

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE OBJETOS CON BASE EN  
EL ANÁLISIS BIÓNICO DE UNA VARIEDAD DE  
*EICHHORNIACRASSIPES*(JACINTO DE AGUA) PARA ESTIMULAR LA  
PRÁCTICA DE LA DE LA NATACIÓN EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS.**

**ANA CECILIA FRANCO ORTIZ  
HEIDY PATRICIA PEÑA ROJAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÓNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2013**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE OBJETOS CON BASE EN  
EL ANÁLISIS BIÓNICO DE UNA VARIEDAD DE  
*EICHHORNIACRASSIPES*(JACINTO DE AGUA) PARA ESTIMULAR LA  
PRÁCTICA DE LA DE LA NATACIÓN EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS.**

**ANA CECILIA FRANCO ORTIZ  
HEIDY PATRICIA PEÑA ROJAS**

**Trabajo de Grado para optar el título de Diseñador Industrial**

**Director:  
M.D.I. EDUARDO SERAFÍN GUEVARA  
Diseñador Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2013**

## AGRADECIMIENTO

Las autoras expresan sus mas sinceros agradecimientos a:

Margarita Gómez, Natalia Prada, Silvia Navarro, Francisco (Jardín Botánico De Bogotá), Sylvia Ballesteros, Prof. Eduardo Guevara, Prof. Arturo Plata (Laboratorio De Óptica), Fabio Reyes, Amandita, Juliana, Pedro Andrés Rojas, María Judith Bautista, Liga Santandereana De Natación, Silvia Vitta, Samuel, Club Los Gatos, Prof. Julio Saavedra, Prof. Laura, Prof. Luis Miguel, Santi, Sofía Vargas, (Todos los niños que nos colaboraron y sus papitos), Iván Capacho, Juan Navarrete, Andrea Medina, Lorena Contreras, Camila Contreras, Stefany Garzón, Giovanni Álvarez, Prof. Francisco, Espinel, Zuli Galindo, Nubia Gutiérrez (Centro Copiado Quiz), María Eugenia Gómez (Centro Copiado Quiz), Luis Carlos Quintero, Tía Stella,

Martha Vásquez, Berenice Pimentel, Confecciones, C.I. Proitesco, Maye Peña, Oscar Mendoza, Abuelita, Blanca, Julián Ortiz, Tío Reinaldo , Tía Lucía, Tío Pacho, Johanna Franco, Mela Franco, Carolina Gonzalez.

A Quienes siempre estuvieron dispuestos a darnos la mano: Juangui, Fercho y nuestros padres, Rosalba, Marcelo, Anita y Guillermo.  
Y por supuesto a Diosito ;)

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	21
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	24
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
1.2 OBJETIVOS	25
1.2.1 Objetivo general	25
1.2.2 Objetivos específicos	25
1.3 ALCANCES DEL PROYECTO	25
1.4 DEFINICIÓN DEL USUARIO	26
2. MARCO REFERENCIAL	27
2.1 MARCO CONCEPTUAL	27
2.2 MARCO TEÓRICO	31
2.2.1 Natación	31
2.2.1.1 Flotación	31
2.2.1.2 Respiración	31
2.2.1.3 Propulsión	32
2.2.1.4 Equilibrio	32
2.2.1.5 Familiarización	33
2.2.2 Metodologías de aprendizaje en el agua	33
2.2.2.1. Propuesta didáctica de enseñanza a través del juego en las actividades acuáticas.	33
2.2.2.2 Los juegos en el medio acuático.	34
2.2.3 Factores que determinan la flotación	35
2.2.3.1 La densidad del agua.	35

2.2.3.2 La densidad del	37
2.2.3.3 El equilibrio en flotación:	38
2.2.4 Eichhornia Crassipes	40
2.2.5 Fundamentos de Antropometría.	43
2.2.5.1 Dimensiones Antropométricas Estructurales y Funcionales.	45
2.2.5.2 Presentación de los datos antropométricos.	45
2.2.5.3 Percentiles.	46
2.2.6 Polietileno (PE).	47
2.2.6.1 Estructura química y síntesis	47
2.2.6.2 Propiedades físicas.	49
2.2.6.3 Propiedades químicas.	49
2.2.6.4 Clasificación.	49
2.2.6.5 Polietileno espumado.	51
2.2.7 Etilenvinilacetato (EVA).	52
2.2.7.1 Estructura química y síntesis	52
2.2.7.2 Propiedades y características	55
2.2.7.3 Aplicaciones	55
2.2.7.3.1 Adhesivos de fusión en caliente.	55
2.2.7.3.2 Medicina	56
2.2.7.3.3 Goma espuma	56
2.2.7.3.4 Tapones y juntas de hermeticidad.	57
2.2.7.3.5 Vidrios de seguridad.	58
3. ESTADO DEL ARTE	59
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	64
4.1 DOCUMENTACIÓN	64
4.1.1 Observación	64
4.1.1.1 Etapa 1: Observación de la planta (análisis biónico)	64
4.1.1.2 Etapa 2: Observación del usuario (estrategia de campo)	132

4.1.2 Generación de parámetros antropométricos de niños entre 3 y 5 años.	137
4.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE	144
4.2.1 Entrevista	144
4.2.1.1 Análisis de resultados.	145
4.2.1.2 Conclusiones	145
4.2.2 Encuestas	146
4.2.2.1 Tabulación de datos encuesta	147
4.2.2.2 Conclusiones	149
4.2.3 Sesión de grupo:	150
4.2.3.1 Objetivos:	150
4.2.3.2 Descripción de la actividad:	150
4.2.3.3 Conclusiones	151
4.2.4 Análisis de resultados.	151
4.3 DESARROLLO PROYECTUAL	155
4.3.1 Requerimientos del producto	155
4.3.1.1 Requerimientos de uso:	155
4.3.1.2 Requerimientos de Función	155
4.3.1.3 Requerimientos Técnicos	155
4.3.1.4 Requerimientos Formal-estéticos	155
4.3.1.5 Requerimientos Ergonómicos	156
4.3.2 Generación de concepto	156
4.3.2.1 Aclarar el problema.	156
4.3.3 Selección de concepto.	165
4.3.4 Evolución de concepto	167
4.3.4.1 Evolución del elemento UNO	176
4.3.5 Comprobaciones con modelos funcionales.	188
4.3.5.1 Visitas de campo.	188
4.3.5.2 Prueba thinking-aloud	189
4.3.5.3 Prueba de campo	195
4.3.5.4 Encuesta a padres	197

5. PROPUESTA FINAL	199
5.1 VALIDACIONES DE FAMILIA DE OBJETOS	205
6. DISEÑO PARA MANUFACTURA	210
6.1 MATERIA PRIMA	210
6.1.1 Espuma de Polietileno o Polietileno celular	210
6.1.2. Proceso para fabricación industrial de la espuma de polietileno (Patente).	210
6.1.3. Esfuerzo, deformaciones y resistencia de la espuma de polietileno.	211
6.2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO FUNCIONAL	211
6.2.1. Recursos Necesarios	211
6.2.2. Diagramas de procesos de producción de modelo funcional. AZURO Y ZURITA.	212
6.3 PLANTEAMIENTO DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL	214
6.3.1 Moldeado en caliente/troquelado.	214
6.3.2. Recursos necesarios:	214
6.3.3. Diagramas de procesos de producción industrial de AZURO Y ZURITA.	217
6.3.4. Especificaciones técnicas de AZURO Y ZURITA	218
6.3.4.1. Planos técnicos	218
6.3.4.2. Visualización 3D	219
7. IMAGEN DEL PRODUCTO	221
8. CRONOGRAMA	227
9. PRESUPUESTO PARA PRODUCCIÓN DE FAMILIA DE OBJETOS	228
10. CONCLUSIONES	231
BIBLIOGRAFÍA	233

