



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

EXPLORACIÓN DE FORMA Y FUNCIÓN DE LOS COLIBRÍES PARA  
UNA APLICACIÓN EN PRODUCTOS

Autora

Ana Carolina Alvarado Morejón

Año  
2018



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

EXPLORACIÓN DE FORMA Y FUNCIÓN DE LOS COLIBRÍES PARA UNA  
APLICACIÓN EN PRODUCTOS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Licenciada en Diseño Gráfico e  
Industrial

Profesor Guía

MSc. Juan Francisco Fruci Gómez

Autora

Ana Carolina Alvarado Morejón

Año

2018

### **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

"Declaro haber dirigido el trabajo, Exploración de forma y función de los colibríes para una aplicación en productos, a través de reuniones periódicas con la estudiante Ana Carolina Alvarado Morejón, en el semestre 2018-10 orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Juan Francisco Fruci Gómez  
Máster en Diseño Estratégico  
C.I.: 1708472962

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

"Declaro haber revisado este trabajo, Exploración de forma y función de los colibríes para una aplicación en productos, de Ana Carolina Alvarado Morejón, en el semestre 2018-10, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Oscar Andrés Cuervo Mongui

Máster en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

C.I.: 1758259681

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Ana Carolina Alvarado Morejón

C.I.: 1716471428

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia por permitirme seguir mis sueños, al Museo de Historia Natural Gustavo Orcés V. por abrirme sus puertas y permitir enriquecer mi exploración, a Juan Francisco Fruci demostrarme que un proyecto tan diferente puede nacer de una pasión, a Vale, Majo, Geri y Korla por su constante colaboración y a Maya y Moca por la compañía en los desvelos.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres y hermana, quienes me ayudaron a cumplir este sueño. A todas las personas que mostraron interés por mi proyecto y me ayudaron a transformarlo y enriquecerlo. A MZ por su constante apoyo y por último, a mis ángeles, que sé que me verán llegar a la meta desde las estrellas.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación busca aplicar el concepto de biomimética, el cual invita a encontrar inspiración dentro de la naturaleza ya que esta ha resuelto problemas de diseño dentro de la historia, perseverando en el tiempo. Teniendo como protagonista del proyecto al colibrí, ya que es el ave más representativa de Ecuador, por su abundancia y variedad de especies, al tener la ventaja de ubicarse en la línea ecuatorial. Generando así el analizar su forma, función y comportamiento para la creación de una herramienta de diseño que ayude inspirar a diseñadores al darles pautas tanto visuales como teóricas de diferentes características extraídas del colibrí para la generación de ideas. Demostrando que a partir de un animal o ave se puede generar diferentes tipos de diseño, aplicándolo de forma literal o más abstracta.



## **ABSTRACT**

The following research looks forward to applying the concept of biomimicry, which invites to create nature inspired design, knowing that it has solved all kinds of design problems during history and is still preserved and evolving until these days. Having as its main character, hummingbirds, due to being the bird that represents Ecuador the most because of its diversity, especially when its abundance is given because of their location in the equatorial line. In consequence of it, making the analysis of shape, function and behavior for the creation of a tool, which will inspire designers to create design, by looking at pictures of the hummingbird or by reading different characteristics that have been obtained by analyzing them, letting them create new different types of design. Showing that an animal or bird can generate different types of design, whether it's in its literal or more abstract way.

# ÍNDICE

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Formulación del Problema.....	1
1.2. Justificación.....	5
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos .....	7
1.4. Alcance .....	7
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes .....	7
2.1.1. Velcro.....	7
2.1.2. Aves.....	9
2.1.3. Carro Biónico de Mercedes Benz .....	10
2.1.4. Color Sin Pigmento .....	11
2.1.5. Tyer Wind.....	12
2.2. Aspectos de Referencia .....	13
2.2.1. Colibríes.....	13
2.2.2. Materiales y Salud .....	14
2.2.3. Biónica y Biomimética.....	15
2.2.4. Cultura .....	16
2.3. Aspectos Teóricos.....	17
2.3.1. Proceso Morfológico en Diseño .....	17
2.3.2. Especies endémicas de colibríes en Ecuador.....	18
2.3.3. Morfología del pico del colibrí .....	21
2.3.4. Color .....	22

2.3.5. Vuelo del colibrí .....	23
2.4. Aspectos Conceptuales .....	24
2.4.1. Morfología .....	24
2.4.2. Biomimética .....	25
2.5. Marco Normativo y Legal.....	25
<b>3. CAPÍTULO III: RECURSOS.....</b>	<b>26</b>
3.1. Humano .....	26
3.2. Informativo .....	26
3.3. Institucional.....	27
3.4. Técnicos.....	27
3.5. Materiales .....	27
<b>4. CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>27</b>
4.1. Tipo de investigación.....	27
4.2. Población.....	28
4.3. Muestra .....	28
4.4. Variables.....	29
4.4.1. Definición operacional de las variables.....	29
<b>5. CAPÍTULO V: INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>33</b>
5.1. Investigación Teórica.....	33
5.1.1. Alimentación .....	33
5.1.2. Mutualismo.....	35
5.1.3. Consumo Energético .....	36
5.1.4. Lengua.....	37
5.1.5. Vuelo.....	37
5.1.6. Aleteo.....	38
5.1.7. Alimento .....	38

5.1.8. Oxígeno .....	39
5.1.9. Anatomía.....	40
5.1.10. Pico.....	43
5.1.11. Tipo de Flores de las que se Alimentan .....	45
5.1.12. Cortejo .....	47
5.1.13. Nido .....	47
5.1.14. Plumaje.....	48
5.1.15. Color .....	48
5.1.16. Metabolismo.....	48
5.1.17. Nombre .....	48
5.1.18. Hábitat.....	49
5.1.19. Memoria .....	50
5.2. Investigación de Campo .....	50
5.3. Interacción de Primera Mano.....	60
5.4. Visita al Museo de Historia Natural Gustavo Orcés .....	63
5.5. Entrevistas a Expertos .....	73
<b>6. CAPÍTULO VI: DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>73</b>
6.1. Extracción de Características y Funciones .....	73
6.2. Metodología versus Inspiración directa.....	76
6.3. Investigación de Diseño Inspirado en la Naturaleza.....	77
6.3.1. Biomimicards .....	77
6.3.2. Nature Cards.....	80
6.3.3. NID Wheel o Rueda de Diseño Inspirado en la Naturaleza. ....	89
6.3.4. Cradle to Cradle, de la Cuna a la Cuna .....	95
6.4. Desarrollo de la metodología.....	97

6.1.1	Wheelibrí.....	107
6.1.2	Desarrollo mediante tarjetas .....	113
6.2.	Desarrollo de contenido mediante tarjetas .....	129
7.	CAPÍTULO VII: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....	140
7.1.	Desarrollo Gráfico de la propuesta.....	140
7.2.	Validación de Expertos y Estudiantes de Diseño .....	151
7.3.	Canal de Distribución .....	178
7.4.	Presupuesto.....	180
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	185
8.1.	Conclusiones.....	185
8.2.	Recomendaciones .....	185
	REFERENCIAS.....	187

## Índice de Figuras

Figura 1. Morral mediano colibrí acuarela de la colección "Selva oculta" 2016..	2
Figura 2. Broche de Colibrí hecho en oro con rubíes y piedras preciosas. ....	2
Figura 3. Botas sobre la rodilla, florales y de colibrí, de Tom Ford.....	3
Figura 4. Duvet reversible de colibrí.....	3
Figura 5. Vajilla de 16 piezas de colibrí.....	4
Figura 6. Bardana y Velcro.....	8
Figura 7. Tren bala y Martín pescador .....	10
Figura 8. Carro biónico de Mercedes Benz .....	11
Figura 9. Dispositivo Qualcomm Mirasol .....	12
Figura 10. Tyer wind.....	13
Figura 11. Colibri pico de espada.....	22
Figura 12. Varma, A, Hylocharis leucotis alimentándose. ....	33
Figura 13. Varma, A, Female Purple-collared Woodstar (Myrtis fanny) - Location: Loja Province, Ecuador .....	34
Figura 14. Variedad de Picos en los Phaethornithinae subfamilia de los Trochilidae .....	35
Figura 15. Píngara en la tupa.....	36
Figura 16. Zonzuncito posando en lápiz.....	37
Figura 17. Colibrí sacando la lengua para alimentarse de una flor .....	39
Figura 18. Cráneo de Ruby Throat.....	41
Figura 19. Esqueleto de Ruby Throat.....	42
Figura 20. Heliconia Pogonantha. ....	44
Figura 21. Ninfa Coronada. ....	45
Figura 22. Bromeliaceae .....	46
Figura 23. Nido de Colibrí .....	47
Figura 24. Colibrí alimentándose.....	49
Figura 25. Bocetos de colibríes .....	52
Figura 26. Boceto de los varios movimientos que presentan los colibríes en milesimas de segundo.....	53
Figura 27. Análisis gráfico del movimiento. ....	54
Figura 28. Análisis realizado en micro estereoscopio .....	61

Figura 29. Pluma vista en micro estereoscopio.....	62
Figura 30. Boceto de pluma de colibrí.....	62
Figura 31. Especies de colibríes pertenecientes a la colección del Museo de Historia Natural Gustavo Orcés.....	64
Figura 32. Colibríes Analizados.....	64
Figura 33. Colibrí pico curvo.....	65
Figura 34. Colibrí de cola larga.....	65
Figura 35. Colibrí con pico recto.....	66
Figura 36. Plumitas vista en micro estereoscopio.....	67
Figura 37. Colibrí con una leve curvatura en su pico.....	68
Figura 38. Cola vista en micro estereoscopio.....	68
Figura 39. Detalle de plumas.....	69
Figura 40. Parte terminal de la cola de un colibrí.....	69
Figura 41. Detalle del pico.....	70
Figura 42. Amplificación de la lengua.....	71
Figura 43. Ilustración de la lengua del colibrí.....	72
Figura 44. Detalle de la apertura de la lengua.....	72
Figura 45 Tiburón.....	77
Figura 46. Tomate.....	78
Figura 47. Cebra.....	78
Figura 48. Aguila.....	79
Figura 49. Martín Pescador.....	79
Figura 50. Biomimética.....	80
Figura 51. Diseño para toda la vida.....	81
Figura 52. Para empezar.....	82
Figura 53. Adaptación.....	83
Figura 54. Duración.....	83
Figura 55. Relaciones.....	84
Figura 56. Comunicación.....	84
Figura 57. Mutualismo.....	87
Figura 58. Rueda NID.....	89
Figura 59. Resumen de Características, función y posible aplicación.....	98

Figura 60. Inspiración de Viewmaster .....	99
Figura 61. Viewmaster .....	100
Figura 62. Sintetización de características. ....	101
Figura 63. Organización de Características. ....	103
Figura 64. Aplicación inicial simplificada de características en ruedas. ....	103
Figura 65. Aplicación inicial simplificada de características en ruedas. ....	104
Figura 66. Aplicación inicial digitalizada. ....	104
Figura 67. Cambio de forma de la rueda y adaptación de niveles.....	105
Figura 68. Rueda con separador, para poder escoger las características de nivel de forma más fácil. ....	106
Figura 69. Modelo de Tarjetas.....	114
Figura 70. Modelo de Tarjetas Generales .....	115
Figura 71. Inspiración Visual Variada de Picos .....	116
Figura 72. Bocetos rápidos inspirados en picos .....	116
Figura 73. Bocetos rápidos inspirados en huesos.....	117
Figura 74. Boceto, digitalización y modelo de cubiertos inspirados en el pico .	118
Figura 75. Abanico inspirado en las alas del colibrí. ....	119
Figura 76. Generación de Ideas mediante inspiración visual por Geraline Valdivieso .....	120
Figura 77. Generación de Ideas mediante brief por Geraline Valdivieso .....	121
Figura 78. Inspiración funcional y visual para creación de gafas por Valeria Bermeo. ....	122
Figura 79. Diseño de Gafas creado mediante brief e imagen. ....	123
Figura 80. Sellador de Empaques tipo Pinza .....	124
Figura 81. Lámpara y Portabebes por Valeria Bermeo .....	125
Figura 82. Auriculares por Valeria Bermeo .....	126
Figura 83. Librero por Valeria Bermeo .....	127
Figura 84. Tabla de Picar para cocina.....	128
Figura 85. Propuestas de logotipo.....	145
Figura 86. Propuesta ganadora.....	146
Figura 87. Bocetero.....	147
Figura 88. Tarjetas Finales.....	148



Figura 89. Propuesta inicial tarjetas. ....	149
Figura 90. Propuesta inicial tarjetas empaque. ....	149
Figura 91. Propuesta inicial de empaque .....	150
Figura 92. Propuesta final del empaque del Kit.....	151
Figura 93. Proceso de diseño 1.....	154
Figura 94. Proceso de diseño 2.....	155
Figura 95. Proceso de diseño 3.....	156
Figura 96. Proceso de diseño 4.....	157
Figura 97. Resultado de diseño.....	158
Figura 98. Render rocking chair. ....	158
Figura 99. Rediseño rocking chair.....	160
Figura 100. Primer modelo del rediseño (vista lateral). ....	161
Figura 101. Primer modelo del rediseño (vista frontal).....	162
Figura 102. Prototipo en madera de escala 1:2 (vista frontal). ....	163
Figura 103. Prototipo en madera de escala 1:2 (vista isométrica).....	164
Figura 104. Prototipo en madera de escala 1:2 (vista posterior).....	165
Figura 105. Boceto de rediseño .....	166
Figura 106. Detalle del boceto de rediseño .....	166
Figura 107. Modelo rediseñado de silla.....	167
Figura 108. Armado de Modelos .....	167
Figura 109. Modelo de silla 1, con espaldar con ángulo de 100.....	168
Figura 110. Modelo de silla 2, con espaldar con ángulo de 100.....	168
Figura 111. Modelo de silla 3, con espaldar con ángulo de 110.....	169
Figura 112. Dibujo del boceto.....	170
Figura 113. Proceso de creación de falda (parte 1). ....	171
Figura 114. Proceso de creación de falda (parte 2). ....	172
Figura 115. Modelo final.....	173
Figura 116. Prototipo de Falda con Pliegues.....	174
Figura 117. Proceso de brief y boceto.....	175
Figura 118. Proceso de bocetaje.....	176
Figura 119. Inspiración, modelo y boceto.....	177
Figura 120. Modelo de accesorio. ....	178

Figura 121. The Extraordinaires® Design Studio: Deluxe .....	181
Figura 122. Presupuesto por SnapStudio .....	182

## Índice de Tablas

Tabla 1. Especies endémicas de colibríes en Ecuador .....	18
Tabla 2. Definición operacional de las variables .....	29
Tabla 3. Extracción de Características y Funciones.....	74
Tabla 4. Principios de la Rueda NID. ....	90
Tabla 5. Diferencias entre el Diseño Inspirado en la Naturaleza, Biomímesis y diseño de Cuna a Cuna. ....	94
Tabla 6. Determinantes de diseño.....	141
Tabla 7. Tabla de costos .....	183

## 1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Formulación del Problema

Uno de los animales más característicos de Ecuador, es el colibrí, también comúnmente conocido como quinde o picaflor.

Este tipo ave cuenta con alrededor de 328 especies de colibríes que se destacan por su variedad en forma, color, tamaño, anatomía y comportamiento, además de ser la más pequeña del mundo. Dónde alrededor del mundo, se puede encontrar este tipo de ave exclusivamente en el continente americano, según Rampón, esta especie “puede encontrarse desde Alaska hasta el sur de Chile y Argentina. En donde alcanza su mayor diversidad en Ecuador, Colombia y Perú” (2003) Y la gran diversidad que existe en esta especie se ve ligada con la línea ecuatorial, y a medida que se aleja de esta, la diversidad baja, encontrando solo cuatro especies en Canadá y solo una en el cono sur.

Y a pesar de ser un animal tan extraordinario por su individualidad dentro de su clase, en el Reino Animal, ya que son parte de los apodiformes, en la cual su familia se denomina como Trochilidae, siendo independiente ya que estos tienen características morfológicas únicas que las separan de las demás aves. Y al poseer otras características fascinantes, no solo en su fisiología, anatomía o comportamiento. Esta especie no ha sido aprovechada al máximo, formal ni funcionalmente.

Viéndolo desde la parte del diseño, el uso de este tipo de ave ha sido tradicionalmente utilizada como fuente de inspiración para la producción y desarrollo de productos netamente gráficos donde se plasma solo la imagen en sí del colibrí. La cual a simple vista entiende que fue dada por su estética.

A continuación, se pueden ver varios ejemplos acerca de lo mencionado anteriormente.



*Figura 1.* Morral mediano colibrí acuarela de la colección "Selva oculta" 2016

Tomado de (Diseño M.S Valencia, 2016)



*Figura 2.* Broche de Colibrí hecho en oro con rubíes y piedras preciosas.

Tomado de (thejewerllyeditor, 2016)



*Figura 3.* Botas sobre la rodilla, florales y de colibrí, de Tom Ford

Tomado de (Tom Ford, 2016)



*Figura 4.* Duvet reversible de colibrí

Tomado de (Pottery Barn, 2016)



*Figura 5.* Vajilla de 16 piezas de colibrí.

Tomado de (Ebay, 2016)

Sin embargo, se cuestiona, por qué un animal tan extraordinario debe ser destacado de manera tan superficial, solo por su belleza. Cuando el mismo posee varias características tanto funcionales como formales, que deberían ser reconocidas y aprovechadas al momento de pensar en este animal.

Empezando por la observación, ya que como se mencionó anteriormente, existe tanta variedad de colibríes, que buscaría fijarse en cómo son, cómo interactúan con su medio y qué los hace únicos.

Como sugiere, la autora del libro acerca de biomimética, Janine Benyus en su charla TED. Que se use a la naturaleza como medio de inspiración para buscar soluciones a algo que la naturaleza ya ha resuelto, a lo largo de su evolución. (2005).

Este concepto, acerca de la biomimética también conocida como biomímesis, al momento no es común entre diseñadores, como sería el concepto de eco diseño (aunque estos dos se ven conectados por el respeto que se busca dar al medio

ambiente). A pesar de que el uso de inspiración en la naturaleza brinda un proceso de diseño factible, ya que la naturaleza ha encontrado soluciones viables a problemas que tal vez aún se desconocen y que no afectarían al medio ambiente.

En cuanto al desaprovechamiento que existe, vale la pena mencionar algunas de las tantas características que hacen únicas a esta especie, y cómo estas pueden ser analizadas y transformadas en un producto.

Empezando por la morfología de su pico, la cual varía entre especies, siendo su pico corto, largo, curvo, como en forma de gancho, y que están ligadas a su alimentación. Su adaptación con las flores que los alimentan y a cambio son polinizadas. Velocidad de aleteo y vuelo. La parte que es casi de fantasía ya que tienen la habilidad de entrar a un estado tipo hibernación en las noches, llamado torpor, por lo que fue considerado un ser mágico a través de leyendas. (BBC, 2009) Su color, y como se da, en que influye. Anatomía, como su lengua. Compensación dada a su falta de olfato. Tamaño, qué consecuencias trae ser de mayor o menor tamaño. Adaptación en zonas urbanas. Dimorfismo sexual y longevidad.

## **1.2. Justificación**

El colibrí como animal, desde el diseño necesita ser analizado más allá de su apariencia, por todas las características distintivas que posee y para el aprovechamiento de este, en productos futuros.

Una de las ventajas puntuales para la exploración y el análisis, es que según la Secretaría de Cultura de Quito

Quito es la “capital mundial de las aves” y en el año 2005, el Concejo Metropolitano de Quito, declaró al colibrí “Zamarrito Pechinegro” (*Eriocnemis nigrivestis*) como Ave Emblemática del Distrito Metropolitano de Quito. Con esta declaración el Concejo busca que los ecuatorianos conozcan y reconozcan nuestra condición de país megadiverso y nuestra riqueza manifiesta especialmente en el grupo de las aves, para que la



comunidad desarrolle valores de identidad y autoestima que la comprometan en su conservación.

Y también, según Rampon, “En el Ecuador es muy fácil observar quindes ya que éstos se encuentran en casi todas las regiones” (2003). Afirmando esto, ya que varias especies de colibríes habitan en zonas urbanas de Quito y son atraídos fácilmente por bebederos, donde estos bebederos no solo son frecuentados por una o dos especies de colibríes, sino varias, de las cuales, por observación personal de la estudiante, al momento se han podido identificar, en la residencia de esta, un colibrí gigante, tres quindes herreros, un colacintillo colinegra, dos orejavioleta ventriazul, y un colibrí picoespada.

Así, la accesibilidad que se tiene para la aplicación del concepto de biomimética, que sostiene como idea central, que la naturaleza al innovar por necesidad ya ha resuelto muchos problemas y que el ser humano aún intenta resolver. Mientras que animales, plantas y microbios, a través de la evolución han acertado a que dura en la tierra. Generando una estrategia de supervivencia y un futuro sostenible. Según un artículo por la Universidad Autónoma de Aguas Calientes, (Rocha, Rodríguez, Peña y López, 2012). Haría que este concepto sea tomado como eje de la fase de investigación y en consecuencia a las conclusiones, para la definición formal, de material y aplicación viable en un producto.

Tomando en cuenta también que “en la naturaleza no pueden existir formas injustificadas, superpuesto o sustraído porque todo responde a una finalidad. Y la integración, en el caso de productos creados por el hombre, supone una complicidad sinérgica entre todas las partes implicadas, de modo que todas se modifiquen mutuamente para contribuir a la solución global.” (Viñolas, 2005)

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Investigar y analizar al colibrí desde la parte formal, funcional y su comportamiento para llegar a determinar una aplicación en productos que se basen en el concepto de biomimética.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Investigar y analizar al colibrí desde su fisiología, anatomía, comportamiento y morfología. Y a continuación sintetizar la información tomada por medio de una tabla de valores y empezar a experimentar.
- Definir una aplicación viable a partir de los resultados de la exploración.
- Realizar la aplicación definida, validándola a través de distintas herramientas.

### **1.4. Alcance**

El alcance determinado para la investigación de este proyecto es de tipo exploratoria, ya que se pretende analizar e investigar de forma mixta al colibrí tanto cualitativa, ya que serán tomados datos con respecto a color, forma y comportamiento de los colibríes. Como cuantitativamente por los datos que serán tomados con respecto a tamaños y función del colibrí. Y de la misma manera abstraer información relevante para el desarrollo del diseño final.

## **2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

Al ser un proyecto que busca aplicar el concepto de biomimética, como fue explicado ya en la problemática que se encuentra en el proyecto, tanto como en la justificación, es necesario demostrar casos reales que han sido inspirados en la naturaleza, aplicando el biomimetismo en diferentes productos.

#### **2.1.1. Velcro**

Uno de los casos más destacados en biomimética, “una joven disciplina que consiste en adaptar diseños de la naturaleza y transformarlos en objetos que

tengan utilidad en el mundo real, es la invención del velcro” (Mueller, 2008). Donde surge el desarrollo de un producto que ha resultado bastante útil hasta el día de hoy, y donde

Todo empezó con una planta llamada bardana, cuya semilla está cubierta por cientos de “ganchos” que se adhieren de forma natural a los microscópicos bucles que cubren el pelo, pelaje y ropa. Esta semilla era una modesta maravilla de la naturaleza y una molestia menor para el hombre, hasta que, en un día de 1941, el ingeniero suizo George de Mestral se topó con ella paseando con su perro en una jornada de caza en los Alpes. Inspirándose en esa semilla, de Mestral creó el primer cierre de gancho y bucle. En un principio, de Mestral concibió los cierres de gancho y bucle marca VELCRO® exclusivamente para la ropa. Actualmente, estas fijaciones se utilizan en una gran variedad de industrias, que abarcan desde el sector médico hasta el militar. Aunque cada producto marca VELCRO® está diseñado para cumplir con una tarea específica, los mecanismos básicos siguen siendo los mismos. Solo tiene que pensar que las soluciones marca VELCRO® que permiten que su dispositivo de tableta se fije a la pared se basan en los mismos principios que utiliza la NASA para evitar que las bandejas de comida floten en un ambiente de gravedad cero en el espacio (Velcro, 2016).



*Figura 6. Bardana y Velcro*

Tomado de (Earth Matters, 2016).

## **2.1.2. Aves**

### **1. V de Victoria**

En un artículo publicado por Mother Nature Network, en 2010, uno de los ejemplos destacados en biomimética es acerca de cómo las aves, mediante su formación al momento de volar, en forma de V, podrían influir a que los aviones comerciales puedan reducir el consumo de combustibles, disminuyendo en un 15% al hacer que algunos vuelos que lleguen al mismo destino usen esta formación. O por lo menos así lo comprobó un grupo de investigadores de la Universidad de Standford, quienes aplicaron su teoría con vuelos que salían de San Francisco, Los Ángeles y Las Vegas, los cuales se encontraron en Utah y volaron hasta Londres.

También se menciona en otro artículo, acerca del mismo tema, de TheEconomist.com, en 2009, que se buscaría aplicar esto en vuelos que lleguen a un mismo destino, sin embargo, primero se debe tomar en cuenta que tan dispuesto está el pasajero a viajar en formación, y por la seguridad que este sentiría.

### **2. Tren Bala Shinkansen de Japón**

Para hacer de este tipo de transporte posible, uno de los retos de su diseño era que este viaje a altas velocidades y que sea silencioso. Por lo que al reconocer que el búho es el ave más silenciosa, el equipo de diseño tomo en cuenta el diseño de las plumas, ya que tienen un borde tipo sierra lo que hacía que esto amortigüe las turbulencias y que su vuelo no cause sonido. Lo que llevo cuatro años aplicar, logrando reducir el sonido. (The Natural Edge Project, 2006) Sin embargo aún no era lo suficientemente silencioso. En una entrevista de Eduard Punset con Janine Benyus, hablan sobre cómo se resolvió este problema

Lo que pasaba era que el tren tenía forma de bala, por lo tanto, contaba con una parte frontal redondeada. Y, cuando entraba en un túnel, se creaba una onda de presión, que al salir del túnel daba lugar a una explosión sónica. Así que su jefe le dijo: «muy bien, has resuelto lo del

pantógrafo, ¡ahora a ver si solucionas lo de la parte delantera!». Esa noche acudió a una reunión de ornitología, y empezó a pensar (esto es lo que hace el biomimetismo): «en el mundo natural, ¿qué hace lo que yo intento hacer?» Se percató de que, básicamente, lo que intentaba era que el tren pasara de una densidad A otra, a otro medio, como la densidad del aire en el túnel... y entonces dijo: «este pájaro se sumerge en el agua desde el aire sin ninguna salpicadura. Me pregunto si hay algo especial en su pico». A continuación, creó un modelo del pico, y luego lo pasó a escala, y si ahora vas en el tren, la parte de delante tiene la forma del pico de un martín pescador. ¡Bueno, en proporciones gigantes! Pero lo silenció, evitó la explosión sónica, y además logró que el tren fuera un diez por ciento más rápido, y que utilizara un quince por ciento menos de electricidad (Benyus, 2008)



*Figura 7. Tren bala y Martín pescador*

Tomado de (Blogspot, 2016)

### **2.1.3. Carro Biónico de Mercedes Benz**

Según un artículo de National Geographic por Blake de Pastino, en el año 2005,

Mercedes Benz desarrolló un carro inspirado en el pez cofre amarillo. Dónde se imitó el perfil de este pez para mejorar la aerodinámica del carro, y adaptar su forma de “caja” para incrementar su fuerza y estabilidad. Apoyándose en la biología para crear nueva tecnología, para crear un prototipo a base de diésel, el cual puede llegar a una velocidad de 190km/h, dónde el gasto es de 30km por litro.

Así Mercedes-Benz llamo a este pez que inspiró el diseño como “Un ejemplo de ingenio desarrollado por la naturaleza en millones de años de evolución”



*Figura 8. Carro biónico de Mercedes Benz*

Tomado de (Mercedes Benz, 2016)

#### **2.1.4. Color Sin Pigmento**

Las alas de la mariposa Morfo Azul han sido inspiración para la tecnología Qualcomm Mirasol, quienes diseñaron una pantalla inspirada en la naturaleza, la cual aumentaba eficiencia y reducía el agotamiento de batería; ya que las microestructuras de sus alas toman la luz del ambiente y la reflejan en una onda diferente para producir el color azul.

Qualcomm Mirasol imitó esta estructura para desarrollar dispositivos portátiles, donde cada pixel podía ser modificado para aumentar o disminuir la cantidad de

luz que entra en el dispositivo para poder reflejar ondas específicas de luz, y como resultado que esta pantalla pueda ser vista bajo la luz del sol, en exteriores.

Incluso ellos mencionan en su página web que el futuro de la tecnología móvil comienza ahora, “En Qualcomm cuestionamos, reflexionamos, planteamos hipótesis, creamos prototipos, probamos y volvemos a probar. Todo ello debido a que creemos que el mundo en el que viviremos mañana es el que inventamos hoy”



*Figura 9.* Dispositivo Qualcomm Mirasol

Tomado de (Qualcomm, 2017)

### **2.1.5. Tyer Wind**

Tyer Wind es una turbina de aire introducida por una compañía Tunisia, la cual usó a la biomimesis como inspiración, y observación de la naturaleza, la que resultó en imitar el movimiento de las alas de los más efectivos energicamente eficientes voladores como lo es el colibrí.

“Está inspirada en la naturaleza para satisfacer de mejor manera a la naturaleza” (Tyer Wind, 2016).

La ventaja de estas turbinas es que reduce de manera sustancial el tamaño de

las aspas de la turbina, así como la contaminación acústica.



*Figura 10. Tyer wind*

Tomado de (*TyerWind, 2017*)

## **2.2. Aspectos de Referencia**

### **2.2.1. Colibríes**

Según el libro “Quinde” por Eduardo Rampón (2003) “En el Ecuador existen entre ciento treinta y dos (132) y ciento sesenta y tres (163) especies de quindes. A partir de estas cifras, Ecuador es el país con más especies de colibríes en el mundo”

Además “En el Ecuador es muy fácil observar quindes ya que estos se encuentran en casi todas las regiones” y según el mismo autor, “Dado el gran número de especies de quindes existente en Ecuador, es sorprendente que sean tan poco conocidos”, y “La gran diversidad de colibríes existente en el Ecuador es un atractivo único de la naturaleza, un patrimonio que tenemos la obligación moral de conservar”



Un artículo escrito por la Secretaría de Cultura de Quito, nos hace una pregunta para introducir el texto, la cual es ¿Sabías que Quito es la “capital mundial de las aves”?, y la respuesta a esta sigue con que “Los colibríes, conocidos también como “quindes”, han estado presentes en nuestra historia y nuestra cultura, alegrando los hermosos paisajes que nos rodean” y después nos cuenta que en el 2005 el Zamarrillo Pechinegro fue elegido como Ave Emblemática del Distrito Metropolitano de Quito. Por una razón muy particular, la cual es “que los ecuatorianos conozcan y reconozcan nuestra condición de país megadiverso y nuestra riqueza manifiesta especialmente en el grupo de las aves, para que la comunidad desarrolle valores de identidad y autoestima que la comprometan en su conservación.”

También se puede mencionar que el hecho de que Ecuador cuente con tantas especies de colibríes habitándolo, significa que también se encuentran aves endémicas de la zona. En el mismo libro antes mencionado, de Rampón, redacta que “El término especie endémica, se refiere a especies que habitan una región específica en el planeta y que es exclusiva de este sitio.” sin embargo sigue con que “existe una agrupación de aves endémicas por regiones ecológicas o ecoregiones, de las cuales 9 regiones abarcan al Ecuador y otros países al mismo tiempo.” Lo que conlleva a que este ‘endemismo’ por así llamarlo, es compartido y el número de especies endémicas aumentaría.

Al mismo tiempo, se menciona que si solo se limitará esto al territorio ecuatoriano “solo existirían 14 especies de aves endémicas, de las cuales 5 son colibríes”.

### **2.2.2. Materiales y Salud**

Para escoger los materiales, se deberá tomar en cuenta que el proyecto busca inspiración en la naturaleza, por lo que no se deberían usar materiales que tengan alto impacto ecológico para el medio ambiente o los seres vivos.

Lo que ha aprendido el planeta es a sacar provecho de todo lo existente para engendrar una situación dinámica tendente al equilibrio. Una de las

consecuencias de este hecho es que la naturaleza no sólo no tiene problemas para asimilar todo aquello que ella misma genera, sino que todas las sustancias del sistema tienden a participar activamente, tanto si se trata de sustancias orgánicas como inorgánicas.

Pero existe el problema de que la producción humana, que ha generado sustancias desconocidas por la naturaleza, y esta no sabe cómo procesar de nuevo estas sustancias ya que no son reconocidas como propias y algunas son tóxicas y destructivas para la alimentación de los seres vivos.

Causando que no solo la naturaleza sino también nosotros somos parte de la desintegración

(Viñolas, 2005)

### **2.2.3. Biónica y Biomimética**

Según Viñolas “La biónica es el arte de aplicar el conocimiento de los seres vivos a la solución de los problemas técnicos” (2005). Mientras que la “biomimética (de bios, vida, y mimesis, imitar) es una nueva ciencia que se basa en el estudio de los modelos, sistemas, procesos y elementos naturales con el propósito de imitarlos y así encontrar soluciones prácticas a necesidades humanas, con la condición de que éstas sean sustentables.” (Rocha, 2012). Entonces, se entiende que los dos aplican un principio parecido al analizar a la naturaleza e imitarla para encontrar soluciones.

“Y la biónica consiste en el establecimiento de flujos de información desde realidades naturales al diseño, mediante razonamientos analógicos que permitan transferir las estrategias y soluciones presentes en la naturaleza en solución de los problemas del entorno artificial.” Algunos ejemplos de analogías dados en este mismo texto que se pueden mencionar son: válvula de paso – corazón, aerodinamismo – pájaros, aislamiento térmico – pelaje, camuflaje – mimetismo en animales.

#### 2.2.4. Cultura

La cultura es una conducta compartida, de pensar y actuar. Donde para que esta sea compartida debe darse en una determinada sociedad en un espacio común, donde los significados y significaciones de la conducta de sus miembros forman parte de la cultura. Sin embargo, compartir la cultura no es un sinónimo de la compartición de creencias, o costumbres, sino que toda sociedad regula como estas deben ser conocidas por los miembros al poder vivir en estas construcciones sociales (Guerrero, 2002)

Coad explica que la gente vive al mismo tiempo en un espacio social y físico, donde sus interacciones ocurren en estos dos lugares. Dónde en el primero se producen formas sociales, mientras que en el segundo se dan lugares. Y juntos estos crean una sociedad y el ambiente donde estas se establecen y ellas mismas aportan a la producción. La discusión en la innovación social y la colaboración de organizaciones. (2015)

A esto se lo puede interpretar como el poder que tiene la vinculación entre tiempo y espacio, que une a gente e interpretaciones para generar interés sobre algo, mediante estos espacios y diálogos.

Por ejemplo,

En estos últimos años, los gobiernos y las administraciones de los países más desarrollados están mostrando una preocupación creciente hacia los problemas ecológicos y, conscientes de las graves repercusiones sociales y económicas del deterioro medioambiental, están desarrollando políticas de creación de nuevos marcos legales y estableciendo diversas medidas económicas favorables a la incorporación de consideraciones ambientales en los sistemas productivos. (Viñolas, 2005)

La realidad de las culturas muestra que se dan aspectos muy particulares y específicos de una cultura, que son compartidos en forma exclusiva por determinados miembros de dicha sociedad, en donde los factores diferenciadores que los afectan son de tipo social, de su estado civil, género,

economía, ideologías, ocupaciones, etc. Los cuales son más parecidos dependiendo a quien se comparte esto, por ejemplo, si son personas del mismo status. En dónde cada experiencia de los miembros es diferente, pero al ser compartida entre familiares o conocidos, causa la enculturación, unificando las diferencias personales. (Guerrero, 2002)

## **2.3. Aspectos Teóricos**

### **2.3.1. Proceso Morfológico en Diseño**

El concepto de forma, no sólo en su versión geométrica, sino también como entidad significativa, concebida como un producto cultural, histórico e inserto en un ámbito social que posibilita su existencia.

Al considerar al objeto de diseño industrial como signo, reconocemos en él la posibilidad de sustentar un significado compartido y a partir de allí transformarse, además, en vehículo para la proyección de un mensaje.

Como sostiene Sottsass: la finalidad del diseño no es ante todo crear algo nuevo, sino hacer un objeto visible e inteligible, es decir poner en relieve los mensajes en él contenidos para facilitar el proceso de comunicación. No existe proceso de comunicación sin sistema de significación: el lenguaje es el medio entre el hombre y los objetos.

El diseño es una actividad proyectual de carácter cultural y contextual, que como tal, busca obtener mediante un proceso intencionado y consciente, resultados formales a fin de cubrir necesidades humanas en determinado medio social y ambiental.

La Morfología estudia los modos en que la cultura desarrolla conceptual y materialmente su apropiación de la espacialidad, y su objetivo en Diseño Industrial es capacitar al futuro profesional en el análisis y producción de formas; tomando a la forma como un producto social y al diseñador como operador de formas y significados. (Abraham., 2013.).

### 2.3.2. Especies endémicas de colibríes en Ecuador

Tabla 1.

*Especies endémicas de colibríes en Ecuador.*

<b>Nombre</b>	<b>Distribución</b>	<b>Rango</b>	<b>Endemismo</b>
Ermitaño Bigotiblanco Phaethornis Yaruqui	Occidente	Principalmente bajo 1300m	Chocó bajo
Ermitaño de Baron Phaethornis baroni	Occidente	Principalmente bajo 1300m	Tumbes
Alasable del Napo Cmpylopterus villaviscensio	Oriente	900-1700m	Andes Orientales
Zafiro Barbiazul Chlorestes notatus	Oriente	Bajo 300m	Chocó bajo
Colibrí Olivipunteado Leucippus chlorocercus	Occidente	Hasta 400m	Amazonía baja
Colibrí de Tumbes Leucippus baeri	Occidente	Hasta 100m	Tumbes
Amazilia Pechimorada Amazilia rosenbergi	Occidente	Principalmente bajo 600m	Chocó bajo
Puntiblanca Pechipúrpura Urosticte benjamini	Occidente	Principalmente 900- 1600m	Chocó alto
Puntiblanca Pechiverde Urosticle ruticrissa	Oriente	1300- 2300m	Andes Orientales
Colipunto	Oriente	Principalmente 900-	Andes

Ecuatoriano Phlogophilus hemileucurus		1300m	Orientales
Brillante Emperatriz Heliodoxa imperatrix	Occidente	Principalmente 1500- 2100m	Chocó alto
Brillante Gorjinegro Heliodoxa gularis	Oriente	350- 950m	Andes Orientales
Estrella Ecuatoriana Oreotrochilus estella	PA	Principalmente 3600 – 4600m	Andes Centrales
Inca Pardo Coeligena wilsoni	Occidente	Principalmente 800 – 2000m	Chocó alto
Frentiestrella Arcoiris Coeligena iris	TEMP	Princip. 200-3300m	Andes Sur
Coronita Aterciopelada Boissonneaua jardini	Occidente	Principalmente 800- 1700m (noroeste)	Chocó alto
Solángel de Gorguera Heliangelus strophianus	Occidente	Principalmente 1700- 2300m	Chocó alto
Solángel Gorjipúrpura Heliangelus viola	TEMP	Princip. 1800-3300m	Andes Sur
Zamarrito Pechinegro Ericnemis	TEMP	Princip. 1800 – 3300m	Andes Centrales

nigrivestis			
Zamarrito Gorjiturquesa Eriocnemis godini	TEMP	2100-2300m	Andes Centrales
Zamarrito Pechidorado Eriocnemis mosquera	TEMP	Principalmente 3000- 3600m	Andes Centrales
Zamarrito Muslinegro Erionecmis derbyl	TEMP	3000-3500 (Norte de Carchi e Imbabura)	Andes Centrales
Zamarrito Canoso Haplophaedia lugens	Occidente	Princip. 1700-2100m (noroeste en Pichincha)	Chocó alto
Metalura Gorjivioleta Metallura baroni	TEMP y PAR	Principalmente 3100- 3700m (sur de Azuay)	Andes Sur
Metalura de Neblina Metallura odomae	TEMP y PAR	Principalmente 2950- 3400m (sur)	Andes Orientales
Picoespina Arcoiris Chalcostigma herrani	TEMP y PA	Principalmente 2800- 3700m	Andes Centrales
Colibrí Piquiavoceta Opisthoprora euryptera	Oriente	Principalmente 2400- 3200m	Andes Orientales
Silfo Colivioleta Agelaiocercus coelestis	Occidente	Principalmente 800- 1950m	Chocó alto
Estrellita Colicorta Myrtis micrura	Occidente	Hasta 800m (suroeste)	Tumbes

Estrellita Chica Chaetocercus bombus	Occidente	Princip. Bajo 1200m	Tumbes
Estrellita Esmeraldeña Chaetocercus berlepschi	Occidente	Principalmente bajo 200m	Tumbes

Adaptado de (Rampón, 2003)

Nota: Solo los datos de las especies endémicas fueron tomados en esta tabla.

