres de holístico, organicista o ecológico. En la ciencia del siglo XX la perspectiva holística ha sido conocida como sistémica y el modo de pensar que comporta como pensamiento sistémico. En este libro, usaré ecológico y sistémico indistintamente, siendo sistémico meramente el término más científico o técnico. (Capra, 1996 pg. 37-40).

Retomando el ámbito biológico y ecológico, analizar e interpretar las diferentes relaciones que se encuentran en la naturaleza resulta ser tan fascinante como importante, la presencia de algunos organismos en nuestro entorno nos puede dar indicios de la calidad bien sea de la tierra, el agua o la calidad del aire que respiramos, existen organismos que son susceptibles al más mínimo cambio de las condiciones ambientales, como también existen algunos que tienden a resistir un amplio margen de condiciones en los ecosistemas, a estos los llamaremos organismos eurytolerantes y stenotolerantes respectivamente. Dentro de nuestra cotidianidad existen dos tipos de organismos que suelen pasar inadvertidos la mayor parte del tiempo pero los cuales nos ayudan a identificar el estado del ecosistema que habitamos, las libélulas (orden odonato) y las fringenias (orden Trichoptera), son insectos que comparten hábitos de vida similares, son organismos que presentan metamorfosis completa (holometábolos) y sus estadios se encuentran divididos en dos, en su forma inmadura (huevo larva y pupa) se encuentran en el agua, y en estadio adulto su forma es aérea-terrestre.

## **Orden Odonata**

Al igual que los demás insectos, los odonatos son hexápodos segmentados en cabeza, tórax y abdomen principalmente, el orden Odonata es uno de los grupos de invertebrados más antiguos de la tierra, el primer registro que se tiene en la datación fósil es de unos 320 millones de años con la aparición de los meganeuras, los odonatos en sentido estricto provienen del Pérmico, mientras que el conjunto de Odonoptera (incluyendo además de los odonatos a sus grupos afines Geroptera y Protodonata) se hundiría en el Carbonífero (Grimaldi & Engel, 2005). Los grupos con representantes actuales son algo más recientes, con los zigópteros remontándose al Triásico y los anisópteros al Jurásico (Grimaldi & Engel, 2005). Estos colosales insectos llegaban a tener hasta 110 cm de envergadura y sus cuerpos rondaban los 130 cm de largo, la palabra Odonato proviene del griego “odontos” que significa dientes, esta característica atribuida a las mandíbulas especializadas que poseen estos insectos.

Las libélulas, al igual que los caballitos del diablo cuentan con un ciclo de vida holometábolo, esto significa que presentan una metamorfosis completa (huevo, larva de diferentes instar's, ninfa y adulto) es decir, que los hábitos de vida dependerán de su estadio, lo cual resulta ser benéfico para la especie puesto que no existiría una competencia por el alimento entre adultos e inmaduros garantizando el desarrollo en los dos momentos. Las libélulas, ponen sus huevos dependiendo de las especies, insertados en la vegetación acuática viva o muerta (por ejemplo, todos los zigópteros y los ésnidos), clavados en el sustrato (cordulegástridos, cordúlidos, macrómidos), adhiriéndose a la vegetación acuática (algunos libelúlidos) o dejándolos caer en el agua (gónfidios, libelúlidos). La fase de huevo, dura entre una semana y dos meses si el desarrollo es directo, y varios meses para aquellas que pasan el invierno en esta fase. El desarrollo larvario también presenta una duración variable entre especies y dentro de una

misma especie con la altitud pudiendo durar desde unas semanas a varios años (revisión del voltinismo en Corbet et al., 2006).

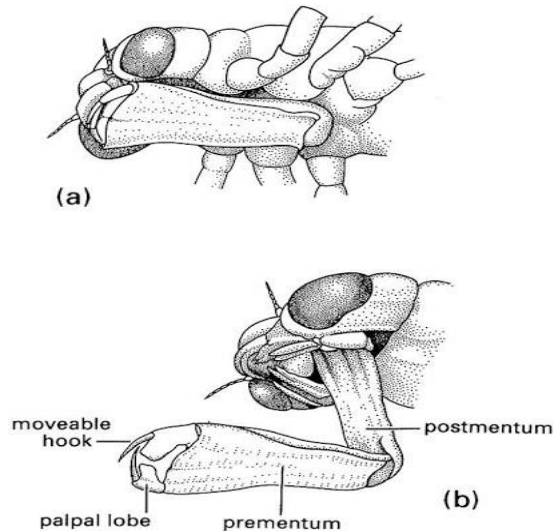


Figura 13: estructura bucal modificada de la náyade de una libélula (imagen tomada de Google)

Ahora bien, las larvas presentan una de las modificaciones más especializadas dentro de los macroinvertebrados acuáticos, esta es por lejos una de las estructuras maxilares más excéntricas en la naturaleza, se trata de la mandíbula inferior de la maxila, la cual se ha modificado en forma de máscara retráctil, denominada labrum y está constituida por un juego de piezas diseñadas para la depredación. se divide en cuatro partes principales, el postmentum que es la unión entre la cabeza y el resto de la máscara, esta es una proyección que se dobla sobre la sutura cabeza-tórax y permite un alcance mucho mayor; el prementum sería en sí, la mandíbula inferior del odonato la cual se une a la cabeza a partir del postmentum y sostiene las piezas de sujeción que se encuentran en la parte apical del mentón; los palpos labiales, son dos estructuras al final de prementum, estas son la analogía de un par de pinzas que soportan las uñas móviles. Los odonatos, pueden alimentarse de una gran variedad de organismos en el medio acuático,

entre estos macroinvertebrados acuáticos como larvas de dípteros, trichoptera, plecópetera hemíptera entre otros, también tienden a depredar alevinos y renacuajos.

La configuración de esta estructura, le permite tener a los odonatos un arma de depredación que funciona como arpón y pinzas, la estrategia de caza varía dependiendo de la especie y puede ser pasiva o activa, dentro de los organismos pasivos resalta la coloración críptica que permite al insecto camuflarse con la vegetación muerta o los fondos lodosos de los cuerpos de agua. Los ojos en los odonatos, resultan también ser uno de los órganos más especializados entre los insectos, cada ojo se subdivide en unidades receptoras de imágenes denominadas omatidios, los cuales producen una imagen individual del entorno, en un ojo se pueden encontrar entre 5,000 hasta 55,000 omatidios dependiendo de la especie lo que les permite a los odonatos tener una imagen altamente detallada de su entorno al proyectar una composición basada en múltiples ángulos. Graciela Coello en su artículo *Las libélulas cazadoras del aire* dice:

(...) En la parte inferior del ojo, las facetas son más numerosas y es, por tanto, donde reside mayor calidad de visión. Es por esto que muchas veces las libélulas, sobrevuelan a la presa para observar mejor con esta parte inferior del ojo. Esta parte del ojo se denomina pseudo pupila. Además del par de ojos compuestos, las libélulas presentan tres ojos sencillos, llamados ocelos, dispuestos en triángulo. Anisópteros – (libélula grande) Estos ojos cuentan con una única lente, y son especialmente aptos para detectar cambios en la intensidad de luz y por tanto de la disposición de su cuerpo con respecto al sol, funcionando como niveladores de vuelo” (M<sup>a</sup> Domínguez s.f).

En los estadios inmaduros, se encuentran ubicadas sobre el tórax las estructuras que darán paso en la etapa adulta a las alas, estas se denominan almohadillas alares, son estuches que

contienen a las alas aun humedecidas y comprimidas en los últimos instares de las especies, en la zona abdominal se encuentra la masa visceral y el sifón respiratorio, este último se encuentra situado en la zona caudal del animal y cumple la función tanto de excreción como de sistema de propulsión al absorber un volumen de agua y expulsarlo a chorro mediante la contracción de algunos músculos abdominales. La larva, emerge del agua sujetándose a la vegetación circundante, a piedras o troncos, una vez situados, el odonato bloquea el agarre a la superficie para sostenerse con fuerza y el tórax comienza a rasgarse, el adulto emerge arqueando la cabeza y el tórax hacia abajo mientras extrae las patas de la exuvia, cuando logra sostenerse con las nuevas extremidades desenfunda el abdomen e inicia el bombeo de fluido, para extender las alas que adquieren su característica transparente membranosa después de secarse.

En estado adulto, la libélula es un depredador eficiente y altamente adaptado para la depredación en vuelo, las extremidades son cortas y no tienen funcionalidad en el desplazamiento pero sí presentan una disposición hacia adelante en forma de canasta, las patas están provistas por fuertes ganchos o uñas que les ayuda en la depredación aérea, esto sumado a la velocidad de vuelo que en algunas especies como *Austrophlebia costalis* alcanza unos asombrosos 95 km/h, lo que convierte a los odonatos en los insectos con la eficiencia de depredación más alta acertando en el 98% de los ataques. En cuanto a las estructuras maxilares en los adultos, la modificación del labrum cambia y adquiere una disposición más cercana a la cabeza, ya no se cuenta con las estructuras de extensión que se contemplaban en el estadio inmaduro, la estructura bucal es similar a una máscara que alberga un juego de afilados dientes.

### ***Rhionaeschna marchali***

Es una especie de libélula descrita por primera vez por Rambur en 1842, Habita alturas hasta de 3100 msnm suele ser de comportamiento territorial y competitivo, Posee ojos compuestos,

grandes y juntos de hasta 30000 omatidios; tres pares de patas y dos pares de alas horizontales al cuerpo sobre un torax moloso el cual le permite generar una gran cantidad de energía en vuelo, el vientre cuenta con 8 secciones (somitas). La combinación de colores de su cuerpo es variable, con tonos eléctricos y vivos sobre una base casi siempre oscura, marrón o negra; alas transparentes dispuestas a 90 grados del cuerpo.

Está completamente relacionada con cuerpos de agua de poco movimiento como estanques, con actividad máxima en los días lluviosos, nublados y más fríos. Su tamaño oscila entre 5.6 y 6.3 cm. Se alimenta de insectos y sus hábitos son diurnos. Se reproduce todo el año, con una generación anual. Las hembras depositan sus huevos en las plantas subacuáticas, para que las larvas se desarrollen bajo el agua. Generalmente su estadio como huevos es de 30 días y de un año aproximadamente en calidad de larvas, aunque estos valores tienden a variar dependiendo de las condiciones ambientales logrando extender la vida de la náyade hasta 2 años.



Figura 14 y 15: exuvia de *R marchali* (izquierda). Adulto de *R marchali* (derecha) Jardín Botánico De Bogotá octubre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor)

## Orden Trichoptera

La etimología de la palabra Trichoptera hace referencia a “trichos” que significa pelos y “pteron” que significa alas, esto haciendo alusión a su característica más predominante y distintiva en los adultos de este orden, su similitud con las polillas es bastante marcada pero se diferencian puesto que sus alas no están provistas de escamas (lepidoptera) y por el contrario se encuentran recubiertas de pelillos, al igual que los odonatos, los tricopteros son organismos holometábolos estrictamente dependientes del entorno acuático durante sus estadios de vida inmaduros, habitan cuerpos de agua tanto lénticos como lóticos, se conocen desde el Triásico y son de los órdenes primarios de insectos acuáticos (efemerópteros, plecópteros, odonatos y megalópteros), los tricopteros son el grupo más diverso con más de 14.000 especies vivientes (Morse, 2015).

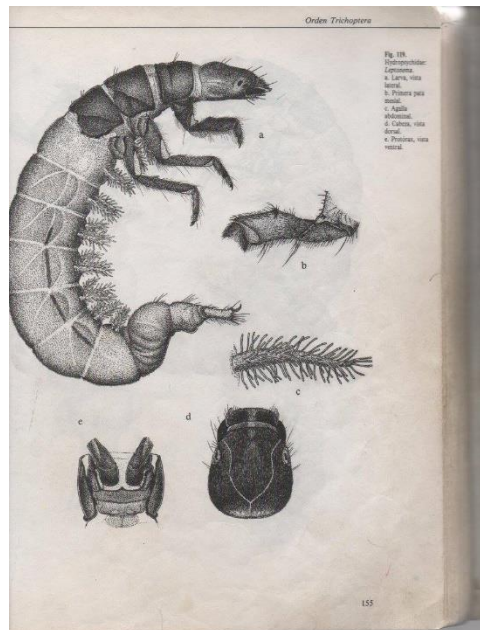


Figura 16: ilustración científica de larva de tricoptera, Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos Roldan 2010

Son organismos que tienen una de las peculiaridades más llamativas en el mundo de los invertebrados, en sus estadios inmaduros construyen estuches a partir de material vegetal,

mineral o animal que encuentran en los lechos de los cuerpos de agua, estos estuches cumplen la función de proteger el tórax y el abdomen puesto que su estructura carece de escleras en estas zonas especialmente en el abdomen, la cabeza de las frigenias es esclerotizada, cuenta con un recubrimiento duro a base de quitina que lo protege de los ataques de otros insectos, pero sin lugar a duda, su mejor defensa radica en la construcción, el estuche se encuentra sujeto a ellos mediante el uso de un apéndice caudal denominado pigopodo, el cual es una propata modificada con una uña fuertemente diseñada para sujetarse bien sea al estuche o al sustrato.

La cabeza, está compuesta por cuatro estructuras escleróticas que protegen la cápsula cefálica, en la cabeza encontraremos estructuras bucales diseñadas para la trituración, esto implica que en su estadio inmaduro son organismos detritívoros, cuentan con ojos compuestos situados lateralmente y un par de antenas que en la mayoría de las especies suelen ser diminutas, la cabeza también alberga un juego de 3 ocelos diseñados para interpretar el cambio de luz en el entorno. dentro de las estructuras sensoriales de estos organismos se encuentran en estados inmaduros filas y filas de pelillos que detectan los cambios de corrientes y presión en el agua, se ubican por lo general en la cabeza y en el tórax, en el tórax también podemos encontrar la zona motora de la larva, provista generalmente por un juego de 3 pares de extremidades fuertemente adaptadas al entorno acuático, su estructura es resistente y provista de uñas que facilitan el agarre del organismo bien sea al sustrato o fuente de comida(Morse, 2015).

En la zona abdominal, se encuentra la masa visceral pero también 3 de las estructuras más importantes para estos organismos, las traqueobranquias, las uñas caudales y las proto estructuras reproductivas. Las traqueobranquias, son estructuras de captación de oxígeno disuelto en agua las cuales suministran el gas de forma directa a las células del organismo, en general las frigenias habitan cuerpos de agua de corriente rápida puesto que esto les permite mantenerse oxigenadas,

las estructuras caudales son altamente sofisticadas y diversas puesto que es una característica diagnóstica, en la gran mayoría suelen ser uñas, pero también pueden presentar ventosas dependiendo de la especie. Las larvas de los tricópteros, se desarrollan en un amplio rango de características ecológicas y presentan estrategias alimenticias que incluyen la fragmentación de hojas y madera, la recolección de material orgánico en suspensión (mediante redes de seda que fabrican o mediante piezas bucales modificadas), el raspado de algas, la succión de contenidos celulares de algas y la depredación (Wiggins, 2004).

El paso de larva a ninfa, suele ir acompañado por un comportamiento similar al de las mariposas y polillas, cuando la larva alcanza su tamaño ideal cierra el estuche por ambos extremos y se encapsula no sin antes adherirse al sustrato, algunas especies de cuerpos de agua lénticos se encapsulan sin fijarse a nada, durante el proceso de cambio el organismo llena de gas la cápsula lo que lo hará flotar y permitirá el paso del agua a la tierra como lo hacen los zancudos, las estructuras de los organismos son tan específicas que en muchos casos se puede identificar la familia por la forma y por el material de construcción de los estuches.

En cuanto a los adultos, son similares a las polillas con diferencias bastante marcadas en cuanto a su morfología, entre estas se cuenta el diseño de la cabeza puesto que las estructuras bucales presentan mandíbulas más no probóscide, las antenas suelen ser mucho más largas que las de las polillas y carecen de diseño plumoso, son filiformes dispuestas hacia adelante, pero sin duda la característica más marcada se encuentra en las alas al estar recubiertas por pelos y no por escamas; también se identifican espinas en las extremidades, que determinan en algunos casos el tipo de familia, las hembras adultas suelen poseer las extremidades intermedias mucho más largas que las demás puesto que las usan de remos en la oviposición, también se puede determinar el dimorfismo de los organismos dado que se puede identificar fácilmente las

estructuras reproductivas en el extremo caudal del abdomen. La distribución actual del orden Trichoptera es casi cosmopolita, estando ausentes únicamente en las regiones polares y algunas islas remotas, alejadas de los continentes. El conocimiento de la distribución mundial de los tricópteros está muy sesgado, con algunas regiones muy bien conocidas y otras apenas exploradas ( Moor,Ivanov, 2008).

### **Habitando el agua y el cielo**

Los insectos, llevan habitando la tierra más de 300 millones de años sin sufrir modificaciones significativas en su morfología más allá del cambio de tamaño por condiciones asociadas a la climatología del planeta (Domínguez sf, pg 12), la relación entre plantas e insectos ha sido fuente de estudio para los entomólogos puesto que al ser polinizadores (no solo los insectos) permiten que las plantas y hongos proliferen de mejor manera en el ecosistema, de igual forma es importante entender que el equilibrio ecológico depende de la relación entre depredadores y presas y de igual forma entre estos y el estado de conservación del medio(Olerton 1999). Los odonatos y las frigenias tienen un rol ecológico sumamente importante puesto que influyen en el flujo de materia y energía y en la estabilidad de las redes tróficas, no obstante a su prolongada existencia en nuestro planeta actualmente se podrían ver seriamente comprometidas gracias a la acción antrópica sobre los cuerpos de agua, la contaminación producida por el ser humano podría significar la extinción de muchos macroinvertebrados acuáticos que no habían sido afectados hasta ahora y esto resulta ser preocupante considerando que los insectos han sobrevivido a más de 5 extinciones masivas a lo largo de la historia evolutiva de la tierra.

Puntualmente las libélulas, representan uno de los depredadores más eficientes de la naturaleza llegando a tener una alta eficiencia al momento de cazar, dado que son holometábolos no presentan competencia directa entre los estadios inmaduros y maduros, por ende, pueden

alimentarse de insectos diferentes en su metamorfosis. Las náyades de las libélulas, tienden a alimentarse de prácticamente todo lo que puedan capturar incluyendo anfibios, insectos y peces, al ser tan voraces pueden representar un controlador de vectores sumamente importante para el entorno; es importante resaltar, que las libélulas son organismos estenotolerantes lo que significa que no soportan rangos de variación muy amplios en su ecosistema a diferencia de otros organismos como lo son los dípteros, esto significa que las libélulas y caballitos del diablo son bioindicadores de la calidad del agua y su ausencia en los entornos acuáticos podría significar no solo el deterioro físico-químico del hábitat, sino también la proliferación de especies vectoriales como lo son los zancudos.