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. El equilibrio en la flotación	38
Figura 2. Centros de gravedad y flotación	39
Figura 3. Partes Eichhornia Crassipes	42
Figura 4. Polietileno lineal y ramificado	48
Figura 5. Polietileno estructura química	48
Figura 6. Molécula de polietileno 3D	49
Figura 7. Productos fabricados con los distintos tipos de polietilenos	51
Figura 8. Polietileno Espumado	52
Figura 9. Síntesis del EVA	53
Figura 10. Planchas, plantillas y goma de EVA	57
Figura 11. Juntas de tapas para botellas de bebidas gaseosas, tapón	58
Figura 12. Vidrio de seguridad	58
Figura 13. Observación analítica, ficha técnica Eichhornia Crassipes	66
Figura 14. Observación analítica, partes de la planta	67
Figura 15. Observación analítica, descripción de la flor.	68
Figura 16. Observación analítica. Flor, forma, contorno	69
Figura 17. Observación analítica. Flor, forma, vistas	70
Figura 18. Observación analítica. Flor, forma, vistas	71
Figura 19. Observación analítica. Flor, forma, vistas adicionales	72
Figura 20. Observación analítica. Flor, forma, contorno vistas adicionales	73
Figura 21. Observación analítica. Flor, forma, redes o conjunto reticular 1	74
Figura 22. Observación analítica. Flor, forma, redes o conjunto reticular 2	75
Figura 23. Observación analítica. Flor, forma, simetría 1	76
Figura 24. Observación analítica. Flor, forma, simetría 2	77
Figura 25. Observación analítica. Flor, forma, proporción	78

Figura 26. Observación analítica. Flor, materia, propiedades y características	79
Figura 27. Observación analítica. Flor, proceso creativo 1	80
Figura 28. Observación analítica. Flor, proceso creativo 2	81
Figura 29. Observación analítica. Flor, proceso creativo 3	82
Figura 30. Observación analítica. Flor, proceso creativo 4	83
Figura 31. Observación analítica. Flor, proceso creativo 5	84
Figura 32. Observación analítica. Flor, proceso creativo 6	85
Figura 33. Observación analítica. Flor, proceso creativo 7	86
Figura 34. Observación analítica. Flor, proceso creativo 8	87
Figura 35. Observación analítica. Flor, proceso creativo 9	88
Figura 36. Observación analítica. Flor, proceso creativo 10	89
Figura 37. Observación analítica. Descripción hoja	90
Figura 38. Observación analítica. Contorno forma, hoja	91
Figura 39. Observación analítica. Hoja, forma, contorno 1	92
Figura 40. Observación analítica. Hoja, forma, contorno 2	93
Figura 41. Observación analítica. Hoja, forma, vistas	94
Figura 42. Observación analítica. Hoja, forma, vistas, contornos	95
Figura 43. Observación analítica. Hoja, forma, vistas adicionales	96
Figura 44. Observación analítica. Hoja, forma, vistas adicionales, contorno	97
Figura 45. Observación analítica. Hoja, forma, redes o conjunto reticular 1	98
Figura 46. Observación analítica. Hoja, forma, redes o conjunto reticular 2	99
Figura 47. Observación analítica. Hoja, forma, redes o conjunto reticular 3	100
Figura 48. Observación analítica. Hoja, forma, redes o conjunto reticular 4	101
Figura 49. Observación analítica. Hoja, forma, simetría	102
Figura 50. Observación analítica. Hoja, forma, proporción	103
Figura 51. Observación analítica. Hoja, materia	104
Figura 52. Observación analítica. Hoja, función	105
Figura 53. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 1	106
Figura 54. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 2	107
Figura 55. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 3	108

Figura 56. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 4	109
Figura 57. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 5	110
Figura 58. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 6	111
Figura 59. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 7	112
Figura 60. Observación analítica. Raíz	113
Figura 61. Observación analítica. Raíz, forma, contorno 1	114
Figura 62. Observación analítica. Raíz, forma, contorno 2	115
Figura 63. Observación analítica. Raíz, forma, redes o conjunto reticular 1	116
Figura 64. Observación analítica. Raíz, forma, redes o conjunto reticular 2	117
Figura 65. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 1	118
Figura 66. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 2	119
Figura 67. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 3	120
Figura 68. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 4	121
Figura 69. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 5	122
Figura 70. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 6	123
Figura 71. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 7	124
Figura 72. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 8	125
Figura 73. Observación analítica. Abstracción de texturas 1	126
Figura 74. Observación analítica. Abstracción de texturas 2	127
Figura 75. Observación analítica. Abstracción tabla de colores 1	128
Figura 76. Observación analítica. Abstracción tabla de colores 2	129
Figura 77. Observación analítica. Abstracción tabla de colores 3	130
Figura 78. Observación analítica. Abstracción tabla de colores 4	131
Figura 79. Formato de Observación	134
Figura 80. Observación en clase de natación.	135
Figura 81. Registro fotográfico, toma de medidas	138
Figura 82. Formato de entrevista.	144
Figura 83. Formato de encuesta para padres de familia	146
Figura 84. Esquema de Problemas y Sub problemas de concepto	157
Figura 85. Generación de concepto	158

Figura 86. Generación de concepto. Concepto A	159
Figura 87. Generación de concepto. Concepto B y Concepto C	160
Figura 88. Generación de concepto. Concepto D	161
Figura 89. Generación de concepto. Concepto E	162
Figura 90. Generación de concepto. Concepto F	163
Figura 91. Generación de concepto. Concepto G	164
Figura 92. Evolución de conceptos seleccionados	167
Figura 93. Puntos estratégicos para flotar	168
Figura 94. Apoyo en el pecho	169
Figura 95. Apoyo en la espalda	170
Figura 96. Apoyo en la cintura	171
Figura 97. Apoyo en los brazos	172
Figura 98. Apoyo en los costados	173
Figura 99. Clasificación de elementos de la familia de objetos	175
Figura 100. Detalles del elemento UNO	176
Figura 101. Evolución elemento UNO 1	177
Figura 102. Evolución elemento UNO 2	178
Figura 103. Evolución elemento UNO 3	179
Figura 104. Evolución elemento UNO 4	180
Figura 105. Evolución elemento UNO 5	181
Figura 106. Evolución elemento UNO 6	182
Figura 107. Evolución elemento DOS 1	183
Figura 108. Evolución elemento DOS 2	184
Figura 109. Evolución elemento DOS 3	185
Figura 110. Evolución elemento DOS 4	186
Figura 111. Evolución elemento DOS 5	187
Figura 112. Registro fotográfico de comprobaciones en visitas de campo	189
Figura 113. Registro fotográfico de comprobaciones en pruebas de uso	191
Figura 114. Registro fotográfico de evaluación de preferencia.	196
Figura 115. Formato de encuesta a padres para evaluación de confianza.	198

Figura 116. Propuesta final. Construcción controlada de la forma Azuro	199
Figura 117. Propuesta final. Detalles del diseño Azuro	200
Figura 118. Propuesta final. Conoce a Azuro	201
Figura 119. Propuesta final. Construcción controlada de la forma Zurita	202
Figura 120. Propuesta final. Detalles del diseño Zurita	203
Figura 121. Propuesta final. Conoce a Zurita	204
Figura 122. Validación de los productos en diferentes tallas.	205
Figura 123. Validación de ergonomía en axila.	206
Figura 124. Validación movimiento de brazos y libertad del omoplato.	206
Figura 125. Validación libertad de movimiento de la cabeza	207
Figura 126. Validación de función hacer burbujas.	208
Figura 127. Validación de ergonomía para apoyo en tórax.	208
Figura 128. Validación de agarre.	209
Figura 129. Construcción de modelo funcional.	212
Figura 130 Diagrama de procesos de producción de modelo funcional. AZURO	213
Figura 131. Diagrama de procesos de producción de modelo funcional.	
ZURITA	213
Figura 132. Resultado de moldeado en caliente/troquelado	214
Figura 133. Maquinaria para repujado en caliente.	215
Figura 134. Matriz para moldeo en caliente. AZURO	215
Figura 135. Matriz de moldeo. ZURITA	216
Figura 136. Máquina cortadora de tiras.	216
Figura 137. Diagrama de proceso de producción industrial. AZURO.	217
Figura 138. Proceso de producción industrial. ZURITA.	217
Figura 139. Imagen de Planos técnicos de AZURO	218
Figura 140. Imagen de Planos técnicos de ZURITA	219
Figura 141. Visualización 3D AZURO	219
Figura 142. Visualización 3D. ZURITA	220
Figura 143. Diseño de logo 1.	221
Figura 144. Diseño de logo 2.	222

Figura 145. Diseño de logo 3	223
Figura 146. Diseño de logo	224
Figura 147. Diseño de logo 5.	225
Figura 148. Diseño de empaque para familia de objetos.	226

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Definición del Usuario	26
Tabla 2. Densidad del agua	37
Tabla 3. Propiedades típicas de EVA para inyección o extrusión	55
Tabla 4. Productos Existentes	59
Tabla 5. Medidas niños de 3 a 4 años	139
Tabla 6. Medidas niños de 4 a 5 años	140
Tabla 7. Percentiles niños de 3 a 4 años	142
Tabla 8. Percentiles niños de 4 a 5 años	143
Tabla 9. Tabulación de criterios de selección de productos	147
Tabla 10. Tabulación de Instrumentos para natación.	147
Tabla 11. Tabulación de la confianza que generan los productos	148
Tabla 12. Tabulación de atributos del producto según padres.	148
Tabla 13. Información obtenida de los usuarios traducida en necesidades y especificaciones del producto	152
Tabla 14. Matriz de Selección de concepto 1	165
Tabla 15. Matriz de selección de apoyo para flotar	174
Tabla 16. Lista de chequeo para evaluación de uso de la familia de objetos 1.	192
Tabla 17. Lista de chequeo para evaluación de uso de la familia de objetos 2.	193
Tabla 18. Esfuerzo, deformaciones y resistencia de la espuma de polietileno	211
Tabla 19. Cronograma de actividades	227
Tabla 20. Costos totales de producción de la familia de objetos.	228
Tabla 21. Costos de producción de AZURO.	228
Tabla 22. Costos de producción de ZURITA.	229

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE OBJETOS CON BASE EN EL ANÁLISIS BIÓNICO DE UNA VARIEDAD DE EICHHORNIA CRASSIPES (JACINTO DE AGUA) PARA ESTIMULAR LA PRÁCTICA DE LA NATACIÓN EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS.