### 2.3.3. Morfología del pico del colibrí

Según Rampón, los colibríes presentan varias adaptaciones que les han permitido colonizar varios tipos de ecosistemas y explotar los recursos ofrecidos por las flores. En donde su pico interviene mucho en este aspecto ya que este se ha modificado en forma y longitud para poder introducirlo en las corolas tubulares de las flores para que así ellos se puedan alimentar del néctar.

Existe una variación en las especies de colibríes donde algunos tienen picos cortos y rectos, otros curvos y largos. En la que se explica una coadaptación entre las flores y ellos para que las ambas partes se beneficien, una al alimentarse y otra al ser polinizada.

Uno de los casos es el del colibrí pico espada, que tiene un pico de 12cm de largo, que le permite ser la única especie de colibrí que puede aprovechar y polinizar a las flores de Guanto. (2003)

Un boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, en 1990. Donde se habla de la interacción que existe entre estas especies, y los beneficios mutuos que obtienen. Pues las flores polinizadas por los colibríes, al igual que sus picos, varían en formas y longitudes. Las cuales pueden ser separadas en dos grupos. Las flores largas y curvas, pertenecientes al género Heliconia, y Bromeliáceas, Gesneriáceas, Antáceas o Ericáceas, son visitadas y polinizadas por los colibríes



con picos largos y curvos llamados ermitaños, mientras que las flores más cortas, como arbustos rubiáceos, son visitadas por colibríes con picos cortos, medianos y típicamente rectos.

Otro comportamiento destacado del colibrí es que los de pico corto son más territoriales, ya que visitan flores cortas pero dispersas, en cambio los de pico largo ignoran a las flores cortas y vuelan largas distancias en búsqueda de flores ricas en nutrientes. (Feinsinger, 1990)



*Figura 11.* Colibri pico de espada.

Tomado de (Blogspot, 2016)

#### **2.3.4. Color**

Según Eva Heller, en su libro sobre la psicología del color, los colores pueden

producir muchos efectos distintos y ser relacionados a diferentes sentimientos, esto se debe a que no existen colores aislados, todos se correlacionan, generando los acordes cromáticos, los cuales son los colores que son frecuentemente asociados a un sentimiento particular.

Cada significado de un color es determinado por su contexto, por ejemplo, su valoración es diferente al estar asociada con algo en particular, como una habitación, vestimenta o alimento. (2008)

En el caso de los colibríes, sus plumas producen destellos metálicos que van cambiando de tono por el ángulo de la luz ya que su plumaje es iridiscente y no pigmentado. (Rampón, 2003)

Y el color en el mundo vegetal, “Las flores han aprendido a destacarse del resto de la planta, estableciendo códigos de seducción capaces de atraer aquellos seres responsables de la polinización” (Viñolas, 2005). Como claro ejemplo y por lo mencionado anteriormente, uno de ellos es el colibrí.

Además, que “Los colores desempeñan funciones muy diversas entre las que se encuentran las de advertencia, camuflaje y dimorfismo sexual, de tal manera que cuando un ser vivo adquiere a lo largo de su proceso adaptivo un color dado, es porque resulta favorable para su supervivencia dentro de los condicionantes puestos por el entorno

También, el color es un aspecto clave para todo diseño ya que esta causa sentimientos positivos o negativos, y es utilizado para asociar un objeto a una experiencia.

### **2.3.5. Vuelo del colibrí**

Una de las características que hace única a esta especie, es como es su vuelo, ya que son la única especie que puede volar en cualquier dirección, incluido en reversa y “Los quindes tienen fusionadas las articulaciones del codo y la muñeca, por lo que el movimiento del ala está localizado en el hombro, permitiéndoles así una rotación axial del ala entera de 180 grados”. Sin embargo, lo más impresionante es su vuelo estático, ya que trazan un número 8 y se mantienen verticales, a la vez, pueden aletear, dependiendo de la especie, entre 15 a 60 veces por segundo. O al momento del cortejo puede llegar hasta 200 aleteos por

segundo. A demás de alcanzar velocidades altísimas, como de hasta 350km/h. Produciendo también de trinos o zumbidos, por eso adquirieron su nombre en inglés. Y una alta demanda de energía. (Rampón, 2003)

Aquí también se puede mencionar la relación entre tamaño y forma, ya que “Los animales pequeños respiran más rápidamente que los grandes, sus corazones laten a mayor velocidad y su consumo de alimentos es más elevado en relación con su peso corporal, tasa de reproducción más alta y ciclo de vida menor ” (Viñolas, 2005) La estrella ecuatoriana, es un claro ejemplo de velocidad versus tamaño y consumo de energía, porque ella tiene un promedio de 75 aleteos por segundo, haciendo que al ser más pequeña, es más rápida pero demanda más energía que es usada por el día y recargada en la noche, donde los colibríes entran en un estado parecido a la hibernación, pero 365 días al año. (BBC, 2009)

## **2.4. Aspectos Conceptuales**

### **2.4.1. Morfología**

La Morfología estudia los modos en que la cultura desarrolla conceptual y materialmente su apropiación de la espacialidad, y su objetivo en Diseño Industrial es capacitar al futuro profesional en el análisis y producción de formas; tomando a la forma como un producto social y al diseñador como operador de formas y significados.

Esta definición nos lleva a precisar el concepto de lectura de la forma, como el del proceso a través del cual se efectiviza esa apropiación.

La lectura permite, a partir del reconocimiento de categorías, comprender el significado de los objetos existentes, e imaginar la concreción de otros potenciales.

Los objetos de diseño industrial se relacionan con el usuario, a través de su forma y sus manifestaciones sensibles

Morfología en el Diseño Industrial posibilita a los Diseñadores Industriales construir un lenguaje y así desarrollar sus propios modos de apropiación de la espacialidad, transformándose en operadores de la cultura material.

### **2.4.2. Biomimética**

Como ya se ha mencionado varias veces, esta es una disciplina que invita a imitar a la naturaleza, encontrando así soluciones para algo que la naturaleza ya ha resuelto. Mediante la exploración y análisis de algunas especies de colibríes que terminan generando una aplicación en productos.

Según un artículo de Time Magazine en línea, acerca de los más influyentes en proteger al planeta, siendo una de ellas Janine Benyus, quien es la autora del libro acerca de “Biomimésis: innovaciones inspiradas por la naturaleza”, se recalca que ella sugiere una forma nueva de pensar en el diseño, ya que lo invierte, al hacer que la alquimia se convierta en acción.

Benyus toma su inspiración en diseño de la sabiduría de la naturaleza, no del ingenio de las personas. Ya que 3.8 mil millones de años han expuesto las falencias de 99% de las creaciones de la naturaleza. Y el 1% que ha sobrevivido, puede llegar a enseñar lecciones valiosas sobre cómo se pueden construir cosas duraderas. Por ejemplo, el diseño de la naturaleza ha llevado a la creación de un bastón ultrasónico inspirado en los murciélagos para los ciegos, hojas sintéticas que recolectan agua de llovizna y neblina como los escarabajos del desierto, y pintura que se limpia sola como lo hace la hoja de flor de loto.

Biomimética no es lo mismo que biotecnología, biomimética es tratar a la naturaleza como mentor y modelo.

Según la Universidad de Point Loma, biomimética, también conocida como biomimésis, es la disciplina que aplica los principios de la naturaleza para resolver problemas humanos, y ayuda a alcanzar metas económicas como ambientales. Muchos de los mecanismos y sistemas encontrados en la naturaleza son altamente eficientes, evitando desperdicio, y son sustentables en un sistema virtual cerrado. Haciendo que esta disciplina se convierta en un factor muy importante para la economía.

### **2.5. Marco Normativo y Legal**

En el punto 2.2.4. se habló sobre el interés que los gobiernos están dando a

normas que promuevan el eco diseño. Y Ecuador, a través de las normas INEN, ha acatado el uso de las siguientes normas.

La Norma ISO 14001 relaciona la gestión de los procesos de una organización con los impactos ambientales, pero no incluye los procesos de gestión del diseño. La Norma ISO 9001 comprende el proceso de gestión del diseño, pero no incluye explícitamente los impactos ambientales. El Informe Técnico ISO/TR 14062 y la Norma IEC 62430 tratan la incorporación de la evaluación de los aspectos ambientales y sus impactos en el proceso de diseño y desarrollo. La intención de estas directrices es que sean aplicables a todas las organizaciones independientemente del tipo, tamaño y producto suministrado.

(NTE INEN – ISO 14006., 2013)

### **3. CAPÍTULO III: RECURSOS**

#### **3.1. Humano**

Para el desarrollo del proyecto se necesita ayuda de expertos en diferentes áreas, como biólogos, ornitólogos, y sobretodo diseñadores. Quienes aporten con su conocimiento al proyecto con información experimental como formal. Al momento de realizar entrevistas e interactuar con la autora para que, de esta manera con el conocimiento aportado, sirva de herramienta para el proceso del desarrollo proyectual.

#### **3.2. Informativo**

Al ser un proyecto experimental, que busca obtener información que después será filtrada para obtener componentes de diseño viable, se necesita de varios recursos informativos, desde videos, documentales, libros, revistas, artículos, páginas web especializadas en el tema. Las cuales abarquen temas como biomimética, colibríes y metodologías de diseño principalmente.

### **3.3. Institucional**

Ya que es difícil interactuar de forma directa con un colibrí en sí, ya sea por su velocidad y confianza en el humano, es necesario contactar a instituciones que tengan información y colección de estos, que puedan ser observadas y de ser posible manipuladas.

### **3.4. Técnicos**

Para toda la investigación y desarrollo se necesita de varios recursos técnicos, como una laptop o computadora para la investigación de videos, lecturas online, también con el mismo recurso se utilizará programas de diseño como Adobe Illustrator para la creación del instrumento de aplicación de diseño, ilustración y diagramación de este. Una cámara fotográfica y de video para la observación de movimientos y apariencia del colibrí. Un estereoscopio para la observación de sus plumas y otros detalles relevantes que no pueden ser visibles al ojo humano, como la lengua de este.

### **3.5. Materiales**

Los materiales del proyecto no pueden ser definidos aún, ya que, al ser un proyecto experimental, primero se deben definir los componentes para el diseño. Sin embargo, se sabe que los materiales estarán dados por características del colibrí y basados en el concepto de biomímesis. Y que de ser posible estos tengan bajo impacto ambiental, que puedan ser reciclados y reutilizados.

## **4. CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación de este proyecto es de tipo exploratoria, ya que se pretende analizar e investigar de forma mixta al colibrí tanto cualitativa, ya que serán tomados datos con respecto a color, forma y comportamiento de los

colibríes. Como cuantitativamente por los datos que serán tomados con respecto a tamaños y función del colibrí. Y de la misma manera abstraer información relevante para el desarrollo del diseño final.

#### **4.2. Población**

La población en este caso no es acerca del usuario, ya que este proyecto fue pensado para la exploración del colibrí, con un resultado de producto en la última fase. Aún no se puede definir un target, sin embargo, la población tomada en cuenta es de los anfitriones de la investigación, en lugares que puedan ser comúnmente vistos, tales como zonas urbanas del norte de Quito, hasta lugares específicos para la observación de aves, como Mindo o en museos o instituciones como el Museo de Historia Natural de la Escuela Politécnica Nacional.

#### **4.3. Muestra**

Al ser un tipo de investigación de exploración y análisis, toda la muestra revuelve en torno al colibrí y sus características.

Realizando el proyecto por fases.

1ra: Búsqueda de referentes y de información complementaria. Donde se estima observarlos, interactuar con ellos y usar recursos que hablen o demuestren su anatomía, fisiología y comportamiento, también al usar recursos fotográficos para hacer una tabla de valores que califiquen cualidades de los colibríes.

2nda: Test de análisis. Al tener determinadas las posibles aplicaciones de producto, experimentar en diferentes materiales que aplicación puede ser la más adecuada o viable.

3ra: Fase de Valorización. Al realizar un prototipo y definir posibles usuarios, para realizar tests de uso con ellos para determinar cuáles son las fortalezas y debilidades y qué mejoras pueden darse.

#### 4.4. Variables

Las variables del proyecto son influenciadas por las características extraídas del colibrí.

##### 4.4.1. Definición operacional de las variables

Tabla 2.

*Definición operacional de las variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Posible valor</b>
Especie de Colibrí	Miembros de poblaciones que se reproducen o pueden reproducirse entre sí en la naturaleza y no de acuerdo a una apariencia similar.	Cualitativa	De las 300 especies de colibrí que existen se definirá las más comunes que hay en Pichincha para que puedan ser tomadas en cuenta (ver tabla)
Color	Percepción visual que se genera en el cerebro de los humanos y otros animales.	Cualitativa	<p>Cálidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amarillo</li> <li>• Rojo</li> <li>• Naranja</li> </ul> <p>Fríos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Azul</li> <li>• Verde</li> </ul>



			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Violeta</li> </ul>
Tamaño	Refiere a la dimensión, el cuerpo, el grosor, la medida o el espesor de algo.	Cuantitativa	Pequeño: 5cm - 10cm Mediano: 10cm - 15cm Grande: 15cm - 25cm
Alimentación	Ingestión de alimento por parte de los organismos para proveerse de sus necesidades alimenticias, fundamentalmente para conseguir energía y desarrollarse.	Cualitativa	Flores Frutas Bebederos (azúcar) Insectos
Forma del pico	Figuración que posee un cuerpo en su exteriorización, así reconocemos formas rectangulares, cuadradas, redondas, rectangulares, etcétera, y distintas formas en un mismo cuerpo.	Dependiente	Largos Cortos Curvos Rectos Mixtos
Velocidad	Magnitud física de carácter vectorial que expresa la distancia recorrida por un objeto en la unidad de tiempo.	Cuantitativa	10-15 km/h 15-25 km/h 25- 50 km/h

Aleteo	Movimiento repetido de las alas o aletas.	Cuantitativa	-50 aleteo/segundo 50 - 80 a/s 80 - 120 a/s 120 - + a/s
Largo del pico	Dimensiones aproximadas del pico del colibrí	Cuantitativa	1-3cm 3-6cm 6-10cm 10-20cm
Largo de sus alas	Dimensiones aproximadas de las alas del colibrí	Cuantitativa	1-3cm 3-6cm 6-10cm 10-20cm
Largo de la cola	Dimensiones aproximadas de la cola del colibrí	Cuantitativa	1-3cm 3-6cm 6-10cm 10-20cm
Horarios de alimentación	Cada cuántos segundos, minutos o segundos	Cuantitativa	1-59s 1-60min 1-8h
Horarios de estancia	Cuánto tiempo permanecen en un mismo	Cuantitativa	Horas Días

	lugar		Meses Años
Longevidad	Tiempo o edad de un ser vivo	Cuantitativa	0 - 2 años 2 - 5 años 5 -10 años 10 años en adelante
Masa (comúnmente confundida con peso)	Es la cantidad de materia de un cuerpo que se mide en una balanza y su unidad de medida es el kg	Cuantitativa	Liviano: 5 - 10g Mediano: 10 - 20g Pesado: 20 - 40g
Reproducción	Cuántos huevos nacen	cuantitativa	1 2 3 3 o más
Rol del colibrí (la polinización de las flores, etc).	Cómo actúa ante su entorno.	cualitativa	Qué tan importante es este para la evolución de flores y fauna

## 5. CAPÍTULO V: INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO

### 5.1. Investigación Teórica

Para el cumplimiento del 1er objetivo se hizo una investigación textual de los colibríes, tanto en libros, como artículos y videos que ayudaron al entendimiento de su fisiología, anatomía, comportamiento y morfología.

#### 5.1.1. Alimentación

Según el libro “Do hummingbirds hum?” Por George C. West y Carol A. Butler este grupo de aves, frecuentemente visita flores rojas donde la cantidad de néctar de una flor es más importante que su forma y color.

En promedio, los colibríes salvajes, visitan de mil a tres mil flores al día, y cuando se alimentan de flores en lugares no urbanos, se alimentan sin parar por una hora gracias a la cantidad de néctar que deben alcanzar.

Pero, por otro lado, con bebederos se alimentan por pocos minutos cada hora. Las plantas preferidas contienen del 20-25% de sacarosa en ellas y no se alimentan de flores con menos del 12% de sacarosa.



*Figura 12.* Varma, A, *Hylocharis leucotis* alimentándose de una flor ornamental.

Tomado de (Varma, 2017)

Su forma de alimentarse se asemeja a la de un perro. Creyendo que dan de 5 - 13 lamidas por segundo. Y habiendo una relación entre tamaño, cuan más grande sea el colibrí, dan menos lamidas por segundo mientras que si es más pequeño, dan más lamidas por segundo



*Figura 13. Varma, A, Female Purple-collared Woodstar (Myrtis fanny) - Location: Loja Province, Ecuador*

Tomado de (Varma, 2017)

Pero se debe entender que no solo se alimentan de néctar, ellos obtienen su proteína de insectos y arañas para obtener una dieta balanceada (Stiles, 1995) y usan su pico, más no su lengua para atraparlos. Dónde tienen dos formas de cazarlos, "Halconeando" en la cual los atrapan en pleno vuelo o "Espigando" cuando los insectos están posados en hojas o ramas. Siendo también atraídos por la forma y color de la flor, ya que memorizan qué flor les da néctar.

### 5.1.2. Mutualismo

Además, el colibrí depende de la flor para obtener néctar y alimentarse, mientras que la flor depende del colibrí para su polinización, lo que se conoce como co evolución, co adaptación o mutualismo, este ocurre entre dos o más organismos con estrechas relaciones ecológicas que ejercen presiones selectivas mutuas y sincrónicas, sin intercambio de material genético y que conducen a adaptaciones específicas recíprocas (Smith, 2001).

La cuál es una adaptación beneficiar. Generando así en los colibríes picos variados: corto, largo, corto - recto, corto - curvo, largo - recto, largo – curvo.

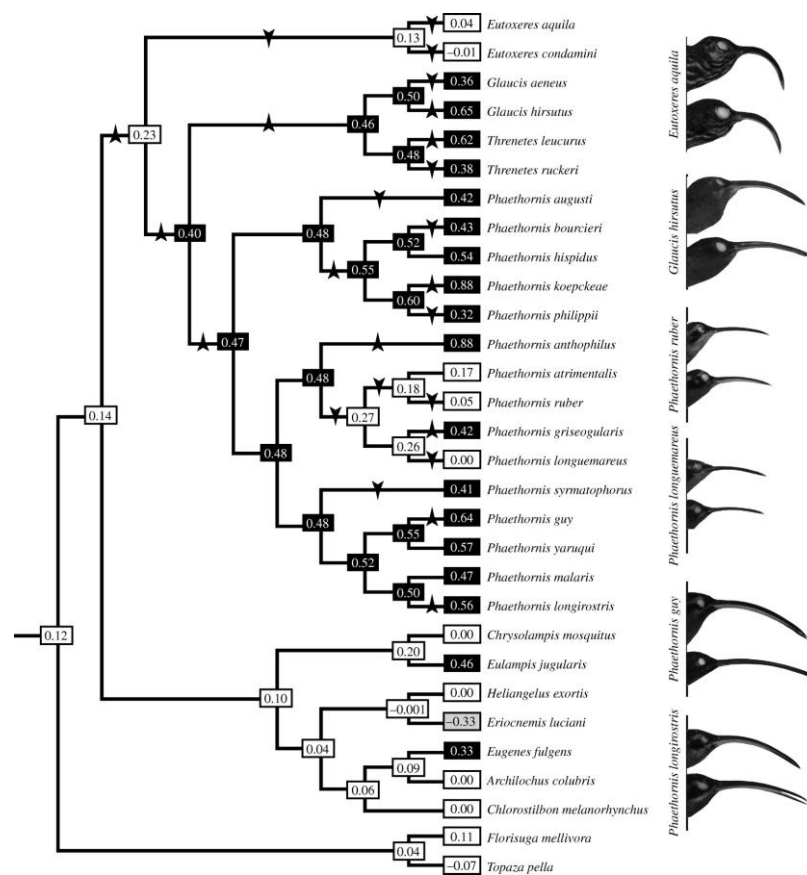


Figura 14. Variedad de Picos en los Phaethornithinae subfamilia de los Trochilidae

Tomado de (Ethan J. Temeles J. S., 2010)

### 5.1.3. Consumo Energético

Un colibrí de 3,5g necesita 7 kilocalorías al día o 2 kilocalorías por gramo de peso resultando en usar 100% de los azúcares consumidos convirtiéndolos en "combustible" o energía.

Siendo el colibrí gigante - Patagonia gigas el más grande y el que pesa más o menos 20g y el colibrí más pequeño nativo de Cuba conocido como zunzuncito, o elfo de las abejas más o menos 1,6g y los medianos varían en peso con una media de 12g.



*Figura 15.* Píngara en la tupa

Tomado de (Yáñez, 2011).



*Figura 16.* Zonzuncito posando en lápiz

Tomado de (Taringa, 2013)

#### **5.1.4. Lengua**

Los insectos y arañas consumidos son digeridos en aproximadamente menos de 10 minutos, donde su lengua se asemeja a la forma de un tenedor que en su punta se divide en dos, atrapa el néctar haciendo que, al retraer su lengua, el néctar sea exprimido de la lengua y tragado. El néctar y la comida sola llegan primero a una bolsa antes del estómago llena de mucosa hasta pasar por el estómago e intestino dónde se absorbe el azúcar.

#### **5.1.5. Vuelo**

Cuando uno de ellos se prepara a volar, un poco de orina es liberada, reduciendo su peso y haciendo más fácil el vuelo. También lo hacen en medio vuelo para no dejar olor y atraer depredadores. E incluso los polluelos tienen el instinto de hacer esto al borde del nido.



### **5.1.6. Aleteo**

La siguiente característica, tan fascinante de los colibríes, es su aleteo. La información acerca de esta característica es variada dependiendo de la especie, pero se estima que en vuelo dependiendo de su tamaño, su aleteo puede darse de 20 a 200 aleteos por segundo.

En un artículo, que respalda la información dada anteriormente, realizado por la ABC. Basándose en una investigación realizada por un grupo de investigadores de la Universidad de Standford, quienes analizaron el vuelo del colibrí, mediante el uso de una cámara Phantom ultrarrápida, que puede disparar 3.300 cuadros por segundo en alta resolución y unos 650.000 en una resolución diminuta, donde se determinó que este es capaz de mover sus alas 55 veces por segundo mientras está quieto, 61 veces por segundo cuando se mueve hacia atrás y 75 cuando va hacia adelante. Esta posibilidad de ir hacia cualquier dirección es facilitada por la rotación de 180 grados de sus alas.

Además, gracias a estas capturas, se lograron tomar algunos datos más sobre el vuelo sostenido de los colibríes.

Por ejemplo, que producen una vibración y movimiento mínimo sobre su espalda mientras aletean, dejando todo el trabajo a las articulaciones. Esto les permite mantener la forma en vuelo, por lo que los vemos casi quietos en el lugar, como flotando, mientras se alimentan con sus picos de casi 10 cm. Logrando unos 55 aleteos por segundo, los colibríes tienen la sacudida del cuerpo más rápida entre vertebrados en el planeta. El aleteo dura una fracción de segundo, por lo que nunca se había podido percibir. (ABC, 2013)

### **5.1.7. Alimento**

Normalmente los colibríes se alimentan de flores tubulares con largas corolas. Según Temeless y Kress (2003), analizando los grupos ecomorfológicos formados para las especies de colibríes y de plantas, se nota que los ermitaños

eligen las plantas de las cuales se alimentan basándose en el tamaño de las corolas, dando a entender que las especies de colibríes más grandes accedan al néctar de las flores con corolas cortas con más facilidad. Además, si su pico no llegara a alcanzar el néctar con su pico, su lengua es capaz de ser extendida más allá del mismo.



*Figura 17.* Colibrí sacando la lengua para alimentarse de una flor  
Tomado de (Hansen, 2017)

Los colibríes compiten con los "perforadores de flores" o *genus disglossa*, quienes se alimentan de las flores, pero no las polinizan.

#### **5.1.8. Oxígeno**

Reciben oxígeno al tomar aire, o inhalar. Los más grandes lo hacen 180 veces por minuto mientras que los más pequeños 275 por minuto cuando están en descanso y en vuelo esta cantidad aumenta a 500 veces por minuto aproximadamente.

Según un artículo realizado por la Universidad Lincoln de Nebraska (UNL), el biólogo Jay Stortz estudió la hemoglobina, proteína la cual se encarga de llevar oxígeno a la sangre, que se presentaba en 63 diferentes especies de colibríes y se determinó que dependiendo de la altitud en la que el colibrí habite, su hemoglobina y oxígeno se adaptaba al clima. (Gayman, 2013)

Por otro lado, en una investigación realizada en 1950, se determinó que cuando un colibrí revolotea, o se mantiene volando de manera estática en el aire, consume el oxígeno de forma mucho más rápida, dado a que su metabolismo es mucho más acelerado que cualquier otro vertebrado, el mismo que baja considerablemente cuando estos entran en un estado de torpor. (Pearson, 1950)

En otra investigación, el nivel de oxígeno fue controlado por una cámara de oxígeno y manipulada por los investigadores, la cual determinó que hasta los colibríes que viven en bajas alturas, podían volar y mantenerse en vuelo hasta en niveles de oxígeno parecidos a la punta del Everest, mientras que en otra investigación se concluyó que los colibríes pueden modificar su frecuencia de aleteo en conjunto con su amplitud de brazada dependiendo de cuanto se vayan a elevar, que la densidad de aire y altitud no es en realidad un impedimento y que esta variación tiene más que ver con requerimientos aerodinámicos. (Derrick J. E. Groom, 2017)

#### **5.1.9. Anatomía**

##### **Corazón**

Su corazón es el más grande entre todas las aves, siendo 2% de su peso. El mismo que cuando está en descanso, late aproximadamente 500 veces por minuto mientras que cuando está activo o volando puede llegar hasta a 1200 latidos por segundo, sin embargo, sus latidos disminuyen a 50 latidos por minuto cuando entran en estado de torpor o letargo, el cual es parecido a la hibernación, pero de forma diaria.

**Oído**

Su oído es parecido al de un mamífero, a pesar de esto no tienen un componente externo, donde su oreja está cubierta por plumas. Según Bernard Lohr y Robert Dooling, no pueden escuchar sonidos más altos de 700 hertz a pesar de producir sonidos de este tipo.

**Vista**

Poseen excelente vista, donde sus ojos son muy grandes para su tamaño, resultando en que sus ojos no sean tan flexibles por lo que necesitan girar su cabeza para mirar en diferente dirección.



*Figura 18.* Cráneo de Ruby Throat

Tomado de (Bill Hilton Jr. & Operation Ruby Throat, 2017)

**Esqueleto**

Su habilidad de rondar o mantenerse aparentemente estáticos al volar por largos períodos mientras comen, los diferencia de los demás grupos de aves. Ya que la articulación de su hombro es flexible, sus alas pueden rotar en 180 grados.



*Figura 19.* Esqueleto de Ruby Throat

Tomado de (Bill Hilton Jr. & Operation Ruby Throat, 2017)

### **Alas**

Sus alas funcionan como un péndulo, mientras más largas, su aleteo es menor y si son más cortas, el aleteo es más alto. Pueden cambiar el rango de aleteo para evadir a un predador o durante el cortejo, pero por corto tiempo.

### **Torpor**

Según el libro *Hummingbirds, A guide to every species* de Fodgen, Taylor y Williamson (2014), tienen un proceso llamado Torpor, mencionado anteriormente, en el cual su temperatura corporal baja para así alcanzar la temperatura del ambiente.

A pesar de esto no entran en torpor cada noche, ya que este proceso depende del clima y de su metabolismo o energía de reserva. También el torpor es

sumamente importante para los colibríes que son más pequeños y que viven en altitudes más elevadas.

Según Crawford & Greenewalt en su libro Hummingbirds afirma:

La naturaleza, con su ingenio personalizado, ha encontrado una solución elegantemente inusual, les ha dado la habilidad de entrar a un estado de 'animo suspendido' en el que su temperatura corporal baja y su gasto de energía es muy baja. En este estado se los puede manipular sin que lo noten.

En la Historia del Nuevo Mundo, en 1653 escrita por un padre español, Bernabé Cobo, describía que "el despertar" de los colibríes era usado como evidencia por los jesuitas mexicanos en la explicación de resurrección a los indios nativos, a quienes llamaban "aves resucitadas" (Greenewalt, 1991, pág. 10)

Como algunas aves, los colibríes no pueden caminar, ya que son apodiformes, lo que significa que sus patas son cortas de acuerdo a su tamaño y rapidez de vuelo, por lo tanto, usualmente usan sus alas para moverse.

#### **5.1.10. Pico**

Las flores de las que ellos se alimentan son visitadas por varias especies, pero en ellas influye mucho su pico.

Estos se dividen en 2 grupos. Largos y curvos: siendo los ermitaños, como pico de lanza e incas. Y los de pico corto y recto siendo el pico más común, ya que este segundo grupo se puede alimentar de cualquier flor que tenga sus pétalos cortos y el néctar a simple alcance.



*Figura 20.* Heliconia Pogonantha.

Tomada de (Ecos del Bosque, 2017)

La flor más visitada por los ermitaños son las heliconias Pogonantha, conocidas como Platanilla. Y los únicos 2 ermitaños que tienen una selección limitada de flores son 2 "picos de hoz" los cuales tienen sumamente corto y curvo y se alimentan de las flores Centropogon y algunas Heliconias. Y generalmente los demás ermitaños pueden visitar estas flores y alimentarse de ellas, aunque su pico no encaje perfectamente, ya que su lengua es flexible. Otra forma de clasificación de da según su profesión, ya que los primeros, "trapliners" la cuál es una estrategia dónde visitan secuencialmente la misma fuente de alimento (Kazuharu Ohashi, 2009), de pico largo, viajan largas distancias "atrapando" o alimentándose de flores con largos pétalos.

Mientras que el segundo grupo, los territoriales tienden ser dominantes, agresivos, quienes defienden varias flores de otros colibríes, incluso de su misma especie. Como la cola rufa, amazalia, Boissonneaua jardini, ángeles de sol, colibrí sietecolores, ninfa coronadas.



*Figura 21.* Ninfa Coronada.

Tomado de (Mauricio Ossa, 2017)

#### **5.1.11. Tipo de Flores de las que se Alimentan**

El siguiente grupo de flores se conoce como "ornithophilous" o amadas por aves, las cuales presentan adaptaciones de polinización por colibríes. Heliconiaceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Rubiaceae, Acanthaceae, Gesneriaceae.





*Figura 22.* Bromeliaceae

Tomado de (Enciclopedia Britannica, 2015)

Además, las flores tubulares largas, que miden de 30-40mm de largo secretan mucho néctar y las tubulares cortas, de menos de 20mm de largo, no producen mucho néctar como las largas, pero si el suficiente para los colibríes territoriales. Además, que las flores dependen más de la polinización de los colibríes antes que insectos, ya que ellos se mantienen activos en cualquier tipo de clima, mientras que las mariposas o abejas se mantienen inactivas cuando hace mucho frío o cuando está muy húmedo el ambiente, por lo tanto, la mayoría de flores polinizadas en tierras altas son por colibríes.

### 5.1.12. Cortejo

Dentro del cortejo se comprende que son polígamos y promiscuos, en el caso de los machos la reproducción solo se da en el cortejo y apareamiento, donde su forma de cortejo es demostrar cómo defienden su territorio y la calidad de las flores que se encuentran en él.

Otra forma en el caso del colibrí colilargo, es el cantar en coros de hasta 20 colibríes machos, destacando su voz. Y por lo general su reproducción se da en verano cuando hay abundancia de flores y buen clima. Sin embargo, no necesariamente insisten en hembras de sus mismas especies y hay muchos híbridos identificados que apoyan este hecho, además de poder presentar homosexualidad

### 5.1.13. Nido

Después del cortejo, las hembras se encargan de la anidación sin ayuda, decoran su nido estéticamente incluso cuando los huevos ya han sido incubados. Y también en algunas épocas del año, que hay abundancia de flores y néctar la hembra puede encargarse de dos polluelos sin problema.



*Figura 23.* Nido de Colibrí

Tomado de (Thomas Strich & Maria Mahar, 2013)

Las hembras generalmente vuelven al nido cada 30 minutos aproximadamente para alimentar a sus polluelos con una mezcla de néctar y pequeños insectos por medio de regurgitación donde sus polluelos se quedan en el nido de 18-28 días aproximadamente, sin embargo, muchos polluelos no llegan a dejar el nido ya que son saqueados de este por depredadores como tucanes, ardillas, serpientes u otros.

#### **5.1.14. Plumaje**

La muda de plumaje se da en la misma época del apareamiento, el cual dura de 4-5 meses, cambiando sus plumas desde adentro hacia afuera de sus plumas primarias para mantener su eficiencia aerodinámica. En el caso de los polluelos machos, no obtienen su iridiscencia hasta su primera muda de plumaje que se da más o menos al año de salir del cascarón.

#### **5.1.15. Color**

No todos los colibríes tienen colores brillantes, pues la mayoría de las hembras tienen colores opacos, además que su color es estructural no pigmentado lo que da la iridiscencia característica de cada colibrí.

#### **5.1.16. Metabolismo**

Para los zoólogos Metabolismo se define como la energía que gastan o los "caballos de fuerza". En el caso de los colibríes ellos tienen el gasto más alto de energía por unidad de peso de los animales de sangre caliente, y deben alimentar de manera abundante y constante para mantener su energía.

#### **5.1.17. Nombre**

Los colibríes tienen una variedad de formas de ser llamados dependiendo del país de origen, por ejemplo. Los franceses los llaman oiseau - mouche lo que se traduce a pájaro de tamaño de mosca, en portugués se los llama bruja flor lo que significa besar la flor, en las Antillas se los conoce como murmuradores, en Cuba

zum zum por el sonido que hacen, en español picaflor, y algunas poblaciones indígenas de América Central y Sur su nombre varía en Ourissa, guanumbia o quinde lo que significa Rayos de sol.

#### 5.1.18. Hábitat

Según Brendan Borrell en un artículo publicado por la revista National Geographic en Julio de 2017, Descifrando los secretos detrás del frenesí de los colibríes. Se menciona que estos solo viven en el continente americano, desde Alaska a la Tierra del Fuego, con alrededor de 340 especies reconocidas, donde su diversidad es más alta en los Andes con 290 especies que viven en diferentes tipos de ecosistemas.

Alejandro Rico-Guevara, un investigador de la Universidad de California, Berkeley, hizo un video a alta velocidad de cómo los colibríes se alimentan de bebederos y flores, y pudo observar que su lengua se asemejaba más a un guante de baseball que a un sorbete, ya que cada 'tubo' de su lengua se despliega para poder atrapar el néctar en una centésima de segundo, exprimiéndola en sus picos.



*Figura 24.* Colibrí alimentándose

Tomado de (National Geographic, 2017)

Durante el cortejo algunas especies doblan su frecuencia de aleteo y después de realizar un truco, al elevarse están sujetos a nueve veces de fuerza de gravedad.

#### **5.1.19. Memoria**

En un artículo por Daily Mail, se menciona que, a pesar de su reducido tamaño, los colibríes poseen una memoria asombrosa, dónde el hipocampo, la cuál es el área responsable de aprender y retener memorias, es mucho más grande que otras aves tales como el pájaro carpintero.

Pues tienen la habilidad de retener dónde se encuentra cada flor de la cual se alimentan y posiblemente dentro de cuánto tiempo toma para que esta se vuelva a llenar de néctar, y cómo se mencionó antes son capaces de determinar la calidad del néctar de la flor consumida y por lo tanto su deseo de retornar a esta. Y en este estudio, que fue publicado en Royal Society journal Biology Letters, los científicos concordaron que su habilidad de retener información posiblemente se debe a sus viajes de larga distancia y que ellos no tienen el tiempo ni la energía de sobra para andar buscando nuevas fuentes alimenticias. (Mail Online, 2012)

#### **5.2. Investigación de Campo**

En un primer instante se decidió iniciar una investigación de campo en la misma residencia de la estudiante, dónde se puede observar al menos cinco diferentes especies de colibríes con variedad de color, tamaño, forma de pico, cola, horarios de visita. Y se les atrajo por medio de bebederos los cuales contenían una mezcla de agua azucarada para que bebieran de él.

Entre los identificados se encuentran los quindes herreros, los cuales son muy típicos de la ciudad de Quito, siendo en este caso los más comunes, también se logró observar a un colibrí colilargo de mediano y pequeño tamaño, un colibrí de cola corta con tono verde amarillento y el más sorprendente, el colibrí gigante, el cual fue difícil de identificar en un principio como picaflor ya que su tamaño sería tan distintivo al de los demás que se lo confundía con una paloma y después de varias visitas se lo identificó como quinde.

Dentro de este primer proceso, hubo una interacción de poder acariciar a uno de ellos, ya que este se encontraba atrapado dentro de una claraboya y en la que se estrellaba contra la misma, así que en ese momento se pudo distinguir de forma tangible sus acelerados latidos, a pesar de que en un principio se supuso que era por su desesperación de salir de allí.

También se pudo concordar que de hecho son territoriales y que constantemente resguardan el bebedero, y cuando otro se acerca a alimentarse, el primero intenta ahuyentarlo al producir sonidos fuertes o al intentar enfrentarlo y en ciertas ocasiones picotearlo, especialmente cuando el colibrí gigante fuera quien se acercara al bebedero.

Lo que también se pudo establecer dentro de la primera investigación por observación fue que, como muchas aves, los colibríes no son nocturnos, sino diurnos y aparecían para alimentarse, volar o cantar por los alrededores desde las 6am y se los dejaba de ver cuando llegaba la noche, entre 6 a 7pm.

Uno de los hallazgos importantes dentro de la residencia fue encontrar 4 plumas de estos, alrededor de la época de muda de plumaje, en verano, por el mes de agosto, donde se pudo observar que su plumaje es semipermeable.

Dentro de este proceso, se realizó varios bocetos basados en fotos y videos que se habían tomado en diferentes ocasiones, como cuando simplemente se posaban, o cuando ahuyentaban a otro colibrí y se realizaba una carrera.