Considerando lo anteriormente mencionado, las libélulas en los primeros *instar*'s de vida representan controladores biológicos sumamente importantes y en estadio adulto resultan ser igualmente eficientes dado que depredan todo tipo de insectos como dípteros, lepidópteros, tricoptera, etc. Esto garantiza la estabilidad ecológica lo que, en últimas, beneficia al ser humano puesto que reduce la probabilidad de contagio de diversas enfermedades asociadas a los dípteros. Por otro lado las frigenias, también representan a uno de los grupos de organismos más antiguos, escasamente conocidos pero muy comunes, también representan bioindicadores de la calidad del agua y su rol ecológico está asociado estrechamente con el detritivorismo y la reincorporación química del material vegetal a los ecosistemas dulceacuícolas, al igual que los odonatos, los tricopteros son holometábolos y en su estado adulto dependiendo de la especie suelen alimentarse de diversos organismos, en este caso hydrobiosidae tiende a alimentarse de polen y en este proceso también resulta ser polinizador de muchas especies de plantas. El juego entre el ser humano y los insectos resulta ser cíclico y casi podría ser representado desde la perspectiva

del karma y el dharma<sup>2</sup> en donde las acciones del ser humano inciden en el ecosistema, lo cual afecta a las especies que posteriormente afectarán al ser humano.

un ejemplo puntual es la relación entre libélulas, mosquitos y el ser humano: el ser humano contamina las fuentes hídricas de forma directa o indirecta, las libélulas al ser organismos estenotolerantes no logran adaptarse a los cambios fisicoquímicos del entorno acuático, por ende deshabitan la zona, los zancudos al ser seres euritolerantes pueden proliferar en condiciones ambientales mucho más severas y proliferaran en estas aguas libres de su depredador principal, al cumplir si ciclo de vida, las hembras requieren de sangre para la reproducción de su especie y pueden alimentarse de diferentes animales incluyendo al hombre transmitiendo enfermedades al ser vectores de parásitos, el ser humano para poder protegerse de los zancudos y mosquitos usa habitualmente sustancias químicas que eventualmente por lluvias o escorrentías terminaran afectando los entornos acuáticos y de esta manera el ciclo se repite.

### **Laberinto mental del profe**

Dándole continuidad a la presente propuesta de investigación y una vez presentados los referentes teóricos que sustentan la dimensión artística y biológica, se da paso a la sustentación pedagógica. Dentro de la labor docente que se desarrolla en el JBB, en cuanto a los intérpretes, educar a las personas frente a la pertinencia de la preservación es el pan de cada día en los recorridos y dinámicas que se dificultan al vender la imagen del jardín como propiedad de la comunidad y no como patrimonio de la ciudad. Dentro del PEI del Jardín se puede encontrar todo lo relacionado al modelo pedagógico que se desarrolla en aras de la comprensión del

---

<sup>2</sup> El Dharma se refiere al deber que se debe cumplir en la vida, mientras que el Karma es aquello que viene como consecuencia de la vida que has llevado. El Dharma se trabaja en la vida presente, mientras que el Karma afecta la vida futura.

conocimiento de este museo vivo, el modelo pedagógico heteroestructurante y autoestructurante descrito por Lois Not en 1983 es el que se establece para los recorridos del JBB, los dos conceptos del modelo se contraponen puesto que describen dos formas de apropiación del conocimiento, una contraria a la otra en determinados parámetros, por un lado, lo heteroestructurante configura al alumno como un receptor de conocimiento, un tablero en blanco listo para ser llenado por el emisor quien dictamina lo que se debe comprender, pero el modelo autoestructurante plantea que el receptor asocia el conocimiento de las fuentes de emisión de forma libre y abierta, exponiendo las herramientas de forma clara y concreta con características alternas que permitan la metacognición, usando estrategias como la experimentación y la muestra de resultados afines al tema planteado.

El Jardín Botánico, no solo busca que las personas comprendan la biología y la diversidad de Colombia, la apuesta más grande radica en generar sentido de apropiación de la relación entre ellas, el conocimiento teórico aplicado y el desarrollo de actividades que permitan enseñar de forma participativa e interactiva. Abordajes diferentes de un mismo objeto de estudio constituyen la perspectiva de enseñanza desarrollada por el Jardín Botánico, que, si bien genera visiones alternas de la realidad y del conocimiento se pueden articular proporcionando una polifacética mirada del concepto lo suficientemente concreta para ser entendida desde todos los ángulos, estos son factores de trascendencia en términos de aprendizaje en función de la riqueza y diversidad de pensamientos y formas de aprender.

Así mismo, dentro de la propuesta institucional, se tiene en cuenta como referente a Binet (1894) un pionero en los estudios de la inteligencia, dentro de los modelos de la inteligencia monolítica, él propone la valoración de la misma a través de habilidades comprensivas, de capacidades aritméticas, razonamiento, vocabulario, etc. Parte de la idea de que una

materialización de la inteligencia, es la velocidad con la que se produce el aprendizaje.

Asimismo, introdujo el concepto de Edad Mental y Cociente Intelectual y dió lugar a la creación de la Escala Binet-Simón (1905).

Más adelante, Spearman (1923), desarrolló el modelo de la inteligencia factorial o factor g de Spearman, de modo que la inteligencia estaba compuesta por dos factores, uno de ellos más general y denominado G (sería el elemento heredado) y una serie de factores específicos, conocidos como factores S, que incluye los elementos verbales, numérico, espacial, entre otros. “la teoría de las IM<sup>3</sup> se organiza a la luz de los orígenes biológicos de cada capacidad para resolver problemas (neurofisiología), solo se tratan las capacidades que son universales a la especie humana. Aun así, la tendencia biológica a participar de una forma concreta de resolver problemas tiene que asociarse también al entorno cultural, por ejemplo, el lenguaje, puede manifestarse particularmente en la forma de escritura en una cultura, como oratoria en otra cultura y como el lenguaje secreto de los anagramas en una tercera” (G. Howard 1983 ).

*La competencia cognitiva del hombre queda mejor descrita en términos de un conjunto de habilidades, talentos o capacidades mentales, que denominamos “inteligencias”. Todos los individuos normales poseen cada una de estas capacidades en un cierto grado; los individuos difieren en el grado de capacidades y en la naturaleza de la combinación de estas capacidades(Gardner, 1995, p. 37).*

Así pues, se evidencia que de la misma manera otras apuestas teóricas pueden nutrir la propuesta pedagógica planteada por el JBB, puesto que el pensamiento y la forma de comprender

---

<sup>3</sup> Diminutivo para el termino Inteligencias Múltiples

el mundo resulta tan altamente variada es imperativo que la forma de enseñar también se adecue a estas dinámicas, perspectiva que no solo Gardner pensó en su momento, el estudio de las IM marcó una nueva tendencia a la hora de evaluar y específicamente al momento de considerar los modelos pedagógicos que se venían trabajando. En Latinoamérica, uno de los visionarios que se centró en esto fue Julián de Zubiría quien argumenta que para la Pedagogía Dialogante, el pensamiento tiene tres grandes componentes: los instrumentos del conocimiento, los procesos de pensamiento y la metacognición. En consecuencia, desarrollar el pensamiento tiene que ver con consolidar cada uno de estos componentes (De Zubiría, 2006).

El mencionado autor, en su documento titulado *El desarrollo del pensamiento: prioridad de la educación actual* realiza un recorrido desde los principales exponentes de las perspectivas alternas de la educación y menciona el planteamiento de un enfoque diferente en el que la totipotencialidad y la integridad del pensamiento en función de la aplicabilidad conforma estructuras mentales capaces de generar un impacto mayor en la comunidad estudiantil, teniendo como finalidad la construcción integral del pensamiento en torno a un eje común desde múltiples perspectivas del conocimiento y por ende los trabajos y actividades desarrolladas deberían tener una dinámica de interpretación multimodal en donde el estudiante identifique factores y relacione el contexto con el fenómeno que está evaluando.

La acción misma del pensamiento es una interacción constante entre el ser y el estar, es el flujo de información correlacionada con el entorno de la persona y la acción de la misma para entender este flujo, pensar está encaminado a evaluar las características y dinámicas de la realidad usando todo tipo de herramientas de apoyo que permitan su fácil comprensión, esto al referirse a los instrumentos del conocimiento; posteriormente, al presentar los procesos de pensamiento se enfoca en cómo es entendida la información, cómo se organiza y cómo se

articula en aras de la comprensión, la metacognición es la asociación de este conocimiento y la construcción de relaciones entre la información y la realidad, para forjar no solo la teoría sino también cuestionar la misma para un proceso autocrítico.

El jardín, posee una característica bastante particular en términos de la educación ciudadana para el cuidado y la preservación de la naturaleza, y es la de velar por la visión histórica que mantuvo José Celestino Mutis en los últimos años de la expedición botánica y está centrada en la enseñanza, reconocimiento y preservación de la riqueza biológica de Colombia. El desarrollo de actividades dentro de los espacios de interpretación ambiental, ha posibilitado el cambio de la ciudadanía en términos del entendimiento de su entorno y la importancia de cuidar los espacios naturales con los que cuenta Bogotá, el paso por el JBB no solo permite la observación de parte de la diversidad vegetal con la que cuenta Colombia, sino que hace un llamado a la reflexión sobre las acciones antrópicas que afectan las dinámicas naturales.

### **Perspectiva Pedagógica**

La propuesta del presente proyecto, está encaminada a la enseñanza de la biología desde una noción práctica y enfocada a la pluralidad de conocimientos dentro del dialogo de saberes, a partir de esto, se propone el modelo pedagógico desarrollista que en fines prácticos postula la posibilidad de un aprendizaje significativo, el cual construye nuevas formas de comprender el mundo sin dejar de lado la teoría y el conocimiento de los estudiantes.

### ***Modelo pedagógico desarrollista***

El modelo pedagógico desarrollista está fundamentado en aprender haciendo, en el cual la experiencia previa de los estudiantes junto a los nuevos conocimientos fomentan el

reconocimiento de su entorno a partir de la práctica y permite que el estudiante construya pensamiento crítico y reflexivo referente a su cotidianidad, el maestro es visto como un facilitador de recursos para que el estudiante construya su forma de aprender, “(...) se fundamenta en primer lugar, en los avances de la psicología infantil, y en segundo lugar en las corrientes empiristas y pragmáticas de las ciencias donde se concibe la construcción del conocimiento como una experiencia individual de contacto directo con los objetos del mundo real y donde se asume como el criterio de verdad, la utilidad” (García et al, 2013 pg 60. ). Cabe resaltar que la utilidad mencionada no implica la noción de utilitarismo, puesto que el desarrollismo también tiene que ver con el aprendizaje significativo y la búsqueda de la conciencia dentro del conocimiento.

El docente que maneja este modelo pedagógico, debe propiciar espacios estimulantes que fomenten el aprendizaje de los niños, las concepciones juegan un papel importante dentro de este, pero son tomadas en segundo plano, puesto que el afianzamiento de estructuras mentales desde el gusto del estudiante es de mayor importancia, en estos términos es prioritaria la profundidad del conocimiento que la cantidad del mismo. Desde la perspectiva piagetiana el desarrollismo está centrado en el interés individual de los estudiantes, muy similar a lo propuesto por Bauman en las inteligencias múltiples.

Acorde con este modelo pedagógico, los biomodelos permitirían que tanto el estudiante como cualquier tipo de persona haciendo uso de sus intereses construya su propio conocimiento, en este caso la población flotante del JBB, el modelo está basado en su visión de la realidad, en este caso enfocado a la anatomía de insectos, la intención es que el visitante sienta la necesidad de aprender dado que se le ofrece la posibilidad de interpretar el conocimiento planteado de la

forma que el considere pertinente para, se promueve la comprensión pero desde una perspectiva práctica.

### ***Modelo didáctico espontaneísta***

El modelo espontaneísta, hace referencia a educar a la comunidad imbuyéndola en la realidad inmediata, al ser un modelo alternativo se centra en dinámicas diferentes al modelo clásico y el conocimiento es desplazado en importancia por el cómo aplicarlo y el para qué, esto constituye la creación de pensamientos críticos que permitan el desarrollo de una integridad dentro del individuo, al presentar casos cotidianos y problemáticas que afectan su diario vivir, el visitante al JBB tiende a relacionar conceptos teóricos con situaciones reales y conforma estructuras mentales que le enseñan a desarticular los problemas desde múltiples dimensionalidades de la situación, es decir, a contemplar distintos puntos de vista para un mismo enfoque.

El factor ideológico juega un rol importante dentro de la organización del modelo espontaneísta, la noción y perspectiva de las creencias de quien interactúa afectan directamente su pensamiento referente a la realidad, no obstante, desarrollar diálogos que permitan edificar conceptos que puedan estar desligados de la realidad argumentativa es importante dentro del modelo siempre y cuando no se trasgreda la libertad de expresión; la convivencia y el trabajo en equipo es fundamental dentro de este, puesto que elabora distintas formas de abordaje a un solo tema desde el pensamiento divergente del aula de clase que en este caso resulta ser un espacio de enseñanza alternativo. Cabe aclarar que este modelo centra su atención en los intereses inmediatos de las personas, se puede decir que es un modelo en constante evolución acorde a las tendencias que se presentan en el momento de la aplicación.

Esto consolida la búsqueda y resolución de problemas a partir del interés del público y de sus inteligencias individuales, la diversidad de formas en los organismos siempre desde la visión de cómo el entorno influye en ellos, puede promover la destreza del participante para resolver inquietudes de índole adaptativo. Ahora bien, la realización por parte del visitante de múltiples actividades (frecuentemente en grupos) de carácter abierto y flexible, no solo se centra en el gusto individual, la perspectiva de los demás es importante dentro del modelo, la conformación de diferentes actividades puede evocar nuevas afinidades en las comunidades, el abordaje de un tema común como la anatomía de insectos desde diferentes miradas puede incidir en el cambio de pensamiento de los demás.

Dado que las personas se encuentran en un espacio estimulante (teniendo en cuenta el modelo desarrollista), las clases se articulan al papel central y protagonista del alumno (que realiza diversidad de actividades), puesto que el docente se considera un facilitador y orientador, el estudiante tendrá la oportunidad de compartir y aprender de lo indagado, el docente debe corregir en los momentos pertinentes pero siempre desde una perspectiva crítica y abierta a las posibilidades, es una relación bidimensional en donde el docente no tiene la verdad absoluta y también puede aprender de la sed de conocimiento del educando (Porlán y Martín Toscano, 1991) . El papel del profesor es no directivo, coordina la dinámica general de la clase como líder social y afectivo, la interacción con el estudiante es más personal sin trasgredir la posición del estudiante, su labor es orientar y escuchar, estar abierto a las críticas y la posibilidad de modificar su enseñanza en sincronía con lo planteado por el modelo, la libertad de cátedra está en función de lo que se puede enseñar y del currículo oculto planteado en el modelo pedagógico conceptual.

### ***Enfoque Investigativo***

En concordancia con el modelo pedagógico desarrollista cuya bandera es aprender haciendo, la implementación de un enfoque cualitativo en el que converge lo teórico con lo práctico permitió dilucidar de forma más concreta los procesos y el desarrollo de esta propuesta. Asimismo, el enfoque cualitativo el cual determina que el participante en efecto no tendría únicamente la acción de receptor de la información, también contribuye al proceso de creación, se logra entender y percibir que el conocimiento es el resultado de experiencias que involucran tanto al sujeto como al objeto de estudio (Martinez M 2006 pg 129), se involucra a la comunidad dentro del proceso de observación como coinvestigadores en el proceso, recolección de datos (fotografías), interpretación (para que sirven las estructuras en los animales) desarrollo del proceso (creación de las esculturas) y finalmente un análisis evaluativo que recolecte la información suministrada a lo largo del ejercicio, en este caso las actividades post; a partir de esto, resulta sustentable establecer una forma adecuada de acercarse a la comunidad atendiendo a las necesidades primarias en términos de la visita al JBB, generalmente muchas personas asisten al Jardín con la finalidad de cambiar de entorno y poder participar de actividades ajenas a su cotidianidad, o simplemente por salir a distraer la mente del ajetreo diario y desde la perspectiva educativa del JBB se puede enseñar de formas que involucren a la comunidad.

## **Modelando Criaturas Fantásticas**

### **Primera Fase Instar Investigativo: Alrededor del Jardín De Humedales Del JJB**

#### **Antecedentes De La Práctica Pedagógica**

Dentro del desarrollo de la práctica II, la cual tuvo inicio a partir del día 8 de septiembre de 2019, se trabajó en la planificación de los procesos a seguir, así como la conformación de los

materiales para los talleres a desarrollar, se indagaron los espacios, los temarios y las rutas que se abordarían durante todo el procedimiento y se trabajó en el desarrollo del insumo académico para la práctica. El cronograma a seguir durante la implementación se divide en 4 sesiones a lo largo del mes de octubre, estas estuvieron contempladas durante los fines de semana y cuentan con actividades los días sábados y domingos, esto se debe a que los momentos de las actividades conllevan un nivel de trabajo bastante alto y se requería de todo el tiempo posible (anexo 1).

Ahora bien, contemplando los modelos pedagógicos mencionados en el marco teórico pedagógico, se toma la iniciativa de establecer las dinámicas senderistas del ejercicio docente, de modo que más que una clase se asemeje a un diálogo de saberes, un intercambio de ideas conocimientos y opiniones que permitiese construir un entramado de dinámicas que dieran cuenta del proceso de aprendizaje interactivo a partir de la construcción consensuada, aunque los bio-modelos se presentan en una etapa inicial de construcción, el estudiante tiene la libertad de proceder con las texturas como mejor le parezca. Durante la etapa de recorridos, se desarrollan momentos de diálogo en donde los visitantes muestran su conocimiento frente a los insectos tales como mitos y leyendas referentes al grupo de los odonatos, esto se define como “actividad pre”, un análisis cualitativo de cómo interpretan las personas su entorno y la relación con los macroinvertebrados, que si bien están presentes constantemente en la cotidianidad, en ocasiones pasan desapercibidos puesto que se resta importancia a su rol ecológico.

De igual forma y acorde con las dinámicas del JBB, se promueve un proceso posterior a la construcción de los organismos, una retroalimentación encaminada a conocer y comprender la opinión de las personas respecto a lo que han experimentado dentro de las actividades, pero lejos de quedarse únicamente en una opinión desde la comunidad resulta ser una verificación de la pertinencia de lo aplicado, se pretende estar en constante adaptación y evolución de los ejercicios

para consolidar una estrategia totipotencial que funcione ante todo concepto posible y poder asimilar, incorporar y corregir desde el punto de vista de los participantes, es la mejor manera de continuar mejorando.

### ***Contextualización Del “Jardín De Humedales”***

En un primer momento y como ejercicio autónomo se realizó la investigación de los organismos que se encontraban asociados al relicto de humedales ubicados en el jardín botánico de Bogotá, más específicamente la zona colindante con el monóptero y las oficinas de dirección general. Una vez identificados los organismos (productores y consumidores primarios) representativos y constantes dentro de los cuerpos, se realizó una indagación profunda en términos taxonómicos y morfológicos de estos individuos. Para garantizar que la información fuese pertinente y coherente, se pidió asesoría de los intérpretes ambientales que cuentan con un mayor conocimiento referente a las especies asociadas y sus relaciones con el medio en el que habitan.



Imagen 17: zona de estudio, relicto de humedal entre el monóptero y las oficinas de la subdirección, Jardín Botánico De Bogotá octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor).

### ***Pilares Teóricos***

El ejercicio referente a la teoría se abordó desde 3 temarios diferentes, el primero hizo alusión a la importancia de la preservación de los humedales, en el segundo momento se abordó el arte como medio de sensibilización y su relación con la biología (Bioarte), finalmente se abordaron los grupos de organismos asociados en el jardín de humedales desde su morfología, características importantes, relación con el medio y su reconocimiento como bioindicadores. El proceso teórico se trabajó en campo intentando cambiar las dinámicas expositivas y a modo de ruta ecológica para dar cuenta de la interacción con el jardín botánico y sus dinámicas senderistas, las cuales fueron fuente de contextualización y acción dentro de la practica I.