**AUTORES:** FRANCO ORTIZ, Ana Cecilia  
PEÑA ROJAS, Heidi Patricia\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Biónica, natación, Eichhornia Crassipes, diseño industrial, familia de objetos.

### DESCRIPCIÓN:

El proyecto consiste en el diseño de una familia de objetos que coadyuva en la práctica de la natación a niños de 3 a 5 años, permitiendo el libre movimiento y la disposición del cuerpo para aprender a flotar, respirar y desplazarse en el agua. El diseño de estos elementos se logra a partir de la búsqueda en la naturaleza de un principio de la flotación ya existente.

En la primera parte del proyecto se describe el análisis biónico de la planta acuática Eichhornia Crassipes, profundizando en aspectos funcionales, presentes en la flotación de la planta, que aportan cualidades a la estructura del producto; y aspectos formales tratados mediante un proceso creativo en dos y tres dimensiones.

A partir de las necesidades del cliente y mediante la implementación de analogías extraídas del análisis biónico, se definió la familia de objetos conformada por dos elementos, el primero, que asiste al niño en la flotación mientras aprende a desplazarse en el agua y un segundo elemento que permite al niño practicar, en posición semi-horizontal, una de las primeras técnicas de respiración (burbujas). La configuración de la familia de objetos está definida por dos elementos elaborados en espuma de celda cerrada flotante.

Como resultado de una evolución de modelos funcionales, que permitieron ejecutar las pruebas necesarias para validar los artefactos, se genera un modelo final que cumple los objetivos planteados para dar conclusión al proyecto.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: D.I. Eduardo Serafín Guevara

## ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A FAMILY OF OBJECTS BASED ON THE BIONIC ANALYSIS OF A VARIETY OF EICHHORNIA CRASSIPES (WATER HYACINTH) TO ENCOURAGE THE PRACTICE OF SWIMMING IN CHILDREN FROM 3 TO 5 YEARS´.

**AUTORES:** FRANCO ORTIZ, Ana Cecilia  
PEÑA ROJAS, Heidy Patricia\*\*

**KEYWORDS:** Bionics, swimming, Eichhornia Crassipes, design and creativity.

The project is about the design of a family of objects to support the swimming training process for kids from 3 to 5 years old, while allows them to have free movements and helps getting their bodies ready to learn how to float, breathe and move in the water. The design of these elements happens from the research in nature of a floatation principle already existent.

The first part of the project describes the bionic analysis of the aquatic plant Eichhornia Crassipes, delving into functional aspects about the floatation of the plant, which provide qualities to the product structure; and formal aspects used in a creative process in two and three dimensions.

Beginning with the clients' needs and with the implementation of the analogies taken from the bionic analysis, the family of objects was formed by two elements, the first, that assists the child to float while learning to move in the water, and a second element that allows the kid to practice, in a semi-horizontal position, one of the first breathing techniques (bubbles). The family is composed by two elements made with closed cell flotation foam.

As a result of the evolution of functional models, that made possible the execution of tests necessary to validate the products, the final model was created and meets the established target to conclude the project.

---

\* Thesis

\*\* Faculty of Physics Mechanic Engineering. Industrial Design School. Adviser: I.D. Eduardo Serafín Guevara

## INTRODUCCIÓN

La natación puede definirse como una de las actividades más completas que el hombre pueda practicar<sup>1</sup> Es un deporte que ejercita todo el cuerpo y ayuda a mantener un ritmo elevado del sistema cardiovascular a través de un esfuerzo continuo, de manera que su práctica se convierte en una herramienta para el desarrollo motriz que optimiza aspectos vitales del cuerpo, como la presión sanguínea, que es significativamente más baja cuando se está en posición horizontal<sup>2</sup>.

Es innegable lo llamativo y placentero que resulta para el ser humano interactuar con el medio acuático, no solo por la curiosidad que este nuevo mundo de acción genera para los sentidos y que permite experimentar nuevas sensaciones y habilidades motrices, sino por lo familiar que le representa, después de todo, el ser humano ha desarrollado reflejos en el seno materno gracias al contacto permanente con el líquido amniótico que hace prácticamente natural el contacto de ojos, nariz y boca con un ambiente líquido.

Debido a la importancia para la salud del hombre y a la necesidad que éste tiene de prepararse para interactuar con un medio en el que deberá desenvolverse por recreación, profesión, cultura e incluso supervivencia, es fundamental la construcción de técnicas especializadas y novedosas para fomentar y facilitar el aprendizaje de la natación.

La enseñanza de la natación, como la de muchas otras disciplinas, ha sido especializada y en muchos centros del país se reciben personas de todas las

---

<sup>1</sup> RAMÍREZ, Rafael. La natación, su enseñanza. Universidad de los Andes. Venezuela. 1991.

<sup>2</sup> NAVARRO, Fernando. Hacia el dominio de la natación. Gymnos. Madrid. 1995.

edades para comenzar el proceso de aprendizaje. Sin embargo, es desde muy pequeño cuando el ser humano comienza inconscientemente con este proceso, a través de actividades tan sencillas como el lavado y el baño en la etapa de la niñez, que precisamente es el momento más propicio para la integración con el medio acuático.

Los primeros contactos con el agua influyen negativa o positivamente en la psiquis infantil<sup>3</sup>. Es entonces cuando los objetivos del presente proyecto trascienden a niveles que sobrepasan la mera enseñanza, dando un valor agregado para el desarrollo mental infantil, ya que las experiencias que acumula el niño en sus primeros contactos con el agua son decisivas para su futura relación con este medio. El antropólogo Lorensen opina que “los padres deben hacer todo lo posible para que la estancia del niño al lado y dentro del agua resulte una vivencia agradable”.

El rango de edades definido en el proyecto (3 a 5 años) está orientado a brindar una estimulación temprana, justamente en las etapas en que comienzan los temores y traumas acuáticos. La edad de cuatro a cinco años resulta la más apropiada para el aprendizaje, ya que los niños mayores de cinco años, a veces, han desarrollado ya una considerable hidrofobia. Lo correcto, desde el punto de vista psicopedagógico, es indicar al niño de modo adecuado esta actividad, comenzando con ejercicios de habituación al agua<sup>4</sup>.

Pero, ¿de qué manera debe abordarse esta enseñanza? El propósito de este proyecto es crear una motivación pedagógica de los niños a través de una familia de objetos diseñados para la estimulación adecuada de la práctica de la natación, con un ingrediente especial, el juego.

---

<sup>3</sup>VONHAUSEN, G. Aspectos pedagógicos y psicológicos de la natación para principiantes. Praxis der Leibesübungen. Madrid. 1975.

<sup>4</sup> Ibid

El particular magnetismo del juego debe explotarse principalmente en esta etapa. Hay que recordar que las experiencias desagradables pueden entorpecer el aprendizaje, por consiguiente es necesario crear, como se propone en este proyecto, herramientas que fomenten una práctica acuática que sea didáctica, amena y divertida para los niños.

La familia de objetos pretende responder a estas necesidades y ser un grupo de artefactos que contribuya a llevar a cabo los objetivos de la enseñanza de la natación, siendo el primero la eliminación de la rigidez muscular, producida, casi siempre, por el temor al agua; y el segundo, y más importante, enseñar una correcta mecánica respiratoria. Ambas cosas pueden obtenerse mediante ejercicios y juegos que producen confianza en el agua<sup>5</sup>.