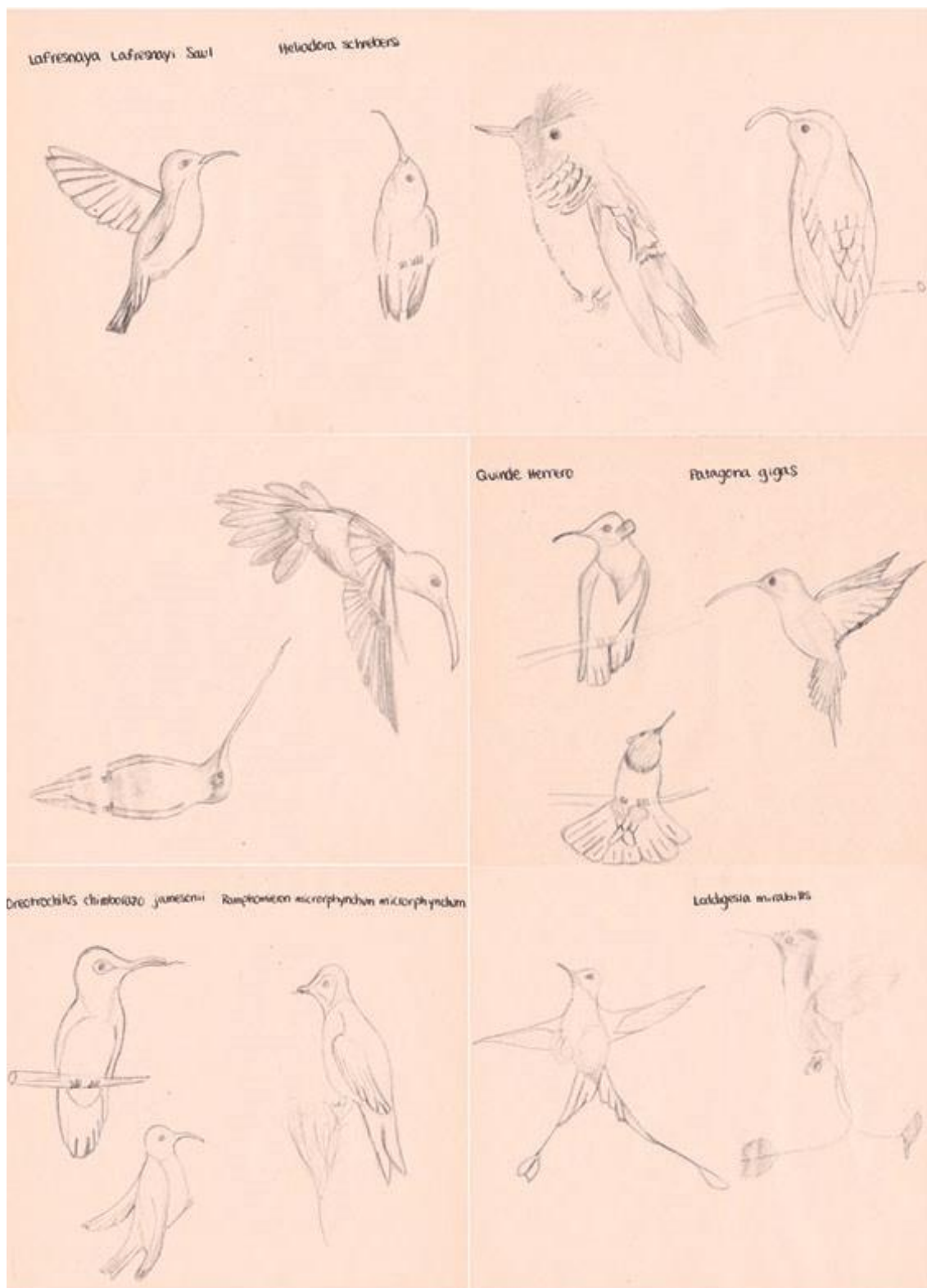


Figura 25. Bocetos de colibríes

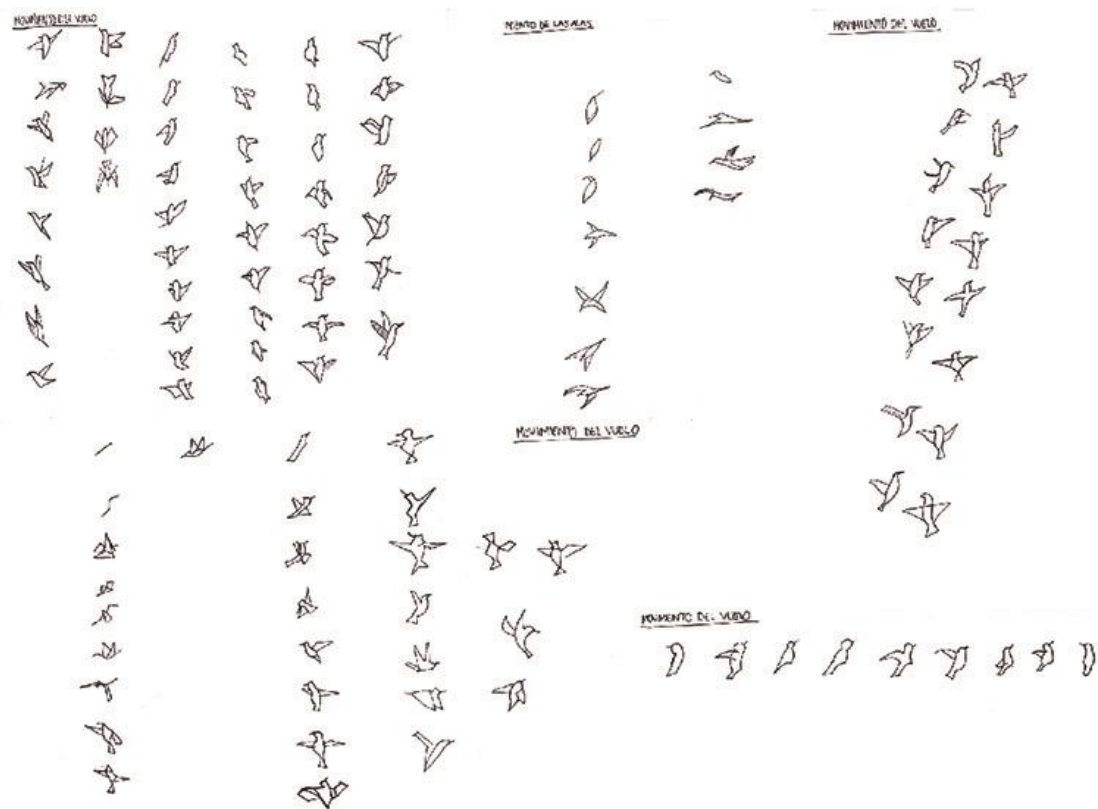


Figura 26. Boceto de los varios movimientos que presentan los colibríes en milésimas de segundo.





Figura 27. Análisis gráfico del movimiento.

Más adelante con el propósito de compilar y entender nueva información, se realizó una visita a Mindo, donde es común el avistamiento de aves y entre ellos colibríes para poder explorar de cerca su comportamiento, su anatomía, estética y especialmente para poder realizar entrevistas a cuidadores quienes interactúan con ellos de diariamente y que podrían comentar acerca de sus propias observaciones además de tomar fotografías y videos de ellos.

La primera visita se dio en el Mariposario Nathaly, donde se observó que su forma de atraerlos era mediante bebederos y variedad de flores tubulares, de las cuales también se alimentan. Se pudo observar que tenían alrededor de 6 bebederos, sin embargo 2 de ellos se veían hechos a mano con botellas de plástico y los demás bebederos para colibríes convencionales de diferentes formas. Igualmente, se pudo observar que los colibríes de la misma apariencia parecían agruparse en el mismo bebedero y su alimentación era muy constante, ya que cada pocos minutos o segundos se alejaban y retornaban al bebedero.

Otra observación relevante que se dio en este lugar fue que, a diferencia de los colibríes observados en Quito, aquí no se pudo observar colibríes de cola larga, pero si se presentaron colibríes con variedad de pico, siendo algunos largos y otros de pico mediano y semi curvo.

Dentro de este mariposario, se encontraron posters con información adicional con ilustraciones de los colibríes encontrados en Ecuador.

Después se visitó el Hostal Jardín El Descanso, el cual también posee un lugar para observar aves y otros animales, entre estos tucanes, pájaros carpinteros, serpientes, tapires. Dentro de este lugar, en el patio trasero del hotel se encontraba gran vegetación, igualmente con mucha variedad de flores, preferidas por colibríes.

Aquí se encontró más variedad de colibríes que en el mariposario, a pesar de tener 7 bebederos, siendo todos los bebederos convencionales, variando en forma y color. Dónde algo que no se había observado anteriormente fue que los picos de los colibríes no solo variaban en forma siendo rectos y semicurvos y tamaño al ser medianos, como se había observado antes, dado a que el color del pico no era sólo negro, sino que tenían un tono naranja.

Dónde también se pudieron distinguir machos de hembras gracias al tono que tenían bajo la luz del sol, siendo los más brillantes los machos y las más opacas hembras. Además, que todos parecían tener un tamaño variado entre 5 a 10cm.

A partir de las observaciones, a simple vista y basadas en la teoría, se prosiguió

a hacer las entrevistas a los cuidadores del hotel y mariposario.

Entrevista a cuidadores de lugares de observación de aves, biólogos y ornitólogos.

### **Entrevista:**

El objetivo de la entrevista fue obtener información de expertos, acerca de su experiencia personal con colibríes y se vio pertinente saber su opinión acerca de cómo se podría desarrollar una aplicación que tenga que ver con ellos dentro del ámbito del diseño industrial y gráfico, el cual no esté basado en su estética.

**1ra Entrevista.** A Rodny Garrido, dueño del Hostal Jardín El Descanso en Mindo.

**2nda entrevista** a Juan Balladares, guía del Mariposario Nathaly.

Esta entrevista se dio en Mindo, El Descanso, dónde se pueden observar diferentes tipos de aves y animales, incluyendo colibríes, tucanes, pájaros carpinteros, entre otros como serpientes.

Y la 2nda entrevista a Juan Balladares, guía del Mariposario Nathaly. Quién dio menos información por cuestión de tiempo y atención.

Se habló con el respectivo dueño y guía del lugar quienes respondieron las siguientes preguntas.

1. ¿Cuántas especies de colibríes habitan en este lugar?
2. ¿De qué se alimentan?
3. ¿Cada cuánto tiempo se alimentan?

4. ¿Cómo se prepara la comida de los bebederos?
5. ¿Cuántos huevos ponen?
6. ¿Cómo es su nido?
7. ¿Cuánto tiempo tarda en salir del cascarón un polluelo?
8. ¿En qué se distinguen las hembras de los machos?
9. ¿En qué se distingue un colibrí adulto de un polluelo?
10. ¿Los polluelos también se alimentan en los bebederos?
11. ¿A qué hora se van a dormir?
12. ¿Dónde duermen?
13. ¿Se mantienen en este lugar toda la época del año o migran?
14. ¿Qué lo motivó a crear este lugar?
15. ¿Qué es lo que más le atrae de los colibríes?
16. ¿Qué aplicación cree que podría surgir de ellos?

A las que sus respuestas fueron,

1. ¿Cuántas especies de colibríes habitan en este lugar?

RG: Más o menos de 50 a 70, sin embargo, cada mes es diferente porque en este momento (febrero) tenemos entre 8 y 10, pero en el mes de mayo y abril esta aumenta y es donde más llegan, como 16 a 20, hasta tenemos uno que viene desde Canadá, pero en junio baja y tenemos de 8 a 10, y así es en diferentes épocas del año, pero se mantienen por el clima.

JB: Es alta la cantidad, y siempre cambia, me parece que unas 40.

2. ¿De qué se alimentan?

RG: Aquí lo hacen de agua azucarada que se les pone en los bebederos, y también se alimentan de insectos, de las flores del néctar. Pero eso sí,

se debe cambiar el agua diariamente o si no se puede fermentar y hacerles mal, porque les puede dar ácaros en el pico.

JB: De los bebederos, insectos o flores.

3. ¿Cada cuánto tiempo se alimentan?

RG: Cómo los ve, es muy constante su forma de alimentarse, siempre rondan esta área, es cada poco minuto, hasta que se vayan a descansar.

JB: Desde que amanece hasta que se pone el sol rondan por aquí tomando de los bebederos y cantando.

4. ¿Cómo se prepara la comida de los bebederos?

RG: Necesitamos 3 kilos de azúcar por día, porque tenemos 7 bebederos que son llenados dos veces al día, entonces se pone 2 partes de azúcar y una de agua, pero como le conté antes es necesario cambiar y lavar bien la comida para que no se fermente ni les cause ácaros o caries.

JB: Les ponemos una mezcla de agua con azúcar hervida, y se la cambiamos 2 veces por día.

5. ¿Cuántos huevos ponen?

RG: Normalmente ponen dos, que son del porte de una arveja, y a diferencia de otros pájaros casi siempre los dos crecen y sobreviven.

JB: Dos, muy muy pequeños, más pequeños que la punta de mi dedo, casi como un fréjol.

6. ¿Cómo es su nido?

RG: Es bien pequeño, no más grande que una moneda de 25 centavos, sabe estar hecho de tela de araña, ramitas, es bien difícil de encontrar también, solo hay que darse cuenta de dónde está la mamá.

JB: Es chiquito, ni de la palma de mi mano.

7. ¿Cuánto tiempo tarda en salir del cascarón un polluelo?

RG: Más o menos unas 3 semanas.

JB: De unos 15 a 21 días.

8. ¿En qué se distinguen las hembras de los machos?

RG: Las hembras son opacas, los machos tienen colores bien brillantes.

JB: Los machos son más coloridos que las hembras, también se nota en su pecho o en la cresta, igual las hembras son más pequeñas.

9. ¿En qué se distingue un colibrí adulto de un polluelo?

RG: Bueno, normalmente no se ven a los polluelos porque aún no salen del nido y no saben volar, pero tienen menos plumitas y no son brillantes.

10. ¿Los polluelos también se alimentan en los bebederos?

RG: No, no se acercan a los bebederos porque aún se quedan en el nido, hasta que son grandes aprenden a alimentarse de los bebederos.

11. ¿A qué hora se van a dormir?

RG: Desde las 6pm ya no se los sabe ver.

JB: Al anochecer, tipo 6 de la tarde ya se van.

12. ¿Dónde duermen?

RG: Ellos tienen sus casas, como así decir, ellos tienen su espacio en una rama, pero lo fascinante es que su temperatura que es de 42 grados baja a 10 grados centígrados en la noche.

13. ¿Se mantienen en este lugar toda la época del año o migran?

RG: Hay algunos que se mantienen aquí en todo el año y otros que van y regresan en diferentes épocas, a lugares más húmedos.

JB: Muchos se quedan todo el año, mientras que otros vienen por ciertos meses.

14. ¿Qué lo motivó a crear este lugar?

RG: Para mi fue darle algo de vuelta a la naturaleza, me sentí culpable de todo el daño que le había hecho al construir con madera y metales, entonces ya voy 10 años plantando, y haciendo este espacio para ellos, muchos animales se refugian aquí.

15. ¿Qué es lo que más le atrae de los colibríes?

RG: Creo que es muy fascinante ver como vuelan tan rápido, como no se chocan con nada y los colores que tienen.

JB: Lo pequeños y ágiles que son, también sus colores y formas.

16. ¿Qué aplicación cree que podría surgir de ellos?

RG: Creo que de su vuelo podría ser un juguete que de vueltas rápidamente cómo las alas.

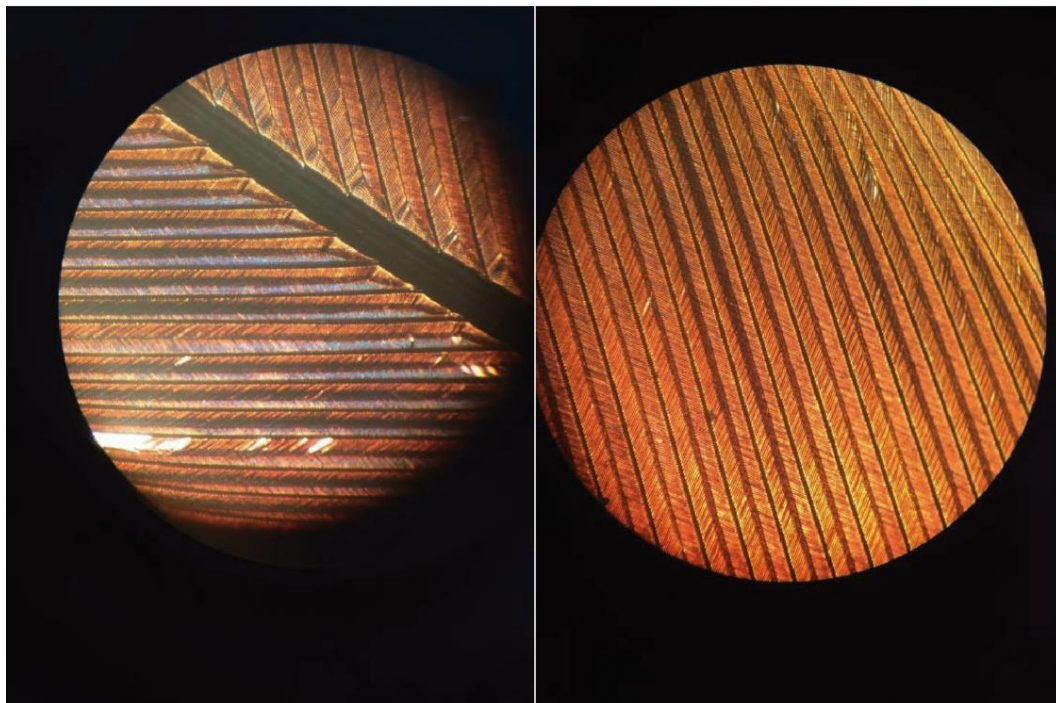
JB: Creo que de sus colores se podría hacer el diseño de ropa que cambie de color como ellos.

### **5.3. Interacción de Primera Mano**

A continuación de la visita a Mindo, se realizó más bocetaje basados en fotos brindadas por libros y se volvió a observar los videos tomados.

Y como se mencionó antes, al tener una pluma disponible se buscó ayuda de alguien quién pudiera observarla bajo un microscopio para tener así una amplitud de cómo se podría ver un patrón para aplicación o qué se podría usar de eso. Así que se contactó a Marco Zambrano, estudiante de la carrera de biotecnología de la Universidad Politécnica Salesiana, quien sugirió que esta se vea bajo un microesteroscopio, ya que con este instrumento habría una observación más detallada de la pluma.

Y en la cual se obtuvieron las siguientes fotografías de la misma pluma, la que bajo el reflejo de la luz se vio de diferentes colores, así mostrando diferente iridiscencia.



*Figura 28.* Análisis realizado en micro estereoscopio



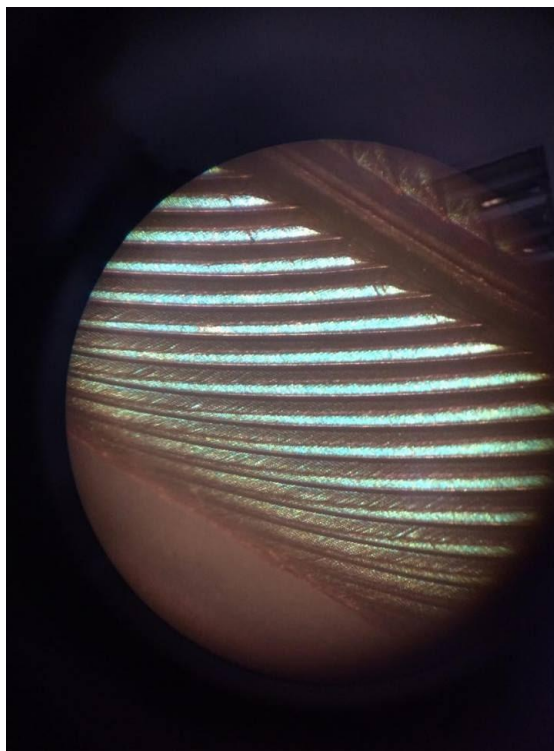


Figura 29. Pluma vista en micro estereoscopio.

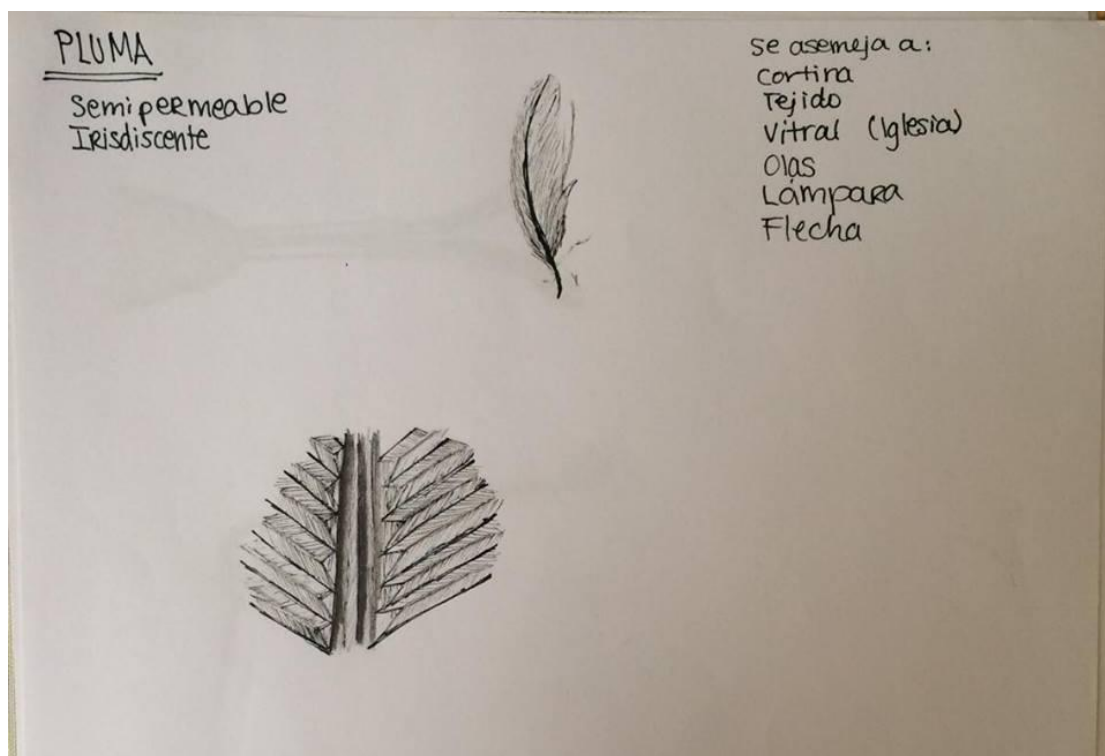


Figura 30. Boceto de pluma de colibrí.

#### **5.4. Visita al Museo de Historia Natural Gustavo Orcés**

Después de la observación realizada en la Universidad Politécnica Salesiana, se realiza una visita al Museo de Historia Natural Gustavo Orcés V. De la Universidad Politécnica Nacional, ya que este museo posee una colección de diferentes especies de colibríes.

En este lugar se habla con Edith Montalvo, ornitóloga encargada de la colección. A quien se le explica el proyecto a detalle, lo que resulta en autorizar la observación y manipulación de los quindes de la colección, brindando información acerca de cómo estos llegan a manos del museo y cómo son tratados. Pues se realizan visitas de campo a diferentes áreas de Ecuador en busca de aves para poder analizarlas, sus características, evolución y compararlas. A partir de ser encontradas se hace una bitácora acerca del momento de hallazgo y una descripción detallada y al llegar al museo se los disecciona y etiqueta.

Al momento de observar la colección por primera vez, se puede reconocer varias especies vistas por la estudiante en su residencia, y otras que solo fueron observadas en videos y libros.

Existen 3 cajones llenos de colibríes, los cuales contienen diferentes especies variando en tamaño y sexo, y quienes han sido disecadas desde hace más de 30 años hasta la actualidad.

Después de la breve observación, se escoge a diferentes especies de colibríes que destaquen en cierto aspecto o que cuenten con alta variedad, siendo unos de picos curvos, rectos, semi curvos, unos de diferentes tamaños y colores y también difiriendo entre machos y hembras. Otro de los escogidos fue uno que había sido diseccionado con su lengua afuera, para así obtener un detalle conciso del mismo y que se entienda lo que dice la teoría.

El mismo museo brinda los equipos y a expertos, como el entomólogo Vladimir Salazar, quien ayuda a manejar el micro estereoscopio, regulando la luz e instalando la cámara para obtener fotografías en vivo. Logrando observar sus

cualidades físicas de diferentes características como plumas, picos, lengua, colas, textura; de forma que el ojo humano no lo haría a simple vista.



*Figura 31.* Especies de colibríes pertenecientes a la colección del Museo de Historia Natural Gustavo Orcés.



*Figura 32.* Colibríes Analizados



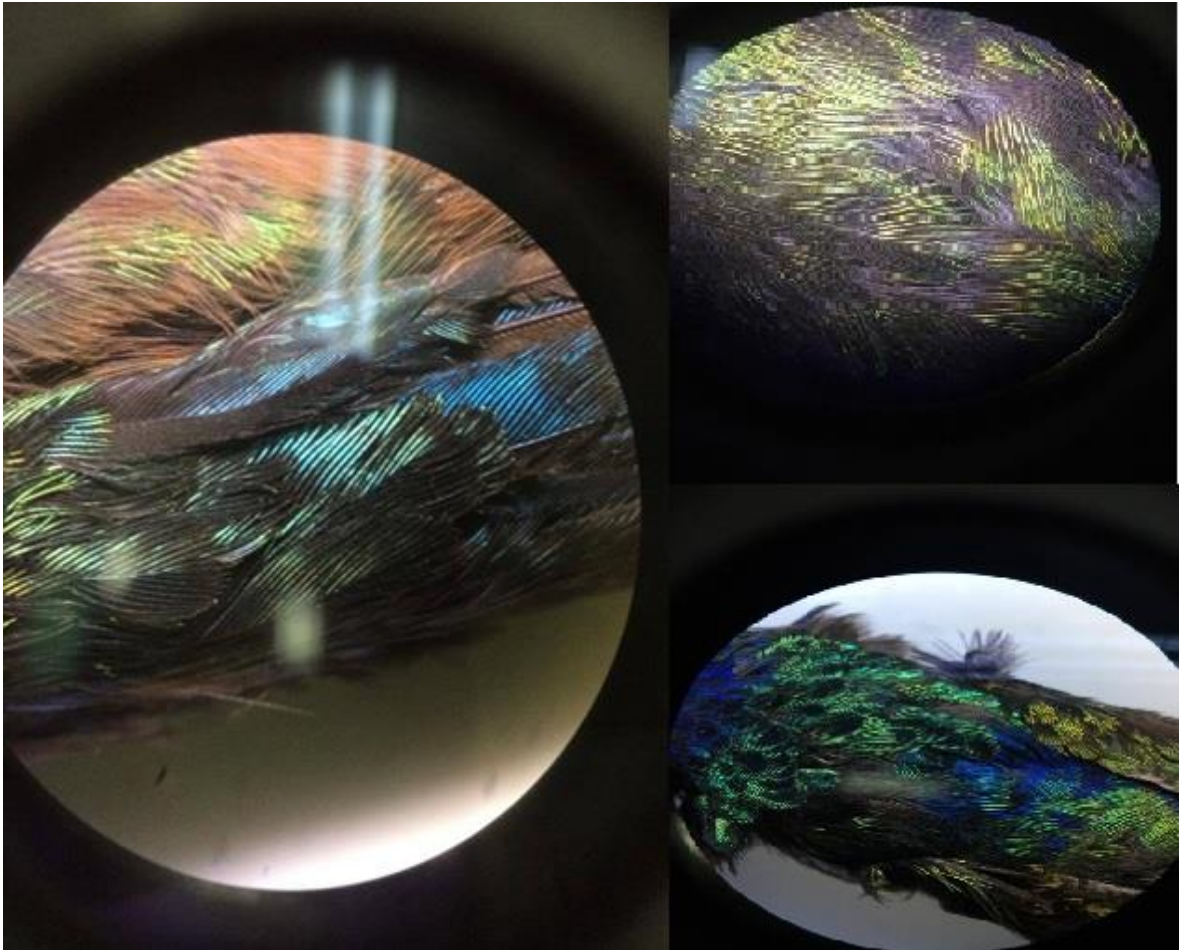
Figura 33. Colibrí pico curvo.



Figura 34. Colibrí de cola larga.



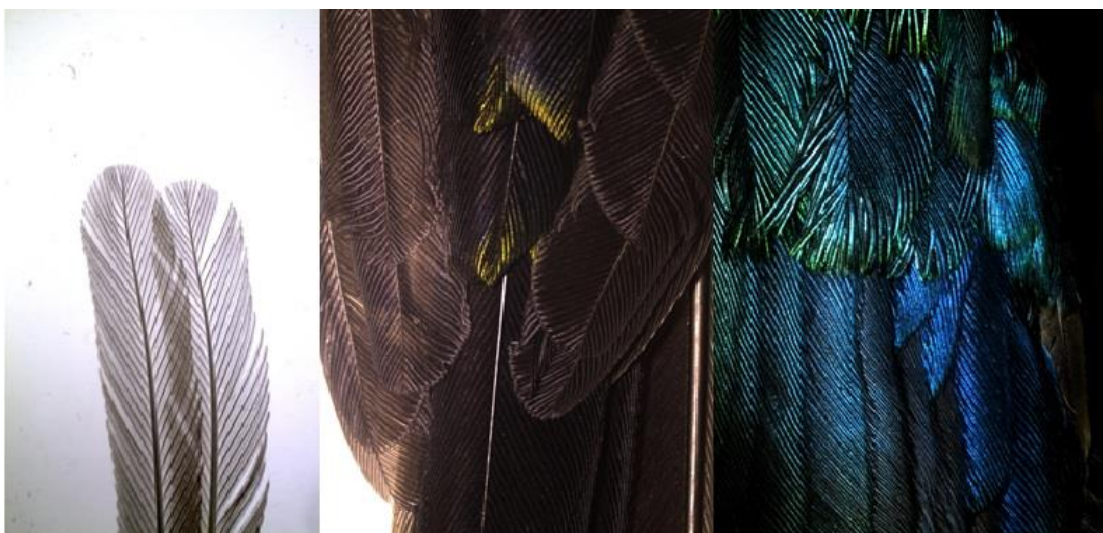
Figura 35. Colibrí con pico recto.



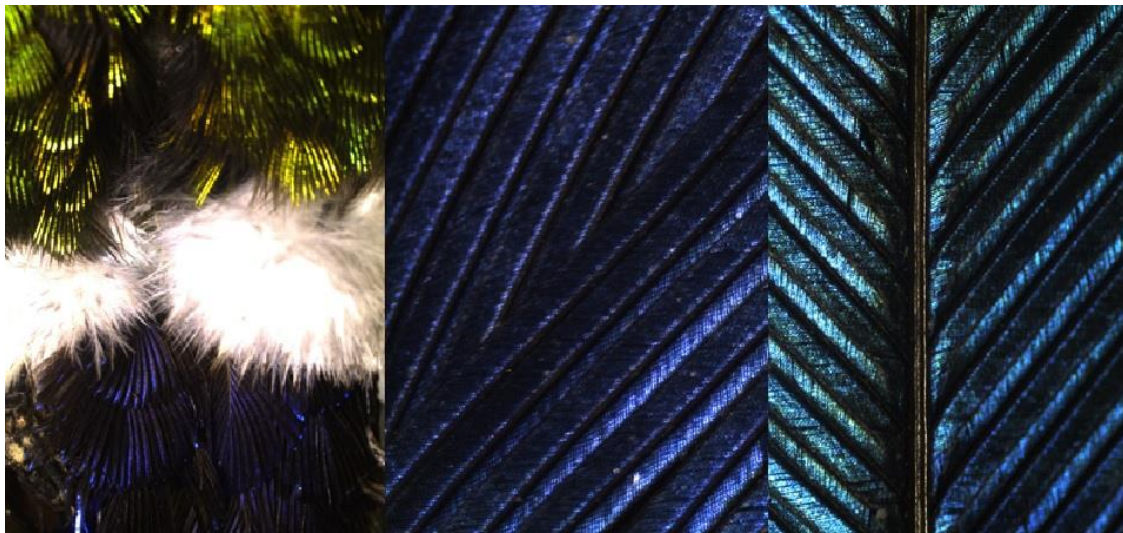
*Figura 36.* Plumas vista en micro estereoscopio.



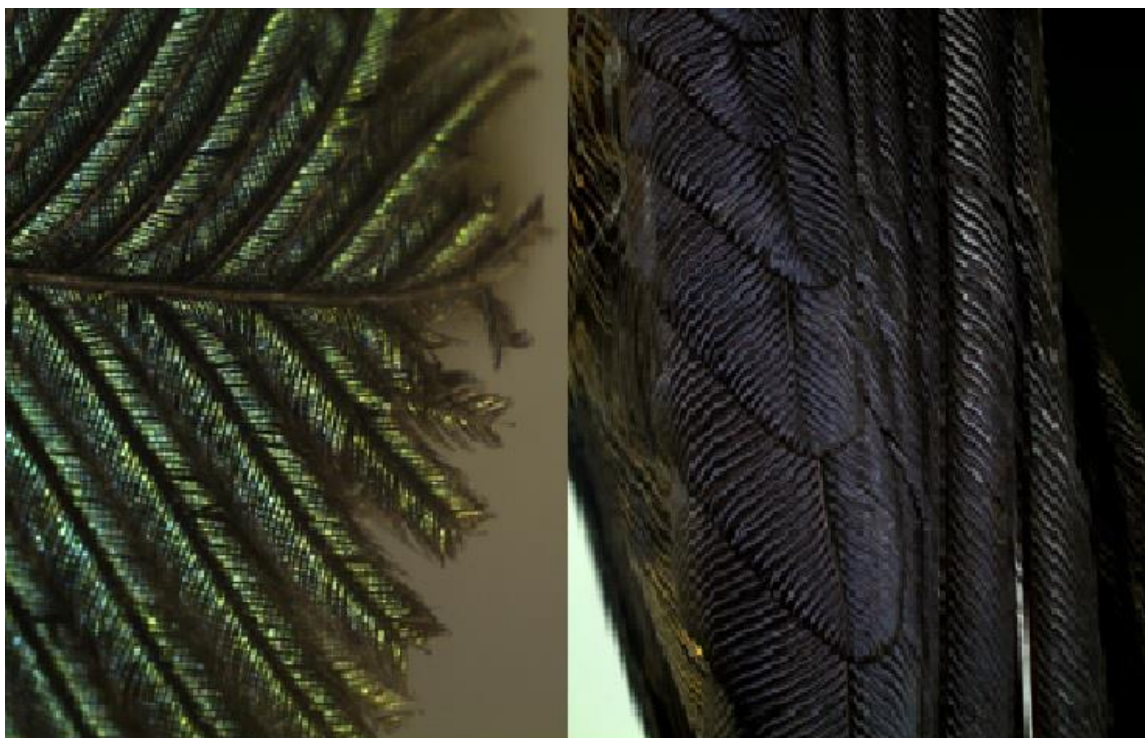
*Figura 37.* Colibrí con una leve curvatura en su pico.



*Figura 38.* Cola vista en micro estereoscopio.



*Figura 39.* Detalle de plumas.



*Figura 40.* Parte terminal de la cola de un colibrí.





*Figura 41.* Detalle del pico.



*Figura 42.* Amplificación de la lengua.

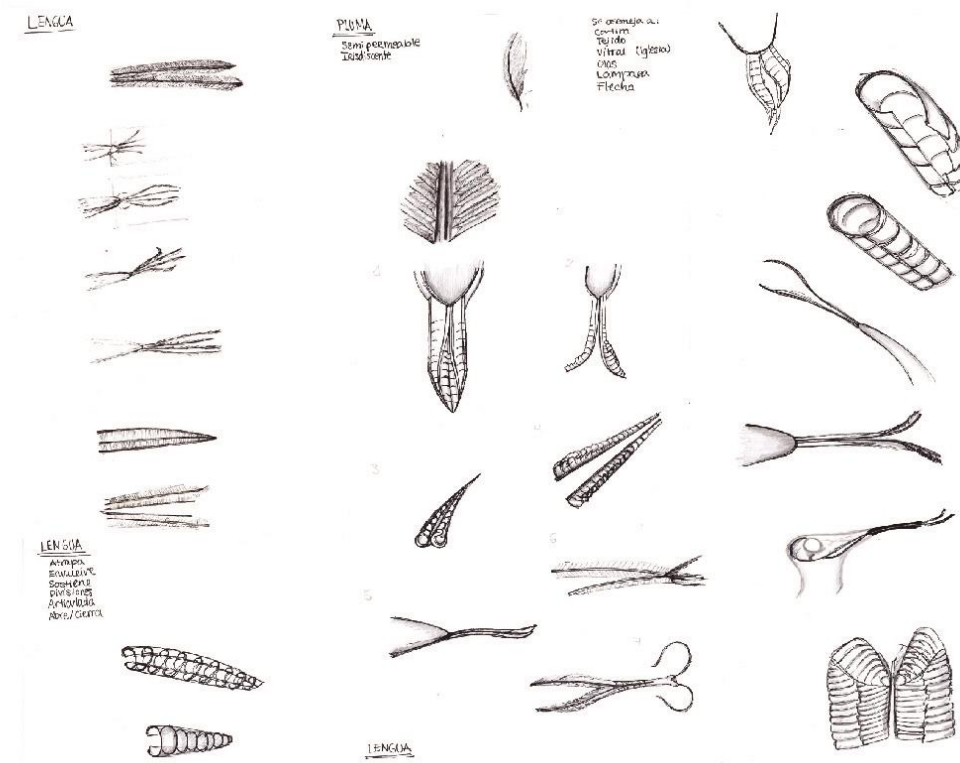


Figura 43. Ilustración de la lengua del colibrí.

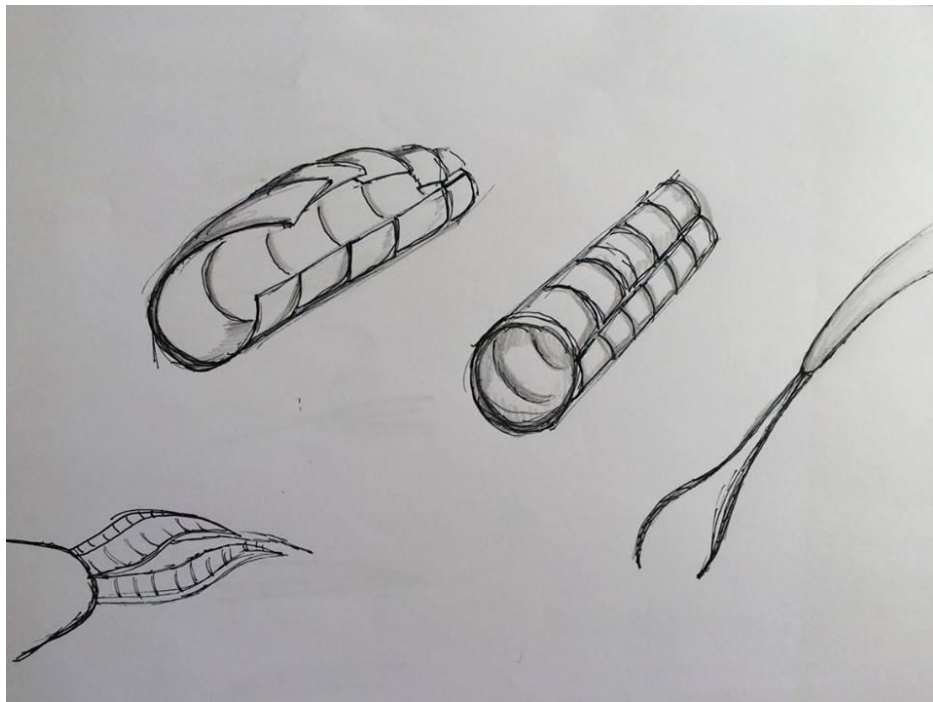


Figura 44. Detalle de la apertura de la lengua.

## **5.5. Entrevistas a Expertos**

Ya que el enfoque en este punto es más acercado a los colibríes, se realizó entrevistas a biólogos especializados en diferentes campos, como a Edith Montalvo, ornitóloga, Vladimir Salazar, entomólogo, acerca de su propia experiencia con ellos y para recopilar información, que desde su perspectiva ayude a la creación de un producto el cuál no sea necesariamente inspirado en la estética de ellos.

A lo que se sugirieron productos, tal como un juguete, que, así como el colibrí interactúa con la flor para polinizarla y alimentarse de ella, que se haga uno que funcione en conjunto.

Otra sugerencia fue la del uso de su lengua para hacer una especie de aspiradora que succione algo atrapándolo.

Por otro lado, también vieron usar las formas de sus picos para la formación de utensilios de cocina o teteras, cafeteras o grifería.

También colección de ropa aerodinámica y semi permeable para deportistas activos como ciclistas, paracaidistas, futbolistas, y demás.

Por último, se sugirió replicar su ahorro energético más su aleteo para la creación de algún motor.