### ***Ruta “Del Agua a La Tierra”***

Teniendo en cuenta el enfoque del temario anteriormente descrito y haciendo uso de los instrumentos como el cuaderno de campo, se realizó una ruta de carácter identificativo en donde se mostraron los relictos de humedales del JBB. Los asistentes consignaron características de la zona, presencia de plantas y de animales que pudieron identificar con base en los materiales teóricos, el uso de cámaras fotográficas fue de vital importancia al igual que de lupas que permitieron la aproximación a características no identificables a simple vista, esto considerando el enfoque pedagógico de toda la propuesta en donde el visitante del JBB no solo es espectador sino también investigador.

### ***Identificación De Los Organismos***

Posterior a los recorridos donde se encuentran los organismos en la naturaleza, se hizo uso de las muestras de las que dispone el jardín botánico y se realizaron ejercicios de estereoscopia para

poder comprender de forma práctica algunas de las características más destacadas de las especies abordadas, seguidamente, por parejas se asignaron las especies a modelar.

### ***Modelado***

Haciendo uso de materiales y métodos no convencionales, se dio paso a los procesos de modelado de organismos a escalas superiores a los referentes biológicos, de forma personalizada se explicaron distintas técnicas y manipulación de los materiales para configurar el modelo lo más aproximado a la realidad como sea posible, la actividad se desarrolló como un ejercicio teórico-práctico en el que constantemente se habló de las características de esos organismos, su parecido morfológico con otras especies y la finalidad de sus adaptaciones.

### ***Espacio Reflexivo Evaluativo***

Una vez finalizado el proceso de modelado, se realizó una integración de los organismos contruidos en el ecosistema pertinente, dichos organismos no afectaron el ecosistema puesto que el material de recubrimiento no emite contaminación, a modo reflexivo y evaluativo se consultó sobre la pertinencia de todo el proceso, las fortalezas y debilidades de esta propuesta, finalmente se pidió a todas las personas evaluar el desempeño del docente en formación a cargo, su manejo de grupo y temática.

### ***Técnicas e Instrumentos Contemplados***

Para el desarrollo de la propuesta planteada, se usó material tecnológico el cual, permitió un mejor manejo de las temáticas en el ejercicio, de igual forma el manejo de fotografías como

fueron pieza fundamental en el desarrollo de las estrategias didácticas.

- El uso de cámaras fotográficas: consolidó una herramienta fundamental dentro del proceso de pilares teóricos, la sistematización y la pauta reflexiva.
- Uso de herramientas y materiales alternativos: la práctica giro en torno al modelado 3D y la disponibilidad de los materiales. La aplicación de materiales alternativos para la elaboración del modelo tridimensional, consolidó el enfoque innovador dentro de la propuesta, este cumplió con parámetros de trascendencia, conciencia ecológica y funcionalidad.
- Uso de material audiovisual: fue pieza clave para el desarrollo de la práctica, necesario para la creación de espacios estimulantes dentro del monóptero, espacio que se usó en los momentos teóricos y de prácticas estereoscópicas.

## **Resultados De La Práctica**

### **Sesión 1**

#### ***Primera Actividad, Ruta “Del Agua a La Tierra” y Taller Teórico Práctico “¿Qué Nada Bajo El Agua?”.***

Teniendo en cuenta el objetivo de las actividades realizadas y específicamente los temas principales contemplados como la modelización de la anatomía de los macro invertebrados acuáticos presentes en el relicto de humedal del Jardín Botánico de Bogotá, se planeó la ruta titulada “del agua a la tierra”, esta se realizó el día 05 de octubre de 2019, se trabajó con población flotante la cual es congregada en el punto de información “panel”, se da inicio al recorrido que contó con 20 personas y a lo largo de la visita a los espacios descritos a

continuación se fueron sumando más personas, se desarrolló el temario asociado al surgimiento de los humedales y se inicia en el ambiente del páramo del Jardín Botánico, con el propósito de explicar en primera instancia como surgen los ríos de montaña, se describe el origen de los páramos desde el levantamiento de las masas continentales y el surgimiento de las cordilleras de origen oceánico y de sus características principales como el tipo de roca y en la condición de alta montaña, la posible vegetación que se puede encontrar, se planteó la manera como el agua incide sobre los cuerpos montañosos y cómo moldea la topografía de la tierra por acción erosiva.

Posterior a esto, se hace la aclaración de los tipos de organismos se pueden encontrar en condiciones de alta montaña y su relación al medio acuático, se manejan a lo largo del primer escenario preguntas como ¿de dónde proviene el agua? y ¿cómo surgen las montañas? A lo que la población responde adecuadamente desde el conocimiento común y se realizan las aclaraciones pertinentes dentro de cada caso. La población realizó preguntas referentes a cómo el agua puede fracturar la roca o de qué manera se fija el agua al suelo, respuestas que se dieron oportunamente dentro del proceso, en concordancia con el flujo del agua, la actividad se dirige a la zona de cascada o zona de criptógamos en donde se abordaron temas referentes a la importancia de los ríos dentro de hábitats como lo son los bosques, se hizo énfasis en la humedad como factor fundamental en el desarrollo de múltiples ciclos de vida de organismos. En este punto se realizó una pregunta crucial que hace referencia a ¿cuál es el destino final de los ríos? A lo que los participantes respondieron que terminan siendo los océanos y mares, se aclara que también terminan en cuerpos de agua continentales como lagos y lagunas y que el flujo del agua continua, pero a nivel subterráneo por ende no presenta rebosamiento una vez conformado el cuerpo de agua.

Se dirige al grupo hacia el espacio del lago principal y se da lugar a la discusión referente a qué tipo de especies podemos encontrar en un lago y del impacto de estos sobre las condiciones climáticas de una zona, en este instante uno de los participantes realiza una construcción mental y expone un supuesto del por qué la lluvia resulta ser más abundante sobre la zona del Jardín Botánico y el parque Simón Bolívar, esto permitió entender más a fondo las dinámicas de los entornos asociados a los cuerpos de agua, se explica el proceso de eutrofización de los cuerpos acuáticos, de sedimentación y colmatación que da como resultado (a tiempo profundo) el surgimiento de un humedal al fragmentarse un cuerpo de agua como lo es un lago.

En el último punto del recorrido, se habla del surgimiento de los humedales en Bogotá, su importancia y de la problemática a la que se ven sometidos estos ecosistemas, se indica qué tipos de organismos se encuentran dentro de este espacio y sus relaciones dentro de la red trófica, se explica qué es una red trófica y su fragilidad, en este instante se hace la invitación a las personas a participar de una breve explicación sobre insectos acuáticos y la posibilidad de observarlos bajo un estereoscopio, el grupo desciende a 15 participantes pero aun así se mantiene el interés y la participación. Se da inicio a la presentación en la cual se abordan diversos temas como morfología, grupos taxonómicos, procedencias, ciclos de vida y alimentación, se da paso a la observación de los organismos bajo el estereoscopio, para entender las dimensiones y empapar un poco a las personas con el contexto científico biológico, se realiza la actividad de cierre con la que se busca recopilar qué tanto se interiorizó la información brindada y se hace la invitación a los talleres de modelización que se desarrollarán en las siguientes sesiones.

## ***Segunda Actividad, Taller Teórico Práctico “¿Qué Nada Bajo El Agua?” y “Crea Un Acuático En La Tierra”***

Durante este segundo momento de la sesión 1 realizada el día 06 de octubre de 2019, se pudo gestionar el espacio de auditorios y dicho taller se desarrolló en la sala 1, espacio que resultó ser propicio puesto que este lugar cuenta con infraestructura diseñada para material audiovisual, se dispusieron los estereoscopios en el fondo del recinto y adicionalmente se acomodaron mesas en la zona central del auditorio en donde se dispuso el material a trabajar.

Se realizó convocatoria el mismo día de la actividad en la zona de información “panel” y se captó la atención de 13 personas, con edades entre los 10 y los 45 años, esta población se caracterizó por tener presencia de grupos familiares completos, la actividad da inicio con el mismo conversatorio que se realizó el día anterior pero se estructura un ejercicio previo en el cual los asistentes debían escribir en una hoja lo que consideraban era un insecto y sus partes; finalizado esto, la presentación se remonta a entender qué es un insecto y que no, cómo identificarlos y entender qué tipo de organismos se pueden encontrar en los cuerpos de agua, se da la explicación de coreotopos<sup>4</sup> lo que resulta ser un concepto nuevo para muchas personas, se explica que cada parte de un río compone un hábitat para diversos animales y que dependiendo de ellos se presentan diferentes adaptaciones para poder habitarlos, se plantean los diferentes coreotopos y se les pregunta a las personas qué tipo de estructuras se podrían presentar en un macro invertebrado, las respuestas varían desde aletas hasta ventosas y tentáculos.

Se da paso a mostrar las características de los insectos acuáticos con enfoque en los organismos que se planean modelar, se dan las características de 8 macro invertebrados:

*coleoptera-ptilodactylidae, diptera-chironomidae, diptera- culex quinquefasciatus, efimera-*

---

<sup>4</sup> Habitud de características particulares asociados a los cuerpos de agua en donde se pueden encontrar organismos con adaptaciones particulares para vivir en dicho entorno, ejemplos: hojarasca, salpicaduras y musgos.

*heptageniidae, hemiptera, odonata, plecoptera y trichoptera-hydrobiosidae*. Para cada uno de estos organismos se explicó su morfología, su hábitos, su alimentación y su posible rol dentro de los cuerpos de agua, específicamente en los humedales, de igual manera se explica que es un indicador de calidad de agua y que representa la presencia de ciertos organismos en un cuerpo lotico o lentic; en los últimos minutos de la presentación se explica el tipo de visión que presentan algunos animales, esto con la finalidad de abrir la posibilidad de las futuras asistencias a los talleres de pintura puesto que se habla por primera vez de fluorescencia animal, se muestran algunos videos de estos insectos y de su comportamiento y se les permite a los asistentes observarlos bajo los estereoscopios, lo cual genera gran impacto en la mayoría de las personas.



Imagen 18: proceso de identificación la morfología de los organismos a modelar por parte de los visitantes haciendo uso de las muestras del JBB octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor)

En el espacio práctico de la actividad las personas escogieron a la criatura que querían trabajar, dichos organismos se entregaron pre elaborados en malla soldada de alambre y aluminio que daban la forma base para el proceso, cada uno de los insectos es abordado por 2 personas y en el transcurso de este proceso se sumaron otros participantes, lo que permitió que todos los insectos tuviesen intervención. Se observó la intención de trabajo en todos los asistentes al taller, durante la modelización 1 se hizo uso de música instrumental con el fin de hacer más

ameno el momento, las personas que asistieron a este taller estuvieron presentes 3 horas en la actividad.



Imagen 19 y 20: Proceso de construcción de los prototipos a gran escala, etapa 1 de creación, JBB octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor)

## **Análisis De La Sesión 1**

La sesión 1, se caracterizó por ser el primer trabajo con población flotante, se pudo observar las dinámicas de un grupo poblacional posiblemente no tan relacionado al mundo académico biológico y más enfocado al turismo, es importante resaltar que el Jardín Botánico de Bogotá está contemplado bajo las dinámicas de “planes fines de semana” y esto resulta tener dos características puntuales, los asistentes tienen la intención de salir de la rutina en aras de la búsqueda del conocimiento o de un espacio de ocio y reconocimiento de Bogotá desde el turismo. Los grupos familiares del día 05 de octubre, se mostraron activos en términos del conocimiento durante la ruta y el taller, las dificultades que se presentaron en el recorrido estuvieron asociadas a condiciones de ruidos externos pero en términos generales se procedió con normalidad, actividades como pre y post dentro de un recorrido deben ser replanteadas desde

las dinámicas de movilidad, puesto que resulta un poco complejo fomentar actividades como la escritura o el dibujo al aire libre en medio de los recorridos.

En cuanto a las actividades desarrolladas de presentación los días 05 y 06 de octubre se contó con el espacio de los auditorios lo que permitió un buen desarrollo de las mismas, se pudo observar que el uso de videos permitía captar la atención de las personas y facilitó la comprensión de los conceptos presentados. En cuanto al proceso práctico de modelización resultó ser un éxito en términos de integración familiar, puesto que se pudo observar la participación de todas las personas (grandes y chicos) en el transcurso de la misma, la actividad fue abordada desde dos perspectivas, la biológica científica, ya que algunas personas se remitían a los estereoscopios para entender cómo debían trabajar el material y la perspectiva artística debido al juego libre con los materiales.

En términos generales el desarrollo de la sesión 1 fue la prueba piloto que permitió identificar algunas falencias a la hora de brindar la información, dentro de estas se rectificó acciones como el manejo y tono de la voz, que en este primer momento no fue la adecuada pero que se pudo fortalecer en las siguientes sesiones, el uso de lenguaje científico fue otro aspecto que se corrigió, se procedió a explicar estos términos con analogías y de forma más contextualizada lo que permitió el entendimiento de algunos conceptos no tan comunes.

## **Sesión 2**

### ***Tercera y Cuarta Actividad: “Crea Un Acuático En La Tierra 2.0” “Las Particulares Características De Un Insecto”***

Durante el proceso de las actividades 3 y 4, se trabajó la morfología de los macro invertebrados acuáticos que inició con el taller previo, estas sesiones se trabajaron los días 12 y 13 de octubre de 2019 y se realizó la convocatoria en el punto de información “panel”, este taller

no incluyó recorrido previo, puesto que el proceso de la actividad requería de la mayor cantidad de tiempo disponible de los asistentes, se dieron a conocer en “panel” algunos de los organismos a trabajar, los cuales se presentaban en etapa 1 de construcción (base blanca) y se explicó la actividad. Se capta la atención de 17 personas al taller del día 12 y 12 personas para el día 13 se da inicio a la sesión 3 con una actividad previa donde se busca identificar si las personas conocen qué es y qué no es un insecto, se formula la pregunta “¿qué partes tiene un insecto?” se dan respuestas asociadas a los macro invertebrados (cabeza, antenas muchas patas, sin patas, garras etc.) pero se evidencia una clara confusión en términos de identificar un insecto, se procede con la presentación audiovisual de los organismos que se van a trabajar y se hace énfasis en la identificación de las características que determinan a un insecto, de esta manera se habla puntualmente de cada una de las estructuras y por qué estas se presentan en cada animal. Concluida la presentación, se permite que las personas observen a los organismos bajo el estereoscopio y en este punto se muestran algunas similitudes y se hace el refuerzo a partir de videos que muestran la cotidianidad de estos individuos.

Posterior a todo el entramado teórico, que relaciona las características y hábitos de los organismos con su interacción con los sistemas de humedales, se da paso a realizar la actividad post en la cual se pregunta ¿qué partes tienen los insectos?, el concepto cambió de manera significativa hasta el punto de respuestas como “*son organismos hexápodos que están compuestos por cabeza, tórax y abdomen*”. Una vez finalizado el post, se da inicio a la implementación práctica, para esto se preparó material textual a modo de instructivo denominado “guías de creación” las cuales son personalizadas con base en cada uno de los modelos macros y se fragmentó en 3 apartados: cabeza, tórax y abdomen. Se describe a detalle qué estructuras se encuentran en cada segmento y cómo realizarlas a partir del uso de porcelanicon y colbón, se

dan las recomendaciones de uso de las herramientas tales como repujadores y se realiza la asesoría y seguimiento a cada grupo de personas.



Imagen 21: etapa 2 de construcción de los bio-modelos, características de los rasgos mas predominantes octubre de 2019 JBB (fotografía por Daniel Corredor)

Durante la actividad 4 del día 13 de octubre, las actividades pre y post se encaminaron a la indagación acerca de lo que piensa la comunidad sobre el uso de estrategias alternas de enseñanza, las personas expresan su agrado al tipo de proceso que se está generando en términos de la modelización y expresan que crear cada parte de un animal les permite retener más fácilmente la información puesto que se centran en cada concepto a la hora de construirlo, es importante aclarar que el estudio es de índole cualitativo por ende se usa el dialogo y la experiencia personal de los participantes como método de estudio. Al concluir, se les realiza las invitaciones a los dos grupos a asistir a los talleres venideros que se enfocaron en los colores de los animales, los asistentes a los talleres se mostraron complacidos por el proceso desarrollado y agradecieron el tipo de conocimiento brindado haciendo sugerencias en términos de la continuidad de talleres de modelización.



Imagen 22 y 23: segunda parte del proceso de construcción, desarrollo de características puntuales a partir de muestras biológicas del JBB octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor)

## **Análisis de la sesión 2**

Durante la realización de toda la sesión 2, se tomó la determinación de no plantear rutas para estos momentos puesto que se tenía contemplado que el trabajo a realizar requeriría de más tiempo, esta parte de la propuesta determinó los pasos a modificar para futuras implementaciones. Se puede identificar, que el componente teórico es comprendido de una mejor manera si el lenguaje que se usa es aterrizado al tipo de población, en este caso funciona adecuadamente realizar analogías afines a la cotidianidad de las personas, por ende relacionar el cine y la televisión con aspectos biológicos permite que las personas retengan un poco las características presentadas, un ejemplo puntual fue la analogía presentada con los organismos del orden Odonata, los cuales inspiraron a los extraterrestres de las películas “alién” y “depredador”. El tipo de lenguaje no científico también permite que las personas sientan el momento más como una charla que como una clase magistral y se evidencia el cambio al ver una mayor participación

del público en el proceso, es importante recordar que los talleres se desarrollaron cada uno con poblaciones diferentes y esto también influye en las dinámicas de los procesos.

En términos del segundo momento de modelización, el uso de las guías ilustradas de creación (anexo 5) permitió que las personas observaran a detalle qué tipo de estructuras se podían encontrar en un insecto acuático, pero también fomentó la imaginación de las personas puesto que la imagen mostraba la forma y no la profundidad de los detalles, las personas expresaron ante esto que les resultaba un tanto difícil seguir las formas, para resolver este problema se les recordó que podían hacer uso de los estereoscopios, las personas manifestaron sentirse como en un laboratorio y intentando hacer una réplica de un animal desconocido, también manifestaron las personas adultas que la actividad les había evocado recuerdos de la infancia y relacionaban el proceso a las tareas de los colegios cuando debían elaborar maquetas en plastilina.

El segundo momento de la implementación, resultó ser bastante enriquecedor puesto que da luces de los aspectos a mejorar en términos de la enseñanza, las personas disfrutaron del proceso e indicaron que poder trabajar en una parte determinada de un animal les permite entender un poco más el concepto, es necesario fortalecer en términos del rigor de detalle las formas de las estructuras para no perder el enfoque biológico, transportar al participante a unas condiciones más académicas casi científicas genera un efecto bastante fuerte y permite que las personas se motiven, esto se puede notar en la emoción que manifiestan al ver por vez primera a través de un estereoscopio, práctica que se debería fomentar en los espacios y actividades que permitan este tipo de uso alternativo de herramientas.