El proyecto propone que las propiedades requeridas por el conjunto de artefactos para facilitar el aprendizaje de la natación: flotación, sumersión y resistencia, sean extraídas del análisis biónico realizado a la planta *EichhorniaCrassipes* (Jacinto de Agua), única especie de su género estrictamente flotante gracias a su pecíolo inflado, mediante el cual puede mantenerse sobre la superficie acuática.

---

<sup>5</sup> NAVARRO, Fernando. Op. Cit.

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aprendizaje de la natación contiene un alto grado de importancia con respecto al desarrollo psicomotor de los niños, presentando además una alternativa de diversión solo cuando se logra la confianza con el medio.

Existen diversos implementos para acompañar la práctica, en su mayoría flotadores pasivos que limitan el desarrollo de patrones de movimientos espontáneos<sup>6</sup>, ya que se implementa la seguridad por encima de la ergonomía, evitando el desarrollo motriz necesario para desarrollar habilidades en el agua. En las soluciones existentes se evidencia que el concepto de natación está reducido al sencillo hecho de flotar, ignorando la intención real del aprendizaje.

El problema de diseño será abordado en las primeras etapas del contacto con el medio acuático, cuando se requiere que el niño sienta una impresión agradable ante esta nueva situación. Configurando, en una familia de objetos, sinergia con enfoque pedagógico que integre función, ergonomía e identidad infantil, de la mano con la seguridad que entraña la confianza con la que luego se podrán emprender otras acciones más específicas de la enseñanza de la natación<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup>SCHMITT, P. *Nager de la couverte a la performance*. Vigot. Paris. 1989.

<sup>7</sup> NAVARRO Fernando Op. Cit.

## 1.2 OBJETIVOS

**1.2.1 Objetivo general.** Configurar, con base en el análisis biónico de una variedad de *EichhorniaCrassipes* (Jacinto de Agua), un conjunto de artefactos que sirvan para práctica de la natación para niños de 3 a 5 años.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Configurar un conjunto de artefactos que permitan actividades lúdicas que coadyuven en la disminución de la rigidez muscular producida por el temor al agua.
- Facilitar el aprestamiento de la flotación, la propulsión y la respiración en la natación.
- Propiciar el aprendizaje autónomo de técnicas básicas de la natación en sus primeras etapas.

## 1.3 ALCANCES DEL PROYECTO

Con base en la metodología a aplicar, la recolección de datos y la aproximación contextual, se realizará el proceso de diseño que será consignado en una memoria descriptiva y presentado en medio magnético e impreso.

La realización del análisis biónico arrojará resultados que serán anexados a la memoria descriptiva.

El proyecto se desarrollará hasta la visualización en 3D y la construcción de modelos funcionales de los artefactos diseñados.

## 1.4 DEFINICIÓN DEL USUARIO

Este proyecto está enfocado en diferentes tipos de usuario que se clasificarán a partir de los sujetos que estarán en contacto con la familia de objetos dependiendo de cada una de las fases de uso.

**Tabla 1. Definición del Usuario**

Usuario	Características
<b>Primario:</b> Son las personas que tienen contacto directo con el producto, quienes frecuentemente lo usan.	Niños de 3 a 5 años que practican natación.
<b>Secundario:</b> Son los usuarios ocasionales, o cuya relación con el producto está limitada al momento de la compra y de dar instrucciones	Instructores de natación. Padres de niños de 3 a 5 años que practiquen natación.
<b>Terciario:</b> Son todos los afectados por la introducción del producto o que influyen su compra	Productores Distribuidores y vendedores

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

**Abstracción:** es una simplificación tendente a un significado más intenso y destinado a la representación de una forma, esto se da por la necesidad humana de eliminar detalles para conservar el equilibrio; información representacional mínima, con mínimo grado de iconicidad y no eidética.

**Anomalía:** es lo que genera perturbación en un diseño; es romper el ritmo y la armonía.

**Artefacto:** un artefacto es un objeto material hecho por una o más personas para cumplir una función bien determinada. Los artefactos se caracterizan por ser objetos materiales, no ideas, son desplazables, cumplen una función práctica, estética y/o simbólica.

Su construcción es deliberada, aunque no siempre precedida de un diseño racional eficiente, ya que pueden ser el resultado casual de un proceso de ensayo y error.

**Biónica:** la biónica estudia el funcionamiento real de los seres vivos para, una vez descubierto sus principios, materializarlos en productos funcionales. Mediante el análisis y síntesis en seres vivos de principios físicos, químicos, mecánicos, formales y funcionales, es posible configurar por analogía productos artificiales.

**Coadyuvar:** contribuir, asistir o ayudar a la consecución de algo.

**Composición:** resultado visual generado con la disposición de figuras o formas en un marco de referencia con el uso consciente de una estructura formal, semi-formal o informal.

**Confort:** aquello que produce bienestar y comodidades.

**Creatividad:** creatividad es la capacidad de ver nuevas posibilidades y hacer algo al respecto. Cuando una persona va más allá del análisis de un problema e intenta poner en práctica una solución se produce un cambio. Esto se llama creatividad: ver un problema, tener una idea, hacer algo sobre ella, tener resultados positivos.

**Didáctica:** es el arte de saber transmitir los conocimientos de la forma más adecuada para su asimilación.

**Ergonomía:** la ergonomía es un enfoque que pone las necesidades y capacidades humanas como el foco del diseño de sistemas tecnológicos. Su propósito es asegurar que los humanos y la tecnología trabajan en completa armonía, manteniendo los equipos y las tareas en acuerdo con las características humanas

**Familia de objetos:** conjunto de objetos que presta una misma función entre los cuales se reconoce y mantiene una identidad o coherencia morfológica (material, forma, color, etc.).

**Forma:** apariencia de los objetos o de las propuestas bidimensionales conformado por puntos, líneas, planos, volúmenes y transiciones entre superficies.

**Geometrización:** la geometrización es una aproximación a los procesos de abstracción de una imagen, por medio de ella se genera una sinopsis visual. Para geometrizar una forma se necesita tener imágenes precedentes de

la forma, imágenesrealistas/naturalistas, de las cuales se realizará una abstracción con el propósito de desarrollar abstracciones.

La geometrización es la identificación de figuras geométricas en algún dibujo determinado o imagen a través de este se identifican si la imagen contiene formas geométricas en la forma de la imagen.

**Gradación:** cambio paulatino de tamaño de la forma, es el crecimiento o decrecimiento proporcional de las formas planas y volumétricas.

**Lúdica:** la lúdica fomenta el desarrollo psicosocial, la conformación de la personalidad, evidencia valores, puede orientarse a la adquisición de saberes, encerrando una amplia gama de actividades donde interactúan el placer, el gozo, la creatividad y el conocimiento.

**Módulo:** cuando una forma aparece en repetición en un diseño, se puede hablar de un módulo o un patrón que se repite, es decir que la forma que se observa en la suma de varias formas que tienen los mismos atributos de tamaño, color, textura y dirección.

**Proporciones:** relaciones de crecimiento y comparación entre el todo y sus partes, o el todo y otras formas que conforman un sistema.

**Radiación:** es la disposición de los elementos con relación a uno o varios centros.

**Retícula:** es un tipo de organización plana que retoma el concepto de repetición de forma y tamaño, además de transición de tamaño, proporciones y ritmo. La retícula se compone de módulos que se conocen como celdas. Una retícula puede tener combinación de celdas que pueden ser regulares o irregulares, además es

posible trabajar retículas combinadas con transición de forma y gradación de tamaño.

**Rotación:** movimiento que obliga a todos los puntos de un sólido rígido a describir arcos de igual amplitud pertenecientes a circunferencias cuyos centros se hallan en una misma recta o eje de giro, que puede ocupar cualquier posición en el espacio.

**Simetría:** es la disposición de las distintas partes de un todo de forma ordenada y con mutua correspondencia, que generan una forma proporcionada y equilibrada. Cuando las formas se repiten o se refleja por uno o varios ejes, puede ser central, axial y bilateral.

**Superposición:** cuando una forma con perímetro definido se coloca encima de otra tapándola parcialmente, de tal manera que la forma superpuesta se observa en segundo plano y la forma que se superpone, se ve en primer plano. (Guevara)

**Textura:** la textura es un elemento visual, de aspectos singulares que dan referencia de la superficie de un material. Es el grado de aspereza con que se percibe una forma.