## **6. CAPÍTULO VI: DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

### **6.1. Extracción de Características y Funciones**

Se decide tomar en cuenta para el proyecto la mayoría de las características y funciones relevantes para la creación de un o varios productos basándose en cualidades y habilidades tanto físicas, de comportamiento y formales.

Tabla 3.

*Extracción de Características y Funciones*

<b>Descripción</b>	<b>Definición</b>	<b>Físico</b>	<b>Formal</b>	<b>Comportamiento</b>
Especie	Varía, siendo más abundante en la línea ecuatorial y menos en los polos			
Color	Dada por iridiscencia y no pigmentación			
Tamaño	Varía desde 2 a 18cm			
Alimentación	Por flores, bebederos e insectos.			
Forma del Pico	Curvo Recto semi recto semi curvo			
Largo del Pico	Largo Mediano Corto			
Velocidad				

Plumas	Simétricas Semipermeables Aerodinámicas			
Aleteo				
Forma de las alas	Simétricas Semipermeables Aerodinámicas			
Forma de la Cola				
Largo de la Cola				
Horarios de Alimentación	De 6am a 6pm			
Horarios de Estancia	Cada pocos minutos en bebederos y más constante en lugares no urbanos			
Longevidad	Hasta 12 años			
Reproducción	Época de verano y o			

	primavera			
Mutualismo Coevolución	Evolución en conjunto			
Nido				
Diformismo	Diferencia entre macho y hembra			
Territorio	Defienden su territorio, hasta de su propia especie			
Cortejo				
Torpor Letargo				
Trayectoria				
Lengua				
Memoria				

## 6.2. Metodología versus Inspiración directa

Tomando en cuenta que la biomimética invita a inspirarse en la naturaleza ya que esta ya tiene resuelta problemas que aún no se pueden ver o que se han intentado resolver de forma no natural, se decide que es más viable crear una metodología de diseño que tome todas las características y funciones extraídas previamente para realizar una metodología de diseño sin que sea una inspiración exclusivamente literal, sino que se abra a más posibilidades.

### 6.3. Investigación de Diseño Inspirado en la Naturaleza

Ahora el proyecto entra en la fase que toma en cuenta pautas de diseño y para la creación de este. Lo cual lleva a encontrar varias referencias que invitan a un diseño inspirado en la naturaleza, como:

#### 6.3.1. Biomimicards

Las cuales son tarjetas basadas en la biomimética, desarrolladas por Wiithaa.com, quienes están especializados en promover diseño de economía circular y quienes creen que, al observar más los ecosistemas, resultará en cambiar la forma de diseñar, hacer y vivir.

Dividiendo en categorías de aire, energía, agua, sonido y luz, y a la vez explicando características de animales que han inspirado aplicaciones de productos con cualidades únicas que posee cada animal dentro del transporte, la industria textil, la construcción y arquitectura, la energía y dentro de la salud.

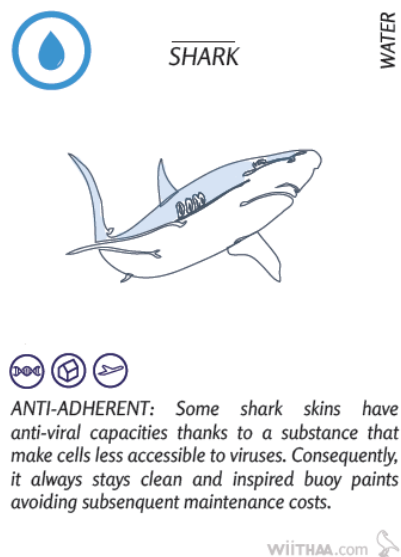


Figura 45 Tiburón

Tomado de (Wiithaa, 2017)



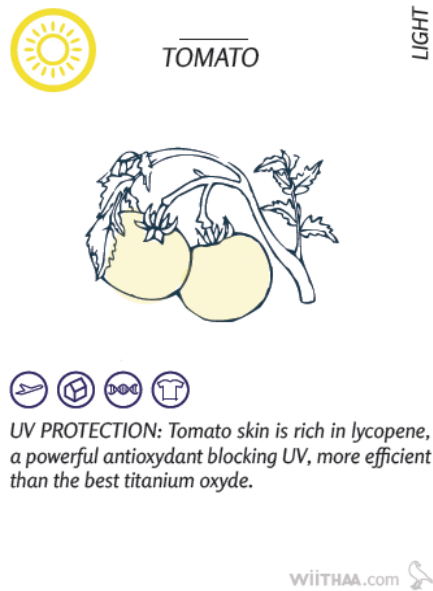


Figura 46. Tomate

Tomado de (Wiithaa, 2017)

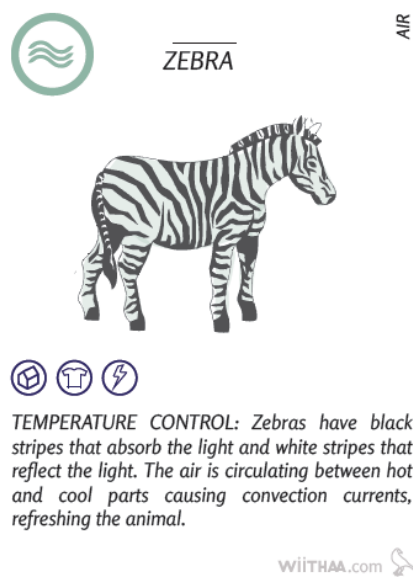


Figura 47. Cebra

Tomado de (Wiithaa, 2017)



Figura 48. Aguila

Tomado de (Wiithaa, 2017)

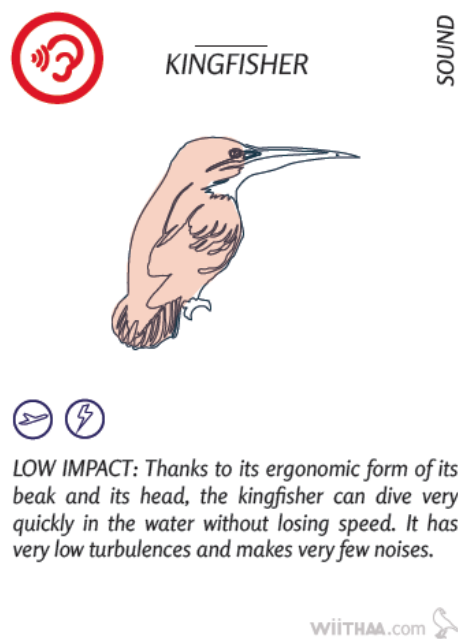
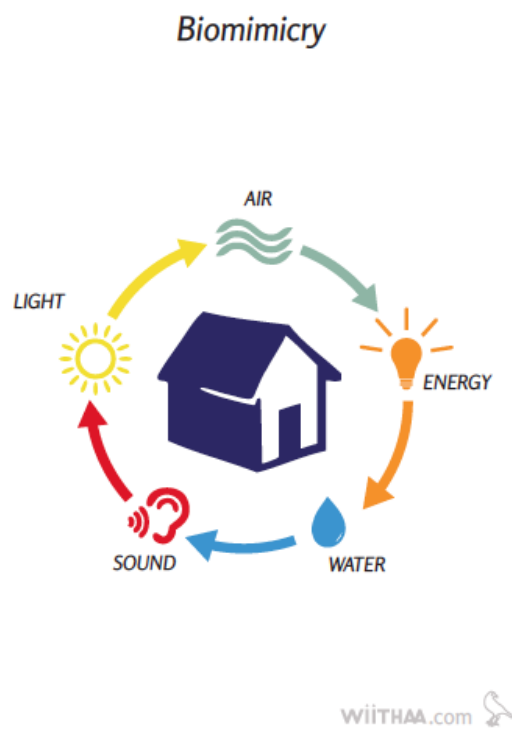


Figura 49. Martín Pescador

Tomado de (Wiithaa, 2017)



*Figura 50.* Biomimética

Tomado de (Wiithaa, 2017)

### 6.3.2. Nature Cards

Nature Cards es una herramienta desarrollada por IDEO y Biomimicry 3.8 en 2014 por Alder y colaboradores.

Nature Cards también sostiene que la naturaleza ofrece infinitos ejemplos de estrategias revolucionarias, y así con estas tarjetas buscan revelar retos de diseño a través de la naturaleza.

## DESIGN FOR LIFE

Nature offers countless examples of evolutionary strategies at work fostering conditions conducive to life.

These cards are intended to reveal a few of these often hidden events that we have found relevant to design challenges. We hope you too will find inspiration for your project.

IDEO + BIOMIMICRY 3.8

*Figura 51.* Diseño para toda la vida

Tomado de (Wiithaa, 2017)

Para empezar, sugiere varias preguntas, haciendo que el diseñador piense en cuál es el reto de diseño. Si este se relaciona con la comunicación, el ambiente, servicio, organización, packaging, manufactura o integración tecnológica.

## GETTING STARTED

There's no prescription, but here are a couple of things you might try.

Think about your design challenge. Is it related to Communication? Environment? Service? Organization? Packaging? Manufacturing? Technology Integration? Review the 4 categories for the most intuitive connections. Adaptation could be a good place to start for a manufacturing project that faces a dynamic environment. For organization design, perhaps start with Relationships or Communication.

Or deal the cards to your team and have each person browse them with the challenge in mind. Some will pique your interest in a new topic, inspire you to delve deeper, or spur an idea. They might even stir you to get out of your project space to experience nature!

IDEO + BIOMIMICRY 3.8

*Figura 52.* Para empezar

Tomado de (Wiithaa, 2017)

Ya que, en la naturaleza todos los sistemas ecológicos o los no ecológicos, se definen por las relaciones que mantienen. Sosteniendo que nada hace algo sin afectar a todo.

Y divide sus cartas en 4 categorías:

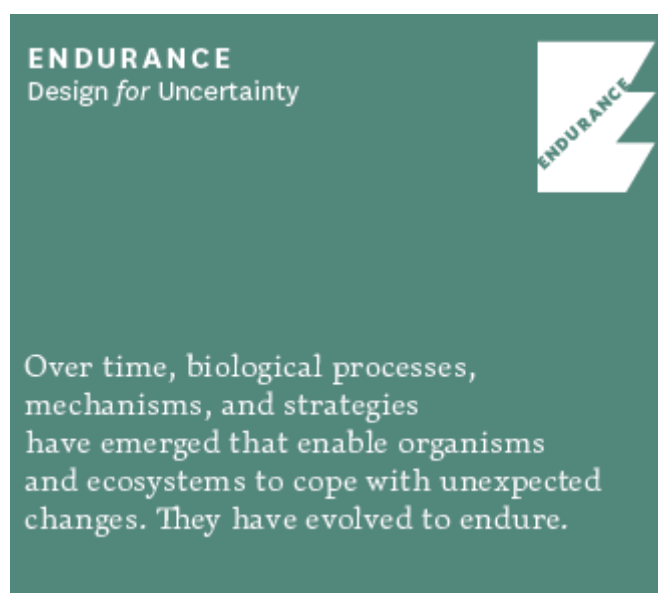
1. Adaptación, diseñar para el cambio.



*Figura 53. Adaptación*

Tomado de (Wiithaa, 2017)

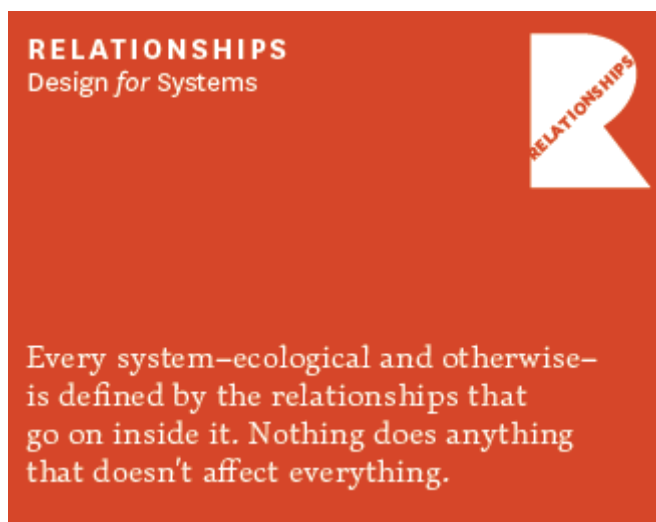
2. Duración, diseñar para la incertidumbre.



*Figura 54. Duración*

Tomado de (Wiithaa, 2017)

### 3. Relaciones, diseñar para los sistemas.



*Figura 55. Relaciones*

Tomado de (Wiithaa, 2017)

### 4. Comunicación, diseñar para surgimiento.



*Figura 56. Comunicación*

Tomado de (Wiithaa, 2017)

A continuación, se explicará cuales se aplican específicamente con este proyecto, procediendo con la explicación dada por Nature Cards, seguida de la aplicación o correlación en colibríes y finalmente con preguntas que ayudan a desarrollar un diseño.

## **Adaptación, diseñar para el cambio**

### **1. Forma Activa**

Algunas formas en la naturaleza evolucionan para mejorar su funcionalidad. Y su continuo desarrollo permite que hagan varias cosas a la vez y que se adapten a su hábitat.

La forma de aleteo que el colibrí ha desarrollado, lo ha convertido en la única ave que vuela en todas las direcciones e incluso hacia atrás a altísimas velocidades.

¿Cómo el diseño puede cumplir una doble función en una característica del diseño?

### **2. Eficiencia o Resistencia**

Un sistema es efectivo si usa el mínimo de energía para cumplir una tarea, y es resistente cuando usa redundancia, diversidad, y descentralización para perdurar.

En el caso de los colibríes estos tienen un estado físico llamado Torpor, en el que bajan su temperatura corporal como nivel cardiaco casi por completo, en las noches, como resultado de modo de ahorro energético para compensar el gasto energético dado durante el día.

¿El proyecto está en una condición estable o impredecible?

¿De qué se beneficiaría entre diversidad, resistencia, redundancia o descentralización?

### **3. Ingeniería Autógena**

Algunos organismos cambian drásticamente su forma con el tiempo creando un hábitat más diverso y oportunidades para mayor diversidad de especies.

Al ser los encargados de polinizar, los colibríes permiten que haya más



abundancia y variedad de flora, afectando también en su hábitat y quienes dependen de él.

¿Qué oportunidades existen dentro de otros lugares u organizaciones?

Al crecer y desarrollarse ¿Podrían nuevas condiciones permitir nuevos productos o causar que otros proyectos prosperen?

Siendo la meta, conectar negocios para diferentes tipos de target, encontrando un factor común.

#### **4. Mutualismo**

Las relaciones competitivas en la naturaleza no suelen funcionar, mientras que las relaciones mutuamente beneficiosas entre especies suelen perdurar creando un sistema más estable y sustentable.

Los colibríes han desarrollado un beneficio mutuo con las flores de las cuales se alimentan, siendo ellas quienes brindan néctar a cambio de ser polinizadas y por eso han obtenido exclusividad de alcance al néctar, desarrollando ciertos picos que se adaptan a ciertas flores.

¿Qué beneficios mutuos se pueden destacar de situaciones competitivas?

¿Algún producto se derivará eventualmente del primero?

## RELATIONSHIPS

**Mutualism**

Competitive relationships in nature tend not to last. Mutually beneficial relationships between species, on the other hand, tend to endure, fostering a more stable and sustainable system.

Mistletoe is defined as a parasite because it lives on the juniper tree and would perish without it. But over time, a juniper afflicted with mistletoe attracts significantly more seed-eating birds, promoting wider seed dispersal and propagating the juniper's offspring.

**YOU MIGHT ASK**

Can we identify mutual benefits in an apparently competitive situation?

Will any useful by-products emerge from our design?

Might a short-term relationship become longer-term?

**SYMBIOTIC PRODUCTION**

The plastic for Stonyfield's yogurt cups is developed by Preserve, who, after use, recovers the cups to create toothbrushes and other products from a predictable supply of high-grade recycled material.

IDEO + BIOMIMICRY 3.8

*Figura 57. Mutualismo*

Tomado de (Wiithaa, 2017)

## 5. Selección Natural

Existen factores como el alimento y el clima, el cual colabora con la selección natural, causando que las especies se adapten mejor al ambiente.

Darwin observó que varias especies evolucionaron de un solo ancestro, cada uno con una característica distintiva. En el caso del colibrí ha desarrollado una alta tolerancia a bajos niveles de oxígeno, lo cual les permite desarrollarse en todo tipo de ambientes y alturas.

¿Cómo la solución dada se podrá adaptar a otros contextos?

## 6. Genes Resbalosos

Se lo llama gen resbaloso cuando se da una variación muy amplia entre individuos.

Los colibríes son un claro ejemplo de gen resbaloso al variar no solo en tamaño, sino apariencia e incluso comportamiento.

¿Cuánta variedad podría tener la marca/producto? Qué tan resbaloso podrá ser su gen.

¿Cómo se podrá variar los principios de diseño?

## 7. Estructura Dinámica

Las formas naturales son capaces de reaccionar, responder y adaptarse a condiciones locales mientras preservan su fuerza e integridad.

En consecuencia, de su rapidez de vuelo, la articulación del hombro del colibrí se adaptó al unirse con su esternón con su hombro, codo y muñeca.

¿Cómo el diseño se puede adaptar a situaciones cambiantes?

## 8. Red Emergente

El sistema de la naturaleza para distribuir la materia o información se desarrolla con el tiempo en respuesta de una circunstancia.

Los colibríes poseen una excelente memoria, recordando de las flores que se alimentaron, resultando en la distribución de polen y que las flores sigan creciendo.

¿Cómo se puede diseñar canales efectivos de distribución o comunicación que se puedan adaptar y reforzar?

### 6.3.3. NID Wheel o Rueda de Diseño Inspirado en la Naturaleza.

La siguiente herramienta fue desarrollada por Tempelman y colaboradores en el año 2013:

Los proyectos inspirados en la naturaleza con más disciplinas participantes generan proyectos más exitosos, sin embargo, no todas las disciplinas a mencionar son necesarias al mismo tiempo ya que otra puede tomar más papeles.

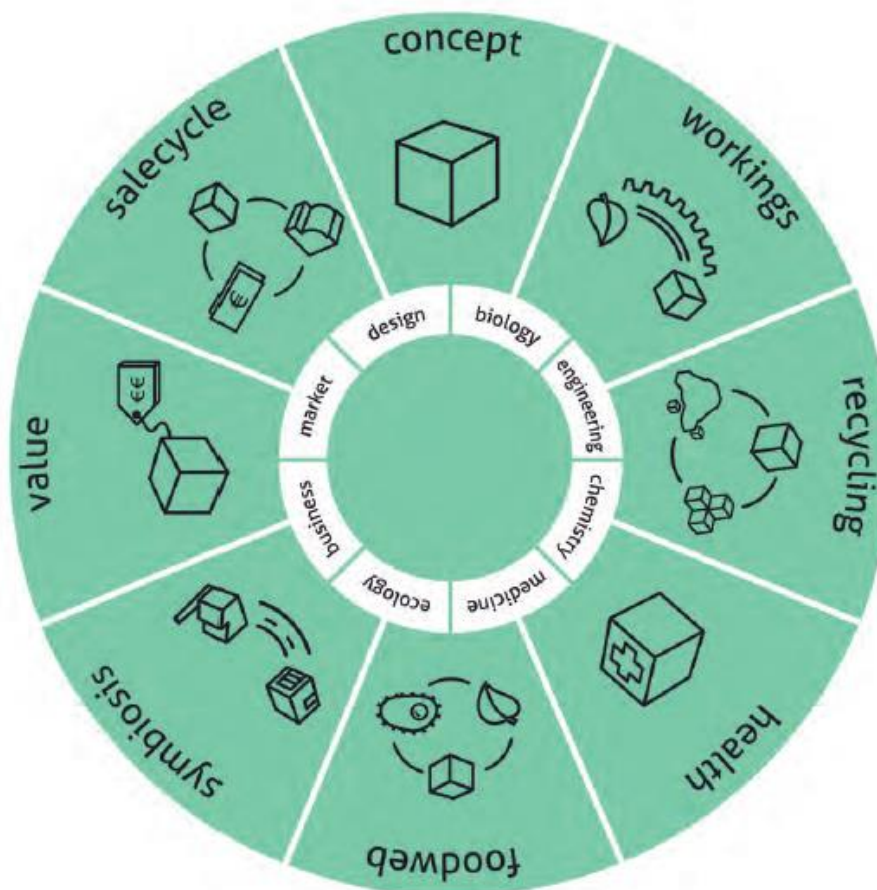


Figura 58. Rueda NID

Tomado de (NID Handbook, 2013)

1. Diseño, busca unir a los ocho elementos para formar un solo producto, coherente, lógico, atractivo y viable. Traduciendo valores conceptuales y

- funciones encontradas en biología a productos.
2. Biología, contribuye al desarrollo de funciones al escoger ejemplos de la naturaleza demostrando similitudes.
  3. Ingeniería, transforma funciones conceptuales de biología y diseño a mecanismos tangibles y viables seleccionando el material adecuado.
  4. Química, desarrolla e informa la composición y comportamiento de materiales con el ambiente y sus usuarios y determinando que se puede reciclar.
  5. Medicina, identifica y determina los efectos de las sustancias en sistemas biológicos. Encontrando soluciones que mejoren su salud tanto física, psicológica como emocionalmente.
  6. Ecología, identifica elementos vivos de no vivos en la fabricación del producto, uso y descarte. Buscando mejorar el entorno del producto con otros elementos.
  7. Negocio, identifica otras compañías que desarrollen un producto similar y averigua como formar una situación de ganancia mutua.
  8. Mercado, define posibilidades para generar una ganancia mediante el ciclo de vida del producto.

En conclusión, al tomar en cuenta varios de estos elementos para el desarrollo de un producto harán que este esté pensado desde varios aspectos en todas sus fases y no solo pensando en un usuario, forma y función.

### **Principios de la Rueda NID**

Tabla 4.

*Principios de la Rueda NID.*

<b>Principio</b>	<b>Apoyo del Principio</b>	<b>Elementos</b>
Desperdicio = Comida	Encuentra materiales disponibles y	Reciclaje, cadena alimenticia

	reciclables	
Sintonizarse localmente y ser receptivo	Busca usuarios con necesidades de salud	Salud, cadena alimenticia
Usa insolación	Encontrar fuentes directas o indirectas con energía solar	Reciclaje, cadena alimenticia
Sintonizar localmente y ser receptivo	Crear relaciones de beneficio mutuo con otros productos o compañías con el mismo entorno	Simbiosis, concepto
Sintonizar localmente y ser receptivo  Adaptarse y evolucionar a situaciones cambiantes	Resumir como la disponibilidad de recursos cambian con el tiempo y cómo adaptarlas	Reciclaje, cadena alimenticia
Adaptarse y evolucionar a situaciones cambiantes	Identificar cambios bruscos y cómo el producto debería adaptarse	Reciclaje, salud, cadena alimenticia, simbiosis.

Por otro lado, muchos productos hechos por los humanos no existen en la naturaleza, pero a pesar de esto es posible proponer un producto como la naturaleza lo haría, iniciando por un concepto que tome en cuenta los siguientes factores.

1. ¿Qué hará el producto?
2. ¿Por qué realizará esta función?

3. Se encontrará respuesta a las preguntas.
4. Se describirá la función.
5. Se debe mantener concreto y separar funciones.
6. ¿Cómo la naturaleza brindaría esta función?

A diferencia del eco diseño, el que trata de crear productos menos dañinos, el diseño inspirado en la naturaleza (NID) es más beneficioso, al generar su concepto utilizando también beneficios de la vida.

Se busca visualizar cómo, se obtiene el producto, se transporta para usarlo, es instalado, usado por primera vez y cómo es desechado.

Después, que se añade o quita del contexto de uso, al pensar en dónde el material o energía son usados y desechados, para así determinar dónde pueden verse afectados los contextos ecológicos o sociales con tal producto.

Por último, se deben hacer las siguientes preguntas acerca de qué pretende el diseño para poder crear beneficios.

1. ¿Se usará o creará energía limpia?
2. ¿Se usará o creará materiales limpios y/o reciclables?
3. ¿Apoyará a ecosistemas?
4. ¿Aumentará la biodiversidad?
5. ¿Fortalecerá comunidades?
6. ¿Mejorará la salud de las personas?
7. ¿Limpiará el aire, agua o suelo?
8. ¿Crearán alianzas con los proveedores?
9. ¿Proveerá a otras compañías con algún recurso?
10. ¿Fortalecerá la economía local?
11. ¿Se creará alianza con otros desarrollos para alcanzar una economía de escala?
12. ¿Guiará desarrollos que puedan beneficiar a otras industrias?

Otra sugerencia de esta guía es buscar estrategias específicas en la naturaleza para determinar cómo cumplir funciones subyacentes del producto, así estudiando soluciones en la naturaleza para descubrir como un problema de diseño pudo haber sido resuelto en organismos.

La construcción biomimética puede ser usada al generar ideas de cómo construir el producto, al tener pautas de cómo lo hace la naturaleza.

1. Curvo sobre recto, ya que las curvas son más naturales y dan ligereza.
2. Estructura sobre material, de preferencia utilizar un solo material para la estructura.
3. Flexionar sobre movimientos de deslice, la naturaleza se dobla, tuerce y estira.
4. Duro sobre tieso, ya que lo duro permite que este pueda doblarse ligeramente y evitar fallas.
5. Adaptarse sobre arreglarse.
6. Tenseguridad sobre compresión, la tensión integrada da ligereza y menos material tensado es igual a más fuerza.
7. Resistencia estructural sobre ductilidad, para evitar materiales como metales y usar otros, tales como espumas para transformarlos en materiales dúctiles con menos riesgo de falla.
8. Deslizamiento sobre rotación.

Otro factor importante es el reciclaje, donde se busca que el producto se pueda desensamblar, actualizar, reparar, usar y reciclar. Considerando que la arquitectura de este sea modular y descomplicada, que sus componentes sean de larga duración y fáciles de reemplazar, que se pueda actualizar ya que los clientes prefieren reemplazar solo un componente y por último definir quién lo va a desensamblar, un profesional o el usuario, y si es el usuario debe llevar un manual fácil de entender, con íconos.

Por otro lado, la prueba eco efectiva busca encontrar evidencia para un impacto positivo del producto. Haciendo una lista de los beneficios que



definidos y señalar que cumplan esto como si afecta o no a un sistema, percepción de calidad, comparación con otros productos, habilidad de arreglarlo. Después se debe escoger el beneficio más adecuado para el producto. A continuación, desarrollar un método de prueba para el producto y finalmente hacer la prueba unas cuantas veces para tener la certeza de lo definido.

Cuál es la diferencia entre el Diseño Inspirado en la Naturaleza, Biomímesis y diseño de Cuna a Cuna:

Tabla 5.

*Diferencias entre el Diseño Inspirado en la Naturaleza, Biomímesis y diseño de Cuna a Cuna.*

<b>NID</b>	<b>Biomímesis</b>	<b>Cuna a Cuna</b>
Desperdicio = Comida	Química amigable	Desperdicio = Comida
Usa energía renovable	Localmente sintonizada y receptiva	Usa insolación
Localmente sintonizada y receptiva	Localmente sintonizada y receptiva	Celebra diversidad
Adapta y evoluciona con situaciones cambiantes	Evoluciona para sobrevivir Adapta a situaciones cambiantes	
Integra desarrollo con crecimiento	Integra desarrollo con crecimiento	
Ser eficiente con recursos	Ser eficiente con recursos	

#### **6.3.4. Cradle to Cradle, de la Cuna a la Cuna**

Este libro, desarrollado en 2002 por Michael Braungart, un químico, y William McDonough, un arquitecto, habla sobre cómo el diseño ha tenido un gran impacto en el planeta, afectando no solo a los humanos y su salud, sino también al ambiente y animales.

Desde la revolución industrial, a pesar de ser el boom que facilitó el desarrollo de varios productos en masa y asimismo el transporte y en consecuencia el diseñar para fabricar un producto deseable, asequible, manejable y que tenga un periodo de vida para que más adelante pueda ser desechado y reemplazado por uno nuevo, lo que llevó a que su producción sea rápida y económica.

Esta forma de diseñar y producir se ha mantenido por décadas, siendo aún la predominante, sin pensar en las consecuencias. Básicamente siendo, como mencionan, “de la Cuna a la Tumba” tomando materia prima que después se convertiría en productos que expulsaban gases tóxicos al aire, generaban desechos en grandes cantidades, y los productos al final eran desechados, enterrados o quemados, ya que el consumidor prácticamente lo que hace es desecharlo y/o reemplazarlo antes que reparar su producto original y sin tener mucha regulación.

Otro de los aspectos a tomar en cuenta según este libro, es que “Menos malo no significa que sea bueno”, al decir que si esta fuera la solución, los puntos clave serían:

1. Libere al aire, agua y suelo, menos kilos de residuos tóxicos.
2. Mida la prosperidad con menor actividad.
3. Cumpla con las regulaciones para evitar que las personas y sistemas naturales sean envenenados demasiado rápido.
4. Produzca menos materias peligrosas que requerirán vigilancia de futuras generaciones.
5. Produzca menores cantidades de basura inútil.
6. Entierre en vertederos de todo el planeta menores cantidades de materias valiosas no recuperables.

Lo que no tendría sentido, ya que el reducir el impacto sigue siendo impacto.

En este libro también se invita a imitar a la naturaleza, como lo hace la biomimética, dando el ejemplo del árbol de cerezo, el cual da frutos abundantes, y los que no son consumidos regresan al suelo, para dar nutrientes, alimentar a insectos, y regresar como nuevos cerezos.

Eso es lo que se busca, entender que todo el material tomado para el desarrollo de un producto pueda regresar y transformarse en algo nuevo, no que quede como desecho enterrado o quemado.

Incluso se pide respetar la biodiversidad, pues si los humanos fueran como las hormigas, se manipularía de forma segura y efectiva los desechos materiales no solo humanos sino de otras especies, se cultivaría y alimentaría su propia comida mientras alimentan el ecosistema del que forman parte, se construirían alojamientos, granjas, cementerios, etc con materiales que pueden ser netamente reciclados, se crearían desinfectantes y medicamentos saludables, seguros y biodegradables y sobre todo se mantendría la salud de la tierra en todo el planeta.

Pues los humanos se han centrado en buscar su beneficio propio, y modificar las cosas a su gusto, sin tomar en cuenta que existen otros seres que habitan y dependen del mismo espacio y quienes pueden verse afectados por las decisiones humanas.

Por todo lo anterior mencionado, en resumen, la sugerencia que dan estos autores son, que al crear, no se repita el error de la revolución industrial, que menos malo no significa que es bueno, que se deberían mantener locales y utilizar esos mismos recursos, respetar la biodiversidad, tener como último recurso las energías tradicionales y usar las renovables, que los materiales utilizados puedan ser descompuestos naturalmente tanto como en el suelo o agua, y por último que el desecho se transforme en comida, ya sea para insectos u otro tipo de vida que lo pueda descomponer indirectamente.

#### **6.4. Desarrollo de la metodología.**

A partir de la investigación más detallada acerca de las metodologías de diseño, que también tienen que ver con la naturaleza. Se crea una metodología basada en varias referencias mencionadas anteriormente, donde se aplican las características y funciones determinadas más pautas de diseño como para quién será destinado el producto, qué tipo de producto será, material, y cómo este se podrá destacar en el mercado.

En un principio la metodología buscaba dar la opción de inspirar al diseñador con una imagen y describiendo las habilidades que cada elemento poseía, sin embargo, más adelante con la investigación metodológica se pudo tomar en cuenta que al dar guías más abstractas sobre un diseño, es más factible que el diseñador pueda tomar las riendas de su diseño.

En consecuencia, a esto, se busca organizar las funciones e ideas abstraídas en un sistema que un diseñador pueda jugar con varias opciones e interactuar al poder modificarlas a su gusto para que este se adapte mejor al diseño por hacer.

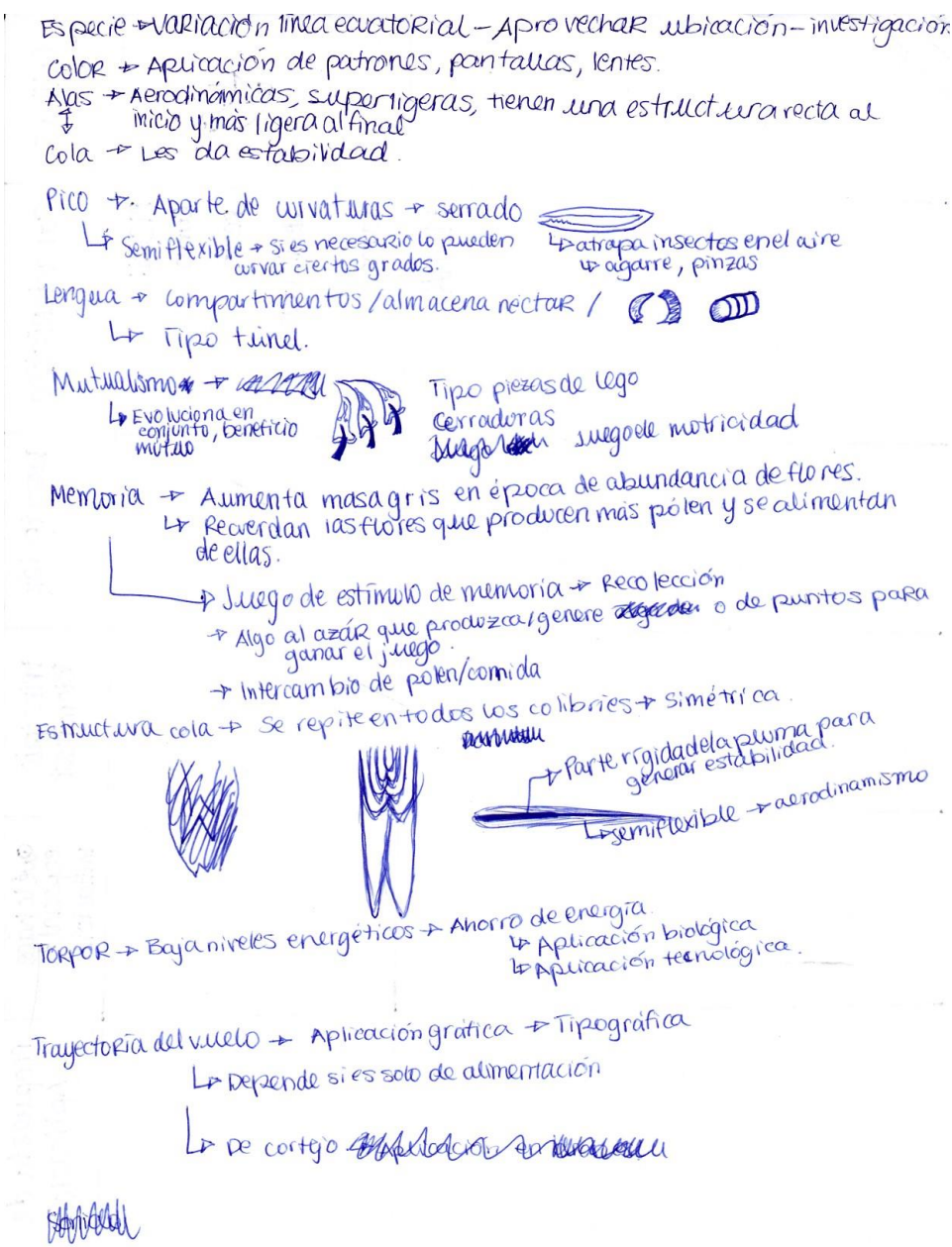


Figura 59. Resumen de Características, función y posible aplicación.

La inspiración inicial de cómo someter la metodología fue crear una forma visual de inspiración, semejante al juguete ViewMaster.

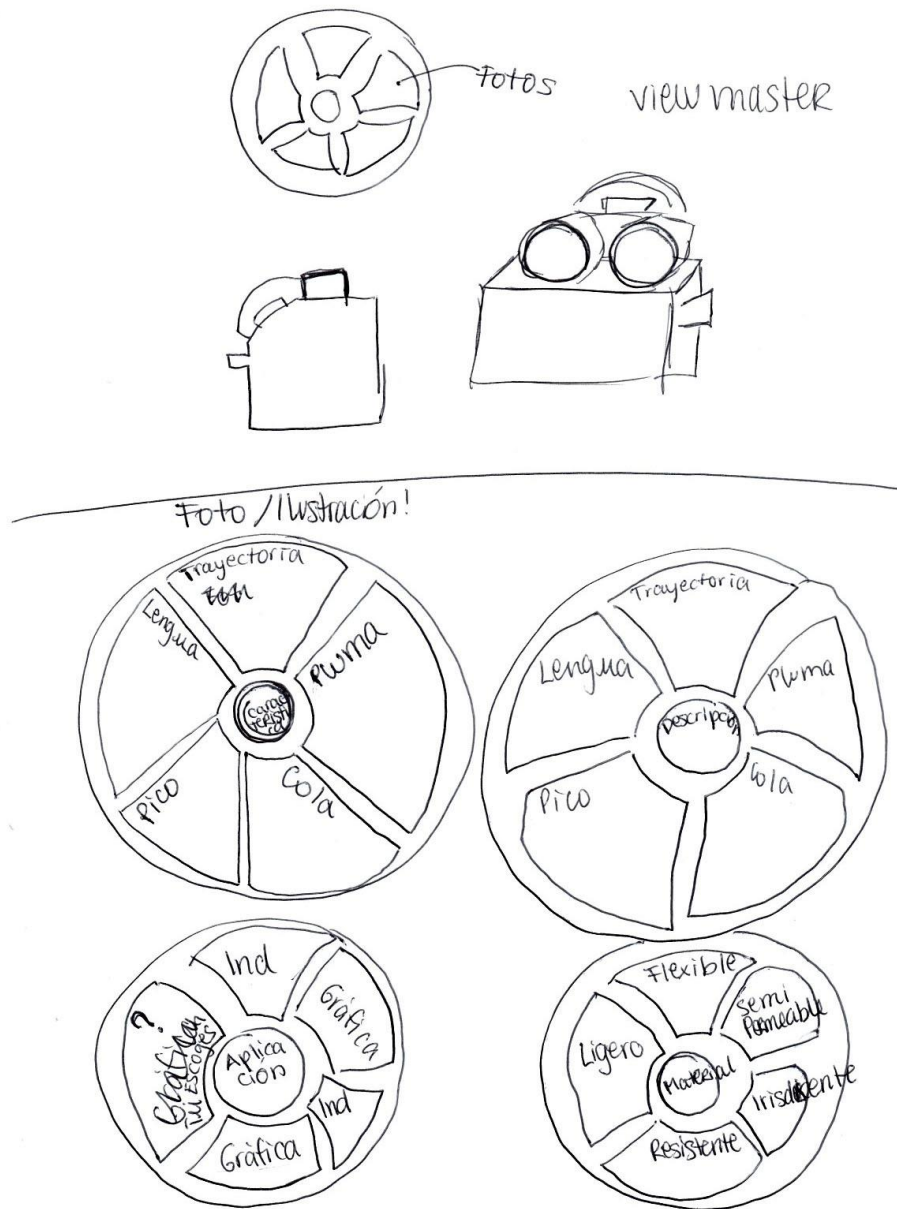


Figura 60. Inspiración de Viewmaster



Figura 61. Viewmaster

Tomado de (*ExtremeTech*, 2015)

Lo que más adelante se vuelve en una rueda de varios niveles, conteniendo en cada nivel diferentes características acerca del colibrí y las extracciones de función que pueden ser aplicables en diseño.

1. Wheelibri ⑦

2. Tipo de Producto.  
Decorativo - utilitario  
Mobiliario  
Indumentaria  
sistema de objetos  
Mixto  
Gráfico.

3. Característica	Abstracción	Habilidad	característica/ Propiedad Material	Material
Pico.	Adapta al mercado	capitular, adapta	Duro, liso, curvo, Recto	
Lengua	Distribuye localmente	distr. buye, absorbe	flexible, rugosa	
Pluma	Guiar un desarrollo para beneficiarse	Muere, simétrica	flexible, ligera, impermeable	
Cola	Guiar un desarrollo para beneficiarse	Muere, simétrica	flexible, ligera, impermeable.	
Color	puede actualizarse	Adapta	Transparencia, opacidad	
Variedad	Línea de Productos	Reproduce, modifica, todos		
Torpor	Ahorro de energía/transformación	convierte/transforma	resistente, dure	
Memoria	Alianza con proveedores	Aprende, retiene	Esponjoso, flexible, blando	
coevolución	funciona en conjunto con otro producto	Adapta, coopera	Modular	
Difermismo	Se diferencia de la competencia.	Modifica, distingue	Modular, Deformidad	
Aleto				

Forma ●  
Función ●  
Comportamiento ●

Lámpara - color - línea de productos - adapta - impermeable - plástico  
f. tomar sol (al ambiente) exteriores transparente modular - vidrio - plástico

Figura 62. Sintetización de características.