### Sesión 3

#### *Actividad 5: Colores En Los Insectos “Mimetismo, Aposematismo y Camuflaje”*

Para el desarrollo de este taller, se realiza la convocatoria de personas el día 19 de Octubre de 2019 en el “panel” haciendo uso de los organismos en fase 2 de construcción para llamar a las personas, se hace presente un núcleo familiar de 4 personas únicamente y se trabaja con ellos este proceso; se da inicio a la explicación teórica referente al color en los insectos haciendo énfasis en características particulares como aposematismo, mimetismo, camuflaje y de igual forma a características únicas como iridiscencia y cambio de color. Debido a la poca confluencia de personas, se da paso rápidamente la actividad de observación de los insectos bajo el estereoscopio y se inicia el taller de pintura, se otorga un organismo por persona y durante el proceso se unen dos participantes más a esta labor. Se entregan pinturas a base de agua y se explican técnicas que faciliten la textura y características de los animales, durante el proceso los asistentes relacionan los colores con el posible fondo o lecho de un humedal y mantienen los patrones de color en la elaboración de la primera capa de pintura.



Imagen 24: proceso de pintado de los organismos a partir de sus adaptaciones colorimétricas al entorno que habitan octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor)

### ***Actividad 6: “Lo Que Tus Ojos No Ven: Fluorescencias, Fosforescencias y Bioluminiscencias”***

Para la actividad realizada el día 20 de Octubre de 2019, se presentó un inconveniente asociado a la disponibilidad de personas por el “picnic literario” evento que tuvo lugar ese día, la asistencia de la población al jardín para esta fecha estaba enfocada a la exploración de los escenarios en el JBB, lo que conllevó a la fusión de los talleres “maravillas bajo el agua” a cargo de la practicante Marcela Quintero de la Universidad Pedagógica Nacional y del taller que se tenía pensado en función de los colores no perceptibles en los animales que se venían trabajando. De la articulación de estos dos talleres surgió una ruta inicial que comprendía la suma entre la ruta “del agua a la tierra” y “gremio trófico filtrador”, se convoca a la población en el “panel” haciendo uso de los organismos modelados y asisten a la ruta 27 personas. Es imperante resaltar que durante el recorrido se sumaron más personas conformando un grupo de cerca de 40 individuos, pero no se tuvo registro de estos puesto que no se tenían plenamente identificados quiénes se habían integrado en el proceso, el recorrido se hace de forma conjunta con la practicante Marcela y a medida que se avanza en las explicaciones, se hace uso de los organismos modelados para explicar parte de los gremios tróficos.

El recorrido tiene la misma orientación que el primero al inicio de la implementación de práctica y finaliza en el relicto de humedal del Jardín, se hace la invitación a la continuación del taller teórico práctico en el monóptero y a este asisten 18 personas. El taller inicia con una actividad pre, en donde se pregunta ¿qué es un insecto? Y se prosigue con la presentación de gremios tróficos y “maravillas bajo el agua”, que se enfoca en el gremio filtrador y su importancia ecosistémica dentro de los cuerpos de agua, se da paso para la observación de algunos organismos bajo los estereoscopios en donde las personas pudieron identificar algunas

estructuras que les permiten a los organismos no solo filtrar el alimento sino también generar desplazamientos e interpretar su entorno.

Finalizado esto, el turno es para la implementación del taller “lo que tus ojos no ven” que se inicia dando una breve explicación del color en los insectos y se complementa con un rápido vistazo a los términos de mimetismo, aposematismo y camuflaje, una vez definidos estos términos se da la explicación referente a la fluorescencia como el fenómeno de algunos colores que generan vibraciones de alto nivel y reflejan las tonalidades bajo un color mucho más intenso, este fenómeno se presenta esencialmente bajo luz UV y a partir de esto, se explica por qué los escorpiones y otros organismos presentan un brillo no emanante bajo luz normal, de igual forma se explica el proceso de fosforescencia como la capacidad de retener la radiación lumínica y liberarla en condiciones de baja luminosidad y finalmente se explica la bioluminiscencia como la capacidad química de algunos organismos para producir luz.

Finalmente, se realiza la actividad post que mostró de forma satisfactoria un notorio cambio en la perspectiva de qué es un insecto, se da lugar el taller de pintura y se divide en dos, se terminan de pintar los organismos que no se trabajaron en la sesión anterior y se da inicio a la pintura fluorescente, este ejercicio pretendía que las personas comprendieran el mundo animal desde otra perspectiva como la visión de los insectos, durante el trabajo se usó luz UV para mostrarle a las personas cuál era el efecto de este tipo de pinturas, las cuales, no presentaban mayor relevancia bajo la luz normal, pero si expresaban un gran brillo bajo la luz negra.

El ejercicio tuvo un gran impacto puesto que la fusión de los dos talleres se inició sobre la 1:00 pm de este día y se extendió hasta las 4:30 pm, las personas que asistieron mostraron una gran satisfacción por el proceso y expresaron la imperante necesidad de repetir espacios de características educativas similares, ya que es un análisis cualitativo, se toma como valoración

los comentarios pre y post desarrollados por las personas y su medición radica en la permanecía del publico ante dicha actividad.



Imagen 25: proceso final de construcción, aplicación de tintes ultravioleta con la finalidad de ilustrar la percepción de los insectos en su entorno, octubre de 2019 (fotografía por Daniel Corredor)

### **Análisis De La Sesión 3**

El proceso de la sesión 3 fue el momento culmen de la práctica, durante este, se trabajó todo el temario afín con colores en los insectos, el trabajo se vio desarrollado en completa normalidad. El recorrido taller resultó ser un éxito en confluencia de personas y la articulación de los dos trabajos configuró una puesta en escena bastante enriquecedora que culminó en la satisfacción completa de un trabajo bien realizado; los asistentes al recorrido se quedaron a los talleres teórico prácticos lo que ocasionó otro tipo de inconveniente como el espacio reducido del monóptero que no permitió el ingreso de más de 20 personas y generó inconformidad en aquellos que no lograron ingresar.

El uso de los organismos como forma de explicar biología fue de enorme utilidad en las actividades desarrolladas por la practicante Marcela Quintero, posteriormente trabajar con

materiales comunes que las personas poseen, pero que no saben que presentan características particulares como fluorescencia generó un gran impacto en la población que expresó su entusiasmo ante tales fenómenos. Para terminar, las personas asistentes al taller pidieron que se les comunicara las fechas de más actividades que se desarrollaran de esta índole y sugirieron que se abrieran cursos continuos enfocados al descubrimiento de la fauna y flora local desde las prácticas artísticas. Un momento a resaltar de la finalización del proceso de practica pedagógica se da en el cierre y la sustentación de los procesos el cual coincide con el encuentro anual de representantes de los jardines botánicos de Colombia quienes participaron de la sustentación de los biomodelos, se reciben sugerencias y comentarios favorables referente al diseño y el potencial de las esculturas gigantes de los insectos.

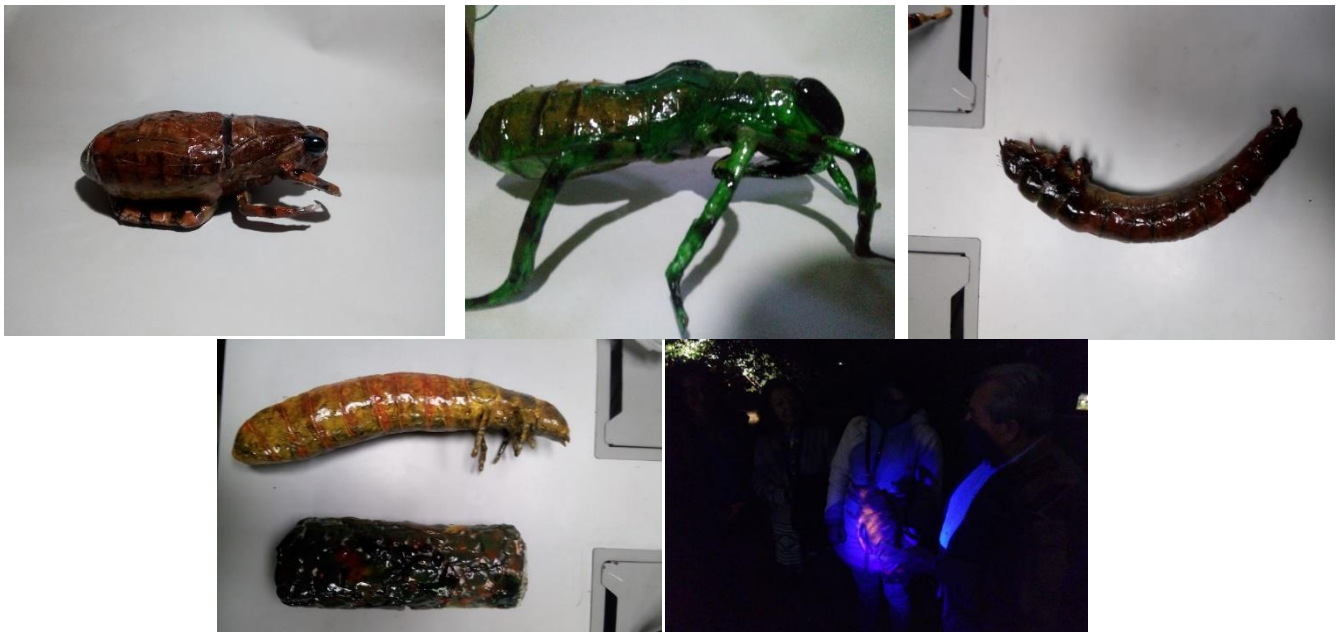


Imagen 26-30: algunos de los bio-modelos finalizados y la muestra a los representantes de jardines botánicos de Colombia octubre de 2019 JBB (fotografías por Daniel Corredor)

## **Espacio reflexivo de la fase 1**

Es de vital importancia mencionar, que el trabajo desarrollado durante la practica 1 y 2 se llevó a cabo antes del inicio de la actual situación de pandemia, gracias a esto, el proceso mantuvo un aforo máximo y se pudieron llevar a cabo actividades dentro de entornos tanto abiertos como cerrados, en estos últimos se podían realizar actividades afines con la experimentación y con experiencias audiovisuales que facilitarían la comprensión de los temarios dentro del proceso. El contraste entre los dos momentos es evidente, tanto en el número de participantes como también la disposición y actitud de las personas, durante el 2019 se analizó la pertinencia de las actividades, los diseños de los bio-modelos y se establecieron nuevas rutas, parámetros y materiales para facilitar la construcción.

Lejos de considerar el resultado físico el único objetivo del trabajo, la experiencia de las personas y el análisis de la comprensión en sí del proceso, resulta ser el verdadero resultado tanto de la practica como del trabajo de grado, durante todo el proceso las personas interactuaron constantemente con el docente dando a conocer sus conocimientos y dudas referente a los organismos presentados, la respuesta a las inquietudes se dio a conocer a medida que el taller avanzaba, pero sin lugar a duda los momentos más especiales del proceso fueron aquellos en los que las personas daban respuesta a sus preguntas mediante el uso del material suministrado, las personas comprendían la importancia de los insectos a partir de su experiencia constructiva y conceptos como “bichos” o “plagas” se iban olvidando a medida que las figuras cobraban forma. El concepto humedal dejó de ser sinónimo de delincuencia o botadero y pasó a ser visto por las personas como un lugar de diversidad biológica fuertemente correlacionado con la cotidianidad capitalina, dentro de los aportes finales de la comunidad se encontró que las personas posteriormente al taller relacionaban la presencia de algunos animales con la salud del

ecosistema en donde llamó mucho la atención que el participante asociaba a las libélulas con bienestar ecológico dentro del contexto de los humedales.

## **Fase 2: Proyecto En Estado Náyade**

### **Resultados Implementación Trabajo De Grado**

Recopilando la información tanto experiencial como teórica del uso de los bio-modelos en la enseñanza de la biología en entornos de enseñanza no convencionales, se establece el cronograma de desarrollo de trabajo de grado, a continuación, se presenta el itinerario que se estableció para tal efecto (anexo 2).

### ***Sesión 0: Identificación y Contextualización De Los Espacios y Dinámicas Del Jardín Post Pandemia***

Durante el proceso de implementación del trabajo de grado. uno de los grandes retos que se afrontó fue la actual situación de pandemia, esta afectó de forma contundente los procesos normales y el funcionamiento del Jardín Botánico, en el momento de la contextualización de las zonas y espacios para el desarrollo de los procesos que hacían parte de esta fase, dos grandes acontecimientos marcaron las dinámicas las cuales fueron llevadas a cabo el día 7 de junio de 2021. La primera, hace alusión al estado de emergencia el cual limitó y restringió el uso de lugares cerrados para el desarrollo de actividades, en cuanto a esto no se podía hacer uso de material de apoyo audiovisual, también se contempló el aforo a los recorridos en el cual el máximo permitido era de 20 personas; adicionalmente, el Tropicario se pensó como una de las atracciones que llamaría aún más la atención del público y causaría eventualmente que las personas se viesen más interesadas por este que por los talleres alternativos.

Por otro lado, el deterioro de ciertos lugares en donde se esperaba desarrollar la observación de los macroinvertebrados, como el relicto de humedal ,fue completamente drenado

por falta de mantenimiento y los organismos que allí habitaban desaparecieron, por esta razón la ruta y las estaciones de avistamiento fueron modificadas; en el proceso de identificación se encontraron dos relictos que cumplían con las condiciones de vida para albergar a las dos especies centrales del estudio, estos lugares son la poceta central de la “huerta urbana” y el relicto de humedal cerca a los observatorios de subpáramo.



Imágenes 31-33: proceso de identificación de los lugares para el desarrollo del trabajo y las rutas a contemplar, junio 07 de 2021 JBB (fotografías por Xiomara Gaitán)

Una vez Identificado esto, se establece la ruta referente a las especies, la comprensión de su historia evolutiva y su rol ecológico en el entorno, dicha ruta tiene una duración aproximada de 45 minutos en donde se pretende que los participantes interactúen tanto con la naturaleza como con el primer biomodelo desarrollado por el docente a cargo, la ruta se muestra a continuación:



imagen 34: plano esquemático del JBB mostrando la ruta más adecuada para el desarrollo del trabajo (tomada de <https://www.jbb.gov.co/> )

En la imagen anterior, se muestran 5 estaciones de recorrido en donde se trató una temática particular dentro del marco del trabajo, se establece el orden de la ruta acorde a los intereses pedagógicos de la siguiente manera:

**Estación 1.** en este primer momento, se lleva a cabo un pequeño recorrido histórico del proceso evolutivo de las especies.

**Estación 2.** se aborda la relación de las características morfológicas de *R. marchali* e *hydrobiosidae* con el entorno.

**Estación 3.** en esta etapa se abordan temas asociados con el hábitat, su rol ecológico y la importancia de preservar los humedales.

**Estación 4.** se aborda el ciclo de vida, amenaza y preocupaciones de las especies en entornos antrópicos.

**Estación 5.** en esta última, se desarrolla la experiencia práctica con los participantes del recorrido, el tiempo de permanencia en este último momento es de carácter libre.

Ahora bien, los bio-modelos a trabajar están basados en la morfología de una libélula adulta del género *Rhionaeschna* y dos organismos de la familia *hydrobiosidae* tanto en estado adulto como en estadio inmaduro, estos modelos se desarrollaron en alambre a partir de modelos esquemáticos con dimensiones de escala afines a la biota del periodo carbonífero superior, el desarrollo de estas estructuras se trabajó de forma autónoma puesto que la construcción de los mismos conllevó un tiempo aproximado de 1 mes con una intensidad de trabajo diario de 3 horas, en donde se manipularon elementos de soldadura.

Es importante mencionar, que en cada una de las estaciones mencionadas se recurre a la realización de preguntas a los participantes respecto a lo que van observando y a las diferentes temáticas que se van abordando durante el recorrido. lo anterior permite reconocer los

conocimiento que ellos tienen y la manera como estos se pueden profundizar, generando posiblemente de esta manera un aprendizaje significativo.

### ***Esqueleto Metálico***

El proceso de construcción de los bio-modelos, desde la estructura metálica consta de varios factores que buscan aproximarse lo más posible a la realidad de la morfología de los insectos, por ende, la identificación de los organismos, el registro fotográfico y la toma de medidas resulta ser de vital importancia para el procedimiento, a continuación, se explica a detalle el proceso de elaboración de los bio-modelos en su primera etapa:

### ***Calculando Medidas***

En este primer momento, se toma el organismo de estudio y se mide para desarrollar la escala más adecuada, en este caso la escala no solo busca hacer más fácil la comprensión de las características de la especie de estudio, sino que se hace el comparativo con un organismo de referencia prehistórico, se escala la libélula *R. marchali* acorde al tamaño de meganeura quien en su momento alcanzaba 1 metro de longitud entre el prementum hasta las lamelas caudales, se toma la distancia total de meganeura y se divide en el tamaño del organismo, de esta manera se indica que de los 14 cm que mide la imagen cada uno representa en la escala 7.5 cm. A hora bien, para facilitar la aproximación se dibuja una cuadrícula sobre el papel de 1 cm x 1 cm, sobre el tablero se establece de 7.5 cm x 7.5 cm y se procede a dibujar solo la silueta del animal.

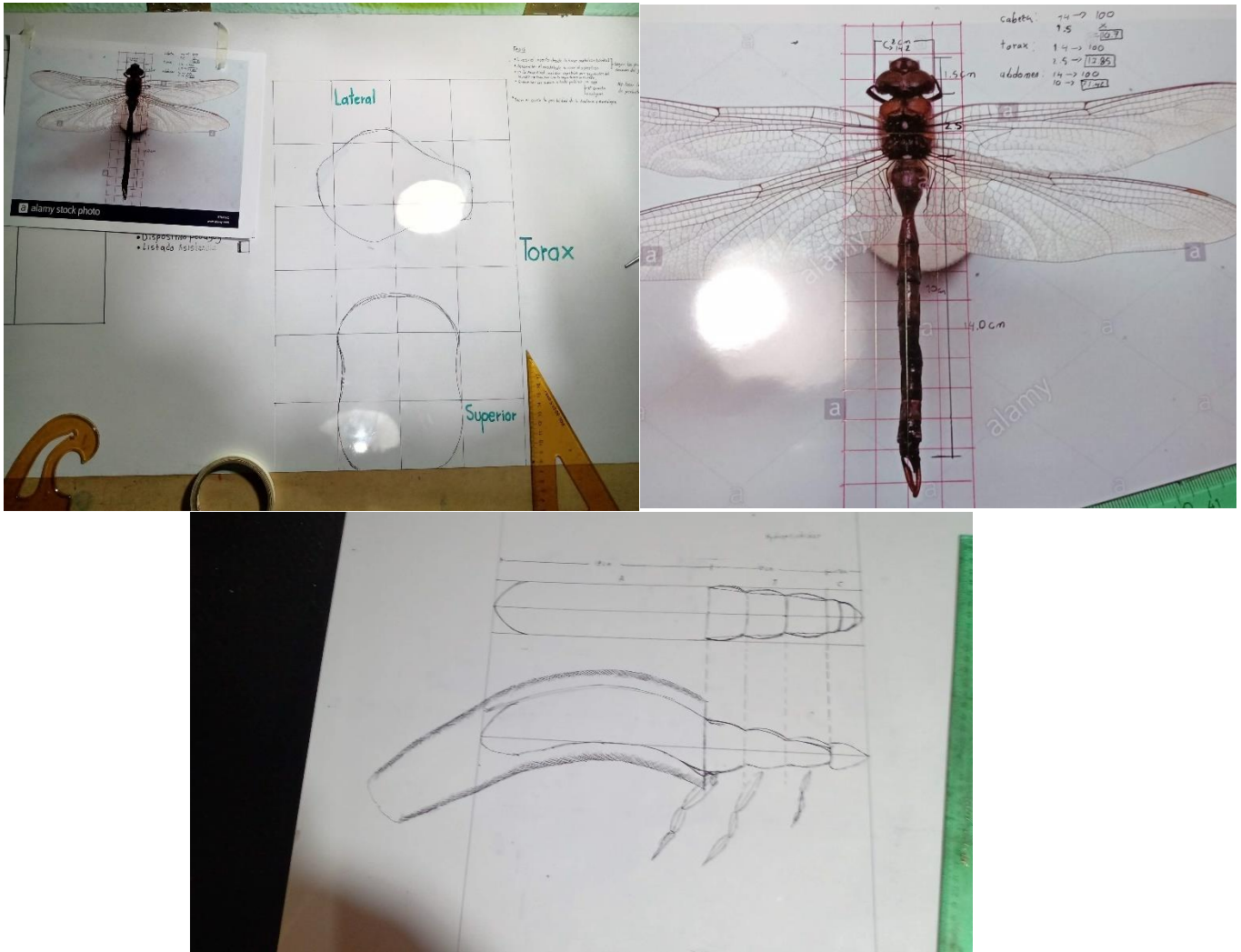


Imagen 35-37: proceso del escalado de la libélula, por dinámicas de pandemia la imagen es tomada de internet e impresa para el proceso en papel fotográfico mayo de 2021 (fotografía del escalado tomada por Daniel Corredor).