**Toque:** es cuando dos figuras eliminan el distanciamiento entre ellas para así acercarse la una a la otra y producir un contacto bien sea en un punto, una arista o un plano.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Natación**

**2.2.1.1 Flotación.** Para determinar el concepto de esta habilidad es necesario decir que cuando un cuerpo se encuentra en el agua en posición estática está sometido a dos fuerzas: el peso y el empuje. El peso es la fuerza gravitatoria que tira hacia abajo del cuerpo y el empuje es la fuerza que actúa hacia arriba, contrarrestando el peso. La magnitud de la fuerza de empuje es igual al peso del agua que ha sido desalojada por el cuerpo parcial o totalmente (Principio de Arquímedes). Tras este concepto, se puede decir que cuando la fuerza de empuje es mayor que la del peso el cuerpo flota.

**2.2.1.2 Respiración.** En la etapa de adaptación/aprendizaje no es lo mismo el agua en la cara (que sorprende, agrede, molesta, desestabiliza el equilibrio) que la cara en el agua, ejercicio que contiene un buen nivel de adaptación. Partiendo de esta idea, el proceso de la respiración en función del nado estaría dado por el logro de los siguientes niveles de capacidad:

#### **3 años:**

La cara en el agua.

Pausa respiratoria durante la inmersión.

Soplar la superficie del agua (hacer burbujas).

Al emerger, sacar la boca, soplar y aspirar.

#### **4 años:**

Soplar por la boca en la traslación subacuática.

Durante el desplazamiento, aumentar la frecuencia de soplar y tomar, con respecto a los movimientos de brazos.

Combinar la habilidad respiratoria con los diferentes movimientos de brazos.

Combinar la habilidad respiratoria con todas las actividades: durante la flotación, al nadar, al saltar al agua y emerger, etc.

**5 años:**

Iniciar el movimiento de la cabeza (eje longitudinal) y aspirar/soplar buscando la coordinación del giro de cabeza y el movimiento de brazos durante el nado de crol global.

**2.2.1.3 Propulsión.** Antes de aprender la tarea de la propulsión específica en cada uno de los estilos de natación, se debe dominar la propulsión básica. Estos movimientos se caracterizan porque no se busca similitud técnica con los estilos, sino que pretenden ir tomando conciencia de la posición del cuerpo y de la importancia de los brazos y de las piernas para avanzar o desplazarse.

**2.2.1.4 Equilibrio.** Por ser el agua un medio ingrávido, el cuerpo del ser humano flota, en su gran mayoría. Las sensaciones de apoyo (propioceptivas), en relación al medio terrestre se suprimen, y se cambian por nuevas sensaciones visuales. Según Vivesang (1993), hasta los 24 meses las piernas impulsan y los brazos equilibran, pasando de forma progresiva a invertirse este fenómeno a los 5-6 años.

La posición de equilibrio en el medio acuático está relacionada con la flotación y la situación de equilibrio está determinada por la posición relativa del centro de gravedad y del centro de flotación. Por centro de gravedad se entiende el punto donde se origina la fuerza peso resultante de todas las fuerzas peso del cuerpo humano y por centro de flotación se entiende el centro del volumen del cuerpo sumergido, siendo el punto donde se suman todas las fuerzas de flotación. El cambio de posición de los segmentos corporales provoca un cambio de la posición del centro de gravedad.

**2.2.1.5 Familiarización.** Los objetivos que se persiguen en la fase de familiarización son los de desarrollar la seguridad del niño y el dominio de sí mismo, asegurar la correcta aproximación del niño al nuevo medio y favorecer la comunicación del niño con el entorno (piscina, adulto y de los niños entre sí).

Porque la evolución de las conductas motrices en el medio acuático, pasa de lo reflejo y desorganizado, a mostrar una motricidad adaptable, controlada y suficientemente organizada como para adquirir técnicas natatorias hacia los 5-6 años. El repertorio de conductas que se pueden detectar van desde los movimientos del reflejo natatorio, donde las acciones espontáneas de las piernas son relevantes, a las inmersiones equilibradoras diversas y flotaciones ventrales o dorsales. De los movimientos de las extremidades, desorganizados al principio pero con carácter equilibrador y propulsor, a los cambios voluntarios de posición, chapoteos y conductas lúdicas, donde la presencia de objetos es importante.

Las conductas motrices del principiante en esta fase tienen como denominador común la presencia constante del adulto, ya sea padre, madre o educador o técnico que favorece el proceso de adquisición y hace que el niño pase del movimiento ayudado al auto movimiento. La relación adulto/niño es de capital importancia, la pedagogía del éxito es prioritaria, la capacidad para no transmitir los temores de los adultos a los niños también debe ser considerada. Luego, parece lógico pensar y sugerir que los juegos acuáticos sean lo más tempranos posibles para que la adaptabilidad al medio se desarrolle de forma adecuada y progresiva sin traumas ni inconvenientes.

## **2.2.2 Metodologías de aprendizaje en el agua**

**2.2.2.1. Propuesta didáctica de enseñanza a través del juego en las actividades acuáticas.** En las etapas de infantil y primaria tiene particular importancia la conexión entre el desarrollo motor y el desarrollo cognitivo.

Debemos tener presente que durante estos dos momentos, es cuando comienza a definirse el comportamiento social de la persona (el carácter expresivo y comunicativo del cuerpo facilita y enriquece la relación interpersonal) así como sus intereses y actitudes. Los juegos adquieren un gran valor educativo por las posibilidades de exploración del propio entorno y por las relaciones lógicas que se favorecen a través de las interacciones con los objetos, con el medio, con otras personas y consigo mismo. No hay que olvidar que el juego motor es uno de los principales mecanismos de relación e interacción con los demás y, será en estas etapas, cuando tenga un mayor protagonismo. La metodología empleada durante las clases de actividades acuáticas es de máxima importancia por la relación que se establece entre la motivación de los sujetos en sus clases y la práctica deportiva futura.

Se trabaja especialmente la habilidad de manipulaciones en el medio acuático, y está vinculada con el objetivo de propiciar la aceptación de las posibilidades individuales del movimiento en el agua, que varían respecto al medio terrestre y dominar las habilidades motrices acuáticas.

**2.2.2.2 Los juegos en el medio acuático.** Dice Maite Garaigordobil (1988). “El agua estimula la investigación multisensorial del mundo físico de tal manera que ninguna otra sustancia puede proporcionar, generando una animación y placer sensorial extraordinario”.

Como es normal, casi todas las características del juego en estas edades están indicadas para que el niño y la niña jueguen en el medio terrestre y se olvidan, casi por completo, de la exploración del medio acuático. Bien sea por la no disponibilidad del educador y la educadora hacia la tarea, motivada en gran parte por una falta de formación, bien sea por la dificultad de uso de una instalación de este tipo, el niño y la niña quedan mermados en su desarrollo integral al no poder experimentar las nuevas sensaciones que este nuevo medio posibilita.

Según Le Boulch, (1995) La utilización del agua reviste una importancia muy grande para el niño y para la niña en su desarrollo motor, por ello las actividades acuáticas en general, y los juegos acuáticos en concreto, son ampliamente aceptados y recomendables porque favorecen el desarrollo simétrico de los ejes longitudinal y transversal, porque supone una experiencia sensorial básica y porque a través de su práctica se experimentan nuevos objetivos de logro y dominio que en el medio terrestre no se podrían obtener.

Entre otras de las posibilidades de este medio encontramos la liberación de agresividad, pues la hostilidad, el resentimiento se pueden expresar encubiertamente en el juego violento con agua. También estimula la relajación y la concentración, facilitando la descarga de tensiones. Pero, sin duda alguna, a través de esta experiencia se fomenta las interacciones y la integración grupal entre los niños y las niñas. En este sentido Garaigordobil (1990) dice: “Los niños solitarios y que se sienten perdidos en el patio, en esta actividad se mezclaban más con los demás niños, los más inhibidos y retraídos se mostraban estimulados y alegres e incluso aceptaban contactos sociales que por lo corriente tenían dificultades de aceptar. Los juegos con agua estimulan la relación social entre los niños”.

Pero principalmente esta actividad permite conseguir objetivos, que con el trabajo en el medio terrestre no se conseguirían, como es el de ejercitar las destrezas motrices respetando las cualidades naturales de los niños y las niñas.

### **2.2.3 Factores que determinan la flotación**

**2.2.3.1 La densidad del agua.**La densidad de un cuerpo está relacionada con su flotabilidad, una sustancia flotará sobre otra si su densidad es menor. Por eso la madera flota sobre el agua y el plomo se hunde en ella, porque el plomo posee

mayor densidad que el agua mientras que la densidad de la madera es menor, pero ambas sustancias se hundirán en la gasolina, de densidad más baja.