Antes de pasarlo a una rueda, se organiza las posibilidades de cada nivel, haciendo que la persona que vaya a usar la herramienta se pueda guiar de las siguientes pautas que ayudaran a crear un diseño.

### Tipo de Producto

- Decorativo
- Mobiliario
- Indumentaria
- Sistema de objetos
- Gráfico: De información, Persuasivo, Educativo, de Identidad, Mixto



- Digital: De información, Persuasivo, Educativo, de Identidad, Mixto

### **Usuario**

- Niño
- Adolescente
- Adulto
- Anciano
- Animal
- Mixto

**Característica visual.** Dónde se usarían fotos de cada aspecto del colibrí que pueda ser visual, conteniendo la parte física y la de forma.

**Característica teórica.** Del comportamiento y de las habilidades físicas y formales.

**Característica abstracta.** De las habilidades del colibrí que a simple vista no se pueden ver, pero sí se pueden aplicar a un producto. Material tomado de propiedades físicas del colibrí.

### **Recomendaciones tomadas de Nature Inspired Design Handbook**

1. Diseñar para desensamblar, actualizar, reparar, reusar y reciclar
2. Considerar la arquitectura, que sea modular y descomplicado
3. Considerar que componentes pueden fallar prematuramente en productos de larga vida y que estos sean fáciles de reemplazar.
4. Que los componentes se puedan actualizar Pensar en quien va a desensamblar y/o re ensamblar el producto, usuario vs experto



Figura 63. Organización de Características.

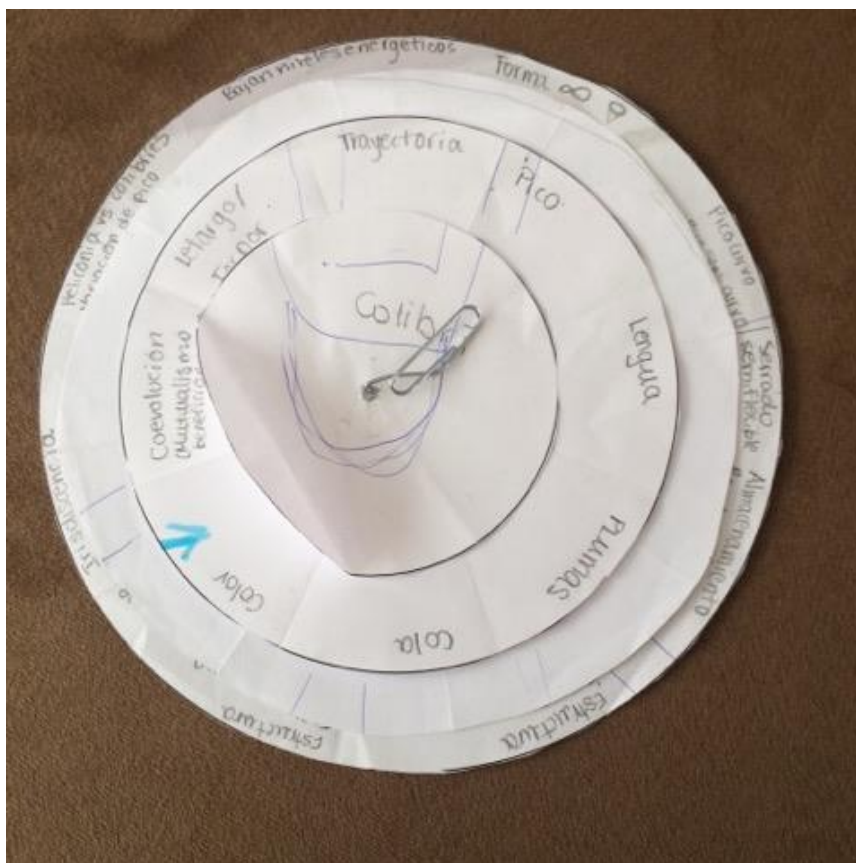


Figura 64. Aplicación inicial simplificada de características en ruedas.

Así inicia la idea de la rueda, la cual más adelante evolucionará en características y niveles.

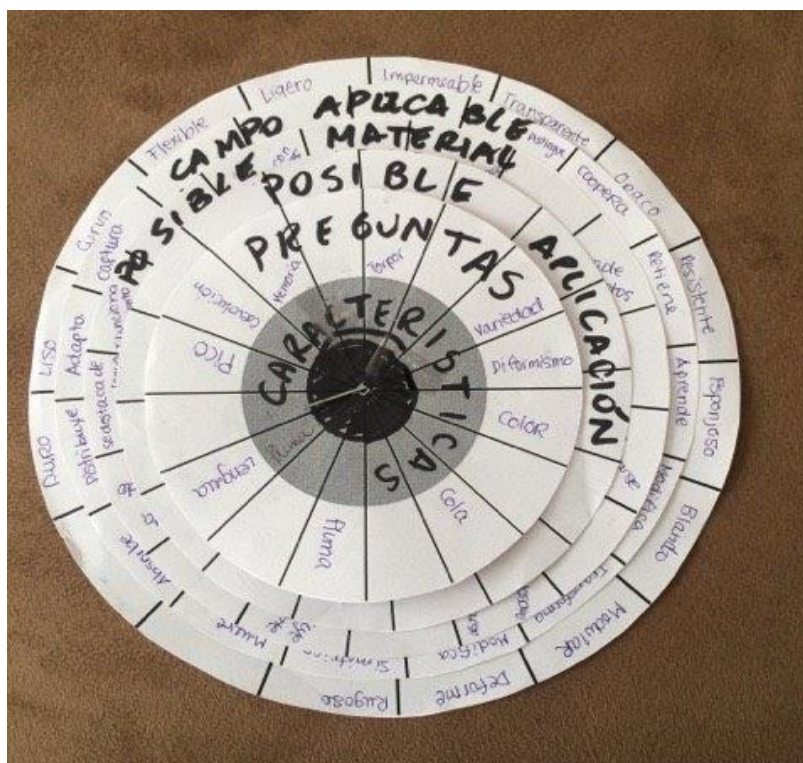


Figura 65. Aplicación inicial simplificada de características en ruedas.

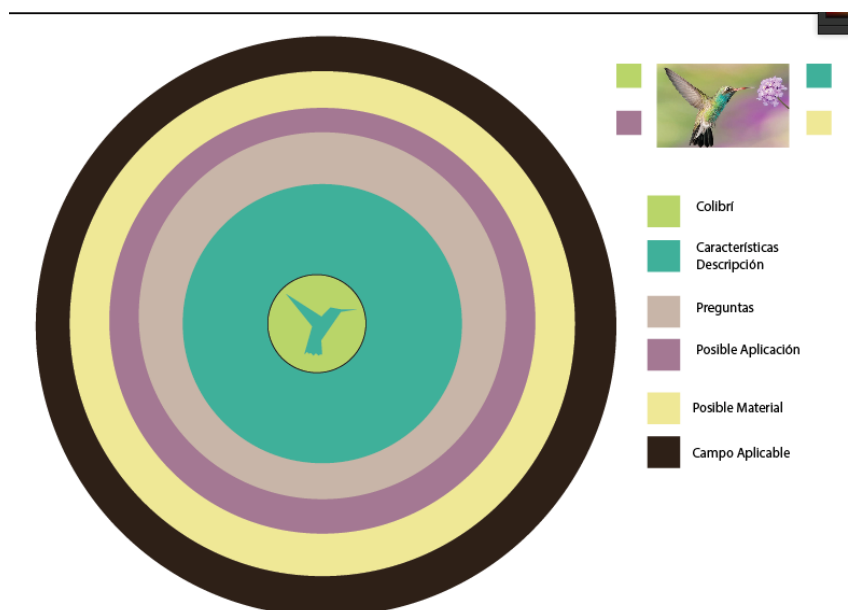
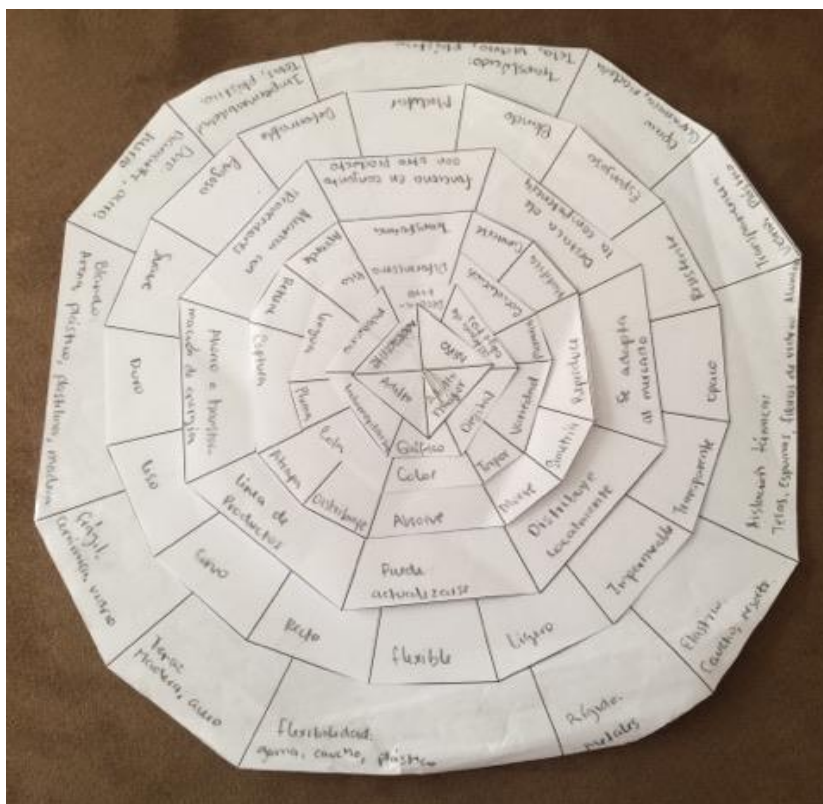


Figura 66. Aplicación inicial digitalizada.

A partir de este cambio se puede observar que las divisiones se cruzan una con la otra, ya que los niveles tienen distinto número por lo que se decide dividir a la rueda en los niveles más altos, los cuales fueron 16, y a partir de eso poder dar una dirección de uso, sin que esta interfiera con cada nivel. Eliminando también su forma circular para dar mejor visión al usuario.



*Figura 67.* Cambio de forma de la rueda y adaptación de niveles.

Una vez obtenida esta rueda, se pide a Geraldine Valdivieso, licenciada en diseño industrial y gráfico, que la use a medio de intuición, después de explicarle cuál es el objetivo y en qué ha evolucionado el proyecto, y aunque la entiende y la logra usar, se le dificulta al momento de escoger las opciones y visualizar la idea de un posible producto.

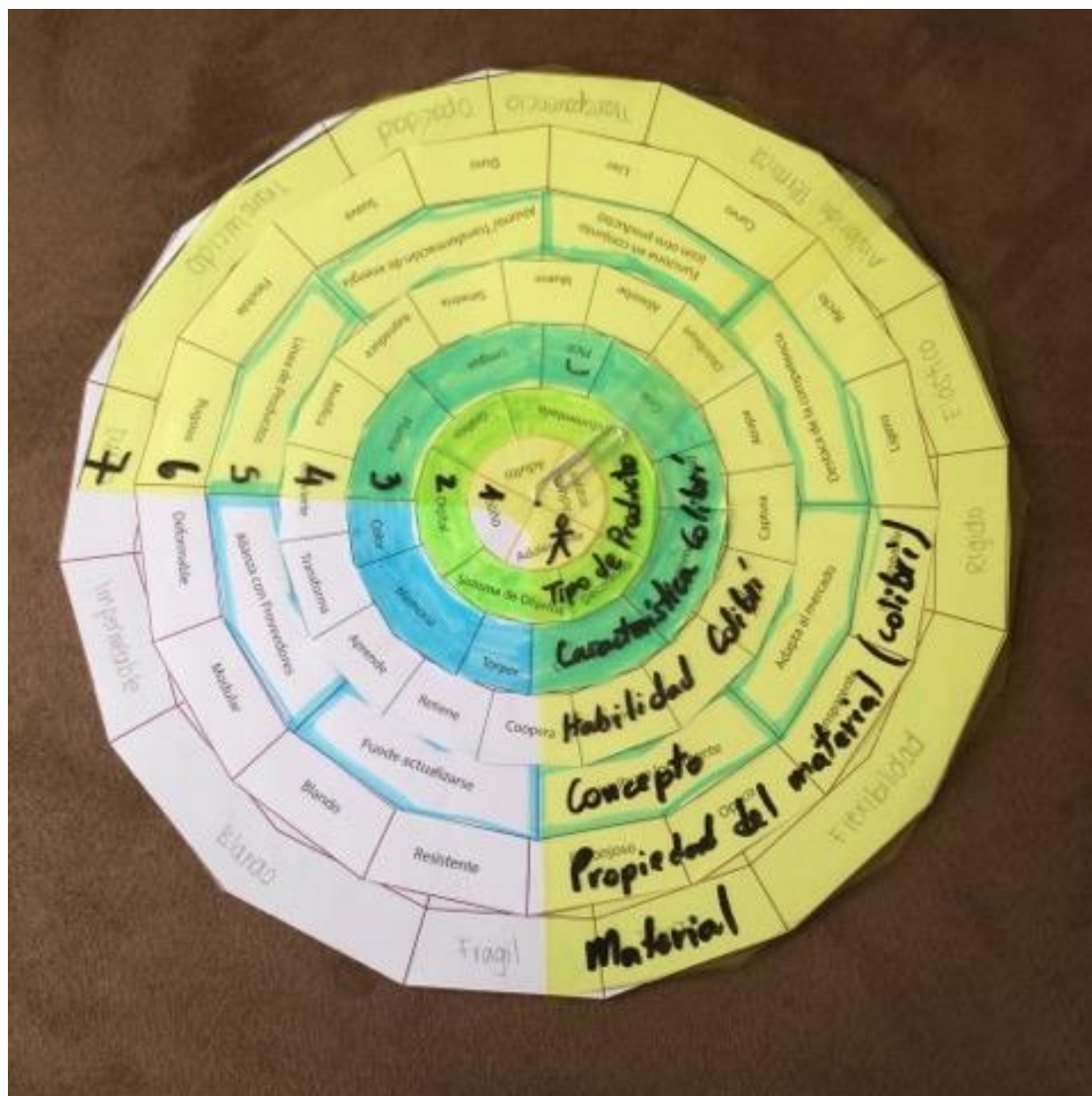


Figura 68. Rueda con separador, para poder escoger las características de nivel de forma más fácil.

A partir del testeo con Geraldine Valdivieso, se busca agregar una rueda adicional, que al moverla pueda cubrir a las siguientes opciones y dar más visibilidad a la dirección escogida por el usuario.

A pesar de esto, ya que el 1er nivel tiene solo 4 opciones, no logra el objetivo de guiar de mejor manera al usuario al haber una apertura tan grande. Por lo que causaría confusión al usuario de la herramienta.

A continuación, se explicará cómo fue evolucionando el contenido de cada nivel

en las diferentes ruedas. Llegando a que se le dé uso de distintas maneras, empezando por la siguiente

### 6.1.1 Wheelibrí

Se lo llamó Wheelibrí por el juego de palabras entre rueda, *wheel* en inglés y colibrí.

La primera opción de uso fue,

1. Usuario y rango de edad
2. Se elige entre las siguientes opciones el tipo de producto que el diseñador creará.
  - Decorativo
  - Mobiliario
  - Indumentaria
  - Sistema de Objetos
  - Gráfico
  - Digital
  - Mixto
3. A partir de haber definido qué producto se hará, se elige una característica del colibrí con su respectiva foto y explicación.
  - Pico
  - Lengua
  - Pluma
  - Cola
  - Color
  - Variedad
  - Torpor
  - Memoria

- Co evolución
- Dimorfismo

4. Dentro de este paso, la habilidad ha sido extraída de una o varias características anteriores, por lo que se le guiará al diseñador entre como estas son pertinentes a las anteriores.

- Captura
- Atrapa
- Distribuye
- Absorbe
- Mueve
- Simétrica
- Reproduce
- Modifica
- Convierte
- Transforma
- Aprende
- Retiene
- Cooperera
- Distingue

5. Después de entender la característica y habilidad extraída se procede a dar un concepto al diseño. Para así poder elegir una característica o propiedad material una vez más, pertinente al colibrí.

- Duro
- Liso
- Curvo
- Recto
- Flexible
- Ligero

- Impermeable
- Transparencia
- Opacidad
- Resistente
- Esponjoso
- Blando
- Modular
- Deformidad

6. Y por último se elige el material a usar para el diseño.

- Duro: diamante, acero, hierro.
- Blando: arena, plástico, plastilina, madera.
- Fragilidad - frágil: cerámica, vidrio.
- Tenaz: madera, acero
- Flexibilidad - flexible: goma, caucho, algunos plásticos.
- Rígido: metales.
- Elástico: caucho, resorte.
- Aislación térmica
- Transparencia - vidrio, plástico.
- Opaco: cerámica, madera.
- Translúcido: tela, vidrio, algunos plásticos.
- Impermeabilidad - telas: poliéster, acrílicas, plásticos: PVC.

Dentro de la segunda forma de uso, se le da al diseñador una idea para un brief de diseño y después basarse de las propiedades y habilidades del colibrí.

1. Elegir usuario y un rango de edad o target
2. ¿Qué tipo de producto se hará?
3. ¿Qué concepto tendrá?



Podrá actualizarse, aliarse con proveedores, ser una línea de productos, ahorrar energía, funcionar en conjunto con otro producto, destacar de la competencia, adaptarse al mercado, distribuirse localmente.

4. Se les dará recomendaciones
  - Diseñar para desensamblar, actualizar, reparar, reusar y reciclar
  - Considerar la arquitectura, que sea modular y descomplicado
  - Considerar que componentes pueden fallar prematuramente en productos de larga vida y que estos sean fáciles de reemplazar.
  - Que los componentes se puedan actualizar
  - Pensar en quién va a desensamblar y/o re ensamblar el producto, usuario vs experto
5. A partir de estas pautas, se guiarán de las habilidades del colibrí y sus funciones sobre qué hace cada una y como estas se relacionan. Que estarán separadas en tarjetas, con la imagen y explicación de que es.
6. Se elegirá una propiedad material igualmente proveniente del colibrí
7. Se definirá el material a usar.

La tercera posibilidad de uso es mediante los siguientes pasos

1. Mencionar el tipo de producto que se quiere realizar.
  - Indumentaria
  - Mobiliario
  - Objeto decorativo
  - Sistema de objetos
  - Digital: información, persuasión, educación o identidad
  - Mixto
2. Mencionar el efecto positivo que queremos que el producto cause o su valor agregado.
3. Definir usuario.
4. Describir el concepto en pocas palabras.

5. Análisis de Función:

- ¿Qué hace el producto?
- ¿Por qué hace esta función?
- Encontrar respuesta
- Describir la función
- Mantenerse concreto y separar funciones

6. A partir del concepto se preguntará cómo brinda la naturaleza esta función y se escogerá entre las habilidades que tiene el colibrí, tanto físicas, de comportamiento y de forma, dando conceptos de creación de diseño y hasta propiedades materiales.

7. Da la posibilidad de aplicar un concepto del diseño basado en las tarjetas investigadas.

- ¿Usar o crear energía limpia?
- ¿Usar o crear materiales limpios y reciclables?
- ¿Apoyar ecosistemas?
- ¿Aumentar biodiversidad?
- ¿Fortalecer comunidades?
- ¿Mejorar la salud de las personas?
- ¿Limpiar el aire, agua o suelo?
- ¿Crear alianzas con los proveedores?
- ¿Fortalecer la economía local?
- ¿Unirse con otros desarrollos para alcanzar economía de escala?
- ¿Se pueden guiar desarrollos para beneficiar a otras industrias?
- ¿Proveer compañías con recursos?

Se deberá tomar en cuenta como el material actúa en la naturaleza

- Curvo sobre recto, las curvas son más utilizadas y dan ligereza
- Estructura sobre material, usar un solo material para la estructura
- Flexionar sobre deslizar, la naturaleza se dobla, tuerce, y estira.

- Duro sobre tieso.
- Adaptarse sobre arreglarse.
- Tenseguridad sobre compresión, la tensión da ligereza
- Resistencia sobre ductilidad, la naturaleza usa materiales resistentes a materiales con poca habilidad de deformarse, como espumas.
- Deslizamiento sobre rotación.
- Diseñar para desensamblar, actualizar, reparar, reusar y reciclar
- Considerar la arquitectura, que sea modular y descomplicado
- Considerar que componentes pueden fallar prematuramente en productos de larga vida y que estos sean fáciles de reemplazar.
- Que los componentes se puedan actualizar
- Pensar en quién va a desensamblar y/o re ensamblar el producto, usuario vs experto

### **Testeo de Wheelibrí**

Después de analizar bien la rueda, se entiende que resulta difícil entender el uso de los niveles para el usuario y cómo conectarlos, por lo que se necesitaría un material de apoyo aparte de la rueda en sí, para que se pueda entender como esta funcionaría, además que la rueda solo contendría la parte funcional dentro de ella, más la parte abstracta recopilada de ciertas características y habilidades. Mas no la parte visual, de la cual también se puede tomar inspiración.

Así que a partir de este momento se piensa en hacer una rueda, más tarjetas con fotos de las mismas características funcionales de la rueda, pero esta vez de forma.

Sin embargo, el obstáculo presentado en esto se da cuando la inspiración puede ser macro, de su todo, el colibrí en sí, o detallada, acercándose a una parte de cada característica, por lo que se debería pensar en qué imágenes incluir y si habría varias tarjetas de la misma característica.

Además de no incluir la explicación de la extracción de las características y cómo

estas se conectan con los colibríes.

Por otro lado, otro obstáculo relevante fue filtrar o escoger cuales de todas las características presentadas valdrían la pena a la hora de aportar en la inspiración de un diseño, ya que algunas son llevaderas, que pueden fusionarse con diseño, mientras que otras, aunque sean muy interesantes teóricamente, no llegan a dar mucha inspiración en cuanto a la ejecución de un diseño.

### **6.1.2 Desarrollo mediante tarjetas**

Al determinar que el uso de la rueda es más complicado de utilizar sin mucha explicación, y al ya tener idea de guiar a los usuarios en la parte visual con fotos, se decide continuar con la idea de tarjetas, en donde individualmente se exprese, una parte visual, proponiendo fotografías que demuestran cierta característica del colibrí y en su reverso explicar de manera simple lo más importante o relevante de la investigación, para que se conozca de dónde fue recopilada sus características funcionales. Dónde también se propone una pregunta acerca de cómo poder resolver el diseño, una acción que puede ser aplicada y propiedades materiales.

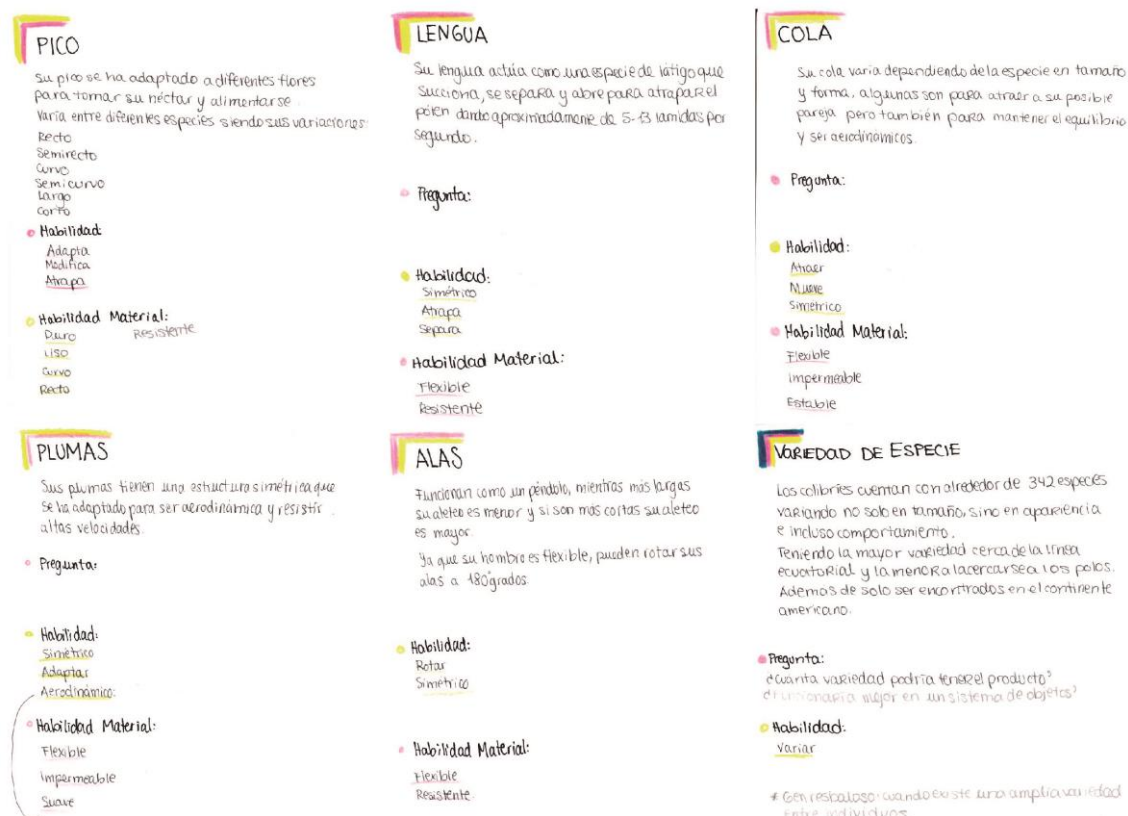


Figura 69. Modelo de Tarjetas

Aparte de esto se propone unas tarjetas adicionales que ayuden al diseñador a formar un brief, el cual dispone del tipo usuario, qué tipo de producto se creará, ciertas características que no son obvias cuando se piensa en un colibrí, unas recomendaciones de cómo funcionaría mejor un diseño pensando en la forma que la naturaleza lo hace ante como lo ha hecho el ingenio humano.

Habilidad	Propiedad Material:
• Duro	Pico
• Liso	Pluma, Pico
• Curvo	Pico
• Recto	Pico, Pluma
• Flexible	Pluma, Huesos, Lengua, cola, alas
• Ligero	colibrí
• Impermeable	Pluma, Lengua, cola
• Transparencia	Pluma, color
• Opacidad	Hembras, pluma, color
• Resistente	Pico, Lengua, oxígeno, alas
• Esponjoso	cerebro
• Modular	Estructura plumas
• Simétrico	Pluma
• Estable	cola
• Aerodinámico	Plumas, huesos
• Suave	Plumas
• Duración	memoria

Recomendaciones:

- Diseñar para desensamblar, actualizar, reparar, reusar, reciclar
- Considerar la arquitectura, que sea modular y descomplicado
- Considerar que componentes pueden fallar prematuramente en productos de larga vida y que estos sean fáciles de reemplazar
- Que los componentes se puedan reemplazar o que sean actualizables
- Pensar en quién va a desensamblar y/o reensamblar el producto, usuario o un experto?

Material En La Naturaleza:

- Curvo / Recto → Curvo = ligereza
- Estructura / Material → 1 solo material para la estructura (menos material posible)
- Duro / Tieso → Duro puede doblarse en caso de temblor, tieso se rompería.
- Adaptarse / Arreglarse
- Tenseguridad / compresión → Tensión = más ligero
- Resistencia / Ductilidad → Materiales resistentes que no se deformen
- Deslizamiento / Rotación

Especie	● ● ●	● Formal
Color	●	● Físico
Tamaño	●	● Comportamiento
Alimentación	●	
Forma del Pico	● ●	
Largo del Pico	●	
Velocidad	● ●	
Plumas	● ●	
Alateo	●	
Forma de AHS	● ●	
Forma de cola	● ●	
Largo de la cola	●	
Horarios Alimenticios	●	
Horarios Estancia	●	
Longevidad	●	
Reproducción	●	
Mutualismo / Coevolución	●	
Nido	● ●	
Diformismo	●	
Territorio	●	
Cortejo	●	
Torper / Letargo	● ●	
Trayectoria	●	
Lengua	● ● ●	
Memoria	●	
Huesos	●	
Oxígeno	● ●	
Lengua	● ●	

Figura 70. Modelo de Tarjetas Generales

## Inspiración Netamente Visual

Antes de pasar al 1er testeo por tarjetas, se decide realizar una serie de bocetos rápidos, para comprobar que se puede hallar cierto tipo de inspiración empezando desde la parte netamente visual y después dar los detalles al diseño.

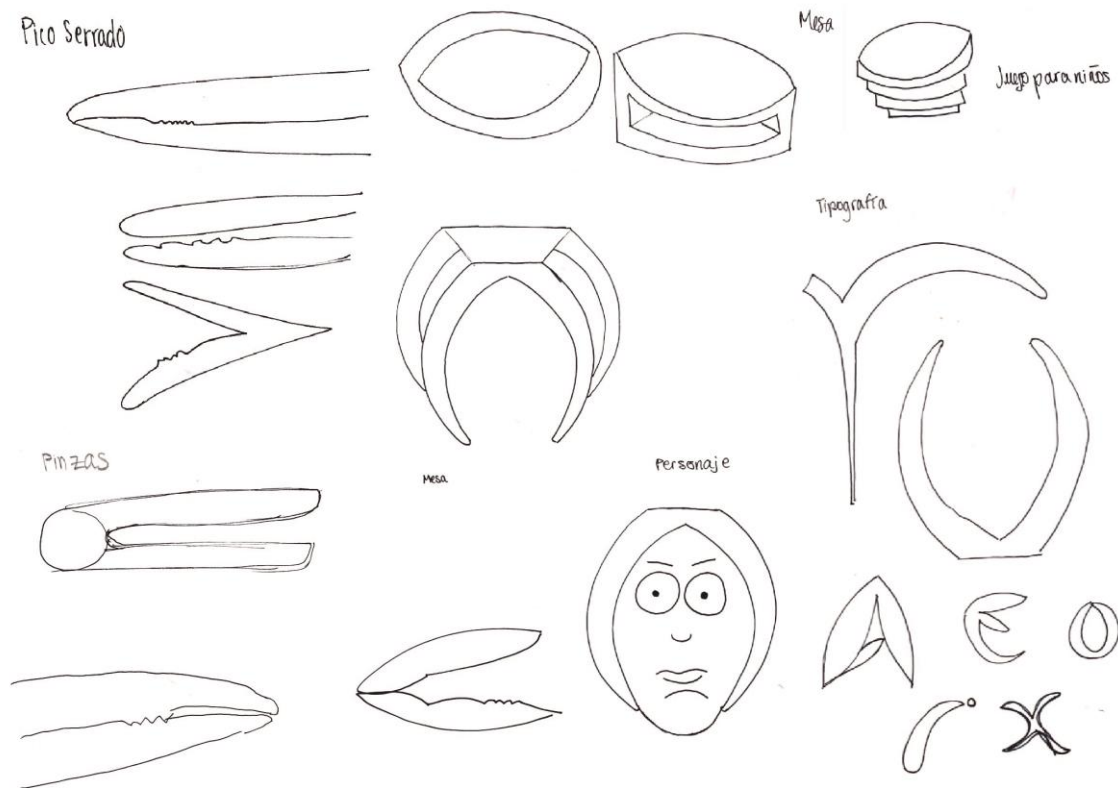


Figura 71. Inspiración Visual Variada de Picos

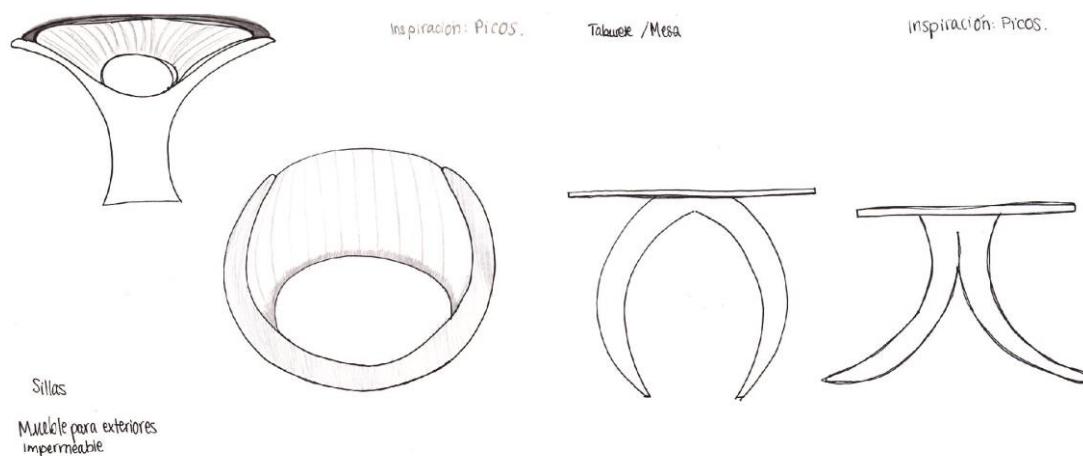


Figura 72. Bocetos rápidos inspirados en picos

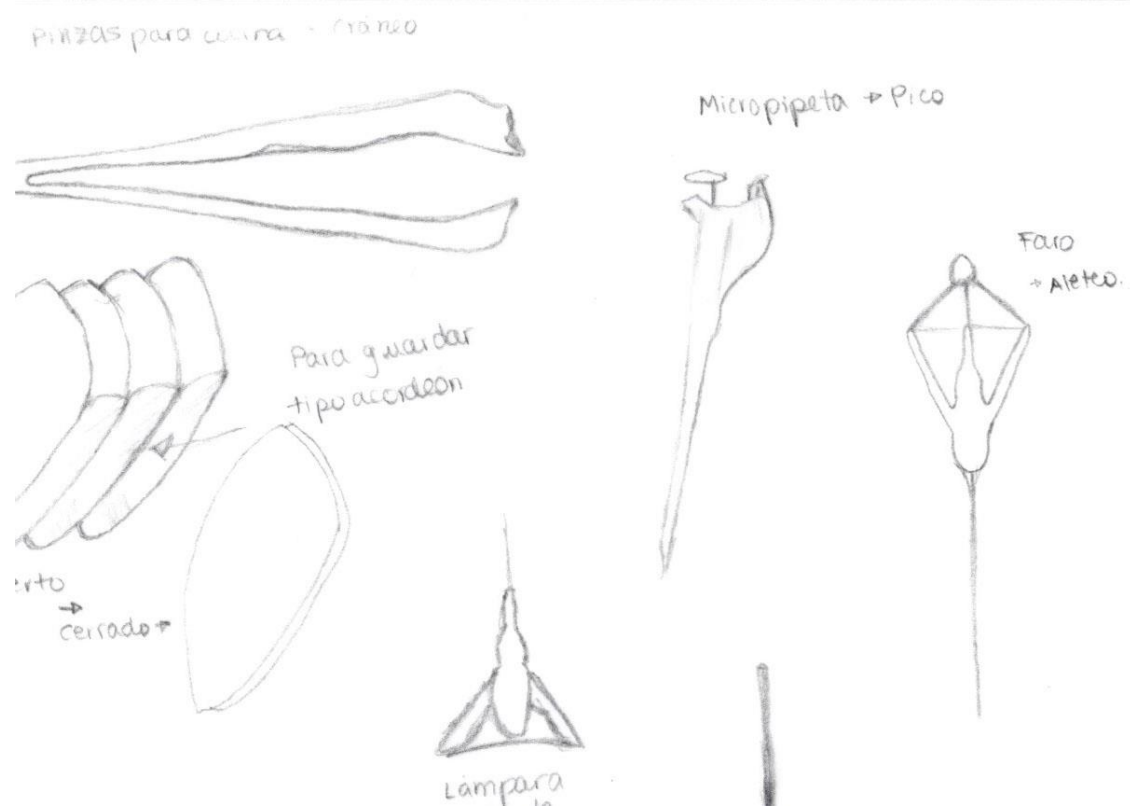
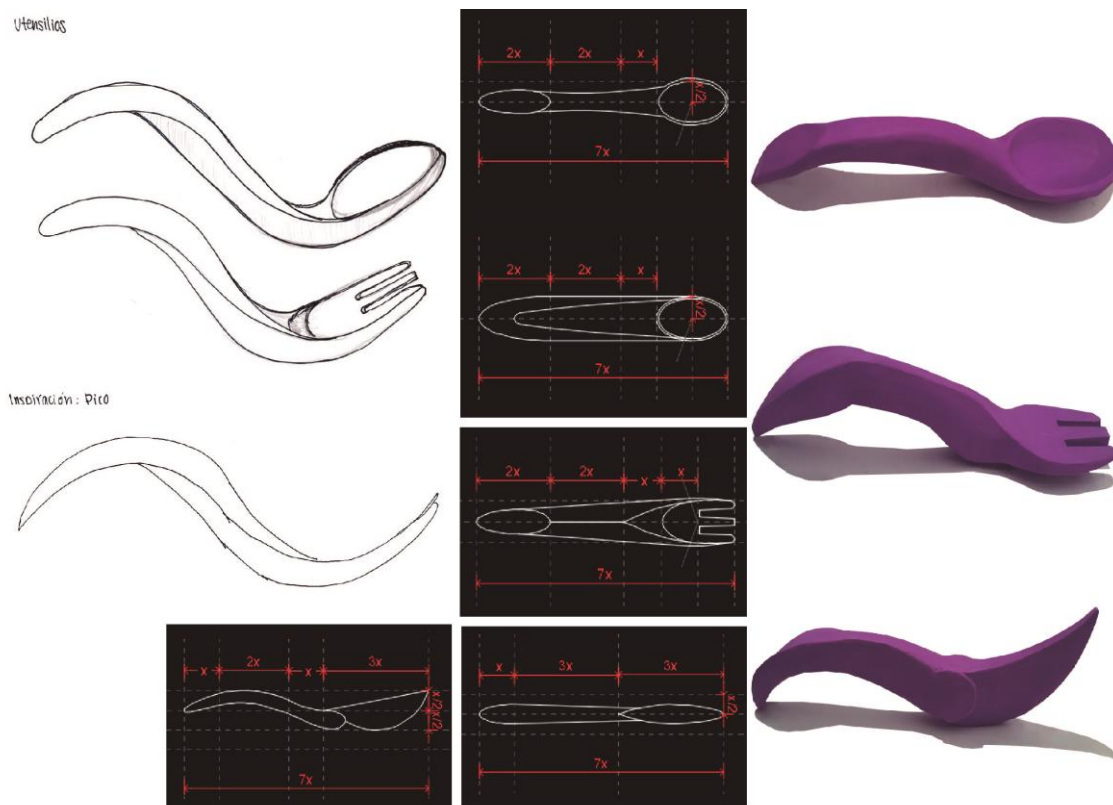


Figura 73. Bocetos rápidos inspirados en huesos





*Figura 74.* Boceto, digitalización y modelo de cubiertos inspirados en el pico  
Elaboración de boceto y modelo en plastilina de cubiertos, inspirados en el pico del colibrí.

### Testeo de Tarjetas Iniciales

Se testea la herramienta con 2 diseñadoras industriales y gráficas, quienes trabajarían de dos maneras distintas, la 1ra con una inspiración netamente visual, al observar fotografías de diferentes tipos de colibríes y sus partes, desde diferentes variedades de especie que sus características varíen en color, pico, plumas, alas, cola, lengua, huesos. Siendo las imágenes de todo el colibrí, unas de detalles, y otras amplificadas, como las de la lengua también brindándoles opciones ya escogidas o usar las que escojan por su propia cuenta buscando en internet.