### ***Del 2D Al 3D***

Posterior al proceso de escalado, se debe dar inicio a la construcción de los planos corporales, para esto se usan las dos vistas del organismo, (superior y lateral) y con ayuda de alambre dulce calibre 18 se repite la figura que se encuentra en el plano, para ejemplificar, se toman las dos

vistas del tórax de la libélula, se replica la forma con el alambre y cuando esto se tiene, se cruzan las figuras para conformar la estructura en 3 dimensiones, con ayuda del cautín y la soldadura (estaño en hilo).

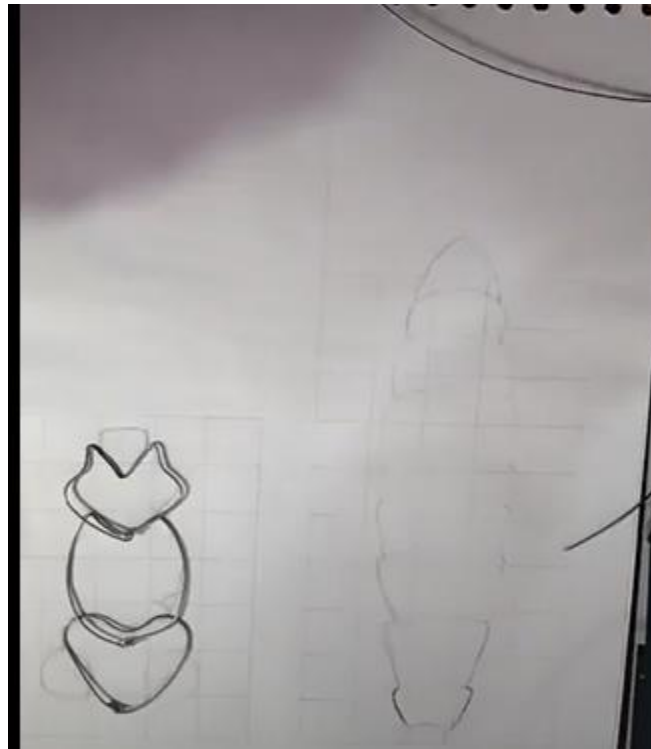


Imagen 38: Construcción del modelo 3D a partir del plano de la vista superior de la frigenia en estado adulto mayo de 2021 (fotografía por Daniel corredor).

### ***Volumen Sin Textura***

Una vez cruzadas las estructuras, se procede a darle resistencia y volumen, para esto se emplea el alambre formando círculos y soldando los cuatro puntos de unión alrededor del modelo 3D inicial, los aros que se establecen llevan una distancia estratégica entre sí, puesto que al quedar perfectamente alineados (en el caso del tórax) permite que se puedan colocar posteriormente las extremidades del organismo y estas queden perfectamente alineadas. Después de colocar los aros se instalan 4 líneas de alambre entre eje y eje para dar mayor resistencia y

forma a la estructura, lo que se busca es reducir al máximo los bordes rectos o planos para evitar que al finalizar el diseño parezca una pieza mecánica.

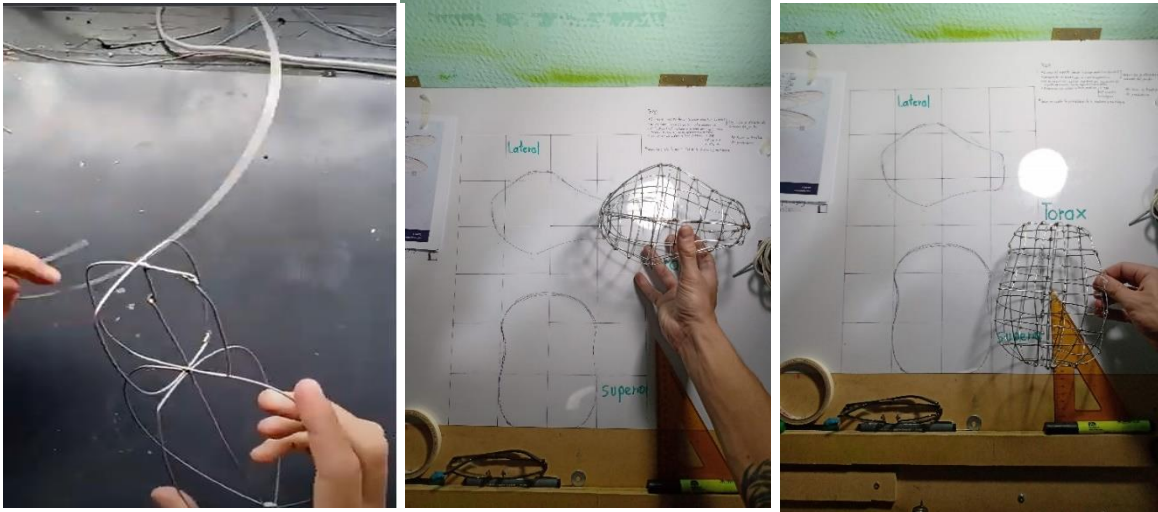


Imagen 39-41: vista lateral y superior del modelo 3D del tórax de la libélula y la frigenia, en la imagen se observan las guías y el resultado del cruce de los dos ejes, junio de 2021 (fotografía por Daniel Corredor).

### ***Enmallado***

Una vez completadas las formas, se procede a colocar una malla sobre la estructura base de alambre, esta malla tiene como función dar resistencia al resultado final y sostener las capas de porcelanicon, la malla debe ser de preferencia metálica la cual se solda, la malla debe quedar perfectamente templada puesto que el porcelanicon en las primeras capas tiende a encogerse cuando se está secando y se fisura durante este proceso, la malla obliga al porcelanicon a quedarse en su lugar y reduce significativamente la aparición de grietas en el biomodelo.

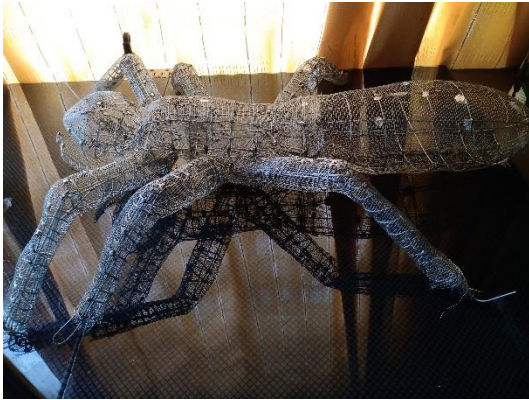


Imagen 42 y 43: resultado final del proceso de enmallado, ninfa y adulto de libélula junio de 2021 (fotografía por Daniel Corredor).

### **“Criaturas Fantásticas y Como Crearlas”**

Previo a todo el proceso de implementación, se desarrolló la construcción por cuenta del docente de la náyade de *R. marchali* siguiendo el paso a paso anteriormente mencionado, esto se hizo por dos razones, la primera identificar las fortalezas y debilidades en la construcción de los bio-modelos al máximo nivel de detalle posible; y segundo, se procede bajo las dinámicas de pandemia dado que al no saber si se podría llevar a cabo el proceso de forma presencial, se optó por elaborar material audiovisual (ver anexo 3 ) que diera cuenta del proceder de las esculturas, el ejercicio constó de aproximadamente 312 horas en intensidades de trabajo de 3 horas diarias, lo que se traduce en 52 días de trabajo. En las capas de detalle morfológico, se hizo uso de colecciones biológicas tanto de la náyade como del adulto y haciendo uso de un capilógrafo se pudo observar los detalles para la aproximación de las texturas y caracteres del organismo. El proceso de pintado se desarrolla con técnicas de aerografía, aplicando capas de colores de claros a oscuros.



Imagen 44-53: proceso consecutivo de construcción de la náyade de *R. marchali* julio de 2020 (fotografías tomadas por Daniel Corredor )

### ***Aspectos Teóricos Dentro De Las Sesiones 1,2 y 3***

El desarrollo de la sesiones se implementaron los días sábado 3 de julio, domingo 26 de septiembre, domingo 3 y 10 de octubre de 2021, las fechas fueron modificadas por razones asociadas a las dinámicas producto del estallido social que presentaba Bogotá en dicho momento, lo que conllevó a que en el mes de julio las actividades académicas se suspendieran incluyendo trabajos de grado, todos los procesos dieron inicio a las 10:30 am, puesto que para poder realizar observación de insectos la hora media de la mañana es ideal por condiciones de temperatura y humedad, los recorridos se hicieron con un aforo máximo de 20 personas. En el primer día, el Jardín Botánico contaba con la actividad “mercado campesino” en búsqueda de la reactivación económica del sector agropecuario, se da inicio a los recorridos con una pequeña presentación en donde se indican las dinámicas de las actividades.



Imagen 54-57: evidencias de la primera implementación en el JBB se pide autorización a los participantes para el uso de las fotografías con fines académicos, 19 de septiembre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor)

En la primera estación, se procede a hablar de la vida en la tierra hace 300 millones de años, se explican las características de los insectos y la razón de sus descomunales tamaños que presentaban en aquel entonces. Una de las estrategias usadas tanto para llamar la atención como para explicar las características de los macroinvertebrados, fue tener en campo la escultura de la ninfa de la libélula, una recreación de una Anizoptera de 60 cm de larga con características detalladas, a medida que se realizaba el recorrido surgieron preguntas asociadas a las características de estos animales, un ejemplo lo dio una niña que preguntó ¿Por qué se encogieron los insectos? Se responde acorde a las características del ambiente de dicho momento, haciendo énfasis en la cantidad de oxígeno disponible en la tierra para ese entonces,

de igual forma se indica que los insectos reducen su tamaño puesto que las condiciones climatológicas, la radiación, la disponibilidad de oxígeno y alimento se redujeron luego de la extinción masiva del carbonífero tal como lo afirma M<sup>a</sup> Domínguez en su artículo las *libélulas cazadoras del aire*.

El recorrido continuó con el itinerario, en la segunda estación se explicó la adaptación de los organismos a su entorno, se habló de las características morfológicas, el desplazamiento, la respiración y las estructuras sensoriales de estos organismos, en cuanto a ello se presentan preguntas asociadas a la vista de las libélulas en donde se procede a explicar de forma clara y concreta el tipo de visión, de los ojos compuestos de estos organismos, se explica cómo la libélula se constituye como uno de los máximos depredadores en el mundo y cómo las frigenias tienen un rol importante en los ciclos biogeoquímicos y en la polinización de muchas plantas; de igual forma, se explica cómo estos insectos han dado inspiración tanto a cineastas como a científicos, dentro de los ejemplos que se mencionan se habla del debut de las libélulas en el cine dando vida a los extraterrestres “alién” y “depredador” y cómo las frigenias en su estadio inmaduro son usadas como ornamentadores naturales en la fabricación de piezas de oro como collares y aretes.





Imagen 58-61: evidencias de la segunda implementación en el JBB se pide autorización a los participantes para el uso de las fotografías con fines académicos, 26 de septiembre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor)

En la estación 3, se habló de la importancia de estos organismos en el ecosistema, su función y las amenazas que afrontan, es imperante resaltar que el 90% de las personas nunca habían visto la náyade de una libélula dado que su origen es acuático, en cuanto a esto se explica que la importancia de ella radica en el control biológico que ejerce sobre otros organismos como los zancudos, se explica que la contaminación de los humedales y los cuerpos de agua afectan a las libélulas puesto que las condiciones ecológicas que requieren para poder sobrevivir son muy específicas y la modificación química del agua producto de la contaminación, hace que estas larvas no proliferen en los entornos acuáticos. Los zancudos por otro lado, toleran rangos de contaminación mucho mayor y esto es lo que ocasiona que la población de mosquitos se salga de control en determinadas épocas del año. En cuanto a las fringenias, su rol está más enfocado al detritivorismo al consumir material orgánico en los cuerpos de agua y facilitar la incorporación de los materiales a los ciclos biogeoquímicos, de igual forma en estado adulto estos insectos se alimentan de polen lo que también influye en la polinización de muchas plantas.



Imagen 62-66: evidencias de la tercera implementación en el JBB se pide autorización a los participantes para el uso de las fotografías con fines académicos, 3 de octubre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor)

En la cuarta estación, se da paso a una síntesis de todo el proceso. El ambiente escogido para el último momento, es un pequeño estanque de agua en la zona céntrica de la “huerta urbana” el cual resulta ser un micro ecosistema perfectamente estable en términos de redes tróficas, se

encuentran en el peces, anfibios, insectos, aves y plantas, las cuales se mantienen inusualmente estables dentro de este nicho en miniatura; en este lugar se llevó a cabo, la observación de libélulas y frigenias en los estadios de vida correspondientes, se podía observar a las larvas en ambiente acuático y en el caso de las libélulas se encontraron las mudas resultantes del cambio de ciclo, lo que permitió explicar la metamorfosis; de igual forma, se registraron diferentes especies de odonatos asociados a este entorno e incluso se podían observar procesos de depredación de anfibios, allí surgieron preguntas referentes a la metamorfosis y a los procesos de reproducción de las libélulas. En este punto, se da cierre a la actividad de recorrido guiado, los grupos por lo general se fragmentaban en este momento puesto que muchos de los participantes a los recorridos también tenían la intención de ingresar al tropicario, por ende, la población con la cual se trabajó la parte práctica durante cada una de las sesiones, contemplaba aproximadamente 10 personas.

En el quinto momento, se llevó a cabo el proceso práctico, en este se presentaron las estructuras, en la primera sesión se aplicó la primera capa de porcelanicon de aproximadamente 4 mm de espesor, los materiales usados fueron suministrados por el docente a cargo y se dio indicaciones del correcto uso de los recursos, para las siguientes sesiones se usaron fichas de construcción (ver anexo 5) para cada organismo, las cuales especificaban las formas, metodología y una breve descripción del proceso a tener en cuenta, el taller llamó la atención incluso de personas que no participaron en el recorrido a quienes también se les permitió participar, la actividad fue gratamente recibida por la población en general, se les solicitó realizar en pequeños rectángulos de cartulina un breve comentario referente al proceso. A continuación, se muestran algunos de estos mensajes:

*“Es increíble, existe dominio del tema en lo conversado me queda claro que es la mejor manera de aprender biología esculpiendo insectos. Genera un plus increíble que es el de la paciencia y aún más si se mezcla con el entorno como lo es un jardín, aprendí mucho sobre insectos, especies distintas y lo más importante lo mucho que debemos cuidarlos, felicitaciones por el gran trabajo, es una manera muy interesante e interactiva de implementar educación con diversión”*

*“Aprendí muchas cosas que me ayudaron a entender por qué las libélulas son importantes para todo ser humano” (profe de español)*

*“Me gustó muchísimo los datos entregados eran super interesantes y los datos de relacionarlo con el cine, también son interesantes los insectos”*

*“Me pareció un taller muy interesante, me gustó mucho y siento que debe ser apoyado, fue chévere trabajar en el modelo y que en el proceso se aprendieran de los insectos, algo de lo que no tenía mucho conocimiento”*

*“Me gustó mucho el trabajo realizado ya que aprendimos mucho sobre los diferentes insectos, el beneficio que nos ofrecen y como es su proceso de nacimiento a medida del tiempo, el poder realizar su estructura física fue un momento muy constructivo que pude compartir con mi familia y me gustaría poder seguir disfrutando de estos proyectos tan interesantes, APOYENLO”*



Imagen 67-70: evidencias de la cuarta implementación en el JBB se pide autorización a los participantes para el uso de las fotografías con fines académicos, 10 de octubre de 2021 (fotografía por Daniel Corredor)

### **Fase 3: tercer instar, proyecto en estado adulto**

En términos del trabajo realizado, la población flotante de los fines de semana se caracteriza por tener una gran confluencia de grupos familiares, cuya intención está encaminada a la recreación y esto resulta ser tanto benéfico como perjudicial a la hora de implementar talleres de características académicas, aunque algunas personas asisten para aprender sobre su contexto, también se presentan personas que quieren salir de la cotidianidad y remitirse a un entorno “natural” que les permita descansar del ajetreo capitalino, sin embargo esta condición permite que se encuentren con recorridos, exposiciones y espacios en los que además de recrearse pueden aprender y concebirse como parte de la naturaleza y del entorno que comparten con otros seres.

Entre los mismos grupos familiares, se encuentran estudiantes que buscan elaborar trabajos diseñados por los docentes de sus colegios, esta dinámica muestra también un claro ejemplo de la falta de contexto de algunos docentes a la hora de diseñar sus clases, puesto que algunos trabajos están fuera de los contenidos del jardín y preguntas recurrentes como ¿Cuántas mariposas tiene el mariposario? Dejan ver dicha particularidad; por tal razón, es emergente que el Jardín Botánico extienda mucho más la información acerca de sus colecciones, para que así la población escolar y en general tenga claridad de lo que este escenario en cuanto a educación puede ofrecer.

Teniendo en cuenta lo anterior, el trabajo de modelización tiene el potencial requerido para poder acercarse a la comunidad desde un contexto artístico sin dejar de lado el rigor científico, pero trabajar con poblaciones diferentes en cada sesión dificultó la posibilidad de realizar un seguimiento al grupo y no se logró identificar a ciencia cierta si se apropió el conocimiento más allá de un entendimiento inmediato de la información. El ejercicio se puede desarrollar con una población constante que pueda dar cuenta del potencial de la modelización, pero en términos generales poder configurar este espacio constituye la posibilidad de trabajar con grupos familiares y fomentar el respeto y cuidado por la naturaleza, así como también promover la creatividad de los participantes. Durante todo el proceso se observó, que en ningún momento los niños que trabajaron en esto hicieron uso de sus celulares lo que permite reducir de forma significativa la dependencia a las redes sociales durante un periodo de tiempo determinado.

El trabajo, debió ser modificado en cuanto a los temarios y los materiales por sesión al igual que las actividades, esto se debe a las dinámicas de los fines de semana y al interés de la población flotante, se propusieron en un primer momento talleres de continuidad pero no fue posible implementarlos puesto que la posibilidad de que una población asista constantemente al

jardín dificultó el desarrollo de esta ejercicio, por ende el uso de cuaderno de campo y los test de las IM no fueron desarrollados. De igual forma, una de las dificultades más grandes en términos de la sistematización de la experiencia radica en la fabricación de productos “pre” y “post” que den cuenta de la comprensión de las actividades las cuales no superaron las 3 horas de desarrollo.