Esto quiere decir que para saber si una persona puede flotar en el medio acuático debemos saber cuál es la densidad del agua y cuál es la densidad de la persona. Estos dos parámetros pueden variar dependiendo del tipo de agua y del somatotipo, edad, sexo, etc. de cada individuo. Sin embargo, existen valores medios con los cuales se puede afirmar que todos los humanos flotan en mayor o menor medida.

La densidad del agua dulce es de  $1.000 \text{ Kg/m}^3$  y la densidad media del cuerpo humano es de  $950 \text{ Kg/m}^3$ . Por lo tanto un individuo puede flotar con facilidad sobre el agua.

La mayoría de las veces el agua no se encuentra en estado puro, es decir,  $\text{H}_2\text{O}$  únicamente, sino que contiene diversas sustancias en mayor o menor medida, por ejemplo: calcio, magnesio, sodio, cloro, sulfuro, potasio, etc. Dependiendo de esas sustancias y la cantidad de ellas disueltas o en suspensión, el agua será más o menos densa.

Un ejemplo muy claro es la diferencia de densidad del agua del mar con respecto al agua de un río. El agua del mar contiene, entre otros compuestos, sal disuelta (cloruro de sodio), lo que hace que sea más densa ( $1.027 \text{ kg/m}^3$  en la superficie) y por lo tanto mucho más fácil flotar en ella que en un río o en una piscina.

**Tabla 2. Densidad del agua**

Densidad del agua			
Sustancia/Materia	Densidad		Flotabilidad
	(g/cm <sup>3</sup> )	(Kg/m <sup>3</sup> )	
<b>Aire</b>	0,0013	1,3	Flotan en el agua
<b>Gasolina</b>	0,68	680	
<b>Madera</b>	0,9	900	
<b>Hielo</b>	0,92	920	
<b>Aceite</b>	0,92	920	
<b>Cuerpo humano</b>	0,95	950	
<b>Agua dulce</b>	1,00	1.000	Se hunden en el agua
<b>Agua salada</b>	1,02	1.027	
<b>Acero</b>	7,80	7.800	
<b>Plomo</b>	11,3	11.300	
<b>Mercurio</b>	13,6		

La salinidad del mar varía en diferentes regiones del planeta. En las desérticas hay más evaporación, y en consecuencia más salinidad que en los fríos polos norte y sur. El agua de los océanos tiene como media un total de 3,5% de sal, es decir, por cada 1.000 gramos (1Kg.) de agua, 3,5 gramos son sales; frente al 0,1% que tiene de media el agua de los ríos.

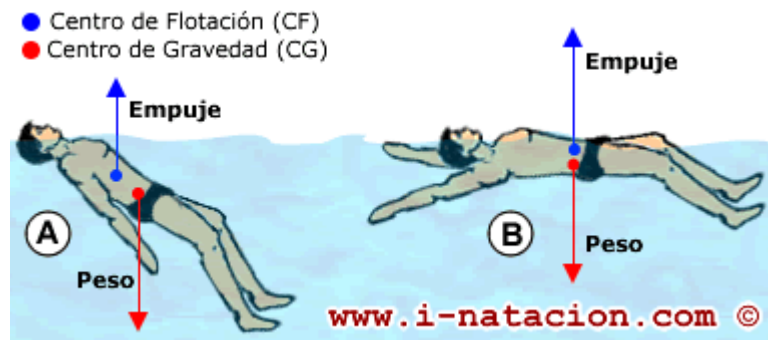
Otro factor que afecta a la densidad del agua es la temperatura, que se hace más densa a medida que desciende, es decir, cuanto más fría esté el agua, más densa es y como resultado de ello se flota mejor.

**2.2.3.2 La densidad del cuerpo:** El Principio de Arquímedes establece que cuando un cuerpo está total o parcialmente sumergido en un líquido en reposo experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del volumen del líquido desplazado. Por lo tanto si un cuerpo tiene una densidad relativa menor que 1, flotará, ya que el peso del objeto es menor que el agua desplazada.

El cuerpo humano puede alterar su densidad en función de la cantidad de aire albergada en sus pulmones, permitiendo que el peso del volumen de agua desalojado aumente o disminuya en relación al peso del cuerpo en su conjunto. En inspiración, el peso específico del cuerpo humano suele ser menor que 1, por lo tanto el cuerpo flotará; mientras que en espiración el peso específico suele ser mayor que 1, por lo tanto el cuerpo no flotará.

**2.2.3.3 El equilibrio en flotación:**Según el principio de Arquímedes, sobre un cuerpo sumergido en el agua actúan dos fuerzas: la fuerza de la gravedad o peso y la fuerza de flotación o empuje.

**Figura 1. El equilibrio en la flotación**



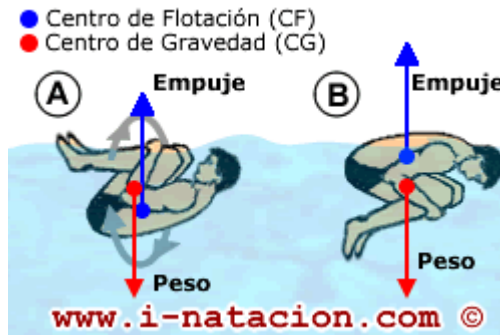
Fuente: <http://www.i-natacion.com/articulos/ensenanza/flotacion.html>

Para que un cuerpo quede en equilibrio estático, dichas fuerzas deberán de contrarrestarse, de lo contrario el cuerpo se hundirá o rotará hasta encontrar un equilibrio (figuras A de las Figuras 1 y 2).

El punto de aplicación de estas dos fuerzas sobre el cuerpo humano es distinto, debido al reparto no homogéneo de masas. En posición horizontal, generalmente, el punto de aplicación del centro de gravedad (CG) se sitúa más bajo que el punto de aplicación del centro de flotación (CF), (imagen 1).

Partiendo de esta base, podemos decir que se han de cumplir dos condiciones para que el cuerpo quede en equilibrio:

### Figura 2. Centros de gravedad y flotación



Fuente: <http://www.i-natacion.com/articulos/ensenanza/flotacion.html>

Que la resultante de las fuerzas aplicadas sea igual a cero ( $\sum F = 0$ ), es decir, que el Empuje sea igual al Peso ( $P=E$ ), (figuras B de las imágenes 1 y 2). En este punto influye la densidad del agua y la densidad del cuerpo, parámetros de los que ya hemos hablado.

Que la resultante de los momentos de las fuerzas aplicadas sea también cero, es decir, que el empuje y el peso tengan la misma línea de aplicación (figuras B de las imágenes 1 y 2), de lo contrario la resultante no será nula, produciéndose un movimiento rotatorio (figuras A de las imágenes 1 y 2), hundiéndose la parte mas pesada, generalmente las piernas, hasta que el centro de gravedad y el centro de flotación se hallen en la vertical.

El centro de gravedad o centro de masa del cuerpo humano no es un punto fijo, sino que puede variar su posición de una persona a otra dependiendo de la constitución física, la edad y el sexo. Pero también varía en una persona cuando la disposición de los segmentos cambia, como al caminar, al correr, sentarse, o simplemente levantar los brazos en posición horizontal con respecto al suelo Si la proyección del centro de gravedad cae dentro de la base de sustentación, se

puede decir que el cuerpo está en equilibrio, por el contrario cuando el CG cae afuera de ésta el cuerpo pierde el equilibrio.

Lo mismo sucede en el medio acuático pero con la salvedad de que la base de sustentación (superficie de apoyo) no es el suelo sino el agua.

Ya hemos mencionado que la densidad media de un cuerpo humano es ligeramente inferior a la densidad del agua, y por lo tanto la mayoría de personas flotan en el medio acuático.

Sin embargo, muchas veces ocurre que las extremidades inferiores tienden a permanecer en una posición determinada o tienden a adquirir la posición en donde la parte más densa queda hacia abajo (imagen 1, figura A). Esta situación sigue siendo un estado de flotación si se mantiene en la superficie o dentro del agua sin irse al fondo.

Para conseguir una flotación más horizontal podemos desplazar las extremidades superiores hacia arriba (imagen 1, figura B). Esto se debe a que la posición de equilibrio está determinada por la posición relativa del centro de gravedad o peso y del centro de flotación o empuje. Este cambio de posición de los segmentos corporales provoca un desplazamiento de la posición del centro de gravedad hasta que ambos puntos de aplicación se hallen en la vertical.