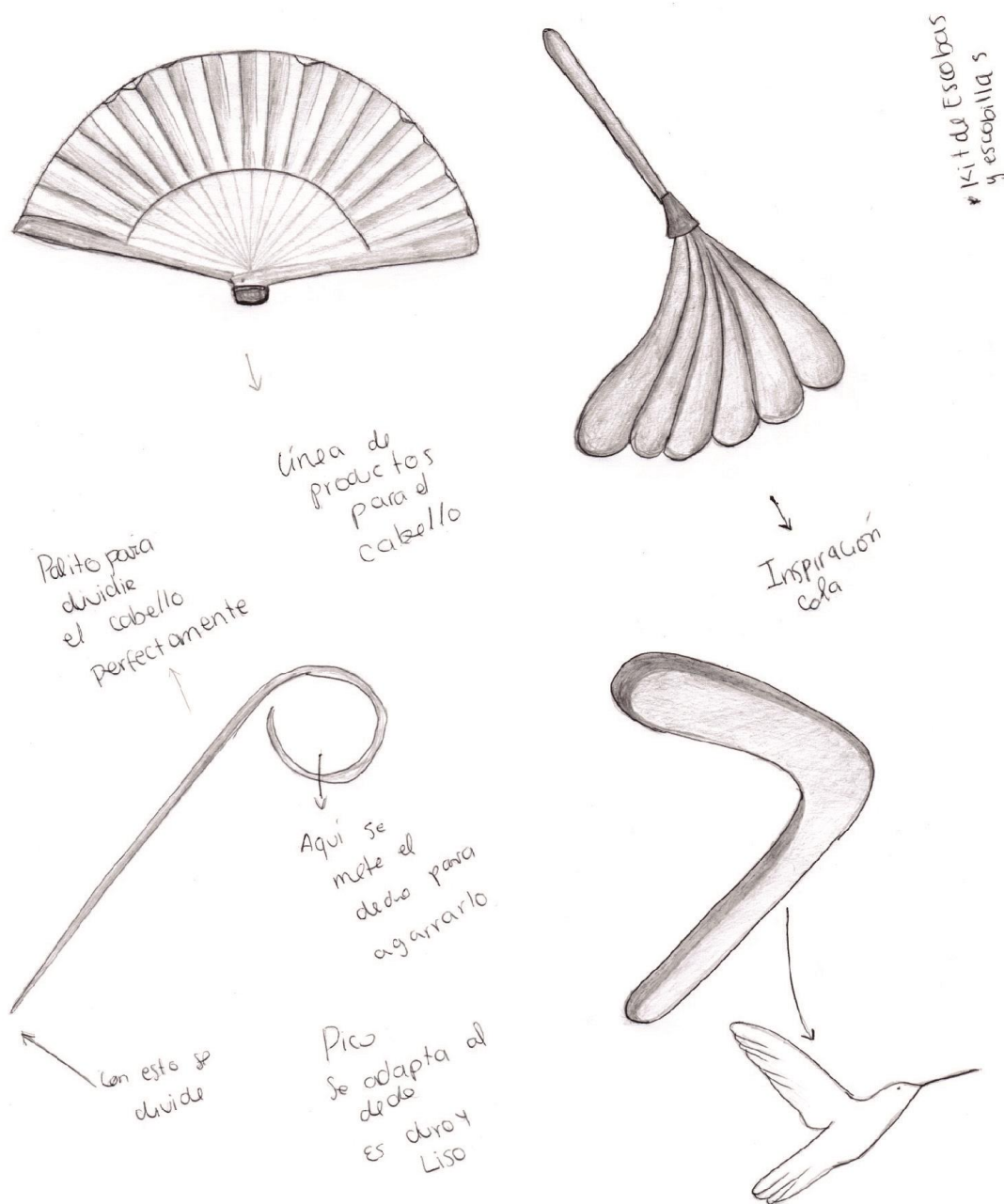
Viendo estas imágenes se les pidió que generen un diseño, sea cual sea, y dándoles la opción de guiarse con lo que sugiere la herramienta, al escoger un

usuario, tipo de objeto y que lo expliquen dentro del boceto.

Sin embargo, de esta manera no surgían muchas ideas, y si lo hacían, tomaba más de 30 minutos en que surjan ideas, las cuales no eran tan innovadoras, sino más parecidas a algo existente que se asemeje a la imagen, como un abanico. Lo cual fue válido, pero como se mencionó antes faltaba innovación.



*Figura 75.* Abanico inspirado en las alas del colibrí.



**Figura 76.** Generación de Ideas mediante inspiración visual por Geraline Valdivieso

Por otro lado, al momento de darles un brief directamente con las tarjetas, ya no solo pensaban en el colibrí en sí, lo cual antes las limitó.

Al darles características de función, acciones, propiedades materiales, un concepto más abstracto, que tal vez no siempre se piensa al momento de crear

el brief. Las ideas fluían de manera más efectiva, ya que pensaban en algo que se habían imaginado y lo dibujaban. Lo que también demostraba más innovación y creatividad, y que su diseño sea más completo. Fusionando al mismo tiempo inspiración visual, con inspiración funcional.

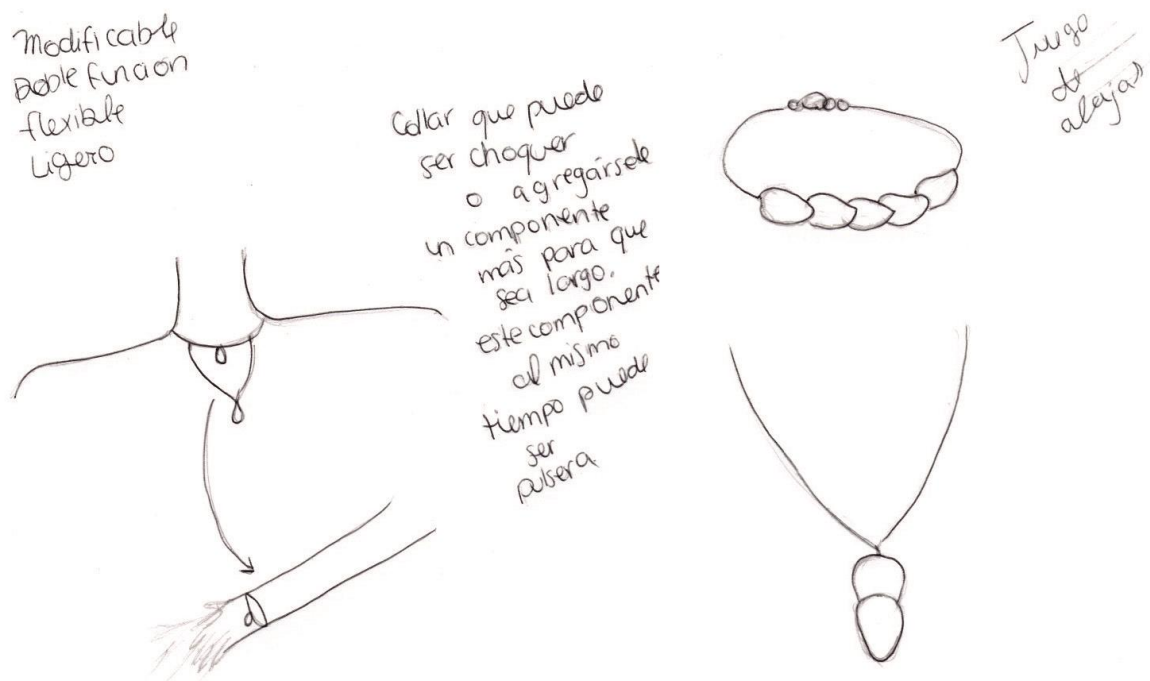
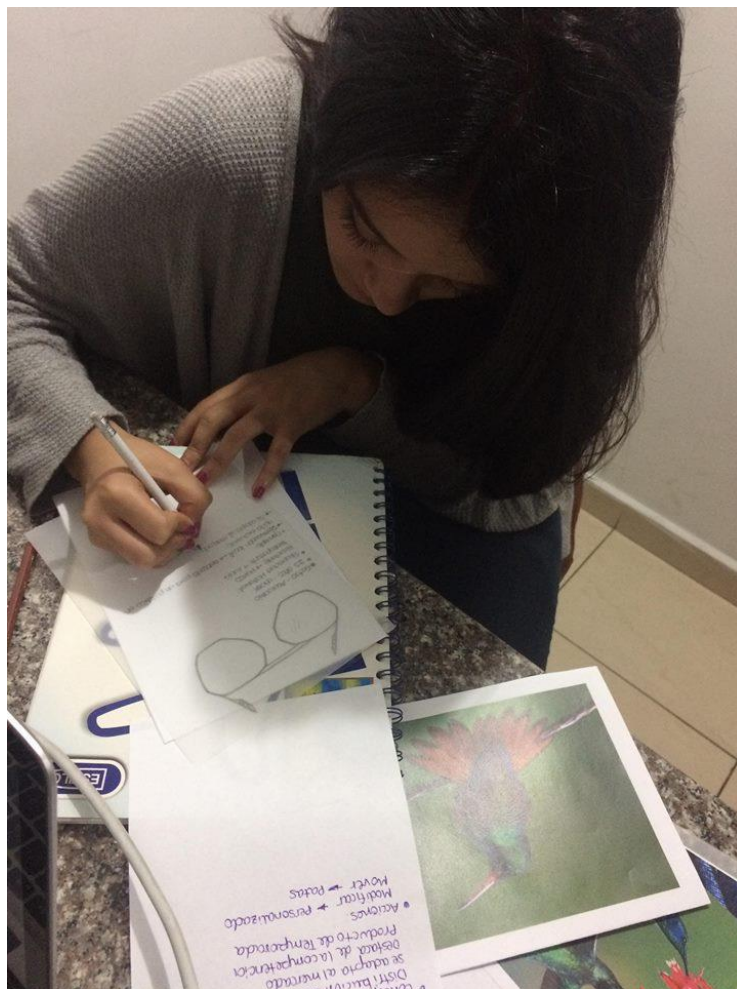


Figura 77. Generación de Ideas mediante briefpor Geraline Valdivieso



*Figura 78.* Inspiración funcional y visual para creación de gafas por Valeria Bermeo.

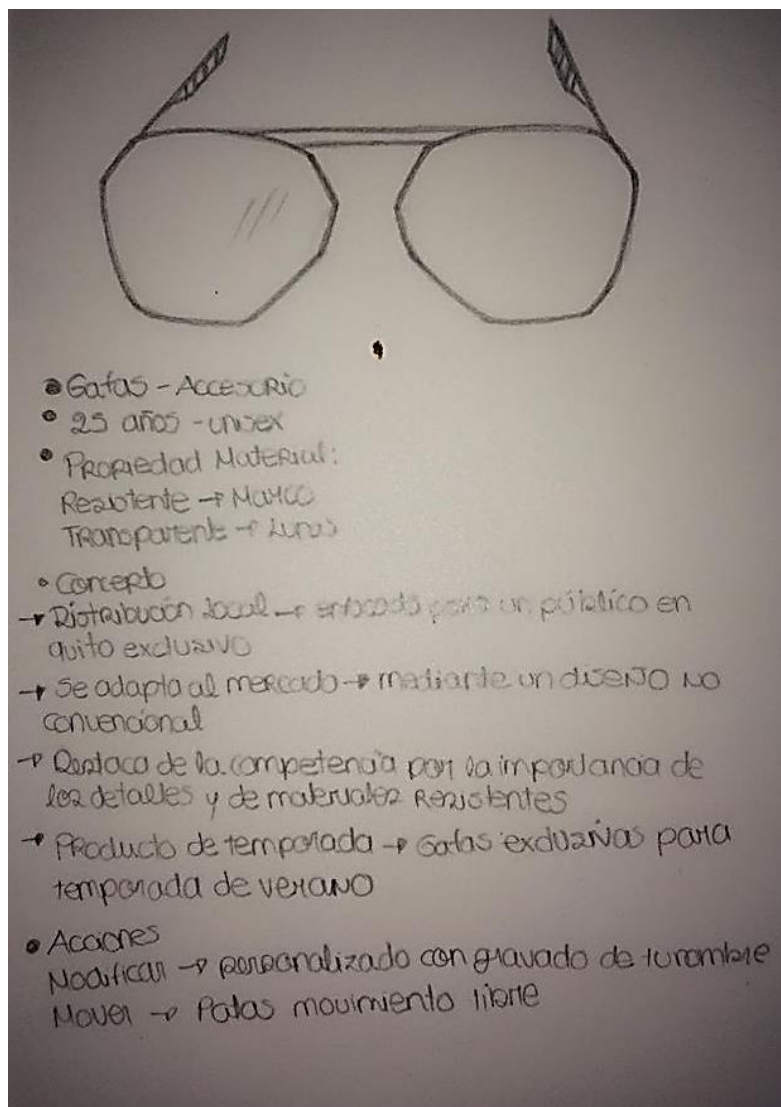


Figura 79. Diseño de Gafas creado mediante brief e imagen.

Valeria realiza un segundo boceto, el cuál es una pinza para conservar fresco los snacks, si se los abre y no se terminan el mismo momento.

Tomando del colibrí tanto la parte funcional brindada en las tarjetas, como una inspiración de cromática y forma para la pinza y su movimiento.

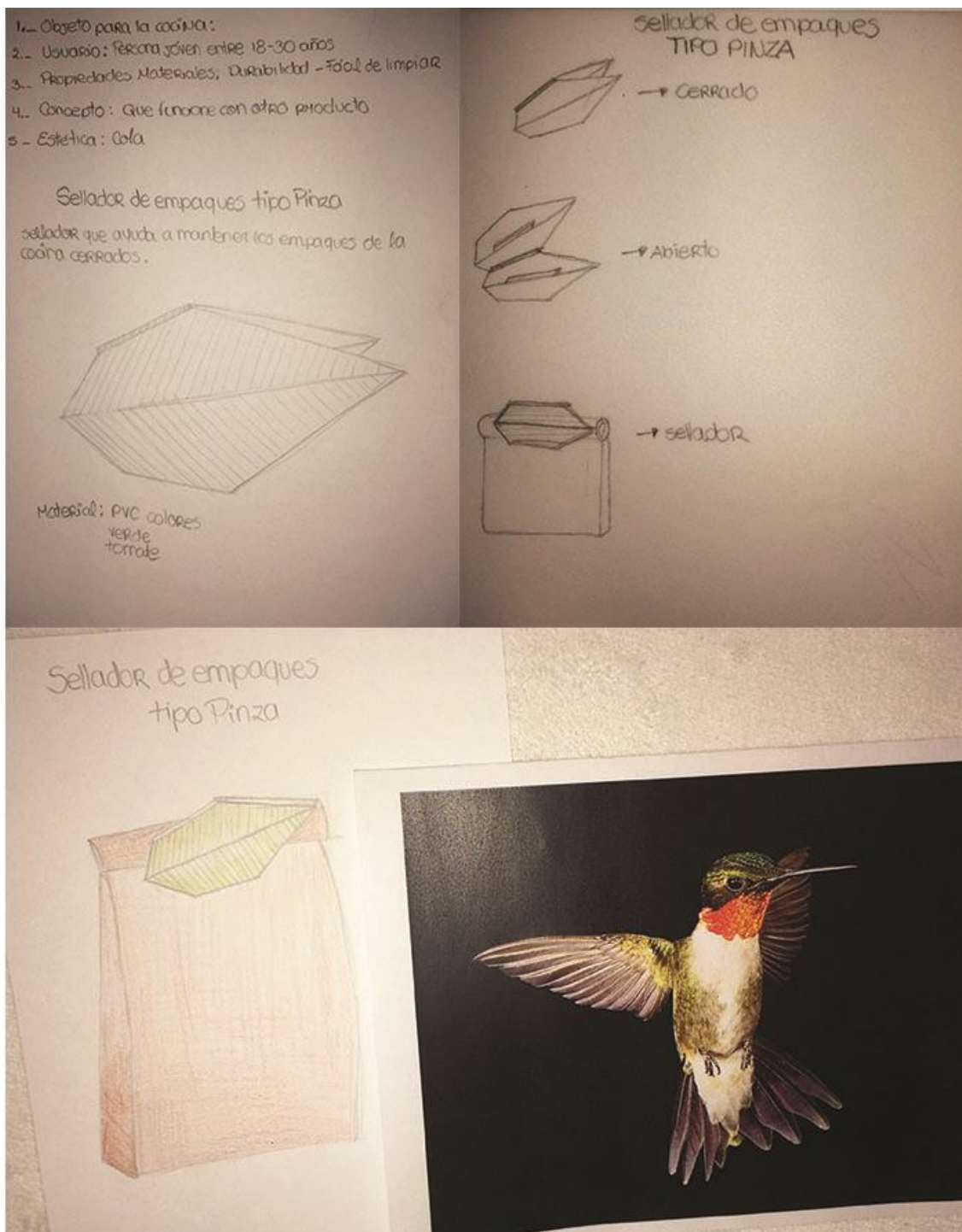


Figura 80. Sellador de Empaques tipo Pinza

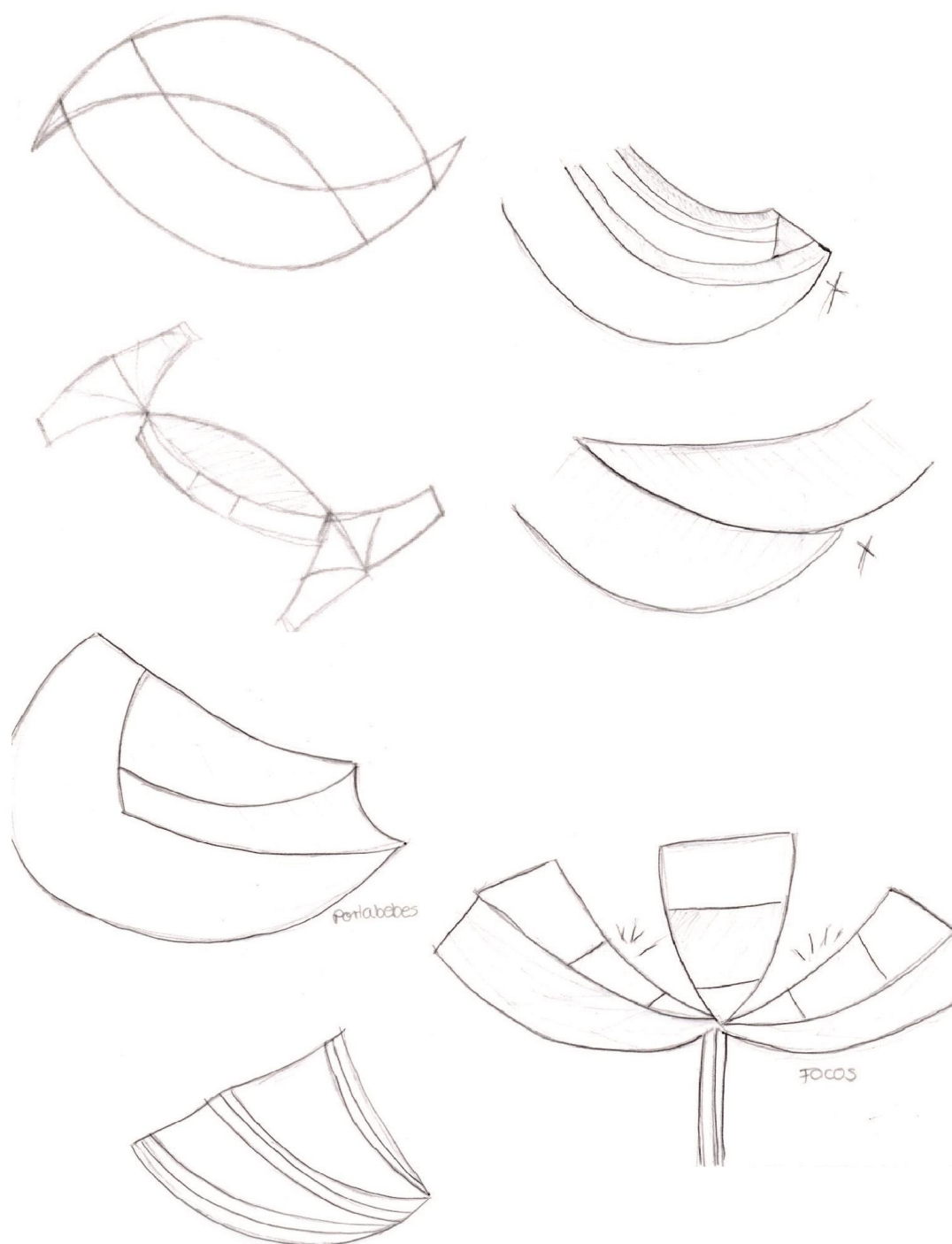


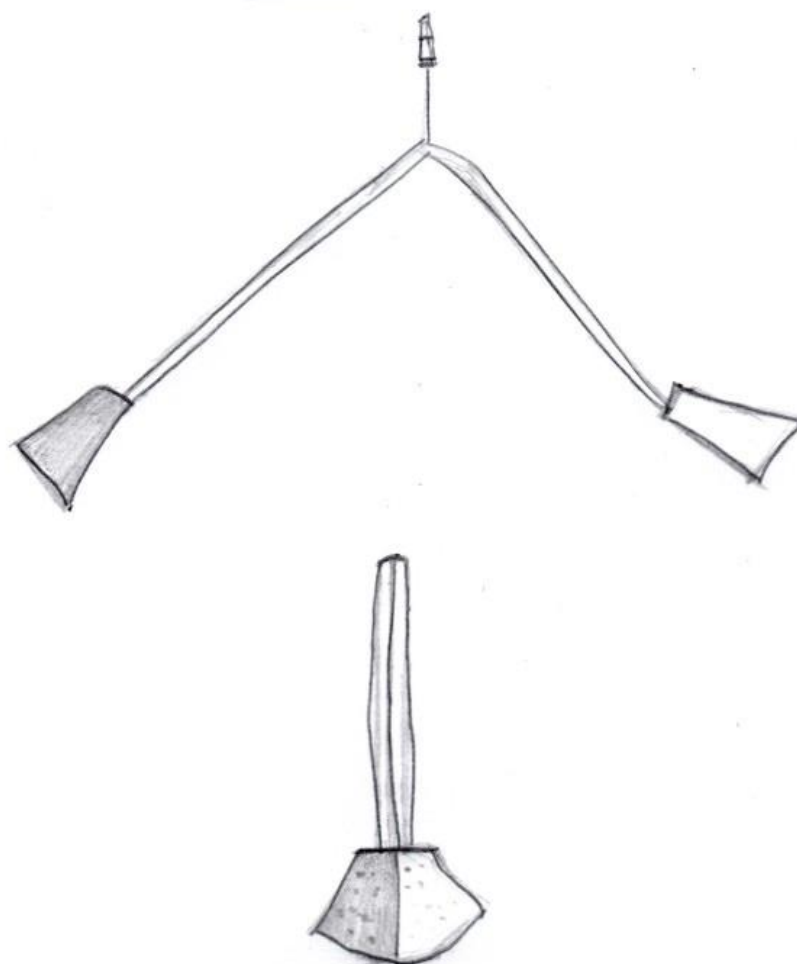
Figura 81. Lámpara y Portabebes por Valeria Bermeo



Accesorio → Joven 15-25 años  
COLA

concepto abstracto → línea de productos

Habilidad → impermeable  
→ simétrico



- audífonos
- al unirse se vuelven un parlante
- silicona - imanes

Figura 82. Auriculares por Valeria Bermeo

concepto abstracto: Funcionar en conjunto con otro producto

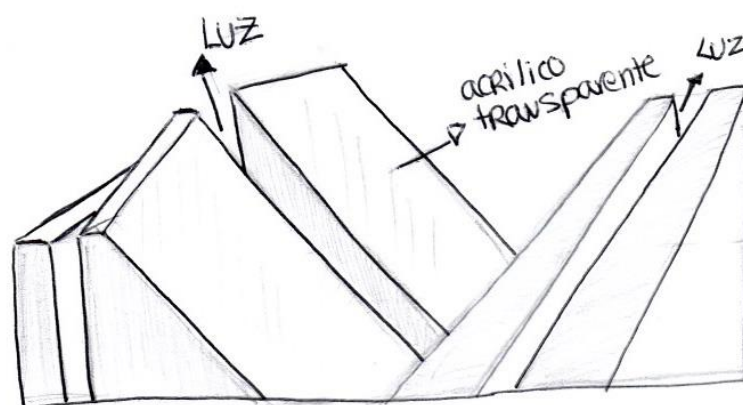
Propiedad Material: - Ligero  
- Modular

Usuario: ama de casa

Edad: 30 - 60

PLUMAS:

Decoración tipo librero



La forma de las plumas se asemeja a la forma del librero, tiene paso de luz porque las plumas tienen transparencia.

Figura 83. Librero por Valeria Bermeo

También se le pide a un estudiante de diseño, Diego Medina que realice un producto basándose en las tarjetas, lo que lo lleva a crear una tabla de picar para cocina, y tomando también la imagen de este.

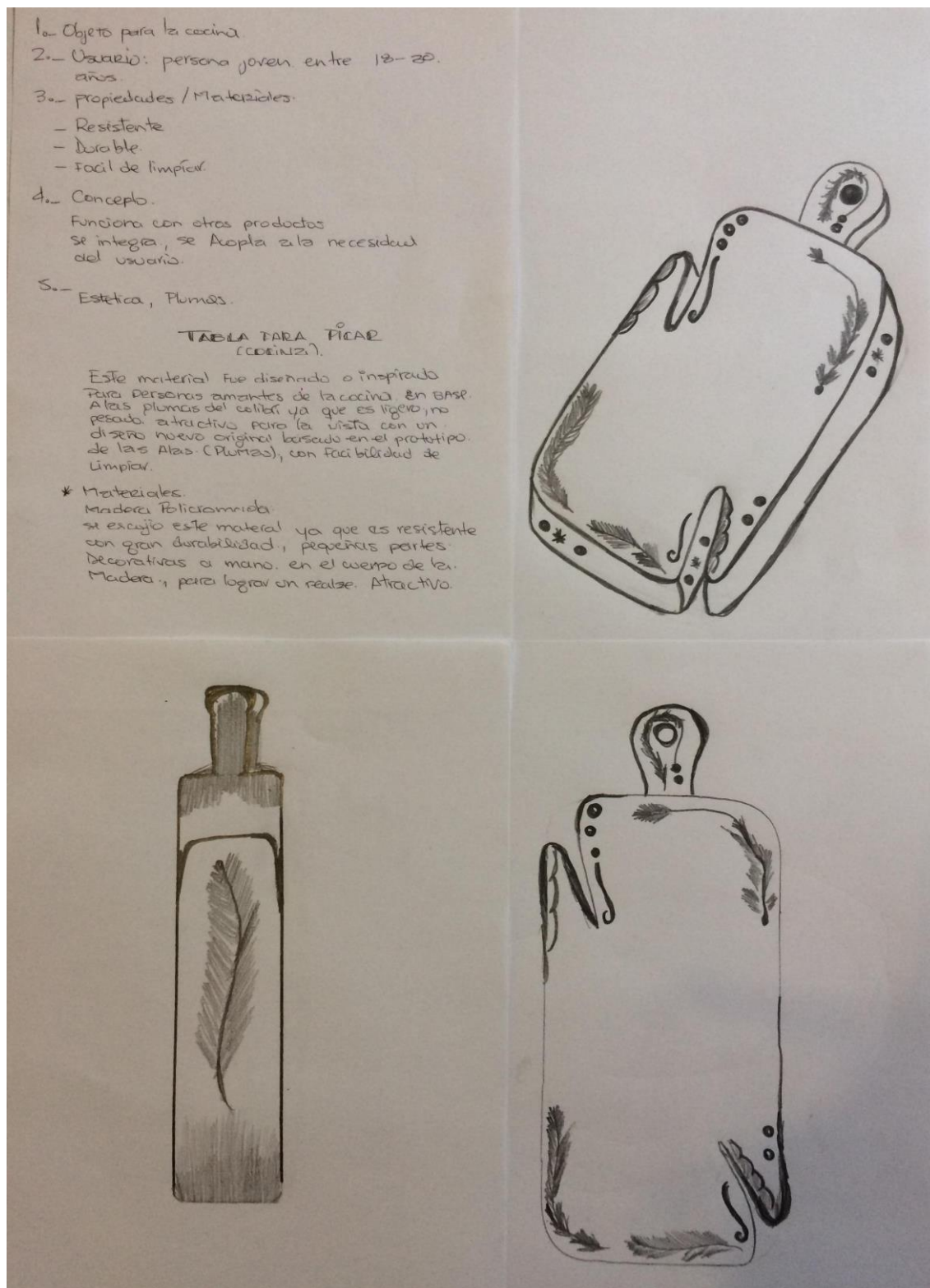


Figura 84. Tabla de Picar para cocina

Al ver que se toma muy literal la inspiración para la parte gráfica del diseño, se decide aumentar una tarjeta de Modo de Uso, para que el usuario no se confunda al momento de realizar su diseño.

## **6.2. Desarrollo de contenido mediante tarjetas**

### **Usuario**

- Niño
- Adolescente
- Adulto
- Anciano
- Animal
- Mixto

### **Tipo de Producto**

- Decorativo
- Mobiliario
- Indumentaria
- Textil
- Objetos
- Packaging
- Gráfico
- Información
- Educativo
- Identidad
- Mixto
- Digital
- Información
- Educativo
- Identidad
- Mixto

### **Análisis de Función**

- ¿Qué hace el diseño?
- ¿Por qué hace esta función?
- Encuentra la respuesta y anótala
- Describe la función
- Mantén concreto el concepto y separa las funciones
- Piensa como la naturaleza haría esta función

### **Recomendaciones**

- Diseña para desensamblar, actualizar, reparar, reusar, y/o reciclar
- Considera su arquitectura, que sea modular y descomplicado
- Procura que los componentes de un producto de la larga vida puedan ser fáciles de encontrar y reemplazar, en caso de fallar prematuramente
- Piensa en quién va a desensamblar y/o re ensamblar el producto. Usuario o un experto

### **Características**

- Variedad de Especie
- Color
- Pico
- Plumas
- Aleteo
- Alas
- Cola
- Mutualismo
- Dimorfismo
- Torpor
- Lengua
- Memoria
- Huesos
- Oxígeno

### **Propiedad Material**

- Dureza Pico
- Liso Pluma, Pico
- Flexibilidad Plumas, Huesos, Lengua, Cola, Alas, Memoria
- Ligereza Plumas, Cola
- Impermeabilidad Plumas, Alas, Cola
- Transparencia Lengua, Plumas, Alas, Cola, Color, Dimorfismo
- Opacidad Hembra, Plumas, Color, Dimorfismo
- Resistencia Pico, Lengua, Oxígeno, Alas, Torpor
- Estabilidad Cola
- Aerodinámico Plumas, Alas, Cola, Huesos
- Suavidad Plumas
- Durabilidad Memoria

### **Concepto Abstracto**

- Distribución local Mutualismo (Polinizador)
- Se adapta al mercado Variedad de Especie, Pico, Mutualismo, Huesos, Color, Metabolismo (Oxígeno)
- Destaca de la competencia Variedad de Especie, Mutualismo (mejor polinizador, colibrí vs abeja)
- Funciona en conjunto con otro producto Mutualismo (Pico y Flor)
- Alianza con proveedores Mutualismo (Néctar y Polinización)
- Ahorro o Transformación de Energía Torpor (baja niveles energéticos)
- Línea de Productos Dimorfismo, Pico, Cola, Color, Variedad de Especie
- Doble función Aleteo, Cola, Alas, Color, Lengua
- Puede actualizarse Huesos, Pico, Plumas, Color
- Producto de Temporada Memoria, Plumas

### **Acciones**

- Absorber Lengua

- Atrapar Pico, Lengua, Mutualismo
- Adaptar Pico, Plumas, Torpor, Oxígeno
- Modificar Pico, Aleteo, Mutualismo, Huesos, Torpor
- Separar Lengua
- Variar Dimorfismo, Variedad de Especie
- Transformar Aleteo, Torpor, Color
- Mover Cola, Alas, Pico
- Atraer Cola, Color
- Unir Huesos
- Ahorrar Torpor
- Rotar Alas
- Cambiar Plumas, Color, Oxígeno
- Aprender Memoria
- Distribuir Memoria, Pico, Mutualismo
- Retener (información) Memoria
- Resistir Oxígeno

### **Alas Físico Formal**

Funcionan como un péndulo, mientras más largas, su aleteo es menor. Mientras más cortas, su aleteo es mayor. Ya que su hombro es flexible, pueden rotar sus alas a 180°.

### Acción

- Rotar
- Modificar
- Transformar

### Propiedad Material

- Flexibilidad
- Resistencia

### Pregunta

- ¿El diseño podría tener 2 o más funciones?

### **Torpor** Comportamiento Físico

Estado físico similar a la hibernación. Donde bajan sus niveles energéticos, como temperatura, y nivel cardíaco casi por completo en las noches, para compensar su gasto energético durante el día. Ya que usan y gastan tanta energía para mantenerse vivos.

### Acción

- Ahorro (Energía)
- Transformación (Energía)
- Adaptar
- Modificar

### Propiedad Material

- Resistencia

### Pregunta

- ¿El diseño podrá ahorrar o transformar energía?

### **Huesos** Físico

En consecuencia, de su rapidez de vuelo, la articulación del hombro del colibrí se adaptó al unirse con su esternón, hombro, codo y muñeca para así ser más rápido e aerodinámico.

### Acción

- Unir
- Modificar
- Adaptar



### Propiedad Material

- Flexibilidad
- Aerodinámico

### Pregunta

- ¿Cómo se podría adaptar el diseño a diferentes situaciones?

### **Mutualismo** Comportamiento

Han desarrollado un beneficio mutuo con las flores de las que se alimentan, siendo ellas las que le dan el néctar a cambio de ser polinizadas y por esto han obtenido la exclusividad de alcance del néctar, al desarrollar ciertos picos que se adaptan a ciertas flores.

### Acción

- Adaptar
- Distribuir

### Pregunta

- ¿Puede distribuirse localmente?
- ¿Puede aliarse con sus proveedores?
- ¿Puede adaptarse al mercado?
- ¿Puede destacar de la competencia?
- ¿Puede funcionar en conjunto con otro producto?
- ¿Puede actualizarse?

### **Dimorfismo** Físico

Significa que hay presencia de diferencias de forma, tamaño, color, etc., entre seres vivos de una misma especie.

Por lo general el macho se distingue de la hembra por su tamaño, color u otra variante.

#### Acción

- Variar

#### Propiedad Material

- Transparencia
- Opacidad

#### Pregunta

- ¿Qué diferencias se podrían presentar en una línea de productos?

### **Cola Físico Formal**

Su cola varía dependiendo de la especie, en tamaño y forma.

Algunas son para atraer a su posible pareja, pero también para mantener el equilibrio y ser aerodinámicos.

#### Acción

- Atraer
- Mover

#### Propiedad Material

- Flexibilidad
- Impermeabilidad
- Estabilidad

#### Pregunta

- ¿El diseño podría tener 2 o más funciones?
- ¿Se podría diseñar una línea de productos?

### **Memoria Comportamiento**

Poseen una excelente memoria, donde el área responsable de aprender y retener memorias es mucho más grande que otras aves.

Tienen la habilidad de retener dónde se encuentra cada flor de la cual se alimentan y posiblemente dentro de cuánto tiempo esta se llenará otra vez de néctar

#### Acción

- Retener (información)
- Aprender
- Distribuir

#### Propiedad Material

- Flexibilidad
- Durabilidad

#### Pregunta

- ¿El diseño podría ser un producto de temporada o larga duración?

#### **Plumas** Físico Formal

Sus plumas tienen una estructura simétrica que se ha adaptado para ser aerodinámica y resistir altas velocidades.

#### Acción

- Adaptar

#### Propiedad Material

- Liso
- Flexibilidad
- Ligereza
- Impermeabilidad
- Transparencia
- Opacidad
- Aerodinámico
- Suavidad

### Pregunta

- ¿El diseño podría tener dos o más funciones?
- ¿El diseño se podría actualizar?

### **Aleteo** Comportamiento

La forma de aleteo que el colibrí ha desarrollado, lo ha convertido en la única ave que vuela en todas las direcciones e incluso hacia atrás a altísimas velocidades. Su aleteo aumenta en el momento de cortejar a la hembra para impresionarla, o para evadir a un predador.

### Acción

- Cambiar
- Modificar
- Transformar

### Propiedad Material

- Resistente

### Pregunta

- ¿Alguna característica del diseño podría tener dos o más funciones?

### **Oxígeno** Físico

El colibrí ha desarrollado una alta tolerancia a bajos niveles de oxígeno, los cuales les permite desarrollarse en todo tipo de ambiente y alturas.

Hasta han llegado a tolerar niveles de oxígeno parecidos a los de la punta del Everest.

### Acción

- Resistir
- Cambiar
- Adaptar

#### Propiedad Material

- Resistencia

#### Pregunta

- ¿Cómo puede adaptarse al mercado?
- ¿Cómo puede destacar de la competencia?

#### **Variedad de Especie** Comportamiento, Físico, Formal

Ubicados solo en el continente americano. Los colibríes cuentan con alrededor de 342 especies variando en tamaño, apariencia e incluso comportamiento. Teniendo la mayor variedad cerca de la línea ecuatorial y la menor al acercarse a los polos.

#### Acción

- Variar
- Adaptarse

#### Propiedad Material

- Resistencia

#### Pregunta

- ¿Cómo puede adaptarse al mercado?
- ¿Cómo puede destacar de la competencia?

#### **Lengua** Físico Formal

Actúa como una especie de látigo que se divide en dos desplegándose para poder atrapar el néctar en una centésima de segundo haciendo que, al retraer su lengua, el néctar sea exprimido de la lengua y tragado.

#### Acción

- Absorber

- Atrapar
- Separar

#### Propiedad Material

- Transparencia
- Resistencia

#### Pregunta

- ¿El diseño podría tener dos o más funciones?

#### **Pico** Físico Formal

Presentan varias adaptaciones que les han permitido explotar los recursos ofrecidos por las flores. En donde su pico se ha modificado en forma y longitud para poder introducirlo en las corolas tubulares de las flores de las que ellos se alimentan.

#### Acción

- Absorber
- Atrapar
- Modificar

#### Propiedad Material

- Dureza
- Liso
- Resistencia

#### Pregunta

- ¿Cómo se puede adaptar al mercado?
- ¿Se podría distribuir localmente?
- ¿Cómo se puede destacar de la competencia?
- ¿Puede funcionar en conjunto con otro producto?

- ¿Se puede generar una alianza con proveedores?
- ¿Se puede crear una línea de productos a partir del diseño?
- ¿Se puede actualizar?

### **Color Físico**

Su color no se da por pigmentación como en los humanos, se da por iridiscencia lo que significa que su tono de color cambia bajo diferente tipo de luz. Sin embargo, las hembras son opacas y los machos brillantes.

### **Acción**

- Transformar
- Cambiar

### **Propiedad Material**

- Transparencia
- Opacidad

### **Pregunta**

- ¿Se puede adaptar al mercado?
- ¿Se puede crear una línea de productos a partir del diseño?
- ¿Podría tener doble función?
- ¿Se puede actualizar?

## **7. CAPÍTULO VII: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **7.1. Desarrollo Gráfico de la propuesta**

Las tarjetas que se trabajan inicialmente para generar la propuesta se las hace en A5, con el mismo contenido mencionado anteriormente. Pero se nota que, al momento de diseñarlas, serían muy grandes, lo cual afectaría al presupuesto si se lo realiza para la venderlo y distribuirlo. Así que se decide diseñar las tarjetas en tamaño A6, de lado y lado. También dado a que sigue siendo un tamaño

adecuado para la vista y manipulación.

Y siendo divididas en dos partes. La primera visual y la segunda, teórica, de función, acción, propiedad material.

### **Determinantes de Diseño**

A pesar de que las determinantes de diseño han ido evolucionando a medida que avanza el proyecto y exploración, se detalla más cómo este producto final, el cual será un kit, debería ser.

Tabla 6.