Se puede ser más riguroso en cuanto a las características de los organismos

### **Conclusiones**

Durante la experiencia de practica I y II, se pudo fortalecer el proceso de inmersión al contexto laboral del campo docente, se reconocieron las dinámicas que se deben afrontar a la hora de realizar un proceso satisfactorio en términos de la educación constructiva, en aras de promover el respeto y el cuidado por la naturaleza, en este proceso se pudieron reconocer los espacios no convencionales de enseñanza que ofrecen distintas entidades dentro del contexto capitalino como lo es el Jardín Botánico de Bogotá y se pudo establecer el tipo de dinámicas y características del ejercicio docente que se acomodan a los gustos tanto personales como comunitarios.

El uso de las estrategias alternativas de enseñanza, permitió entender la complejidad de establecer procesos de enseñanza que garanticen el aprendizaje en la población y otorgó perspectivas que facilitaron la configuración de los procesos en torno a las situaciones que se iban presentando a medida que los talleres se planteaban; en términos más concretos, el desarrollo de la evaluación fue el único inconveniente real que presentó la práctica, ya que el tipo de población escogida no permitía un seguimiento constante del proceso de creación conceptual, por ende es necesario pensar la pertinencia del trabajo con un grupo cuya asistencia sea constante.

Atendiendo a los objetivos planteados en el presente trabajo de grado, la modelización constituye la posibilidad de motivar la interacción de las personas con los contextos biológicos de su entorno sin incurrir en la cátedra magistral la cual, puede llegar a ser percibida como un componente ajeno a la cotidianidad de las personas, pero al ser planteada desde una perspectiva más amigable como el arte y al estar en constante dialogo y reflexión con las personas, facilita la comprensión del entorno y la importancia misma de los organismos que se encuentran en lugares como los humedales, así como también la enseñanza de la biología desde un enfoque más apreciativo.

De igual forma, durante todo el proceso se trabajó el cambio de perspectiva en torno a las visiones antropocéntricas que otorgan juicios de valor sobre la misma naturaleza, nociones como “bueno” y “malo” o incluso el término “plaga” se procuraron desarticular del léxico de las personas siempre mostrando la relación de los animales con su ecosistema y la manera como los procesos humanos desestabilizan los hábitats no humanos.

El Jardín Botánico es un espacio de enorme potencial a la hora de realizar acercamientos pedagógicos enfocados en la enseñanza de la biología a la comunidad capitalina, la modelización de organismos puede ser usada no solo en espacios como el jardín de humedales que constituye solo una mínima parte de la totalidad de los ecosistemas presentes, sino en todos los escenarios en los que se pueden constituir diversas formas de apropiación del conocimiento y la posibilidad de establecer vínculos entre las personas y la belleza de la naturaleza, la línea de investigación *Bioarte* de la Universidad Pedagógica Nacional le apuesta a la posibilidad de entender lo vivo y la vida a partir de la creación comunitaria y del entendimiento del territorio desde el cuidado y no desde la intervención indebida en los ecosistemas, de allí que la posibilidad de hablar de la

morfología de los insectos desde la creación de estos y no desde la captura de los especímenes, permite entender, respetar y cuidar la riqueza con la que cuenta Colombia.

En cuanto al objetivo central del trabajo, el desarrollo de la experiencia a partir de la configuración de los bio-modelos tuvo un impacto positivo en la comunidad, puesto que a lo largo del proceso se pudo identificar cómo las personas empezaban a comprender la importancia de las libélulas en la cotidianidad de sus vidas, esto se pudo ver reflejado en reacciones iniciales y finales de los participantes frente a estas criaturas, uno de los momentos más esplendidos fue poder interactuar con una niña que sentía miedo por todo tipo de insectos y una vez terminados los recorridos, la niña tuvo la oportunidad de sostener una libélula viva sobre sus manos lo que permitió demostrar que el proceso al igual que la dinámica de enseñanza cumple con el objetivo de sensibilizar a las personas en torno a estos organismos; de la misma manera, el taller fue aplaudido por la comunidad solicitando que este tipo de trabajos se siguieran repitiendo con mayor frecuencia e incluso se sugirió que debería consolidarse un museo itinerante, que permitiera llevar los procesos a colegios de todo Bogotá, con la finalidad de dar a conocer el Bioarte como una estrategia de enseñanza.

A pesar del estado de pandemia en el que se encuentra el mundo, se puede identificar algo notoriamente positivo del confinamiento al que nos sometió el virus y es el respiro que tuvo la naturaleza de la mano del humano, los espacios de transición en el jardín botánico se llenaron de vida, en el momento de la categorización de las especies se pudieron encontrar una gran variedad de organismos pertenecientes a los odonatos, aunque el estudio se basó en *R. marchali* se registraron una gran variedad de especies que por lo general no se observan dentro del jardín, durante el proceso de practica 1 y 2 se contemplaban aproximadamente 3 especies principales

pero durante la observación en pandemia se identificaron 6 morfos diferentes en los espacios de estudio.

El desarrollo de los bio-modelos fue un proceso arduo, que desde la etapa cero representó un reto puesto que las estructuras se escalaron a partir de individuos reales, aunque no se logró del todo la intencionalidad en función del rigor científico esperado, se pudieron establecer las características más puntuales de las especies, el proceso de elaboración se muestra en el link<sup>5</sup> en donde se sintetizan aproximadamente 312 horas de trabajo, lo que demuestra que establecer un grupo poblacional podría permitir la creación de organismos a nivel de detalle diagnóstico que funcionen para la enseñanza de la biología sin incurrir en la captura de las especies.

En cuanto a la pertinencia del proceso, el enfoque pedagógico del modelo desarrollista y de los modelos hetero estructurantes y auto estructurantes, permitieron identificar la potencialidad de los bio-modelos en cuanto a la creación del material didáctico, enfocar las dinámicas de aprendizaje a un ejercicio conjunto de construcción permitió que las personas identificaran las partes de los organismos mientras elaboraban el material de enseñanza que ellos mismos estaban usando, la terminología científica, aunque fundamental en el proceso se modificó conceptualmente. Dentro de las actividades desarrolladas, tanto como observador de los procesos de los intérpretes como también en el ejercicio docente, se pudo identificar una peculiaridad y es el recurrente uso de la terminología científica, el vocabulario representa un factor crucial a la hora de establecer un vínculo y una comunicación con las personas, si el lenguaje no es entendible se pierde esta conexión, por ende se buscó la mejor manera de llegar a los

---

<sup>5</sup> Enlace referido al video de creación del biomodelo 1, anexo 3.

participantes desde un lenguaje más universal, es por esto que se establecen las analogías con el cine y la televisión; cuando se hace uso del lenguaje técnico científico, se incurre en el error de considerar al oyente como científico, pero si se mezcla esta terminología con cotidianidades, las personas dejan de ver la naturaleza como algo ajeno a ellas; esto significó una apertura al sentir y al interactuar de los participantes, se establecieron los parámetros en donde las personas dejaron de ser oyentes y pasaron a convertirse en científicos y exploradores, entendían la anatomía de los insectos desde una experiencia, desde un por qué y un para qué y dejaron de lado miedos asociados a ese maravilloso mundo.

Por otro lado, aunque el temor a falta de permanencia de los asistentes siempre estuvo presente, muchos de ellos indicaban que no querían irse y querían continuar construyendo, esto significa de forma gratificante que el objetivo del trabajo se cumplió con resultados que superaron las expectativas iniciales. Ahora bien, el proceso de aprender haciendo no solo tuvo una influencia positiva en la población flotante del JBB, también se pudo identificar de forma autónoma su potencial, durante el proceso de construcción de la náyade de la libélula, me vi inmerso en la comprensión a la cual le estaba apuntando, la reflexión constante de lo que elaboraba me permitía reforzar los conocimientos previos e identificar nuevas características completamente desconocidas para mi antes de la construcción, este ejercicio no solo apunta a enseñar biología a diferentes tipos de personas, también significaría la posibilidad de expandir las formas de estudio en universidades e instituciones que aborden la morfología dentro de sus currículos académicos.

La potencialidad de este proceso, solo se ve limitada por la imaginación de quien lo ejerce, se puede desempeñar tanto para morfología como para fisiología e incluso en función de la microbiología para dar a conocer procesos, comportamientos y formas; el arte, lejos de quedarse en los museos o en una pared, representa actualmente una forma de enseñanza, de

sensibilización y de reflexión que incorpora lo sublime del sentir del ser humano con su manera de interpretar el mundo y desde mi perspectiva de licenciado en biología qué mejor manera de compartir el amor por lo vivo y la vida que enseñar biología por medio del arte.

## REFERENCIAS

BGCI: Botanic Gardens Conservation International (2014). <http://www.bgci.org>

BGCI: Botanic Gardens Conservation International (2015). <http://www.bgci.org>

C. Guillermo, et al “Lo que nos dice la historia de la enseñanza de la biología en Colombia una aproximación”.

E. Moñivas julio-diciembre, 2016 “Hacia una Caracterización de las Prácticas Artístico-Científica Actuales Relacionadas con la Vida Sintética Universidad Antonio de Nebrija”.

El Jardín Botánico, historia y pulmón de Bogotá. (2012)

<http://www.bogota.gov.co/localidades/engativa/El%20Jard%C3%ADn%20Bot%C3%A1nico%2C%20historia%20y%20pulm%C3%B3n%20de%20Bogot%C3%A1>

EOFAUNA. (2019). Modelado y Animación 3D. Recuperado de:

<http://www.eofauna.com/es/>

F. Capra (1996) “La Trama de la Vida” pg. 37-40 Editorial Anagrama de Barcelona.

Francisco F. García Pérez (2000) “los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa”

G. Amanda (2015) “interdisciplinarity and philosophy today. Bio-art, contamination and purism uned, Madrid”.

G. Domínguez sf “las libelulas cazadores del aire” Pg. 12.

G. Stalin (2005) “Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Artística” Docente Universidad de Pamplona.

G, Howard (1983) “La Teoría de las Inteligencias Múltiples”

García, H., Moreno, L. A., Londoño, C., & Sofrony, C. (2010). Estrategia nacional para la conservación de plantas. (1 ed., Vol. 1, p. 159). Bogotá Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

<http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/600-biomodelos>

Huertas, A & Pantoja, A (2016). Efectos De Un Programa Educativo Basado En El Uso De TIC Sobre El Rendimiento Académico Y La Motivación Del Alumnado En La Asignatura De Tecnología De Educación Secundaria. Universidad de Jaén. Educación XX1, 19(2), 229-250, doi: 10.5944/educXX1.16464.

<http://revistas.uned.es/index.php/educacionXX1/article/view/16464/18874>

Instituto Nacional Técnico. (2016). Manual del Protagonista: Anatomía y Fisiología Animal. JICA. Nicaragua.

[https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spzatt/Anatomia\\_y\\_Fisiologia\\_Animal.pdf](https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spzatt/Anatomia_y_Fisiologia_Animal.pdf)

J. García et al 2013 “Pedagogía desarrollista en la práctica del docente de Ciencias Económicas de la Universidad de la Costa” pg. 60

J Ollerton 1999 “la evolucion de la relacion polinizador planta en los artopodos”

Jaime, D. (S.F). ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA ANIMAL. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de la Empresa. Montevideo; Uruguay.

[https://www.fcaude.edu.uy/upload/Materiales/ANATOMIA\\_Y\\_FISIOLOGIA-0113-0003.pdf](https://www.fcaude.edu.uy/upload/Materiales/ANATOMIA_Y_FISIOLOGIA-0113-0003.pdf)

Juan J. García Rodríguez, José Martín Toscano 1986, “Investigación escolar y reforma de la enseñanza : actas de las IV Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela, Sevilla” P.g 217-222.

Malaver, I. (1999). VISTAZO A LOS JARDINES BOTÁNICOS. El Tiempo.

<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-869182>

Martinez M. 2006, “La investigación cualitativa” pg 129

Mendoza, A. (2018). Uso de modelos 3D para la enseñanza de la Biología en el Bachillerato.

Universidad Internacional de La Rioja. Logroño; España.

<https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6540/MENDOZA%20ALVAREZ%20C%20ALEJANDRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MORSE, J.C. 2015. Trichoptera World Checklist

<http://www.clemson.edu/cafls/departments/esps/database/trichopt/index.htm>

Nuevas Rutas Turísticas para Bogotá Instituto Distrital de Turismo.

<http://www.jbb.gov.co/>

Olaya, A., A. Rivera., & C. Rodríguez. (2002). Plan Nacional de Colecciones para los Jardines Botánicos de Colombia. Bogotá, Colombia. Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia & Ministerio del Medio Ambiente.

Plan Nacional de Colecciones para los Jardines Botánicos Colombia Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia Ministerio del Medio Ambiente. (2002): Bogotá D.C., Colombia.

Anexos

Anexo 1: cronograma establecido practica pedagógica.

Sesión	Fecha	Actividad	Hora	Preguntas orientadoras	Objetivos	Contenidos	Duración	Descripción de la actividad	Materiales
1	5 de octubre de 2019	Rutina: "del agua a la tierra"	9:00am-10:30am <b>recorrido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué es un hábitat acuático?</li> <li>¿Cuál es la influencia del estrés hídrico en los organismos?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la importancia del agua en el ecosistema.</li> <li>Identificar la influencia del agua en los organismos dependiendo de su ubicación</li> <li>Comprender el surgimiento de los humedales y su importancia ecosistémica</li> </ul>	Ciclo del agua Orígenes de los humedales Características de los humedales. Importancias de los humedales en Bogotá	1 hora 30 min aprox	en el recorrido guiado se mostrará los espacios asociados al "jardín de humedales", durante este proceso se explicarán conceptos asociados a la morfología, el origen de los humedales, sus características físicoquímicas y su importancia en el contexto capitalino	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuaderno de campo</li> <li>Fichas de descripción ambiental</li> <li>Estereoscopios</li> <li>Guías taxonómicas</li> <li>Cámaras fotográficas</li> <li>Material audiovisual</li> </ul>
		¿Qué nadaba bajo el agua?	10:30am-12:00m <b>monóptero</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué es un macro invertebrado acuático?</li> <li>¿Habitan todos los medios acuáticos?</li> <li>¿De qué se alimentan?</li> <li>¿Cuál es su ciclo de vida?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los principales grupos de macro invertebrados que habitan el agua dulce</li> <li>Comprender las características químicas y físicas requeridas</li> </ul>	Características de los macro invertebrados Morfología de insectos Que es un coreotopio	1 hora 30 min	Posterior a los recorridos donde se encuentran los organismos en la naturaleza, se hará uso de las muestras de las que dispone el jardín botánico y se	

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Por qué de sus adaptaciones?</li> </ul>	<p>para la vida en un humedal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las principales estructuras de alimentación de los insectos acuáticos</li> <li>•</li> </ul>	<p>Tipos de alimentación en insectos</p> <p>Tipo de desplazamiento en insectos</p> <p>Ciclos de vida</p>		<p>realizarán ejercicios de estereoscopia para poder comprender de forma práctica algunas de las características más destacadas de las especies abordadas. Por parejas se asignarán las especies a modelar.</p>	
6 de octubre de 2019	¿Qué sucede bajo el agua?	1:00pm-3:00pm monóptero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es un macro invertebrado acuático?</li> <li>• ¿Habitan todos los medios acuáticos?</li> <li>• ¿De qué se alimentan?</li> <li>• ¿Cuál es su ciclo de vida?</li> <li>• ¿Por qué de sus adaptaciones?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los principales grupos de macro invertebrados que habitan el agua dulce</li> <li>• Comprender las características químicas y físicas requeridas para la vida en un humedal</li> <li>• Identificar las principales estructuras de alimentación de los insectos acuáticos</li> <li>•</li> </ul>	<p>Características de los macro invertebrados</p> <p>Morfología de insectos</p> <p>Que es un coreotopio</p> <p>Tipos de alimentación en insectos</p> <p>Tipo de desplazamiento en insectos</p> <p>Ciclos de vida</p>	2 horas	<p>se hará uso de las muestras de las que dispone el jardín botánico y se realizarán ejercicios de estereoscopia para poder comprender de forma práctica algunas de las características más destacadas de las especies abordadas. Por parejas se asignarán las especies a modelar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estereoscopios.</li> <li>• Guías taxonómicas.</li> <li>• Cámaras fotográficas.</li> <li>• Cuaderno de campo.</li> <li>• Porcelanico n.</li> <li>• Alambre.</li> <li>• Aluminio.</li> <li>• Estereoscopio.</li> <li>• Guías taxonómicas.</li> <li>• Cuaderno de campo.</li> <li>• Reglas.</li> <li>• Material audiovisual</li> </ul>	

		<b>Crear a un acuático en la tierra</b>	3:00 pm-5:00pm <b>Aula ambiental</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender diferentes métodos de representación de la naturaleza y su uso como estrategia de enseñanza</li> <li>• Proponer espacios alternos de enseñanza</li> <li>• Propiciar espacios que fomenten la interacción padre e hijo desde el trabajo cooperativo.</li> </ul>		2 horas	Se asignara a cada pareja material determinado para realizar las primeras capas de modelado, esta será la estructura base para el posterior montaje de las características y caracteres diagnósticos de los organismos.	
<b>12 de octubre de 2019</b>	<b>Crear a un acuático en la tierra a 2.0</b> <b>Morfo Mod</b>	10:00 am – 12:00 m Aula ambiental 2:00pm-4:00pm monóptero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las principales partes de los insectos acuáticos?</li> <li>• ¿Qué tipo de visión tienen los insectos acuáticos?</li> <li>• ¿Qué estructuras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar que es un macro invertebrado acuático</li> <li>• Comprender las diferentes formas de percibir el entorno.</li> </ul>	Catálogo de macro invertebrados acuáticos (Roldan). Características de la clase insecta. Características de los	2 horas	Haciendo uso de materiales y métodos no convencionales, se dará paso a los procesos de modelado de organismos a escalas superiores a los referentes biológicos,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcelanico n</li> <li>• Alambre</li> <li>• Aluminio</li> <li>• Estereoscopio</li> <li>• Guías taxonómica</li> <li>• Cuaderno de campo</li> <li>• Reglas</li> </ul>	

	13 de octubre de 2019	elad o	10:00 am – 12:00 m Aula ambiental 2:00pm - 4:00pm monóptero	<p>sensoriales pueden presentar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Por qué presentan hábitos de vida diferentes en sus estadios?</li> <li>• ¿Qué significa la presencia o ausencia de insectos acuáticos?</li> <li>• ¿Cuál es la importancia de enseñar anatomía a partir de la práctica artística?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender las estrategias de vida de las especies (competencias).</li> <li>• Forjar vínculos padre e hijo desde la creación artística.</li> <li>• Incentivar el desarrollo alterno de manualidades como estrategia que responda a la búsqueda de conocimiento.</li> <li>• Identificar la potencialidad de la modelización a la hora de asociar lo teórico con lo práctico.</li> </ul>	principales ordenes de macro invertebrados acuáticos.	2 horas	de forma personalizada se explicarán distintas técnicas y manipulación de los materiales para configurar el modelo lo más aproximado a la realidad como sea posible, el ejercicio se desarrollará como práctica teórica en la que constantemente se hablarán de las características de esos organismos, su parecido morfológico con otras y la finalidad de sus adaptaciones	
	19 de octubre de 2019	Colores en los insectos	1:00 pm a 5:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es aposematismo?</li> <li>• ¿Qué es camuflaje?</li> <li>• ¿Qué es mimetismo?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los tipos de coloración que pueden presentar algunos</li> </ul>	El color en el mundo, comprensión del porqué de los colores en el entorno.	Dos sesiones de 2 horas con una hora de	En el primer instante de esta sesión, se dará paso a el desarrollo y la contextualización de las técnicas básicas de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinturas</li> <li>• Pinceles</li> <li>• Fichas de creación</li> <li>• Estereoscopios</li> </ul>