#### **2.2.4 EichhorniaCrassipes**

**Nombre Científico:** EichhorniaCrassipes

**Nombre Común:** buchón de agua / jacinto de agua

**Especie:** EichhorniaCrassipes

**Género:** Eichhornia

**Familia:** Pontederiaceae

**Orden:** Liliales

**Clase:** Liliopsida

**Reino:** Plantae

**Hábitat:** Agua dulce: Ríos, lagos, charcas. Latitudes menores 40° N y 45° S.

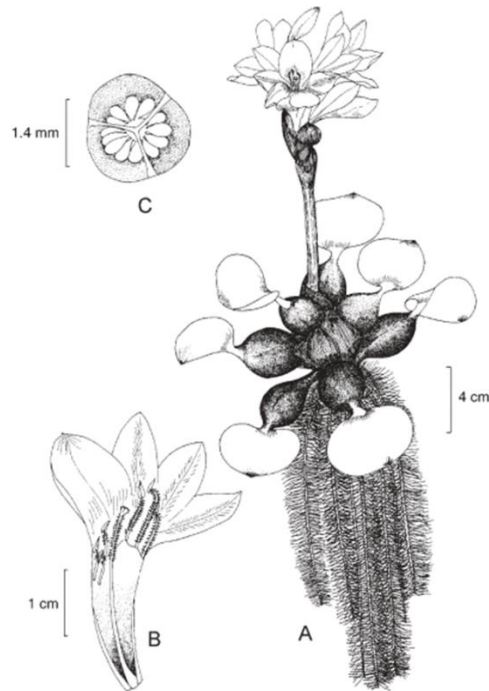
Temperaturas 22° a 25°

**Distribución:** nativa de cuenca amazónica

Nombres comunes registrados en la zona: camalote, flor de agua, lirio, ninfa, picode pato, tambor. Nombres comunes registrados fuera de la zona de estudio: huachinango, Jacinto de agua, lagunera, lechuguilla, lirio acuático, reina de agua.

Planta comúnmente perenne, libremente flotante; tallos rizomatosos, estoloníferos; hojas arrosetadas, peciolo de 3 a 60 cm de largo, muy variables en tamaño dependiendo del hábitat donde se encuentren, inflados y cortos o bien definidos y alargados, todas las hojas emergidas, láminas obovadas a elípticas, de 2.5 a 16 cm de largo y de 3 a 12 cm de ancho, ápice truncado, redondeado a ligeramente obtuso, base truncada a algo cordada; inflorescencia espiciforme, con 4 a 16

### Figura 3. Partes *Eichhornia Crassipes*



*Eichhornia crassipes* (C. Martius) Solms-Laub. A. aspecto general de la planta; B. flor desprovista de una parte del perianto; C. corte transversal del ovario. Ilustrado por Humberto Sánchez Córdova.

Fuente: <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumenes/FLOBA/Flora%2063.pdf>

flores, éstas solitarias y alternas a lo largo del pedúnculo, sésiles, pedúnculo de 6 a 26(33) cm de largo, grueso, glabro a ligeramente pubescente, entrenudo entre las espatas nulo, espata inferior de 2.5 a 6(10) cm de largo, envolvente, abierta en la mitad superior, lámina de la espata inferior de 1.2 a 4.5 cm de largo y de 0.9 a 3.5 cm de ancho, orbicular a oblata, ápice obtuso, base cordada, mucho más pequeña que la lámina de las hojas no floríferas, espata superior de 3 a 8(13) cm de largo, abierta en el tercio o en la mitad superior, ápice mucronado, mucrón de 0.2 a 1 cm de largo; flores de ca. 5 cm de largo, perianto de color lila, externamente glandular-piloso, lóbulos externos de ca. 3 cm de largo, margen entero, lóbulos internos de ca. 3 cm de largo, margen entero; filamentos de los estambres largos de 2.5 a 3.6 cm de largo, de los cortos de 1.7 a 2 cm de largo, glandularpilosos a todo lo largo o los cortos algunas veces glabros, anteras de los filamentos largos de 1.6 a 2.2 mm de largo, de los cortos de 1.8 a 2.3 mm de

largo; pistilo de 2.4 a 3.6 cm de largo, heterostilo, estilo glandular-piloso, estigma trilobado-fimbriado; cápsulas de ca. 1.5 cm de largo; semillas de ca. 1.5 mm de largo.

Planta propia de ríos, arroyos, canales, charcas temporales, lagos, lagunas, pantanos y presas. Alt. 1750-2500 m. Florece durante todo el año. Originaria de América cálida, ahora está naturalizada en las regiones tropicales y subtropicales de todo el Planeta. Centroamérica; Sudamérica (tipo procedente de Brasil: K. F. P. Martius 60 (M!)); las Antillas; partes más calientes del Hemisferio Oriental.

Seguramente esta planta fue introducida a la región de estudio desde hace mucho tiempo. Suele ser muy abundante, especialmente en los ambientes acuáticos perturbados, por lo que no es vulnerable a la extinción. Dentro y fuera del área de estudio se reconoce a esta planta como usada para alimento de carpas, para hacer artesanías, producir biogás, depurar aguas residuales, como forraje, abono verde, ornamental y para proporcionar sombra para los langostinos. La contaminación del agua promueve su reproducción vegetativa de manera desmedida, por lo que es considerada la maleza acuática que causa mayores problemas en nuestro país, cubriendo grandes extensiones de los cuerpos de agua en poco tiempo, impidiendo la navegación, la recreación y la pesca. Evapora grandes volúmenes de agua a través de la transpiración, favorece el desarrollo de mosquitos que producen daños a la salud de las personas y del ganado. Su crecimiento afecta desfavorablemente la existencia de otras plantas acuáticas nativas.

**2.2.5 Fundamentos de Antropometría.** Comprende la colección y análisis de las dimensiones del cuerpo humano, por lo general de un gran número de individuos. Es útil para el diseñador, pues a través de estos datos se puede asignar dimensiones adecuadas a los objetos o productos que se diseñan, con el fin de

adaptarlos correctamente al sector de la población al cual están dirigidos, o bien a la mayor cantidad posible de usuarios potenciales.

Uno de los objetivos de la ergonomía aplicada al diseño de productos es lograr que estos se adapten al usuario y no que el usuario se adapte a ellos, en este aspecto, conocer los datos antropométricos del sector al que se dirige el producto es de vital importancia, pues estos datos nos permitirán determinar medidas o dimensiones del objeto o artefacto que resultan críticas para la usabilidad del mismo.

Los factores de la antropometría cuya aplicación se hace útil en el diseño, varían dependiendo del producto que vaya a ser diseñado, así pues diversas medidas corporales serán útiles para el diseño de ciertos artículos en específico, mientras que otras deberán ser ignoradas o bien descartadas por su falta de utilidad, podríamos ejemplificar este aspecto nombrando al sastre para el cual la circunferencia total del cuello es de vital importancia en la elaboración de sus diseños, mientras que al diseño de una herramienta manual de poco le serviría este dato.

Otro de los aspectos a tomar en cuenta en la aplicación de la antropometría son las diferencias que se suscitan entre individuos de una misma comunidad, factor directamente relacionado con la edad, sexo, etnia o raza e incluso sector socio económico, además influyen en menor grado los defectos o malformaciones físicas, esto genera la aparición de diferencias entre conglomerados sociales e individuos.

Es por ello que el grupo o sector de la población al que se dirigirá el diseño debe estar delimitado desde el principio del proyecto, de modo tal que el diseñador pueda determinar los datos antropométricos adecuados que se utilizan en el desarrollo del producto.

**2.2.5.1 Dimensiones Antropométricas Estructurales y Funcionales.** Al hablar de datos antropométricos, es conveniente distinguir entre dos tipos de dimensiones antropométricas: las estadísticas (estructurales) y las dinámicas (funcionales).

Las dimensiones antropométricas estáticas, están relacionadas con las dimensiones de segmentos específicos del cuerpo humano, alturas, perímetros, anchuras, larguras y masa corporal.

Las dimensiones antropométricas dinámicas, están relacionadas con las dimensiones resultantes del movimiento del cuerpo humano o de sus partes, tales como: cambios posturales, ángulos, alcances, velocidades, aceleraciones, fuerzas y espacios descritos en la trayectoria de los movimientos.

Las dimensiones antropométricas estáticas se aplican a diseños de objetos que requieren poco movimiento o a espacios de actuación que no tienen en cuenta el movimiento tridimensional, mientras que las dimensiones antropométricas dinámicas se aplican a diseños de puestos o estaciones de trabajo u objetos cuyo uso implique una cantidad importante de movimiento por parte del usuario.