*Determinantes de diseño.*

<b>Funcional</b>	Resistencia	Material resistente, difícil de romper
	Número de componentes	6 incluyendo, caja, tarjetas, bocetero, lápiz, colores (5), y plastilina, material de apoyo extra.
	Versatilidad	Aunque existe un modo de uso sugerido, las tarjetas se pueden usar de distintas maneras con los materiales del kit y/o exteriores al mismo.
	Acabados	Tarjetas en cartulina couché / marfilisa de 300g a full color.
<b>De Uso</b>	Peso	800g
	Ergonomía	Tipo de letra adecuado,



		de tamaño mayor a 8pts en las tarjetas como bocetero para que no afecte la vista del usuario.
		Materiales incluidos estandarizados, colores, lápiz, plastilina.
	Escala – Tamaño	Escala pequeña para uso en mesas  Fácil de manipular
	Transporte	Fácil de transportar, por su tamaño de 40x60cm
<b>Estético Formal</b>	Forma y Simetría	Tarjetas rectangulares
	Cromática	Colores vivos, representativos del colibrí
<b>Social</b>	Interacción	Inspirar y generar ideas de diseño
		Manipular las diferentes tarjetas para escoger las más adecuadas para el diseño imaginado
		Expresar la idea a través de un objeto o modelo

		Promover generación de ideas de diseño único dentro de Ecuador
<b>Ambiental</b>	Tiempo de vida	Al ser un juego de mesa y dependiendo del uso constante y manipulación.  5 o más años.
	No contaminante	Materiales reciclables
	Empaque	Empaque plano con troquel y dobléz  Ocupar poco espacio  No desechable, como juego de mesa.
<b>Económico</b>	Precio	Entre los \$30 a \$100 dependiendo de la competencia y que sea accesible para diseñadores y universidades.

## Tipografía

Para la tipografía se escoge para los títulos y numeración se escoge un tipo de letra Serif llamada Chapaza. Para los subtítulos se usa el mismo tipo de letra escogido para el logotipo, llamada Antipasto, y para el texto en general una tipografía Sans Serif llamada Quicksand.

Ya que la combinación de los 3 se fusiona al dar jerarquía en el texto, ayudando a reconocer cada segmento de la tarjeta. Además de tener un tamaño de letra que varía entre los 20pts para títulos y 8pts para texto en general.

## **Naming**

Anteriormente se le llamó a la propuesta Wheelibrí, mezclando la idea de una rueda, *wheel* en inglés y colibrí, ya que se fusionaban la idea y el enfoque.

Consecuentemente al momento de pensar en hacer tarjetas, el concepto cambia, desde su funcionalidad hasta su forma de uso, así que se decide fusionar la palabra Quinde, con Inspiración y Diseño, llamándolo así QuInDiseño. Y al no sonar convincente se decide usar *Design*, ya que este si funciona perfectamente con la palabra Quinde, la cuál como se ha mencionado anteriormente es el nombre usado en Ecuador comúnmente.

Incluso dando más peso al proyecto al hablar de que Ecuador es uno de los países con más especies de Quindes en el mundo. Y justificando que se puede generar diseño con elementos ecuatorianos, no solo desde su estética, sino también de una manera más funcional y formal.

## **Logotipo**

Para el logo se decide hacer un Imagotipo, fusionando la imagen del Colibrí y la letra "D" de la palabra Design, llegando a formar con la imagen del colibrí QuinDesign.

El cuál puede funcionar independientemente del otro, siendo el colibrí sin las letras lo más común.

Y se realiza las siguientes propuestas:

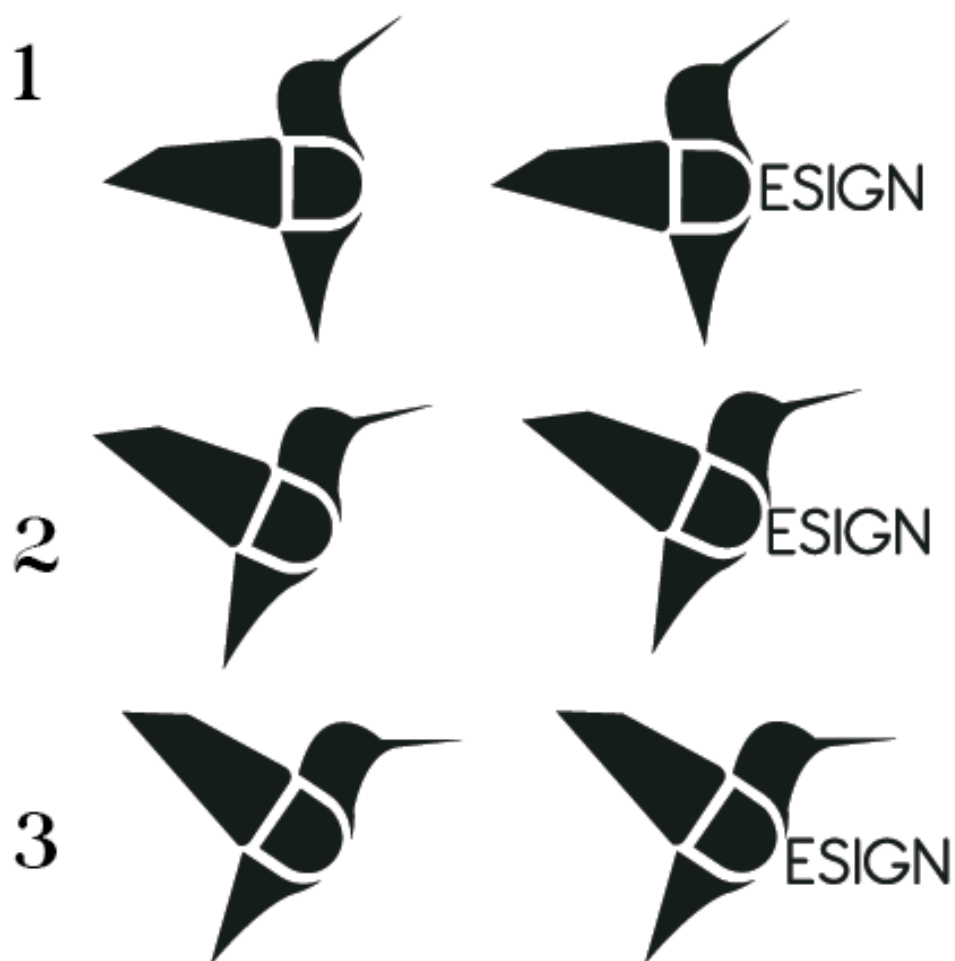


Figura 85. Propuestas de logotipo.

Y por medio de votación se escoge la opción 2, siendo el logotipo más atractivo y pertinente al proyecto.

Teniendo como problema en la opción 1 que la palabra *D*, junto a *esign* se ve muy forzada para entender la palabra *design* y el quinde pierde su forma natural de reconocerlo (a pesar de que el quinde sí puede mantener esta pose). Mientras que en la opción 3, a pesar de que la forma del colibrí es presentada de la forma más natural y fácil de imaginar, la combinación entre la *esign* y la forma no es lo suficientemente convincente.

Por lo tanto, la opción 2, al ser la combinación sutil entre la opción 1 y 3, genera

el atractivo más potente entre los que votan.




*Figura 86.* Propuesta ganadora.

### **Cromática**

Para la cromática se ve lógico usar varios colores, para las 30 tarjetas y el bocetero, por la variación que presentan los colibríes, tanto para el reverso de las tarjetas como en la tipografía.

### **Packaging**

Se piensa al diseño del empaque como un set de inspiración, el cual contendrá las tarjetas, y ya que estas son A6, más un bocetero A4, se decide hacerlo en un solo troquel, plegable, para ahorrar en el presupuesto y ya que es más funcional y para evitar que se pierdan piezas.

Quindesign		Quinde Inspired Design	
Piensa en el tipo de diseño que quieres realizar y escoge		<b>Boceto - Modelo</b>	
1. Usuario y rango de edad	2. Tipo de Producto		
<b>Conceptualización</b>			
<b>Inspiración Funcional</b>			
Imagina como funcionaría tu producto y escoge entre las siguientes tarjetas, generales y/o específicas (una o varias) que se puede aplicar a tu diseño *Recuerda que también puedes aumentar tus propias características			
3. Características extraídas del colibrí			
4. Acciones que tu diseño pueda realizar			
5. Propiedad/Material que tu diseño pueda presentar			
6. Concepto Adicional que pueda darle valor agregado a tu diseño			
<b>Inspiración Visual</b>			
Visualiza tu diseño, su forma, color, tamaño y componentes Puedes escoger una o varias tarjetas visuales para inspirarte Ahora plásmalo en un boceto y/o modelo usando las herramientas que contiene el kit (o adicionales a estas)			
7. Forma que tu diseño pueda tomar			
8. Cromática que tu diseño pueda demostrar			
9. Detalles medidas, componentes, y material que ayuden a entender tu diseño			
*Recuerda que, tu diseño no se necesita ver como un colibrí para estar inspirado en él			

*Figura 87. Bocetero*

Para el bocetero se planea hacerlo de 50 hojas, en papel bond, tamaño A4, donde el usuario pueda realizar ahí su brief y boceto de ser necesario. Y en caso de que estas hojas se acaben, seguirán teniendo disponible la tarjeta de modo de uso que los guiará.

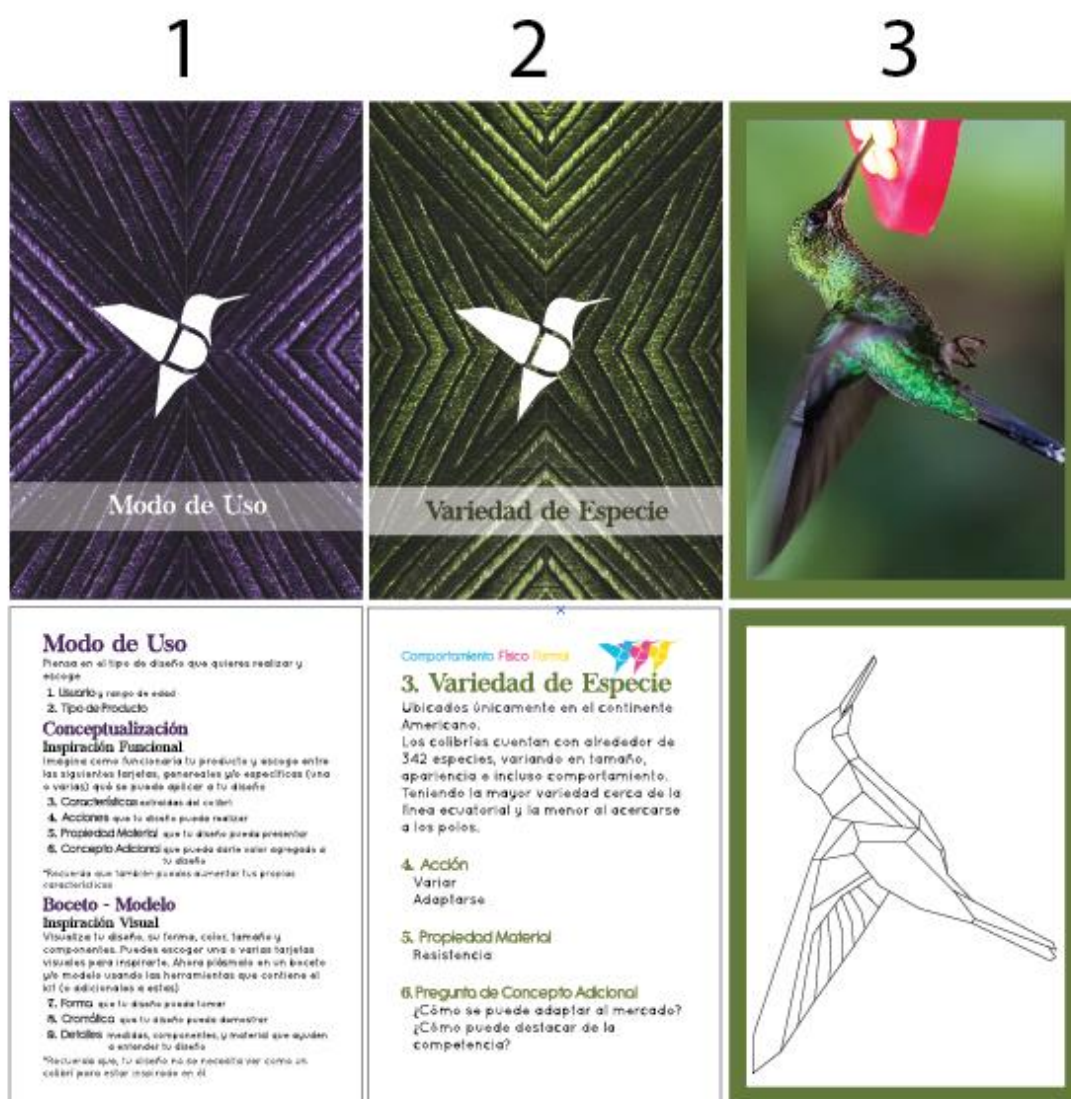


Figura 88. Tarjetas Finales

Las tarjetas son de 3 tipos,

- 1. Instrucción general y pasos. 7 tarjetas de, modo de uso, usuario y tipo de producto, características, acciones, propiedad material, concepto adicional y forma.
- 2. Inspiración Funcional. 16 tarjetas de, alas, aleteo, cola, color, diformismo, huesos, lengua, memoria, mutualismo, oxígeno, plumas, torpor, variedad de especie.
- 3. Inspiración Visual. 27 tarjetas fotográficas e ilustradas.



Figura 89. Propuesta inicial tarjetas.

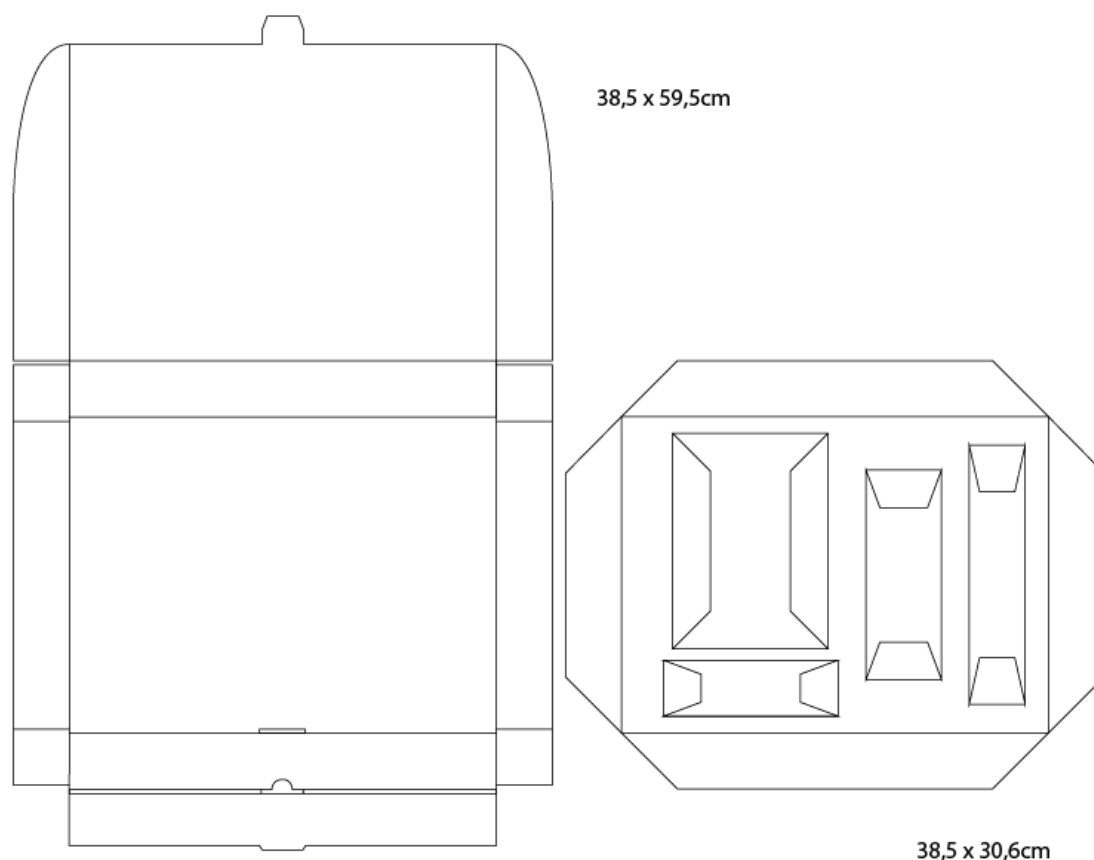


Figura 90. Propuesta inicial tarjetas empaque.





*Figura 91.* Propuesta inicial de empaque



*Figura 92.* Propuesta final del empaque del Kit

La caja se compone de dos partes, siendo la caja principal que contiene a todos los elementos del kit, y la segunda que iría dentro de la caja, dividiendo al área en dos, ubicando al bocetero en la parte inferior y encima las tarjetas, plastilina, lápices y un elemento extra, referente a los picos del colibrí.

### **Set de Inspiración**

Tipo juego de mesa, el cual lleve dentro 4 colores, amarillo, azul, rojo, verde, un lápiz, un bocetero A4 de 50 hojas y 50 tarjetas conteniendo la parte de instrucción, visual y funcional.

### **7.2. Validación de Expertos y Estudiantes de Diseño**

A continuación del desarrollo del Set de Inspiración para diseñadores, se lo

presenta a una diseñadora de interiores y a dos diseñadores industriales y gráficos.

A quienes se les explica que el uso del set sirve exclusivamente para brindar inspiración al momento de crear un diseño, dándoles pautas para llegar al mismo, como usuario, tipo de producto, material, un concepto abstracto que capaz no es pensado al momento de crear un brief. Y que pueden guiarse de dos distintas maneras, creando su propio brief al observar las tarjetas generales o guiarse por las tarjetas específicas de cada característica del colibrí.

Además de esto se les dice que no es necesario cumplir exclusivamente todo lo que presenta cada tarjeta específica y que se la puede mezclar con las características de otra, usar varias y aumentar características que no han sido extraídas del colibrí, ya que es una herramienta flexible, de apoyo a la inspiración y generación de ideas.

Incluso se explica que, si se van por la parte visual, la idea es tomar inspiración de su forma, color o estética y por eso mismo presenta tantas variantes de características presentadas también en la parte teórica, más no literalmente pensar en el colibrí al momento de crear un diseño ya que eso presentaría una limitante. Además de tener inspiración del ave de todas maneras, ya que todo lo extraído para la herramienta viene del colibrí y su forma de cumplir esa función o característica a su manera.

Aparte de esto se les sugiere verbalmente que piensen en un objeto que quisieran realizar, y para generar el brief, ir descartando y aumentando las características que quisieran que su diseño presente.

Lo que los lleva a crear lo siguiente,

La 1ra inspiración, por María José Alomía, diseñadora de interiores.

Quien toma inspiración de la forma del colibrí en sí, sus plumas y el movimiento que ellos dan. Llegando a una forma orgánica y geométrica.

A partir de eso, genera el brief despues de tener una idea clara de lo que quiere

hacer.

Usuario Niño, adulto y adolescente. De 4 a 65 años.

Tipo de Producto Mobiliario exterior.

Propiedades Materiales

- Durabilidad
- Dureza
- Ligereza
- Impermeable
- Suave

Concepto Adicional

- Se adapta al mercado, al innovar en el diseño, tanto en forma como uso.
- Tiene doble función al tener la habilidad de sentar y mecer al usuario.
- Sería un producto de temporada, para verano.

Acción

- Movimiento
- Comodidad
- Rotacion
- Resistencia
- Entretenimiento



Figura 93. Proceso de diseño 1.



*Figura 94.* Proceso de diseño 2.

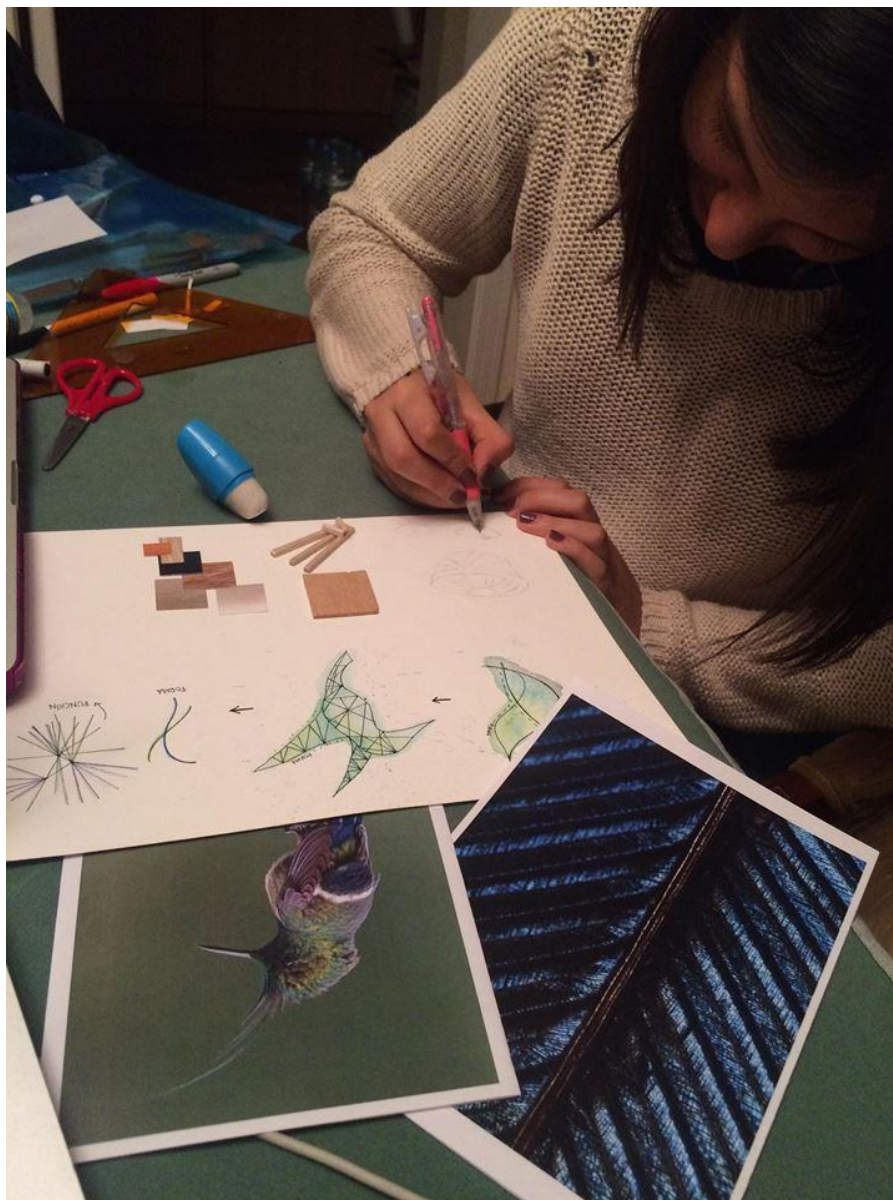


Figura 95. Proceso de diseño 3.



Figura 96. Proceso de diseño 4.





Figura 97. Resultado de diseño.



Figura 98. Render rocking chair.

Al momento de querer generar un prototipo funcional del boceto, se reconoce que la realización es posible, sin embargo, el proceso para hacerlo es largo y demorado, ya que, al ser redondo y curvo, tomaría varias semanas doblar la madera de cada pieza, hasta lograr la forma esperada. Y juntarlas también requeriría suma precisión.

Por lo que se decide cambiar el diseño, por el camino alternativo de la idea inicial, donde se utiliza la forma geométrica del colibrí, y modificando el brief que sea más adecuado a la forma imaginada.

Resultando en una silla, para exteriores, con un usuario desde niño hasta adulto mayor, que innove en su forma, destacando en el mercado, siendo un producto de temporada, el cual sea comodo, resistente y que insinue entretenimiento.

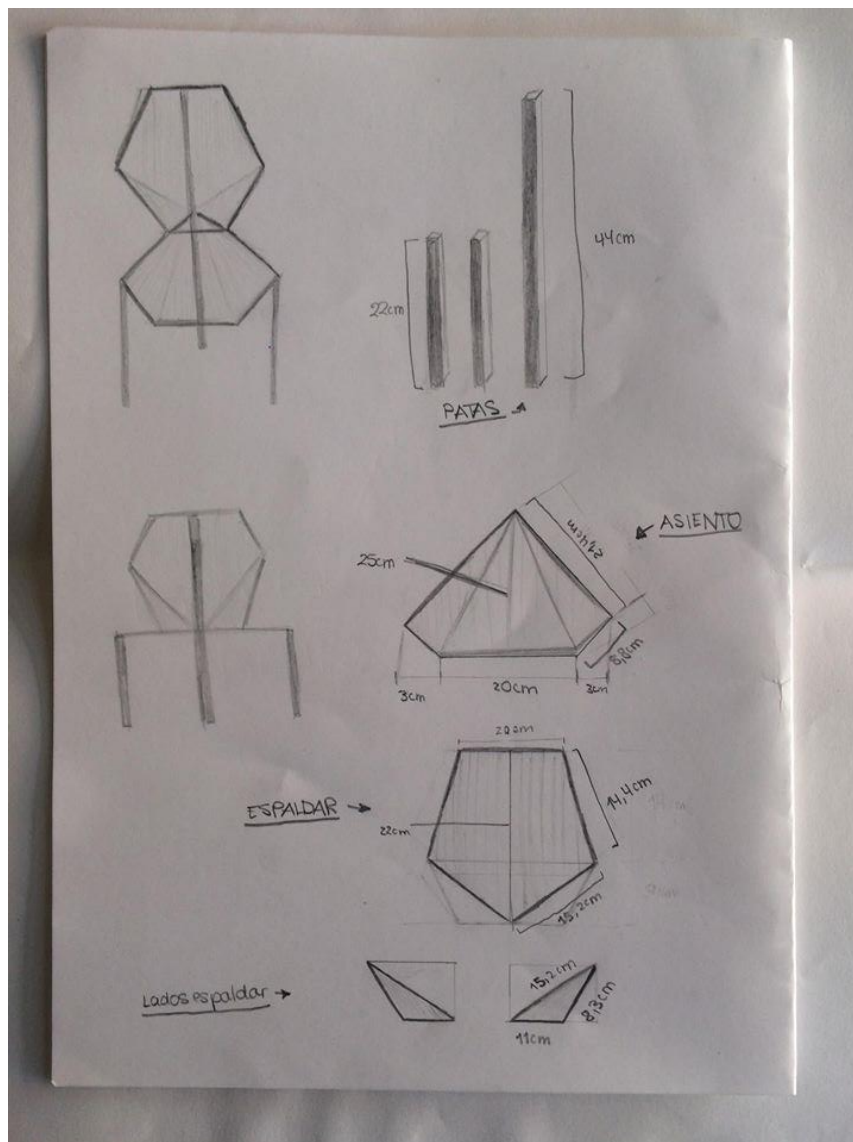


Figura 99. Rediseño rocking chair.



*Figura 100.* Primer modelo del rediseño (vista lateral).



*Figura 101.* Primer modelo del rediseño (vista frontal).



*Figura 102.* Prototipo en madera de escala 1:2 (vista frontal).



*Figura 103.* Prototipo en madera de escala 1:2 (vista isométrica).



*Figura 104.* Prototipo en madera de escala 1:2 (vista posterior).

Ya que el presente prototipo presenta problemas de diseño se decide tomarlo y una vez más rediseñarlo para que este sea ergonómico y mas agradable visualmente, que genere confianza al momento de usar la silla y que este sea proporcionado. A la vez manteniendo su esencia.



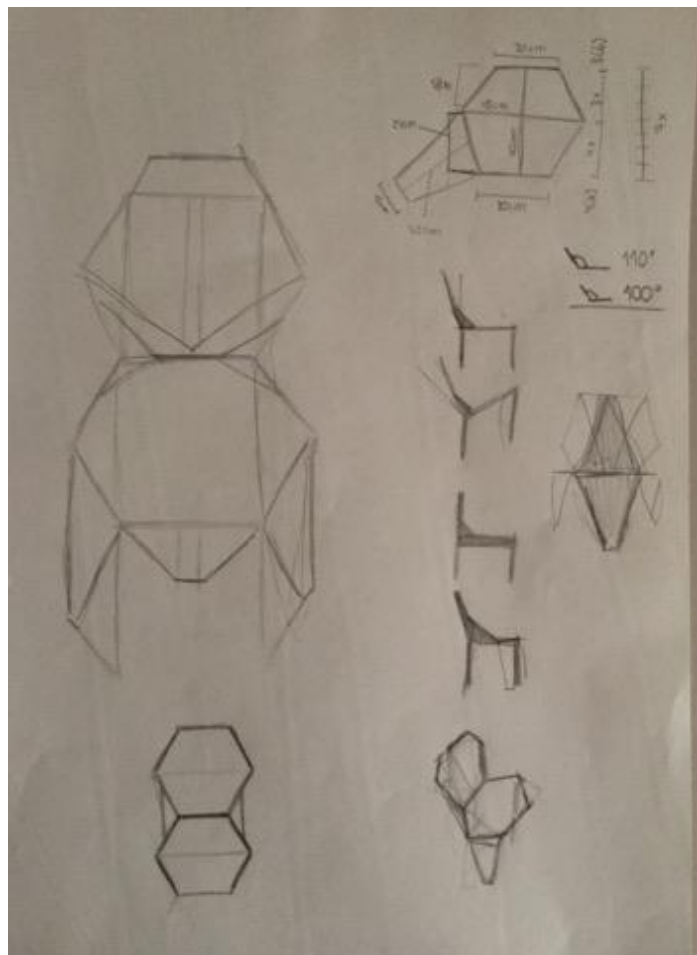


Figura 105. Boceto de rediseño

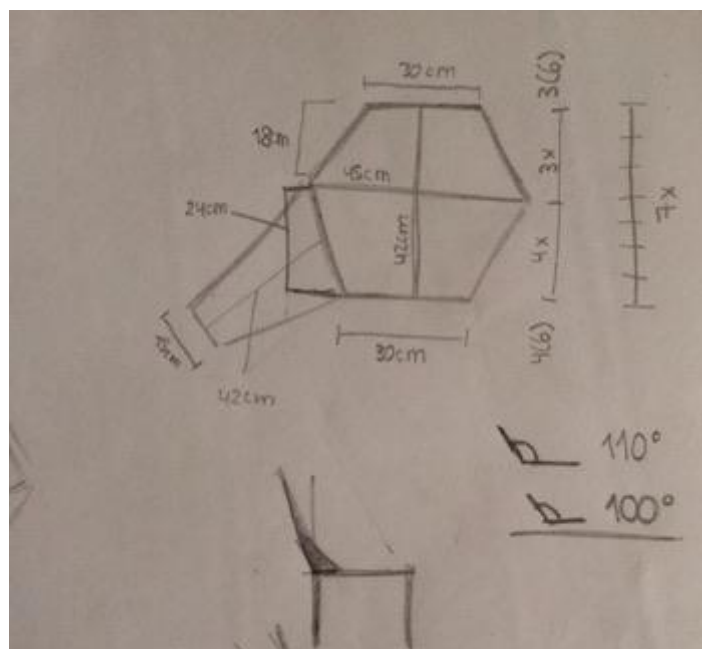
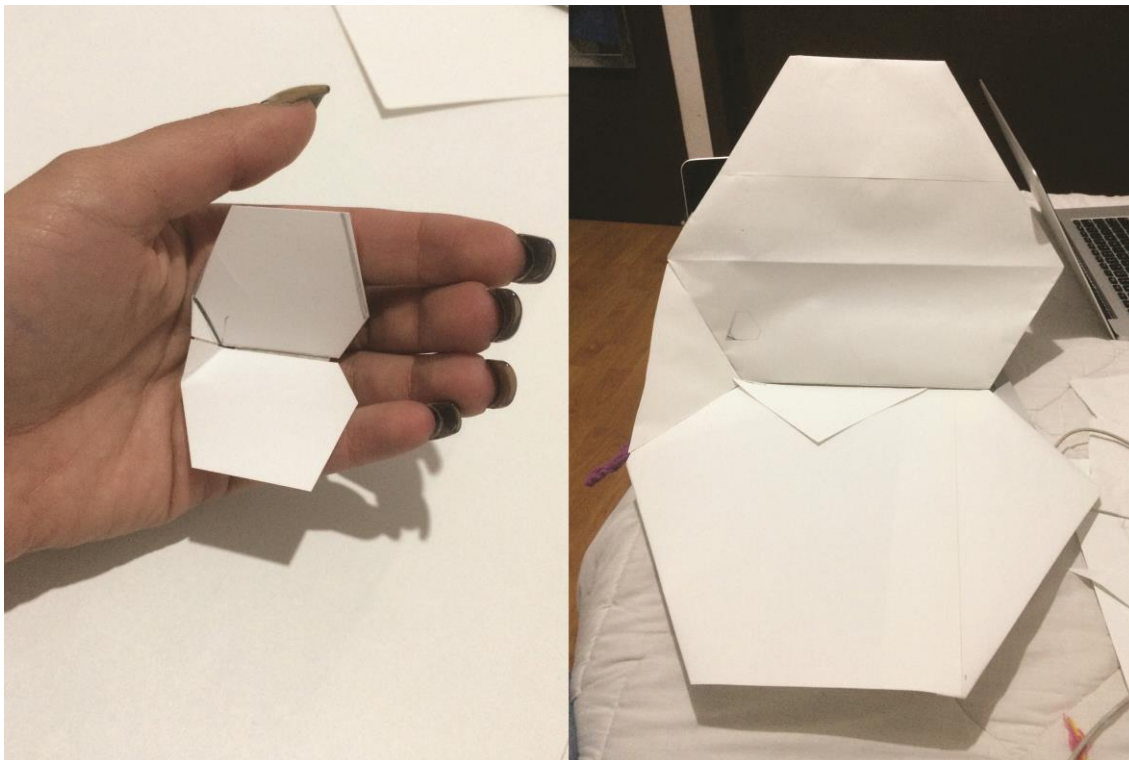


Figura 106. Detalle del boceto de rediseño

Después del bocetaje se pasa a hacer un modelo a tamaño real, con medidas tentativas, para más adelante perfeccionar las medidas digitalmente.

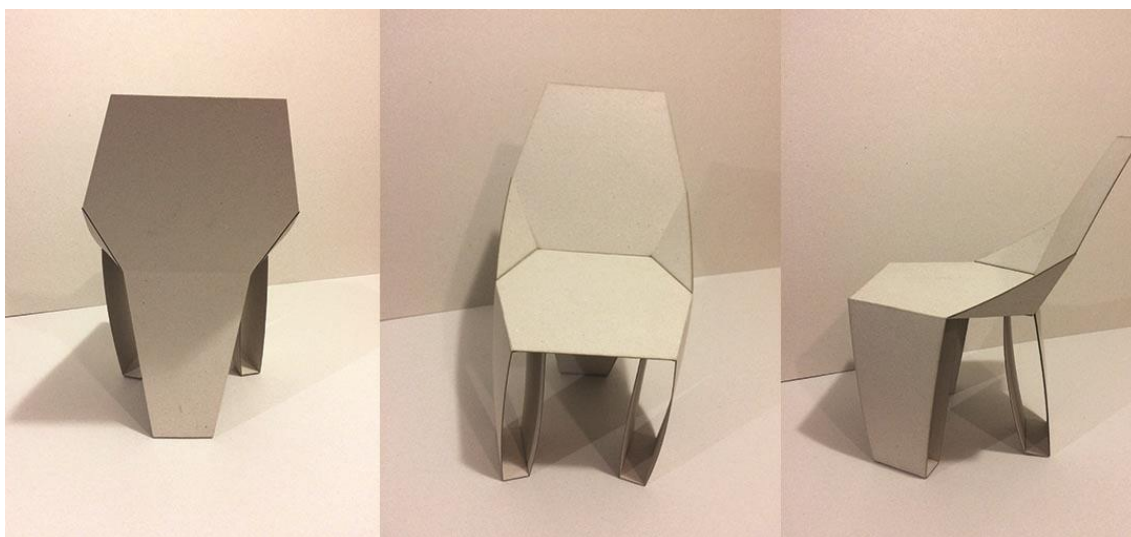


*Figura 107. Modelo rediseñado de silla*

Se realizan 3 modelos de lo propuesto, con la diferencia de dos tener diferentes ángulos, y el 3ro manteniendo la forma de manera mas parecida al diseño inicial.

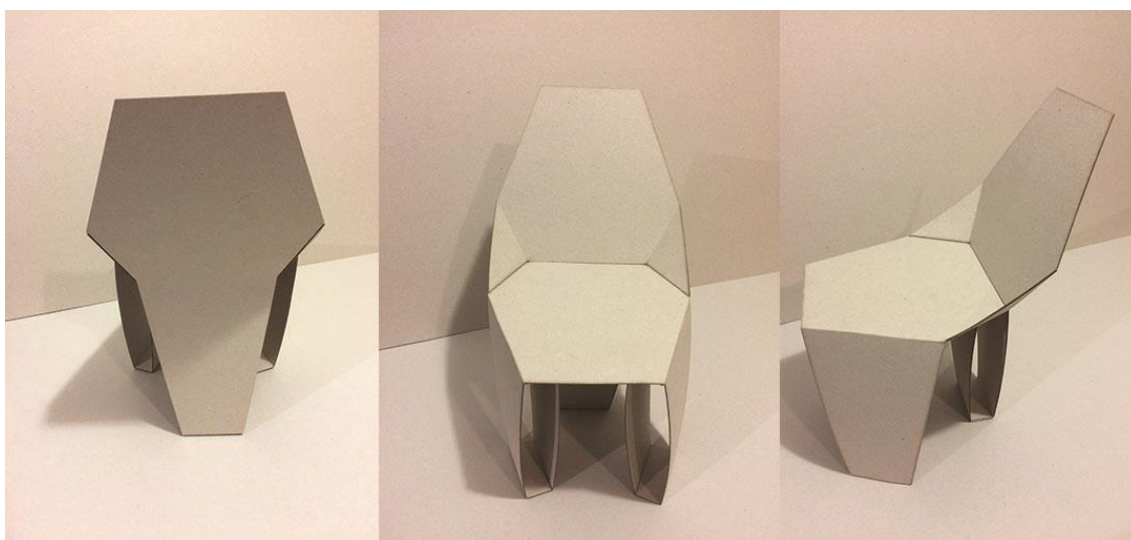


*Figura 108. Armado de Modelos*



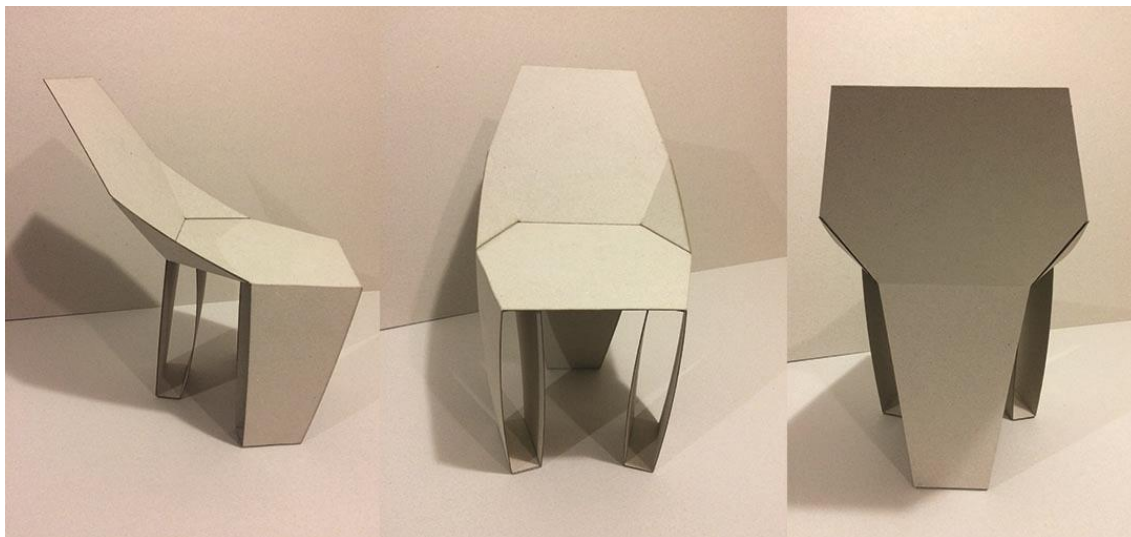
*Figura 109.* Modelo de silla 1, con espaldar con ángulo de 100.