					<p>insectos acuáticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprender las diferentes estrategias de los animales a la hora de desenvolverse en su entorno</li> <li>● Observar el tipo de estructuras que presentan algunos organismos para confundirse en su hábitat</li> </ul>	<p>Estrategias de camuflaje en el medio acuático, colores y visiones.</p>	<p>descanso</p>	<p>pintura, se hará énfasis en cómo generar capas para garantizar el máximo realismo posible</p> <p>Se procederá a pintar los organismos terminados buscando garantizar los contrastes entre luz y sombra en cada momento</p>	
20 de octubre de 2019	Lo que tus ojos no ven: Fluorescencias, fosforescencias y bioluminiscencia	1:00 pm a 5:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ¿Qué es fluorescencia?</li> <li>● ¿Qué es fosforescencia?</li> <li>● ¿Qué es bioluminiscencia?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar las diferencias entre fluorescencia, fosforescencia y bioluminiscencia.</li> <li>● Desarrollar técnicas de pintura asociados alternos en</li> </ul>		<p>Dos sesiones de 2 horas con una hora de descanso</p>	<p>Se iniciará con una contextualización de las fluorescencias en el reino animal y la diversidad de colores no observables de la naturaleza Usando tinturas fluorescentes se procede a realizar capas que</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pinturas</li> <li>● Pinceles</li> <li>● Fichas de creación</li> <li>● Estereoscopios</li> </ul>	

		enci as,			<p>función de las características invisibles de algunos animales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la pluralidad de formas y colores que pueden presentar los organismos acuáticos.</li> </ul>			garantizaran el brillo de los organismos bajo luz UV	
--	--	-------------	--	--	---	--	--	--	--

**Anexo 2: cronograma establecido para trabajo de grado.**

Sesión	Fecha	Actividad	Hora	Preguntas orientadoras	Objetivos	Contenidos	Duración	Descripción de la actividad	Materiales
0 trabajo previo	7 de junio 2021	reconocimiento de las especies		¿dónde podemos encontrar libélulas en el JBB?	Caracterizar el rol ecológico de <i>Rhionaeschna marchali</i> en el espacio de jardines de humedales del JBB destacando las características	hábitos de vida de las libélulas  hábitos de vida de las frigenias		se desarrolla el proceso previo de investigación en campo referente a las especies a analizar, se pretende identificar los sitios de mayor	hanna libreta de campo campilógrafo hoja de medición cámara alambre estaño

					<p><b>s morfológicas de los organismos en interacción</b></p> <p><b>elaboración de las estructuras metálicas a partir de la observación de los insectos a estudiar</b></p>	<p><b>ciclos de vida holometábolos</b></p> <p><b>distribución de los organismos en el JBB</b></p>		<p><b>confluencia de los organismos y realizar observación de los ciclos de vida, así como mediciones de las especies</b></p>	<p><b>cautín pinzas</b></p>
1	13 de junio 2021	lucha por la vida	<p>10:30 am - 12:30 m</p> <p>2:00 pm - 4:00 pm</p>	<p>¿Cuál es el origen de los humedales?</p> <p>¿Qué problemáticas los amenazan?</p> <p>¿Cuál es su importancia ecosistémica?</p> <p>¿Qué es una libélula?</p> <p>¿Qué es una frigenia?</p> <p>¿De qué se alimentan?</p>	<p>Realizar observaciones de las especies Rhionaeschna marchali y la familia hydrobiosidae en campo registrando: tamaños, estadios, hábitat y alimentación tanto en inmaduros como en adultos</p> <p>Establecer el rol ecológico de R. marchali en cuanto a la familia</p>	<p>Características de los macro invertebrados.</p> <p>Morfología de insectos.</p> <p>¿Qué es un coreotopo?</p> <p>Tipos de alimentación en insectos.</p>	1 hora 30 min	<p>Posterior a los recorridos donde se encuentran los organismos en la naturaleza, se hará uso de las muestras de los que dispone el Jardín Botánico y se realizarán ejercicios de estereoscopia para poder comprender de forma práctica algunas de las características más</p>	<p>Cuaderno de campo</p> <p>Fichas de descripción de los insectos</p> <p>Esteroscopios</p> <p>Guías taxonómicas</p> <p>Cámaras fotográficas</p> <p>Material audiovisual</p> <p>MODELOS PRE DISEÑADOS</p>

			<p>¿Cuál es su ciclo de vida?</p> <p>¿Cuál es su rol ecológico?</p>	<p>hydrobiosidae a partir de revisión documental y observación directa de los estadios de las especies.</p>	<p>Tipo de desplazamiento en insectos.</p> <p>Ciclos de vida.</p>		<p>destacadas de las especies abordadas. Por parejas se asignan las especies a modelar.</p>	
		<p><b>animales fantásticos y cómo crearlos: construyamos insectos gigantes</b></p>	<p>¿Qué es un insecto?</p> <p>¿Qué es un ciclo de vida?</p> <p>¿Qué mitos y leyendas encierran a los insectos?</p> <p>¿Se puede entender la naturaleza desde el arte?</p>	<p>Diseñar bio modelos que aporten a la comprensión del rol ecológico de <i>Rhionaeschna marchali</i> y la familia hydrobiosidae en el Jardín Botánico de Bogotá.</p> <p>Aprender diferentes métodos de representación de la naturaleza y su uso como estrategia de enseñanza.</p> <p>Proponer espacios</p>		<p>2 horas</p>	<p>Se asignará a cada pareja material determinado para realizar las primeras capas de modelado, esta será la estructura base para el posterior montaje de las características y caracteres diagnósticos de los organismos.</p>	<p>Estereoscopios.</p> <p>Guías taxonómicas.</p> <p>Cámaras fotográficas.</p> <p>Cuaderno de campo.</p> <p>Porcelanicron.</p> <p>estructuras pre diseñadas</p>

					alternos de enseñanza.  Propiciar espacios que fomenten la interacción familiar desde el trabajo cooperativo.				
2	20 de junio de 2021	lucha por la vida	10:30 am - 12:30 m  2:00 pm - 4:00 pm	<p>¿Cuál es el origen de los humedales?</p> <p>¿Qué problemáticas los amenazan?</p> <p>¿Cuál es su importancia ecosistémica?</p> <p>¿Qué es una libélula?</p> <p>¿Qué es una frigenia?</p> <p>¿De qué se alimentan?</p> <p>¿Cuál es su ciclo de vida?</p>	<p>Realizar observaciones de las especies <i>Rhionaeschna marchali</i> y la familia <i>hydrobiosidae</i> en campo registrando: tamaños, estadios, hábitat y alimentación tanto en inmaduros como en adultos</p> <p>Establecer el rol ecológico de <i>R. marchali</i> en cuanto a la familia <i>hydrobiosidae</i> a partir de revisión documental y observación directa de los</p>	<p>Características de los macro invertebrados.</p> <p>Morfología de insectos.</p> <p>¿Qué es un coreotopos?</p> <p>Tipos de alimentación en insectos.</p> <p>Tipo de desplazamiento en insectos.</p>	1 hora 30 min	<p>Posterior a los recorridos donde se encuentran los organismos en la naturaleza, se hará uso de las muestras de los que dispone el Jardín Botánico y se realizarán ejercicios de estereoscopia para poder comprender de forma práctica algunas de las características más destacadas de las especies abordadas. Por parejas se asignan las</p>	<p>Cuaderno de campo</p> <p>Fichas de descripción de los insectos</p> <p>Estereoscopios</p> <p>Guías taxonómicas</p> <p>Cámaras fotográficas</p> <p>Material audiovisual</p> <p>MODELOS PRE DISEÑADOS</p>

			¿Cuál es su rol ecológico?	estadios de las especies.	Ciclos de vida.		especies a modelar.	
	<b>animales fantásticos y cómo crearlos: construyamos insectos gigantes 2.0</b>	10:30 am - 12:30 m	¿Cuáles son las principales partes de los insectos acuáticos?	Identificar qué es un macro invertebrado acuático		2 horas	Haciendo uso de materiales y métodos no convencionales, se dará paso a los procesos de modelado de organismos a escalas superiores a los referentes biológicos, de forma personalizada se explicarán distintas técnicas y manipulación de los materiales para configurar el modelo lo más aproximado a la realidad como sea posible, el ejercicio se desarrollará como práctica teórica en la que constantemente se hablarán de las características	Porcelanicon Alambre Aluminio Estereoscopio Guías taxonómicas Cuaderno de campo Reglas
2:00 pm - 4:00 pm		¿Qué tipo de visión tienen los insectos?	Comprender las diferentes formas de percibir el entorno.					
		¿Qué estructuras sensoriales pueden presentar?	Comprender las estrategias de vida de las especies.	Catálogo de macro invertebrados acuáticos (Roldan).				
		¿Por qué presentan hábitos de vida diferentes en sus estadios?	Forjar vínculos familiares desde la creación artística.	Características de la clase insecta.				
			¿Qué significa la presencia o ausencia de insectos acuáticos?	Incentivar el desarrollo alterno de manualidades como estrategia que responda a la búsqueda de conocimiento. reconocer la importancia de				

				<p>¿Cuál es la importancia de enseñar anatomía a partir de la práctica artística?</p> <p>¿Cual es la percepción que se tiene desde la comunidad con respecto a los insectos?</p> <p>¿Qué mitos y leyendas encierran a los insectos?</p>	<p>las libélulas y las frigenias en la naturaleza.</p> <p>Identificar la potencialidad de la modelización a la hora de asociar lo teórico con lo práctico.</p>			<p>s de esos organismos, su parecido morfológico con otras y la finalidad de sus adaptaciones</p>	
3	<b>27 de junio de 2021</b>	ruta lucha por la vida y Colores en los insectos	10:30 am - 12:30 m  <b>2:00 pm</b> -	<p>¿Qué es aposematismo?</p> <p>¿Qué es camuflaje?</p> <p>¿Qué es mimetismo?</p>	<p>Identificar los tipos de coloración que pueden presentar algunos insectos acuáticos.</p> <p>Comprender las diferentes estrategias de</p>	<p>El color en el mundo, comprensión del porqué de los colores en los entornos.</p> <p>Estrategias de camuflaje en el</p>	una sesión de 2 horas		<p>Pinturas</p> <p>aerógrafo</p> <p>Fichas de creación</p> <p>Estereoscopios</p>

		<b>4:00 pm</b>		los animales a la hora de desenvolverse en su entorno	medio acuático, colores y visiones.			
				Observar el tipo de estructuras que presentan algunos organismos para confundirse en su hábitat				
	Lo que tus ojos no ven: Fluorescencias, fosforescencias y bioluminiscencias,		¿Qué es fluorescencia?  ¿Qué es fosforescencia?  ¿Qué es bioluminiscencia?	Identificar las diferencias entre fluorescencia, fosforescencia y bioluminiscencia.  Desarrollar técnicas de pintura alternas en función de las características invisibles de		Dos sesiones de 2 horas con una hora de descanso		Pinturas  aerógrafo  Fichas de creación  Estereoscopios

					<p>algunos animales.</p> <p>Comprender la pluralidad de formas y colores que pueden presentar los organismos acuáticos.</p>				
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

**Anexo 3: video paso a paso de la construcción de la ninfa de R. marchali**

**[https://www.youtube.com/watch?v=9KYCDsoDGqI&ab\\_channel=DanielCorredor](https://www.youtube.com/watch?v=9KYCDsoDGqI&ab_channel=DanielCorredor)**

Anexo 4: publicidad evento animales fantásticos y como crearlos



JardinBotanicodeBogota @JardinBotanicodeBogota @JBotanicoBogota @jardinbotanicodebogota

**PRESENCIAL**  
Pago del ingreso al Jardín  
Inscripción en el punto  
de información

Sábado · julio 3 · 10 am

*Animales fantásticos  
y cómo crearlos*

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. | JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ | BOGOTÁ

# ANIMALES FANTÁSTICOS Y CÓMO CREARLOS

Construcción de esculturas  
asociadas a las libélulas y  
las frigenias

Domingo 26 de septiembre  
10:00 am

**PRESENCIAL**

Compra tu entrada en la  
taquilla del Jardín



JARDÍN BOTÁNICO  
DE BOGOTÁ



## Anexo 5 fichas de creación:

*Odonato adulto*

### Libélula zurcidora de ojos azules

#### Taxonomía básica:

<b>Reino:</b>	Animalia
<b>Filo:</b>	Arthropoda
<b>Subfilo:</b>	Hexapoda
<b>Clase:</b>	Insecta
<b>Orden:</b>	Odonata
<b>Suborden:</b>	Epiprocta
<b>Infraorden:</b>	Anisoptera
<b>Familia:</b>	Aeshnidae
<b>Género:</b>	<i>Rhionaeschna</i>

#### De interés:

Odonata: odontos que significa dientes, organismos con presencia de grandes dientes.

En estado adulto son depredadores sumamente eficientes llegando a acertar en el 95% de sus ataques.

Algunas especies gigantes como las australianas alcanzan velocidades de hasta 90 km/h, poseen una de las estructuras bucales más sofisticadas para capturar su alimento, compuestas básicamente por una máscara provista por muchos dientes.

Su visión es de 360° y sus ojos están compuestos por más de 30.000 cuadros focales (omátidos)





## Cabeza

### Descripción

La cabeza es una de las tres partes que caracterizan a los insectos, en esta se ubicarán las estructuras sensoriales que le permiten al organismo reconocer el entorno, las estructuras pueden tener diferentes formas e interacciones con el medio, pueden percibir corrientes eléctricas o variaciones en la presión barométrica, observar colores no perceptibles para nosotros o identificar señales químicas en el aire.

### IMPORTANTE:

No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanitrón no se pegue

### IMPORTANTE X2:

No olvides colocar colbón para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto

### Instructivo

Ten en cuenta que el material que estás usando es de secado lento, si la estructura es muy grande pide al profe aluminio y moldéala primero en este material, si por el contrario son detalles como corrugados o líneas elabóralo directamente y procura no tocarlo.

1) La cabeza de este animal está provista de dos partes fundamentales y bastante grandes, los ojos y la máscara, los ojos son bastante grandes teniendo en cuenta el tamaño de la cabeza y están dispuestos hacia adelante y no hacia los lados, esto nos indica que es uno de los depredadores más hábiles de su entorno. Mantén las proporciones de estos dos órganos.

2) Al ser tan grandes los ojos, si los haces en pura masa se van a aplastar, usa aluminio comprimido para dar la forma base y cúbrelos con porcelanitrón, estos ojos tienen una forma determinada, repícala. De igual forma, se presentan unas texturas en los ojos, estas son cámaras muy pequeñas que componen el ojo, puedes hacer uso de materiales alternos para dar este aspecto. Usa la malla plástica que el profe te otorga para la textura.



3) Por otro lado, la máscara es una estructura similar a la de un tapabocas, esta tiene 3 partes, las laterales y la inferior, las laterales se abren hacia los lados y la inferior se despliega hacia abajo, dentro de ella vamos a encontrar una boca provista de muchos dientes pequeños dispuestos en todas direcciones, similar a la boca del "depredador" construiremos estas piezas por separado de la cabeza y posterior a ello, la montaremos con un sistema de bisagras para dar el efecto de movimiento. Diseña las estructuras con papel aluminio en forma de triángulo como se muestra en la imagen

4) En la imagen que tenemos en la parte superior puedes ver unas pequeñas antenas en la parte superior del ojo, recuerda que para estructuras salientes o muy grandes es recomendable hacerlas en aluminio primero, las texturas y pelos son importantes, entre más detalles mejor quedará. Para los pelos usa hilo nilón, corta trozos pequeños de no más de 1 cm y con colbón colócalos en el porcelanitrón fresco.



## Tórax

### IMPORTANTE:

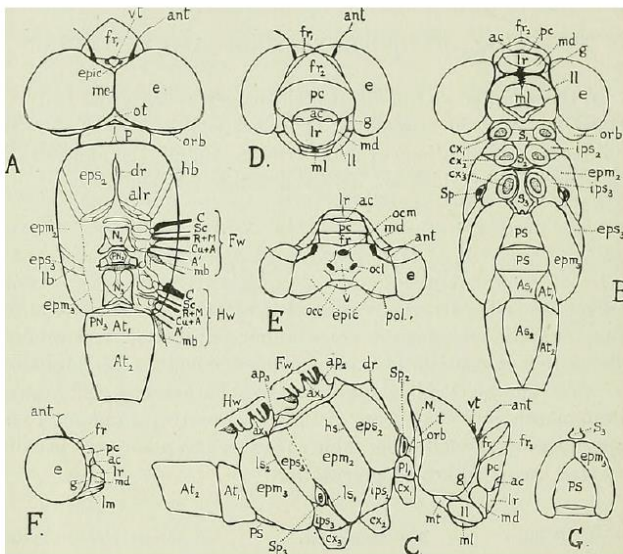
No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanitrón no se pegue

### IMPORTANTE X2:

No olvides colocar colbón para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto

### Descripción

El tórax es la sección media de un insecto, esto es característico, los 3 pares de patas siempre se proyectarán desde esta parte, el tórax contiene estructuras de locomoción órganos asociados a la fuerza de movimiento, también podemos encontrar estructuras que permiten la respiración como agallas y zetas.



1) En el tórax encontraremos las alas en la parte superior, el profesor diseñó unas estructuras de anclaje puesto que son muy grades, evitaremos tocarlas, nuestro trabajo será el de proporcionar pelos y texturas al resto del cuerpo, para esto aplicaremos una capa de porcelanitrón de aproximadamente 4 mm y sobre esta colocaremos los pelos que recubren a nuestra libélula. Observa la forma del tórax y si es necesario moldea piezas con papel aluminio para dar volumen y no gastar mucho material.

2) Observa las uniones ventrales que tienen las extremidades en las imágenes, usando tiras de porcelanitrón da los volúmenes necesarios, no olvides poner colbón, si usas mucho desmoldante la estructura tardará más en secar.