Este modelo de silla tiene un ángulo más acertado con las sillas en general, al tener un ángulo de 100 en el espaldar, que aun no es totalmente perpendicular, para el usuario y la cual funciona tanto en muebles de interiores como de exteriores. Además de tener sus proporciones más agradables visualmente.



*Figura 110.* Modelo de silla 2, con espaldar con ángulo de 100

Este modelo de silla se apega más al diseño original ya que tanto la medida de la parte trasera y medida inferior del espaldar son más angostos, dando una desproporción, y que esta se vea más larga. Además de generar incomodidad al usuario al sentarse.



*Figura 111.* Modelo de silla 3, con espaldar con ángulo de 110.

El tercer modelo podría estar más apegado al brief, ya que los muebles de exteriores suelen ser más reclinados para la relajación de la persona.

Por las siguientes razones se decide escoger la 1ra variante del diseño, para realizar, ya que, al tener doble función, que funcione en interiores y exteriores, resulta siendo más funcional, acorde a las normas ergonómicas, siendo más estable y agradable visualmente.

### **Inspiración Valeria Bermeo, Licenciada en Diseño Gráfico e Industrial**

Falda con pliegues, inspirada en las plumas del colibrí.

Valeria se inspira de las plumas del colibrí, al ser aficionada en diseño de moda, para generar un tipo de producto indumentario, el que le recuerda a los patrones de diseño y corte.

Consecuentemente se basa en las tarjetas de función para generar un brief, el cual sea para un usuario joven, donde su falsa se use en la época e verano, que tenga tonos neutros, y que sea de corte tipo A.

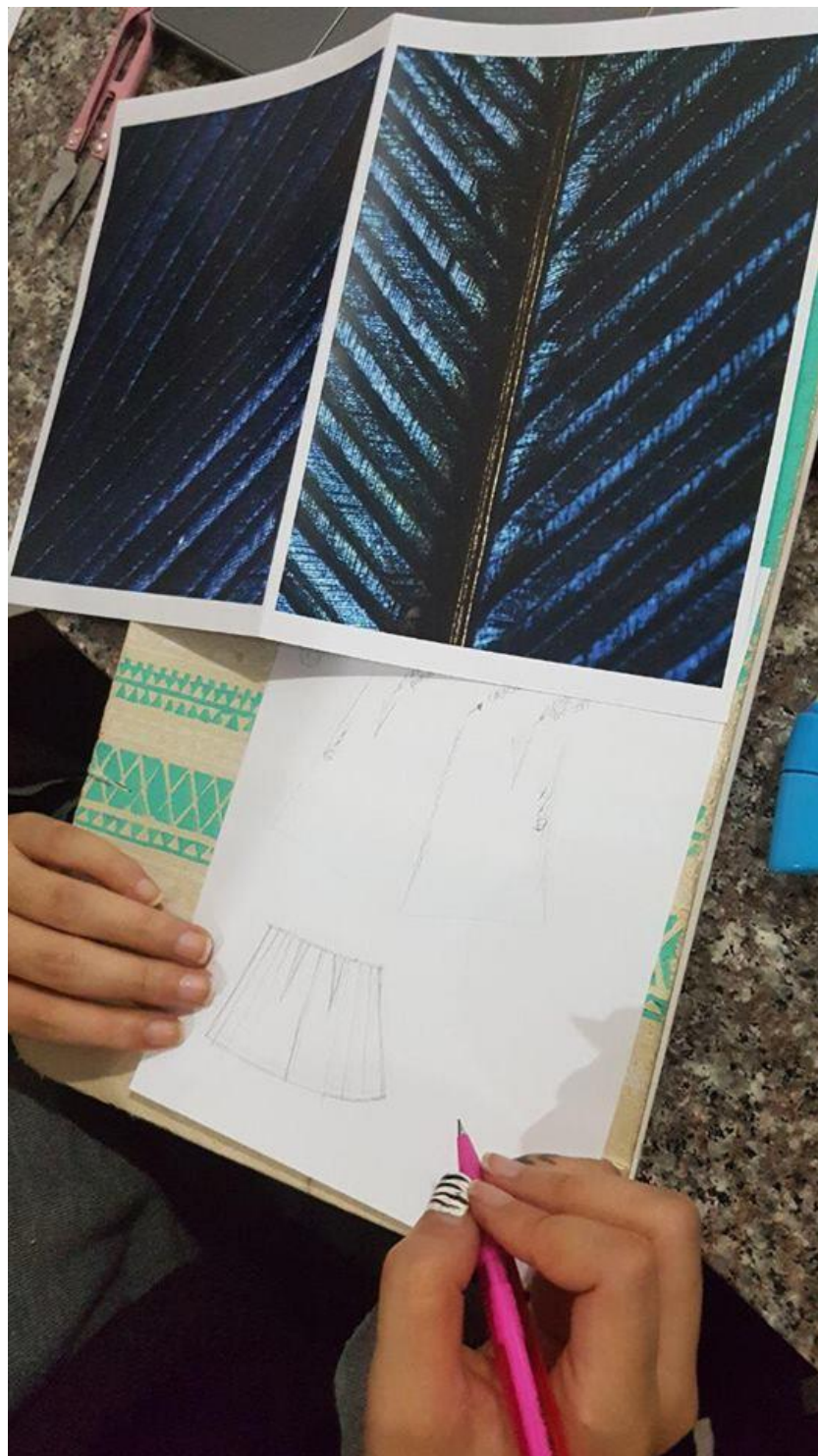
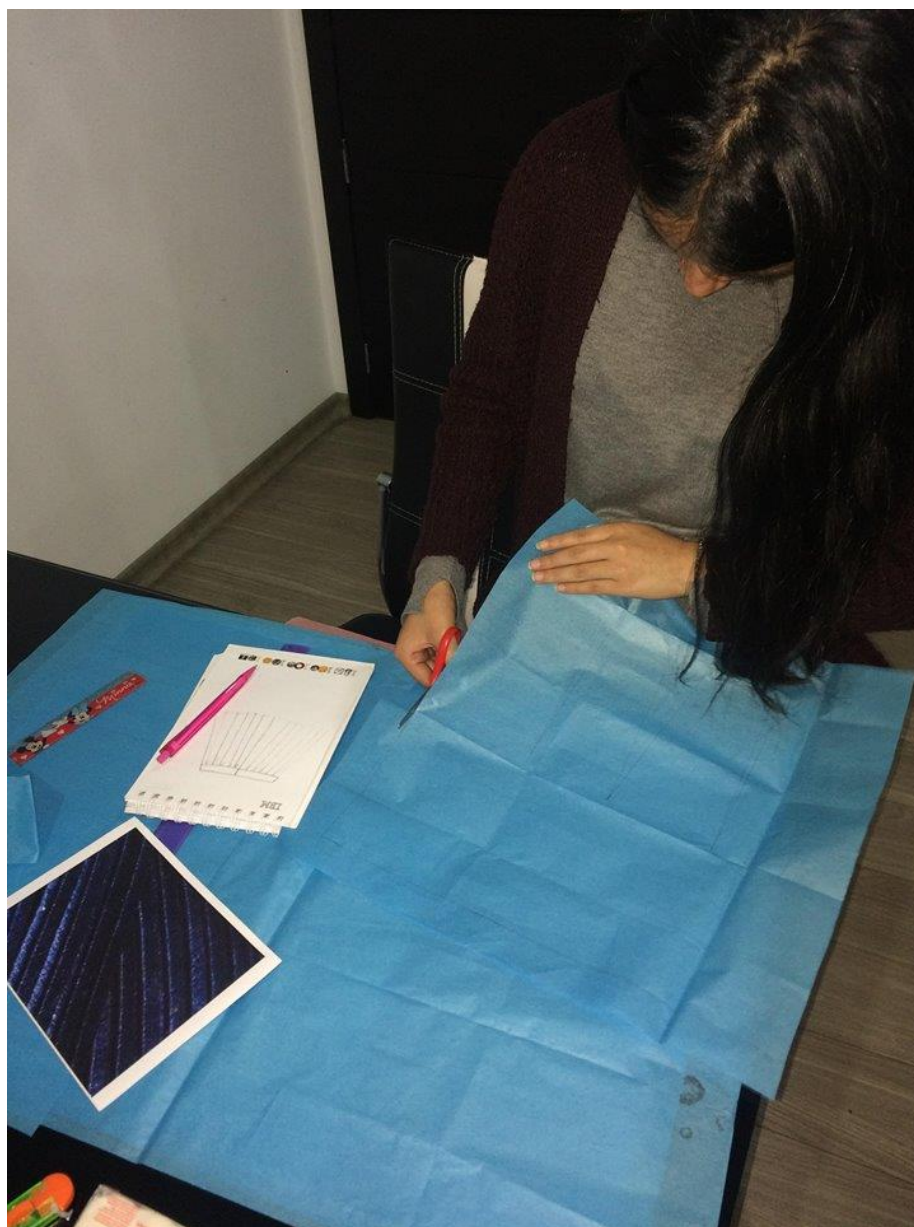


Figura 112. Dibujo del boceto.



*Figura 113.* Proceso de creación de falda (parte 1).



*Figura 114.* Proceso de creación de falda (parte 2).



*Figura 115. Modelo final.*





*Figura 116.* Prototipo de Falda con Pliegues

### **Inspiración por Orlando Buitrón, Licenciado en Diseño Gráfico e Industrial**

Accesorio tipo anillo, inspirado del pico del colibrí.

Orlando decide realizar un accesorio extravagante tanto para hombres como mujeres, el cual tiene una forma geometrizada 3D del pico del colibrí, armándolo de forma tipo origami. Y que al momento de usarla se vea de varias formas.

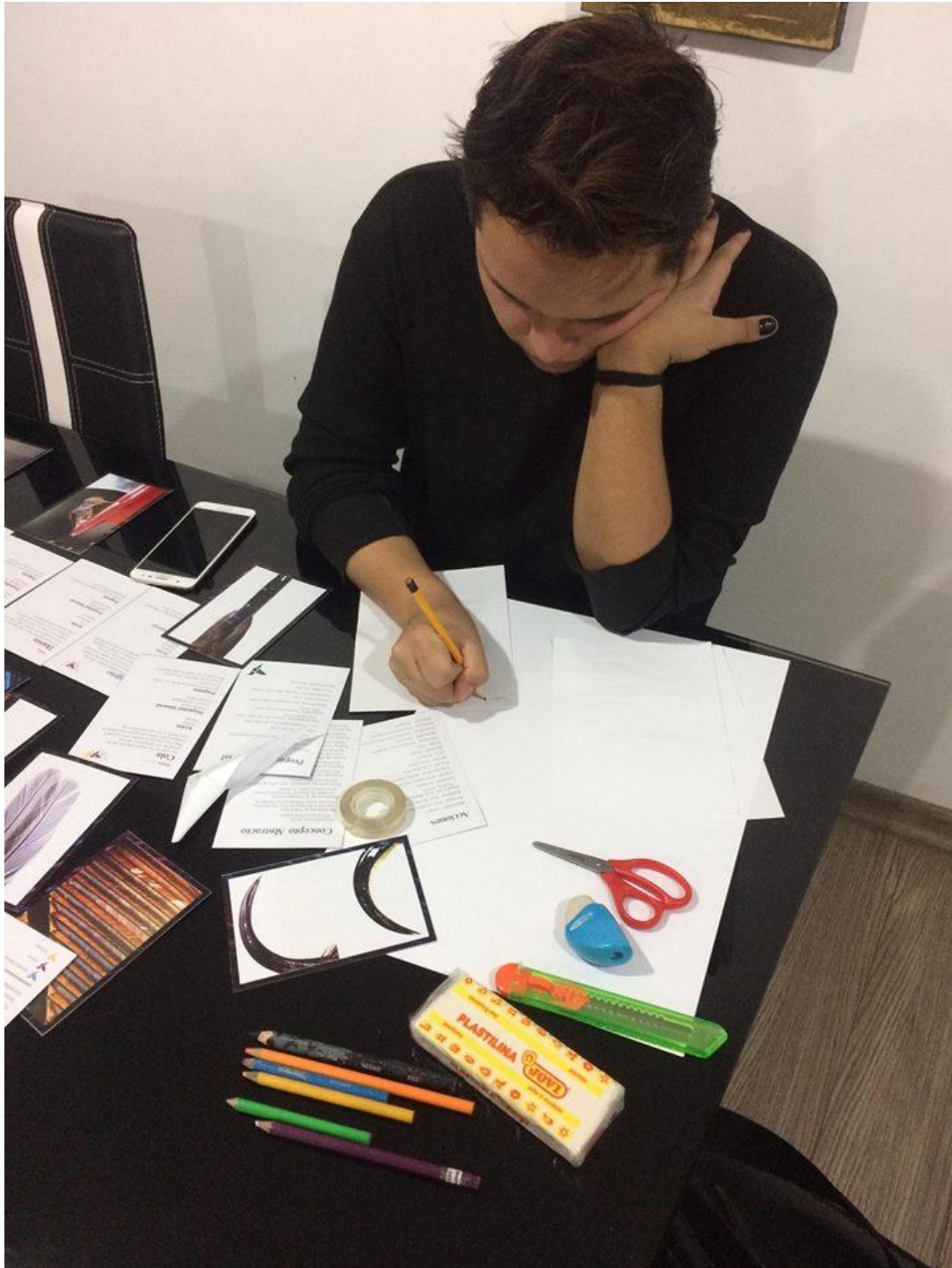


Figura 117. Proceso de brief y boceto.



Figura 118. Proceso de bocetaje.

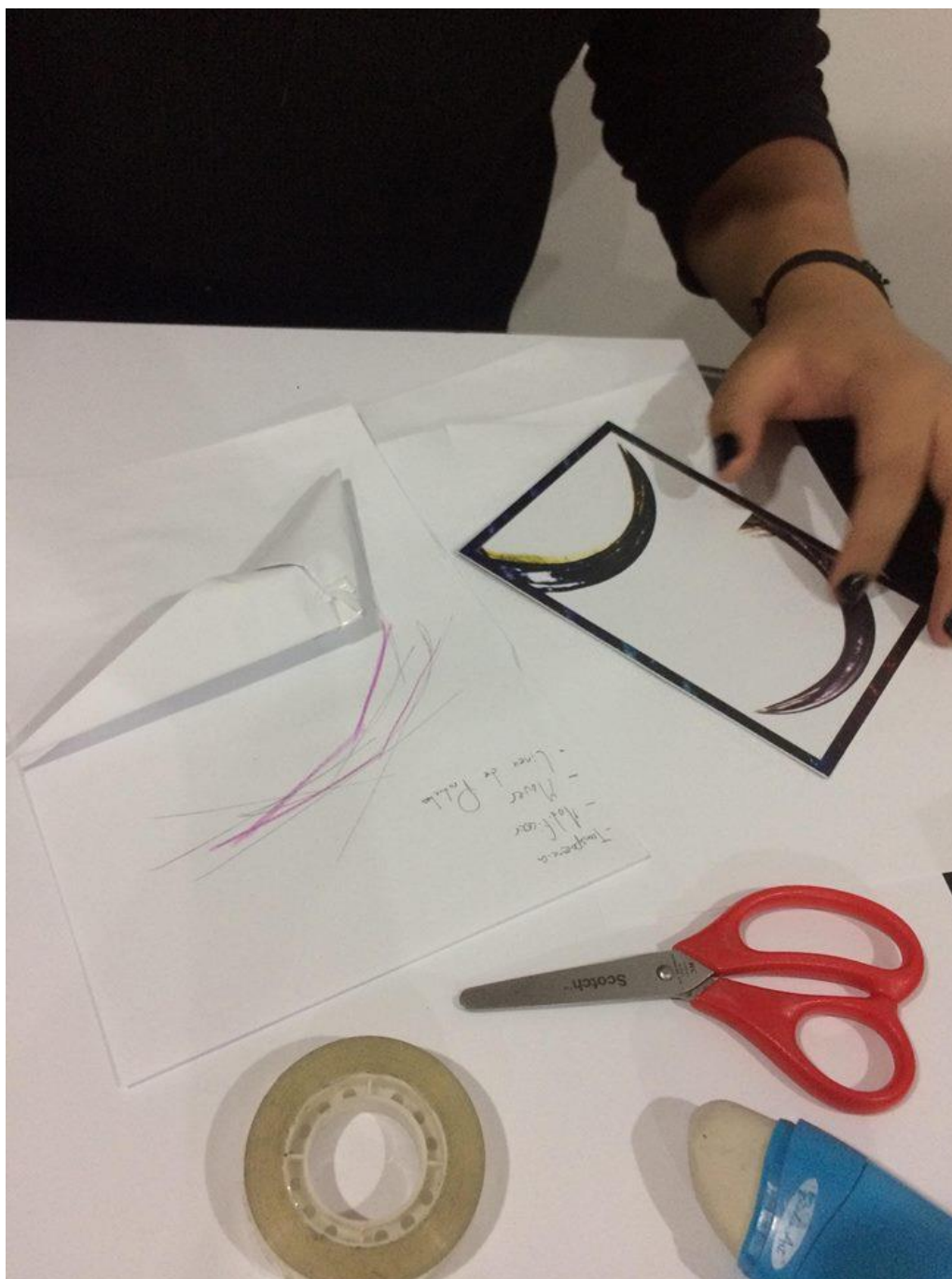
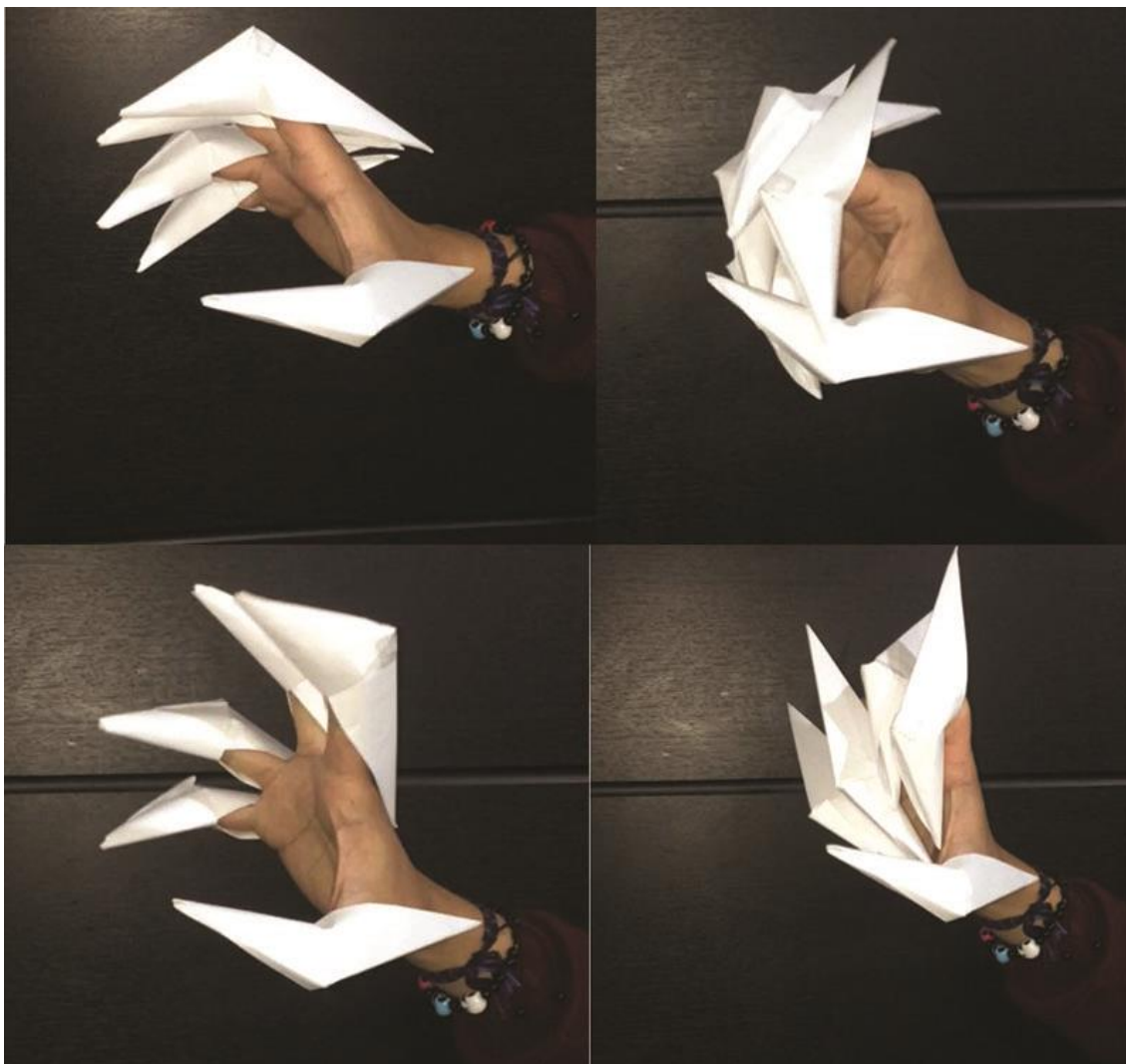


Figura 119. Inspiración, modelo y boceto.



*Figura 120.* Modelo de accesorio.

Orlando sugiere eliminar la tarjeta de recomendaciones ya que este limitaría al diseñador al momento de pensar en su diseño, dejaría de ser libre, más algo estructurado, el cual no es el objetivo del proyecto. Por lo que se decide tomar su sugerencia.

### **7.3. Canal de Distribución**

Este proyecto es pensado para diseñadores recién graduados, freelance, o estudiantes, que busquen una herramienta para inspirarse de manera más pronta y concisa, dando el resultado de la generación de una o varias ideas y así

realizar un diseño y/o una variación de ellos.

Por lo que este proyecto se podría alcanzar a diferentes tipos de escuelas de diseño o universidades que ofrezcan este tipo de carreras.

Actualmente Ecuador cuenta con varias universidades a que ofrecen diferentes tipos de carreras de diseño a nivel nacional.

En ciudades importantes como la capital, Quito y en ciudades como Guayaquil, Cuenca, Riobamba,

Incluyendo a las siguientes,

- Universidad San Francisco de Quito
- Universidad Pontificia Católica del Ecuador
- Instituto Metropolitano de Diseño
- Universidad de las Américas
- Universidad del Azuay
- Universidad Metropolitana
- Universidad Tecnológica Equinoccial
- Universidad Internacional de Ecuador
- Universidad Santa María
- Escuela Superior Politécnica del Chimborazo

entre otras. Incluyendo diseño gráfico, de modas, de interiores, y de productos.

Por lo que este kit podría ser utilizado dentro de las universidades para la ayuda de generación de ideas al momento de querer crear un diseño.

Además de diseñadores que estén interesados en nuevas formas de creación de ideas.

Por lo que se buscaría distribuir este herramienta o Set de Inspiración de diseño, QuinDesign, dentro de universidades de Quito, Guayaquil y Cuenca.

Y también por redes sociales, como Facebook o Instagram. Ya que hoy en día es muy común encontrar productos de esta manera y al tener tan fácil acceso de

promoción y alcance para el posible comprador.

#### **7.4. Presupuesto**

Para el cálculo del presupuesto es importante considerar la competencia que tendría el kit.

Por lo que se realiza una búsqueda con respecto a un producto similar en el mercado, que ayude a generar ideas de diseño.

Uno de los hallazgos principales es el de The Extraordinaires Design Studio: Deluxe – Teach Kids Design

El cual ayuda a niños a diseñar diferentes tipos de cosas para diferentes personajes como vampiros, robots u otros, y tiene un costo de \$40.

También presentando 2 variaciones más del producto, una más simplificada a la que llaman The Extraordinaires Design Studio: Buildings – Teach Kids Design el cuál tiene un costo de \$19,99.

Y el más complejo The Extraordinaires Design Studio Pro Design Creative Problem Solving Game, el cual tiene un costo de \$79,95

Lo que significaría que lo ideal es que el presupuesto se mantenga entre los \$20 a \$80.



Figura 121. The Extraordinaires® Design Studio: Deluxe

Se pide cotizar a diferentes imprentas el costo de las tarjetas, bocetero y caja, resultando en variar de alrededor de \$30, dependiendo de la imprenta que realice el kit.

#### Presupuesto por Make Print

- 1 bocetero engomado A4, papel bond, de 50 hojas a \$4.00
  - 50 tarjetas A6, couché de 300g a \$22.50
  - 1 caja, cartón gris de 2mm de 40 x 60cm a \$7.00
- Total: \$33.50

#### Costo de caja al por mayor

- 25 cajas a \$6.00 = \$150
- 100 cajas a \$5.00 = \$500





Valor total de 25 = \$425, 00

Valor total de 100 = \$950,00

Además del costo de las tarjetas, bocetero y caja se debe calcular cual es el costo de los materiales incluidos.

- Lápiz HB \$0,18
- Lapices de colores, azul, amarillo, rojo y verde \$0,75
- Plastilina \$1,71

Ademas se debe tomar en cuenta costos adicionales referentes a la marca

IEPI

- Solicitud y registro de patente - \$527
- Registro de marca - \$200

Hecho en Ecuador

- Licencia para sello - \$100

Total de precios legales = \$827

Tabla 7.

Tabla de costos

Detalle	Valor Unitario	Valor de 25	Valor de 100
Bocetero	12,50	7	3,50
Tarjetas	12	10	6
Caja	7	6	5
Lápiz	0,18	0,18	0,18
Colores	0,75	0,75	0,75

Plastilina	1,71	1,71	1,71
Total unitario	30,64	25,74	17,14
Total del Kit	\$30,64	\$643,50	\$1714,00
Total Kit con costos legales	\$857,64	\$1470,50	\$2541,00

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusiones

Se logró investigar y analizar al colibrí desde su parte formal, funcional y su comportamiento de distintas maneras, al observarlos mediante visitas de campo, libros, videos, al manipularlos en un museo, observarlos de forma más detallada bajo un micro estereoscopio.

De la misma manera se ve la forma de aplicar el concepto de biomimética, al extraer funciones, características y formas del colibrí y lograr sintetizarlas, escogiendo las más relevantes para Diseño y plasmarlos de forma teórica y visual mediante el uso de tarjetas.

Se demuestra que la inspiración por naturaleza es una opción muy válida dentro del diseño ya que no solo se considera la forma en como esta ha resuelto problemas de diseño dentro de toda su historia, especialmente cuando ha demostrado que esta es la que prevalece.

Llegando a determinar una aplicación que genere no solo productos sino diseño de todo tipo, al convertirlo en una herramienta que funcione como set de inspiración y generación de varias ideas, guiándose de pautas visuales, como teóricas, para poder determinar un brief y diseñar.

### 8.2 Recomendaciones

Se recomienda continuar el proyecto al explotar más la parte visual, generando más tarjetas que representen la diversidad de forma, color y tamaño del colibrí, con más acercamientos de detalles. Además de también aumentar una parte de inspiración que sea tangible y no solo de forma visual.

Incluir también un soporte digital, que los usuarios puedan visita, teniendo acceso a la misma información del kit y dándoles la opción de descargar la ficha del bocetero.

Se sugiere realizar el análisis funcional, formal y comportamiento de más animales, ya que este proyecto demuestra que se puede encontrar elementos de diseño en todas partes, e incluso en las que no son tan obvias.

## REFERENCIAS

- ABC. (2013). *ABC Ciencia*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2017, de <http://www.abc.es/ciencia/20130708/abci-increible-vuelo-colibri-camara-201307081217.html>
- Abraham , M., Bourdichon , P., & De la Fuente, F. (2013). La morfología y la realidad profesional, *Universidad de Palermo*. Recuperado el 16 de Junio de 2016
- Adler, A., Ippolito, A., Stychno, D., Burkett, G., Suzuki, G., Barros, F., . . . McGee, T. (2014). *IDEO*. Recuperado el 11 de Mayo de 2017, de <https://www.ideo.com/post/nature-cards>
- Barn, P. (s.f). *Duvet reversible de colibrí* . Recuperado el 02 de Julio de 2016 de [http://www.potterybarn.com/products/hummingbird-reversible-printed-duvet-shams/?call-bedding=&pkey=call/bedding&source=ir&utm\\_source=ir&cm\\_cat=rewardStyle&cm\\_ven=AfShopPromo&bnrid=3317500&cm\\_ite=Std&cm\\_pla=IR&irgwc=1](http://www.potterybarn.com/products/hummingbird-reversible-printed-duvet-shams/?call-bedding=&pkey=call/bedding&source=ir&utm_source=ir&cm_cat=rewardStyle&cm_ven=AfShopPromo&bnrid=3317500&cm_ite=Std&cm_pla=IR&irgwc=1)
- BBC (Dirección). (2009). *The Mastery of Flight*. [Película]. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de <https://www.youtube.com/watch?v=JUldarVPpsQ#t=1665>
- Benyus, J. (2008). Innovar copiando a la naturaleza. (E. Punset, Entrevistador) Barcelona. Recuperado el 03 de Julio de 2016, de <https://www.redesparalaciencia.com/wp-content/uploads/2008/11/Entrev19.pdf>
- Borrell, B. (2017). Unlocking the Secrets Behind the Hummingbird's Frenzy. *National Geographic*, 1-7. Recuperado el 14 de Febrero de 2017, de <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2017/07/hummingbird-secrets-speed-worlds-smallest-bird/>
- Blogspot. (s.f.). *Colibrí pico espada*. Recuperado el 03 de Julio de 2016, de [http://4.bp.blogspot.com/-Y9vavxECZVU/UA5YMi5YE0I/AAAAAAAAADc/8ZZdfvIWOWY/s1600/colibris+\(13\).jpg](http://4.bp.blogspot.com/-Y9vavxECZVU/UA5YMi5YE0I/AAAAAAAAADc/8ZZdfvIWOWY/s1600/colibris+(13).jpg)

- Blogspot. (s.f.). *Tren bala y Martín pescador*. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de <http://1.bp.blogspot.com/-WAryENNYxRc/TsMPLVzh4jl/AAAAAAAAAuM/kBfzYKnECEY/s1600/foto600.png>
- Coad, R. (2015). *Design, When Everybody Designs: An Introduction to Design for Social Innovation*. MIT Press. Recuperado el 16 de Junio de 2016, de <http://www.jstor.org/stable/j.ctt17kk7sv>
- Daily Mail. (2012). *Daily Mail*. Recuperado el 30 de Octubre de 2017, de <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2104624/Hummingbirds-huge-memory-lets-remember-location-flower-territory.html>
- Derrick, J., & Groom, M. (2017). Wingbeat kinematics and energetics during weightlifting in hovering hummingbirds across an elevational gradient. . *Journal of Comparative Physiology Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 165-182.
- Earth Matters. (s.f.). *Bardana y Velcro*. Recuperado el 03 de Julio de 2016, de <http://www.mnn.com/earth-matters/wilderness-resources/photos/7-amazing-examples-of-biomimicry/burr-velcro#top-desktop>
- Enciclopedia Britannica. (2015). *Britannica*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2017, de Britannica: <https://www.britannica.com/plant/Bromeliaceae>
- ExtremeTech. (2015). *ExtremeTech*. Recuperado el 08 de Mayo de 2016, de <https://www.extremetech.com/gaming/199308-google-mattel-team-up-to-offer-view-master-vr-in-kid-friendly-package>
- Feinsinger, P. (1990). *Interacciones entre Plantas y Colibríes en Selvas Tropicales*. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias Córdoba, Córdoba. Recuperado el 04 de Julio de 2016, de [http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/otras/ecolcom/compendio/feinsinger\\_90.pdf](http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/otras/ecolcom/compendio/feinsinger_90.pdf)
- Firstdibs. (s.f.). *Broche de Colibrí*. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de [https://www.1stdibs.com/jewelry/brooches/brooches/e-wolfe-co-tsavorite-garnet-ruby-diamond-gold-hummingbird-brooch/id-j\\_1687543/](https://www.1stdibs.com/jewelry/brooches/brooches/e-wolfe-co-tsavorite-garnet-ruby-diamond-gold-hummingbird-brooch/id-j_1687543/)
- Fogden, M., Taylor, M., & Williamson, S. (2014). *Hummingbirds: A Guide to Every Species*. New York. Recuperado el 25 de Enero de 2017, de

<https://www.amazon.es/Hummingbirds-Life-Size-Guide-Every-Species/dp/0062280643>

- Ford, T. (2013). *Botas sobre la rodilla florales y de colibrí*. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de [https://www.1stdibs.com/fashion/clothing/shoes/tom-ford-hummingbird-floral-fully-embroidered-over-knee-boots/id-v\\_195358/](https://www.1stdibs.com/fashion/clothing/shoes/tom-ford-hummingbird-floral-fully-embroidered-over-knee-boots/id-v_195358/)
- Gayman, D. (2013). *University of Nebraska–Lincoln*. Recuperado el Marzo de 2017, de <https://news.unl.edu/newsrooms/today/article/new-study-reveals-how-hummingbirds-evolved-to-fly-at-high-altitude/>
- Greenewalt, C. H. (1991). *Hummingbirds*. Dover Publications.
- Guerrero, P. (2002). *ANTROPOLOGÍA Y CULTURA Una mirada crítica a la identidad, diversidad, alteridad y diferencia*. Quito: Producciones digitales Abya – Yala.
- Gunther, S. (2016). *Mother Nature Network*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2016, de <https://www.mnn.com/earth-matters/wilderness-resources/photos/7-amazing-examples-of-biomimicry/birds-jets#top-desktop>
- Heller, E. (2008). *Psicología del color. ómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón* (9na ed.). Barcelona: Gráficas 92. S.A.
- INEN. (2013). *SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL – DIRECTRICES PARA LA INCORPORACIÓN DEL ECODISEÑO. (ISO 14006:2011, IDT)*. Norma Técnica Ecuatoriana, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito. Recuperado el 05 de Julio de 2016, de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO\\_2014/VGR/nte\\_inen\\_iso\\_14006\\_2011extracto.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/VGR/nte_inen_iso_14006_2011extracto.pdf)
- Jossandmain. (s.f). *Vajilla de 16 piezas de colibrí*. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de <http://jossandmain.hardpin.com/tracker/c.php?m=HardPin&u=type526&cid=276&hscpid=1690900&url=https%253A%252F%252Fwww.jossandmain.com%252FThe-Kitchen-Refresh-16-Piece-Hummingbird-Dinnerware-Set%257E%257E15564.html%253Frefid%253DH%253D526%2526re>



- Kazuharu, J. (2009). Trapline foraging by pollinators: its ontogeny, economics and possible consequences for plants. . *Annals of Botany* , 1365-1378.
- Lovins, A. (2007). *TIME*. Recuperado el 14 de Febrero de 2017, de [http://content.time.com/time/specials/2007/article/0,28804,1663317\\_1663319\\_1669888,00.html](http://content.time.com/time/specials/2007/article/0,28804,1663317_1663319_1669888,00.html)
- Mueller, T. (2008). Biomimética, diseño natural. *National geographic*,, 22(5), 80-103. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2761993>
- National Geographic. (s.f.). *Carro Biónico de Mercedes Benz*. Recuperado el 23 de Febrero de 2017, de [http://news.nationalgeographic.com/news/2005/06/images/050615\\_fishcar.jpg](http://news.nationalgeographic.com/news/2005/06/images/050615_fishcar.jpg)
- Pastino, B. d. (2005). *"Bionic" Car Fueled by Fishy Ideas*. National Geographic News. Recuperado el 23 de Febrero de 2017, de [https://news.nationalgeographic.com/news/2005/06/0615\\_050615\\_fishcar.html](https://news.nationalgeographic.com/news/2005/06/0615_050615_fishcar.html)
- Pearson, O. (1950). The Metabolism of Hummingbirds. *The Condor*, 52-145.
- Point Loma Nazarene University & San Diego Zoo. (Noviembre de 2010). Recuperado el 14 de Febrero de 2017, de [http://www.pointloma.edu/sites/default/files/filemanager/Fermanian\\_Business\\_\\_Economic\\_Institute/biomimicry\\_exec\\_sum\\_final.pdf](http://www.pointloma.edu/sites/default/files/filemanager/Fermanian_Business__Economic_Institute/biomimicry_exec_sum_final.pdf)
- Rampón, B. (2003). *Quinde, Ecuador*. Madrid: Artes Editoriales S.A.
- Rodríguez, J., Rocha, E., Martínez, E., & López, J. (2012). Biomimetic: sustainable innovation inspired by nature. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónomas de Aguascalientes*, 56-61. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de <http://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista55/Articulo%207.pdf>
- Secretaría de la Cultura de Quito. (2015). *Facebook*. Recuperado el 14 de Junio de 2016, de <https://www.facebook.com/notes/secretar%C3%ADa-de-cultura-quito/sab%C3%ADas-que-quito-es-la-capital-mundial-de-las-aves/>

- Taringa. (2013). *Zunzuncito cubano posando en lápiz*. Recuperado el 03 de Enero de 2018, de <https://www.taringa.net/posts/imagenes/17382766/50-fotografias-sorprendentes-seguro-te-llevas-alguna.html>
- TED (Dirección). (2005). *Biomimicry's surprising lessons from nature's engineers*. [Película]. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de [http://www.ted.com/talks/janine\\_benyus\\_shares\\_nature\\_s\\_designs](http://www.ted.com/talks/janine_benyus_shares_nature_s_designs)
- Temeles, E. (2003). Adaptation in a Plant-Hummingbird Association. *Nature*, 300.
- Temeles, E., Miller, J., & Rifkin, J. (2010). Evolution of sexual dimorphism in bill size and shape of hermit hummingbirds (Phaethornithinae): a role for ecological causation. *The Royal Society*. doi:10.1098/rstb.2009.0284
- Tempelman, E., Van Der Grinten, B., Mul, E.-J., & De Pauw, I. (2013). *Nature Inspired Design*. Amsterdam: TuDelft. Recuperado el 18 de Mayo de 2017, de <http://www.natureinspiredesign.nl/handbook.html>
- The Economist. (2009). *The Economist*. Recuperado el 2016 de Octubre de 2016, de <http://www.economist.com/node/15009915>
- The Natural Edge Project. (2006). Recuperado el 03 de Julio de 2016, de [http://www.naturaledgeproject.net/documents/biomimicry\\_000.pdf](http://www.naturaledgeproject.net/documents/biomimicry_000.pdf)
- Tyer Wind. (2016). *Tyer Wind*. Recuperado el 05 de Enero de 2018, de <http://www.tyerwind.com/biomimicry/#naturallyInspired>
- Tyer Wind. (2016). *TyerWind*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2017, de TyerWind: <https://www.tyerwind.com/technology/>
- Valencia, M. S. (2016). *Morral mediano colibrí acuarela de la colección "Selva oculta"*. Medellín. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de <http://msvalenciadiseno.blogspot.com.co/>
- Varma, A. (s.f.). *HUMMINGBIRDS*. Anand Varma Photography. Recuperado el 05 de Septiembre de 2017, de <http://www.varmaphoto.com/hummingbirds-page/>
- Velcro. (s.f.). *VELCRO*. Recuperado el 02 de Julio de 2016, de <http://www.velcro.es/about-us/history>
- Viñolas, J. (2005). *Diseño ecológico hacia un diseño y una producción en armonía con la naturaleza*. (1ra ed.). Barcelona: Plan B, Barcelona Press.

- West, G., & Butler, C. (2010). *Do Hummingbirds-hum?* United States of American: Library Congress. Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de <https://books.google.com.ec/books?id=BCQkKUa7wkAC&printsec=frontcover&dq=Do+hummingbirds+hum+book&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiNyv3ygs3ZAhUC3FMKHRXbBIsQ6AEIJjAA#v=onepage&q=Do%20hummingbirds%20hum%20book&f=false>
- Yáñez, P. D. (2011). Píngara en la tupa: Píngara o picaflor gigante: Patagona gigas. *Píngara en la tupa: Píngara o picaflor gigante: Patagona gigas*. Santiago. Recuperado el 03 de Febrero de 2018, de [http://www.fotonaturaleza.cl/details.php?image\\_id=12794](http://www.fotonaturaleza.cl/details.php?image_id=12794)