# Abdomen

### Descripción

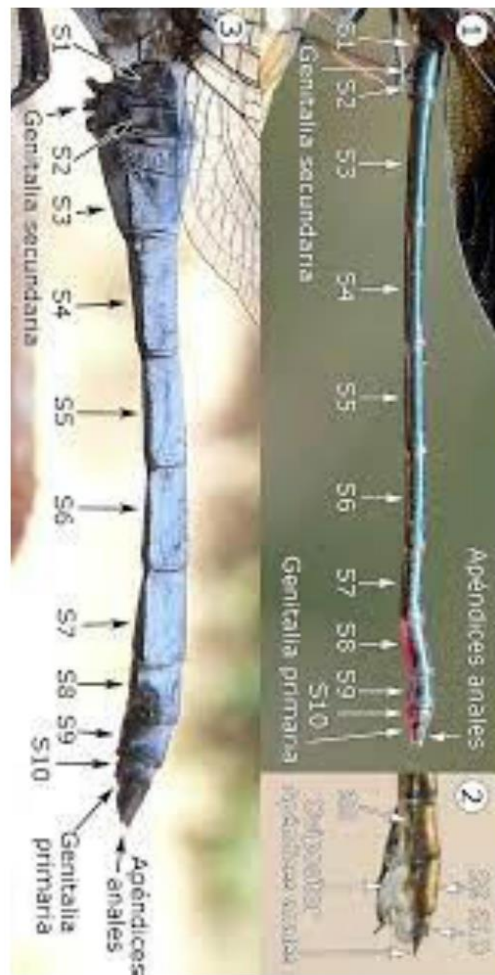
En el abdomen encontrarás internamente la masa visceral, también podemos encontrar las estructuras reproductivas (inmaduras en las larvas) y algunas formas asociadas a la respiración, en algunos mecanismos de propulsión en el medio acuático o incluso de soporte o agarre.

**IMPORTANTE:**  
No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanitrón no se pegue  
**IMPORTANTE X2:**  
No olvides colocar colbón para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto

1) En el abdomen encontraremos 8 segmentos (somitas) los cuales tienen una forma determinada, usando papel aluminio diseñalas teniendo en cuenta las medidas, te recomiendo que solicites una regla al profe y dividas el abdomen en 8 para controlar los tamaños.

2) El abdomen presenta en la mitad una cresta y bordes bien definidos, no olvides esos detalles, por cierto la cresta por segmento presenta una pequeña púa.

3) En la zona caudal observamos las lamelas para colocar huevos o el gancho para el macho, realízala primero en aluminio y recúbrela. Las texturas y pelillos son bastante marcados, no olvides elaborarlos, pregúntale al profe cómo hacerlo.



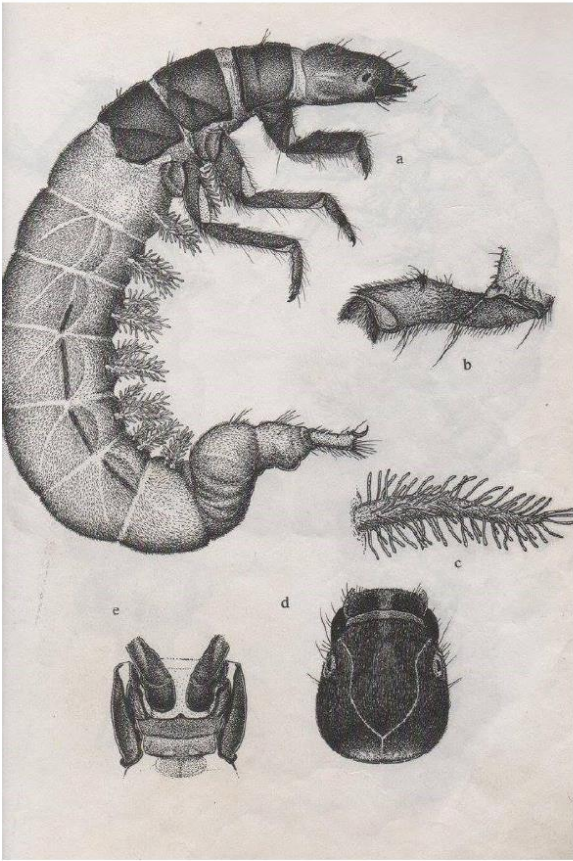
*Trichoptera larva:*



trichoptera

**Taxonomía básica:**  
**Phylum:** arthropoda  
**Clase:** insecta  
**Orden:** trichoptera  
**Familia:** hydropsychidae

**De interés:**  
El nombre hace referencia a organismos con alas en forma de techo  
Construye estuches para proteger su cuerpo con material vegetal o mineral.  
Son indicadores de calidad de aire.



# Cabeza

## Descripción

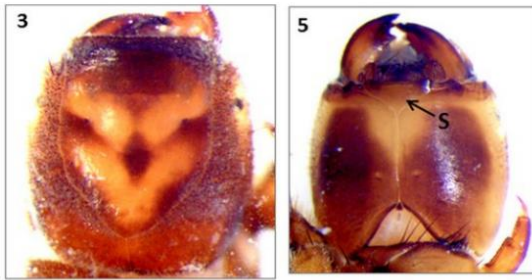
La cabeza es una de las tres partes que caracterizan a los insectos, en esta se ubicaran las estructuras sensoriales que le permiten al organismo reconocer el entorno, las estructuras pueden tener diferentes formas e interacciones con el medio, pueden percibir corrientes eléctricas, observar colores no perceptibles para nosotros o identificar señales químicas en el agua.

### IMPORTANTE:

No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanicon no se pegue

### IMPORTANTE X2:

No olvides colocar colchon para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto



## Instructivo

Ten en cuenta que el material que estas usando es de secado lento, si la estructura es muy grande pide al profe aluminio y móldela primero en este material, si por el contrario son detalles como corrugados o líneas elabóralo directamente y procura no tocarlo .

1) observa que el organismo tiene 2 pares de antenas, es importante que intentes hacer los segmentos de cada una, esto tiene que ser divertido, si no te quedan exactas no pierdas la calma.

2) a la derecha observas algunas de las partes que conforman la cabeza del insecto, incluso bajo el estéreo son un poco difíciles de entender, usa tu imaginación (y la ayuda del profe) para replicar

3) observa la imagen de abajo, intenta proporcionar los detalles con el tamaño de la cabeza, es crucial que estos no pierdan las dimensiones



4) Cuando termines los detalles y las estructuras de la cabeza observa las irregularidades como bordes marcados o grietas que pueda tener tu organismo, con ayuda de una de las herramientas suministradas por el profe y agua suavízalas hasta que desaparezcan

## Tórax

### Descripción

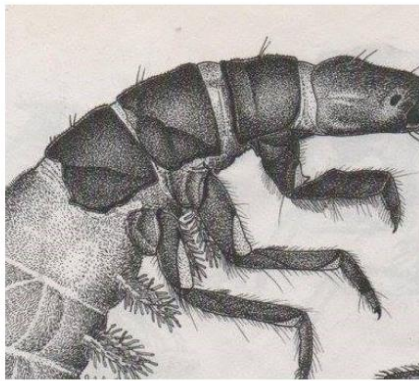
El tórax es la sección media de un insecto, esto es característico, los 3 pares de patas siempre se proyectaran de esta parte, el tórax contiene estructuras de locomoción órganos asociados a la fuerza de movimiento, también podemos encontrar estructuras que permiten la respiración como agallas y zetas .

### IMPORTANTE:

No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanicon no se pegue

### IMPORTANTE X2:

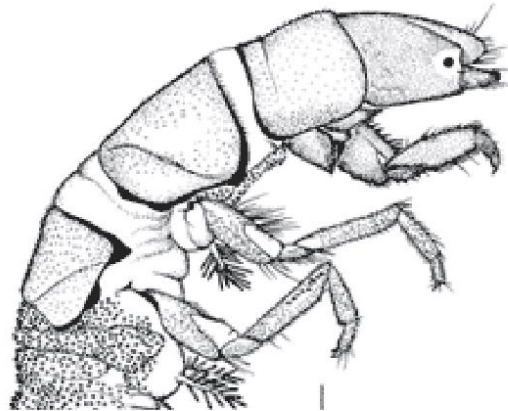
No olvides colocar colchon para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto



1) El acorazado, observa la imagen que se encuentra a mano izquierda, ignora por un momento las patas, este organismo cuenta con una capa endurecida que cubre el lomo, intenta replicar en forma esta característica

2) a la derecha puedes observar la imagen en detalle de las extremidades (patas), cada una de estas tiene un número de partes y se encuentran numeradas, procura con la masa realizar las formas en proporción a cada una y no olvides terminar en uña,

3) Si te fijas bien presenta determinadas texturas en las uniones, has uso de las herramientas para replicar esto, por los pelos no te preocupes, toma hilo nilón y decóralo mientras esta húmedo, te recomiendo realizar esto al finalizar para evitar que se doblen y de esta forma se vera mejor.



4) observa con cuidado, el tórax y el abdomen se encuentran cubiertos por pequeños pelos, pide ayuda al profe para dar ese efecto con otro tipo de materiales y también observa las texturas, las ondulaciones del cuerpo no son iguales a las placas duras, realiza esas separaciones con las diferentes gamas de repujadores que el profe te ofrece.

## Abdomen

### Descripción

En el abdomen encontraras internamente la masa visceral , también podemos encontrar las estructuras reproductivas (inmaduras en las larvas) y algunas formas asociadas a la respiración en algunos, a la propulsión en el medio acuático o incluso de soporte o agarre como en el caso de este insecto

### IMPORTANTE:

No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanicon no se pegue

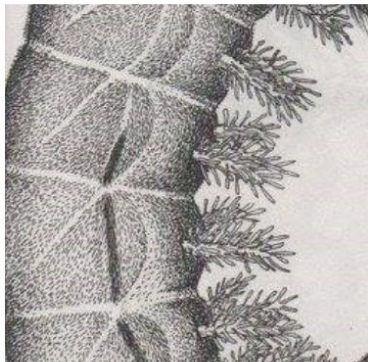
### IMPORTANTE X2:

No olvides colocar colchon para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto

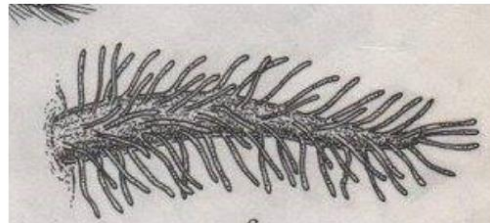


1) ten en cuenta que desde el tórax hasta terminar el abdomen se observan segmentos que dan la característica ondulatoria, cuanta cuantos son y replícalos con la masa, no olvides el grosor de cada uno, en la pagina anterior pudimos ver algunos pelillos que cubren el tórax, en el abdomen también están presentes.

2) en la parte inferior podemos ver la zona caudal o puntal (último segmento abdominal) en donde se encuentra una estructura especial y determinada para este animal, si nos damos cuenta termina bifurcado, encontraremos dos pequeños ganchos, intenta replicarlos, si sientes que la estructura no soportara moldéala en aluminio, pégala con silicona y cúbrela con porcelanicon .



3) Finalmente con hilo nilón procura hacer la replica de los pelillos y las bases de los mismos, estos son muy importantes, son parte del mecanismo de respiracion, recuerda a mayor detalle mejor será el resultado.



## “la casa a cuestras”

### Descripción

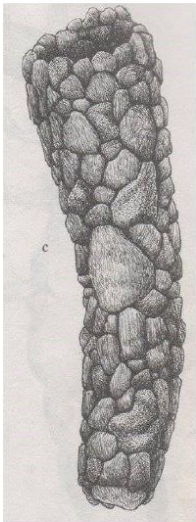
Estos organismos tiene una peculiaridad bastante marcada, al poseer un abdomen blando optaron por crear recubrimientos que permitan protegerlos de sus depredadores habituales, la casa varia dependiendo de las especies al igual que el material que las conforman, las larvas usan sedas pegajosas que fijan los elementos, llegan a ser construcciones tan complejas que las rocas coinciden con precisión entre que parecen rompecabezas tridimensionales.

### IMPORTANTE:

No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanicon no se pegue

### IMPORTANTE X2:

No olvides colocar colbon para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto



1) este animal no seria tan particular sin su habito de vida, debes de decorar su hogar tal cual muestran las imágenes, recuerda a mas detalle mejor se vera, realiza pequeñas piedras irregulares con la masa y ve encajándolas, has de diferente tamaño y forma para que se vea mas natural, te recomiendo que coloques boca abajo el estuche e inicies de la base a la apertura de esta forma no lo dañaras durante el proceso



*Trichoptera adulto:*



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA  
NACIONAL  
*Educadora de educadores*

trichoptera

**Taxonomía básica:**

**Phylum:** arthropoda

**Clase:** insecta

**Orden:** trichoptera

**Familia:** hydroptychidae

**De interés:**

El nombre hace referencia a organismos con alas en forma de techo

Construye estuches para proteger su cuerpo con material vegetal o mineral.

Son indicadores de calidad de aire.



# Cabeza

## Descripción

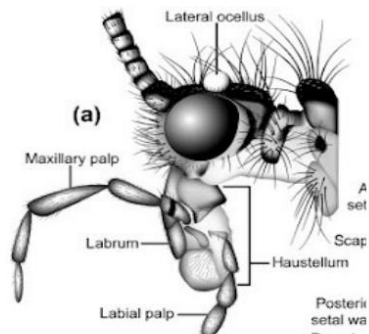
La cabeza es una de las tres partes que caracterizan a los insectos, en esta se ubicarán las estructuras sensoriales que le permiten al organismo reconocer el entorno, las estructuras pueden tener diferentes formas e interacciones con el medio, percibir corrientes eléctricas, observar colores no perceptibles para nosotros o identificar señales químicas en el aire.

### IMPORTANTE:

No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanocrón no se pegue

### IMPORTANTE X2:

No olvides colocar colbón para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto



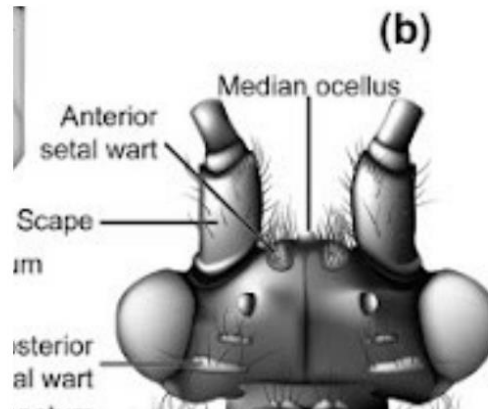
## Instructivo

Ten en cuenta que el material que estás usando es de secado lento, si la estructura es muy grande pide al profe aluminio y moldéala primero en este material, si por el contrario son detalles como corrugados o líneas elabóralo directamente y procura no tocarlo .

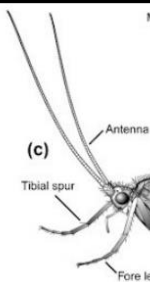
1) Observa que el organismo tiene 1 par de antenas, es importante que intentes hacer los segmentos de cada una, esto tiene que ser divertido, si no te quedan exactas no pierdas la calma.

2) A la derecha observas algunas de las partes que conforman la cabeza del insecto, incluso bajo el estereoscopio son un poco difíciles de entender, usa tu imaginación (y la ayuda del profe) para replicar estas estructuras.

3) Observa la imagen de abajo, intenta proporcionar los detalles con el tamaño de la cabeza, es crucial que estos no pierdan las dimensiones



4) Cuando termines los detalles y las estructuras de la cabeza observa las irregularidades como bordes marcados o grietas que pueda tener tu organismo, con ayuda de una de las herramientas suministradas por el profe y agua suavízalas hasta que desaparezcan



## Tórax

### Descripción

El tórax es la sección media de un insecto, esto es característico, los 3 pares de patas siempre se proyectarán desde esta parte, el tórax contiene estructuras de locomoción, órganos asociados a la fuerza de movimiento; también podemos encontrar estructuras que permiten la respiración como agallas y zetas .

### IMPORTANTE:

No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanícron no se pegue

### IMPORTANTE X2:

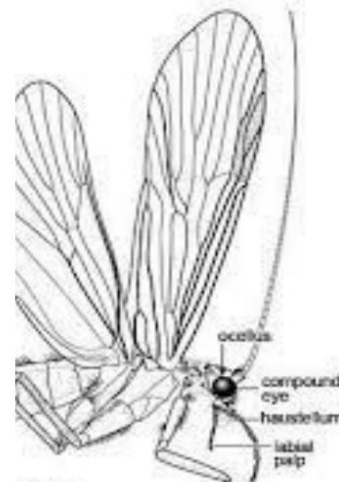
No olvides colocar colchon para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto



1) En la imagen de la izquierda podemos observar la forma que presentan las extremidades de la frigenia y cómo se unen al cuerpo, con ayuda del porcelanícron y un poco de aluminio replica el volumen de cada una de las patas.

2) A la derecha puedes observar la posición de las patas con respecto al cuerpo, es importante que antes de iniciar con las estructuras acomodemos al insecto en la forma en la que quedará, puesto que después de colocar el porcelanícron ya no podremos mover las patas.

3) Si te fijas bien, presenta determinadas texturas en las uniones, has uso de las herramientas para replicar esto, por los pelos no te preocupes, toma hilo nilón y decóralo mientras está húmedo. Te recomiendo realizar esto al finalizar para evitar que se doblen y de esta forma se verá mejor.



4) Observa con cuidado, el tórax y el abdomen se encuentran cubiertos por pequeños pelos, pide ayuda al profe para dar ese efecto con otro tipo de materiales y también observa las texturas, las ondulaciones del cuerpo no son iguales, algo de suma importancia son las alas, estas están provistas de pelos muy finos, lograremos este efecto con ayuda de pelo sintético que te otorgará el profe.

## Abdomen

### Descripción

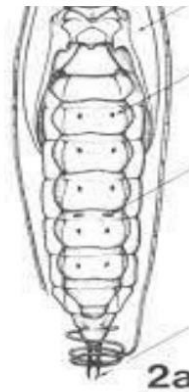
En el abdomen encontrarás internamente la masa visceral , también podemos encontrar las estructuras reproductivas (inmaduras en las larvas) y algunas formas asociadas a la respiración

### IMPORTANTE:

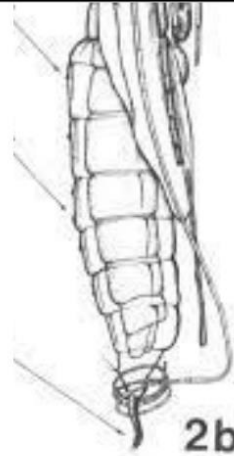
No olvides aplicar crema a la mesa o a los utensilios para que el porcelanicon no se pegue

### IMPORTANTE X2:

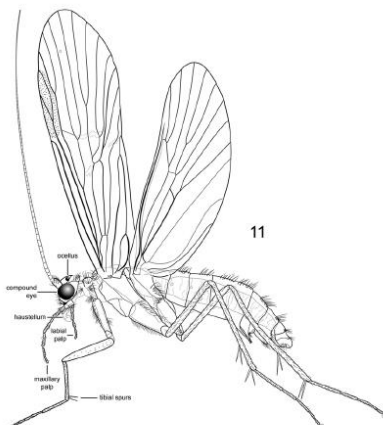
No olvides colocar colchon para que lo que elabores se adhiera a la base del insecto



1) Ten en cuenta que desde el tórax hasta terminar el abdomen se observan segmentos que dan la característica ondulatoria, cuenta cuántos son y repícalos con la masa, no olvides el grosor de cada uno, en la página anterior pudimos ver algunos pelillos que cubren el tórax, en el abdomen también están presentes.



2) En la parte inferior podemos ver la zona caudal o puntal (último segmento abdominal) en donde se encuentra una estructura especial y determinada para este animal, si nos damos cuenta termina bifurcado, encontraremos dos pequeños ganchos, intenta replicarlos, si sientes que la estructura no soportará moldéala en aluminio, pégala con silicona y cúbrela con porcelanicon .



3) Finalmente, con hilo nilón procura hacer la réplica de los pelillos y las bases de los mismos, estos son muy importantes, son parte del mecanismo de respiración, recuerda a mayor detalle mejor será el resultado.