**2.2.5.2 Presentación de los datos antropométricos.** Una vez recolectados, los datos se presentan en forma gráfica, como la utilizada por Dreyfuss, sin embargo en los datos organizados específicamente respecto a la naturaleza de su distribución, es de mayor eficacia su interpretación si estos se representan mediante diagramas de columnas o histogramas, mientras la anchura de las barras es idéntica, su altura es variable y representa la frecuencia o número de casos para cada intervalo, las barras pueden sustituirse por una línea o trayectoria que una los puntos medios de cada intervalo, creando así una línea de frecuencia que se puede representar en forma curva o de trazos discontinuos, la forma resultante se denomina curva normal para el primer caso y polígono de frecuencia

para el segundo. Para mayor practicidad se suelen agrupar estos datos a manera de percentiles cuya utilización es particularmente extensa entre los diseñadores de equipos de productos.

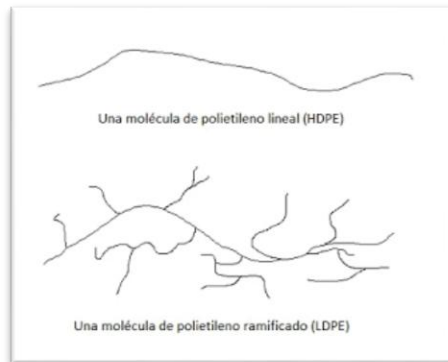
**2.2.5.3 Percentiles.** Son datos estadísticos que expresan las distintas variaciones antropométricas existentes entre grupos de individuos, con fines de estudio la población se fracciona en categorías de porcentajes, ordenadas de menor a mayor con relación a alguna medida concreta del cuerpo, por ejemplo el percentil 1 en estatura indicara que el 99% de la población estudiada superara esta dimensión, del mismo modo, el percentil 20 de estatura indicara que el 80% de la población restante superará esta medida.

Al trabajar con percentiles conviene tener presente dos factores fundamentales, primero los percentiles antropométricos de individuos reales se refieren únicamente a una dimensión corporal, segundo, un mismo individuo puede pertenecer a un grupo percentil distinto dependiendo del miembro o parte del cuerpo que estudie.

También es necesario determinar a qué sector o nicho de mercado va dirigido el producto a diseñar y por consiguiente los valores antropométricos asociados a los individuos integrantes de dicho grupo o sector. Luego de realizado esto es necesario identificar el miembro o los miembros del cuerpo involucrado(s) en la operación del diseño a realizar, estudiar los datos percentiles correspondientes y elegir aquella(s) dimensión(es) que se ajuste(n) a la mayor cantidad de individuos posible y que por supuesto conlleve a la solución de diseño planteado. Cabe destacar, que si las consideraciones ergonómicas y antropométricas son realizadas en una etapa temprana del proyecto (lo cual debería suceder) es entonces común que el diseño deba transformarse o ajustarse en virtud de dichas limitaciones.



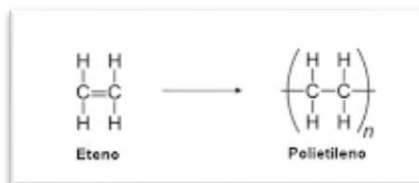
#### Figura 4. Polietileno lineal y ramificado



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

El polietileno se obtiene a partir del monómero etileno (nombre IUPAC: eteno). Tiene la fórmula  $C_2H_4$ , que consiste en un par de grupos metilenos ( $CH_2$ ) conectadas por un enlace doble.

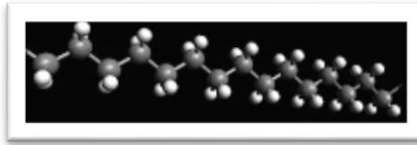
#### Figura 5. Polietileno estructura química



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

El etileno es una molécula bastante estable que se polimeriza en contacto sólo con los catalizadores. La conversión es altamente exotérmica (el proceso libera una gran cantidad de calor). Para la polimerización del eteno se utilizan cloruros u óxidos metálicos. Los catalizadores más comunes constan de cloruro de titanio (III), llamado catalizadores Ziegler-Natta. Otro catalizador común es el catalizador de Phillips, preparado mediante el depósito de óxido de cromo (VI) sobre sílica. El polietileno puede ser producido mediante polimerización por radicales, pero esta ruta es sólo de utilidad limitada y generalmente requiere un equipo de alta presión.

**Figura 6. Molécula de polietileno 3D**



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

**2.2.6.2 Propiedades físicas.** El polietileno es un polímero termoplástico que consiste en largas cadenas de hidrocarburos. Dependiendo de la cristalinidad y el peso molecular, un punto de fusión y de transición vítrea puede o no ser observables. La temperatura a la que esto ocurre varía fuertemente con el tipo de polietileno. Para calidades comerciales comunes de polietileno de media y alta densidad, el punto de fusión está típicamente en el rango de 120 a 130°C (248 a 266°F). El punto de fusión promedio polietileno de baja densidad comercial es típicamente 105 a 115°C (221 a 239°F).

**2.2.6.3 Propiedades químicas.** La mayoría de los grados de polietilenos de baja, media y alta densidad tienen una excelente resistencia química, lo que significa que no es atacado por ácidos fuertes o bases fuertes. También es resistente a los oxidantes suaves y agentes reductores. El polietileno se quema lentamente con una llama azul que tiene una punta de color amarillo y desprende un olor a parafina. El material continúa ardiendo con la eliminación de la fuente de llama y produce un goteo, el polietileno (aparte del polietileno reticulado) generalmente se pueden disolver a temperaturas elevadas en hidrocarburos aromáticos tales como tolueno o xileno, o en disolventes clorados tales como tricloroetano o triclorobenceno.

**2.2.6.4 Clasificación.** El polietileno se clasifica en varias categorías basadas sobre todo en su densidad y ramificación. Sus propiedades mecánicas dependen en gran medida de variables tales como la extensión y el tipo de ramificación, la

estructura cristalina y el peso molecular. Con respecto a los volúmenes vendidos, los grados de polietileno más importantes son el HDPE, LLDPE y LDPE.

Se nombran los polietilenos más conocidos con sus acrónimos en inglés:

- Polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE)
- Polietileno de ultra bajo peso molecular (ULMWPE o PE-WAX)
- Polietileno de alto peso molecular (HMWPE)
- Polietileno de alta densidad (HDPE)
- Polietileno de alta densidad reticulado (HDXLPE)
- Polietileno reticulado (PEX o XLPE)
- Polietileno de media densidad (MDPE)
- Polietileno de baja densidad lineal (LLDPE)
- Polietileno de baja densidad (LDPE)
- Polietileno de muy baja densidad (VLDPE)
- Polietileno clorado (CPE)

A continuación se ejemplifican algunos productos fabricados con los distintos tipos de polietilenos:

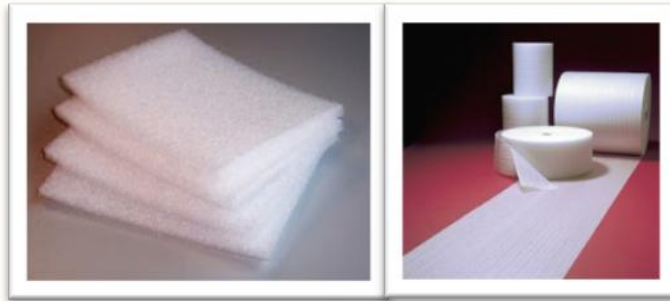
**Figura 7. Productos fabricados con los distintos tipos de polietilenos**



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

**2.2.6.5 Polietileno espumado.** En su forma de espuma, el polietileno se utiliza en la amortiguación de vibraciones, de envasado y el aislamiento, como un componente barrera o de flotabilidad, o como material para la amortiguación. La espuma de polietileno se ve con mayor frecuencia como un material de envasado. La espuma de polietileno es flotante, por lo que es popular para usos náuticos. Muchos tipos de espuma de polietileno están aprobados para uso en la industria alimentaria. Se encuentra en muchos tipos de envases, la espuma de polietileno se utiliza para el embalaje de muebles, componentes informáticos, electrónicos, bolas de boliche, productos de metal y otros a fin de evitar raspaduras por golpes originados en el transporte.

**Figura 8. Polietileno Espumado**



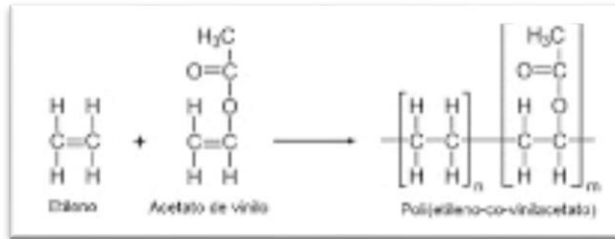
Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

**2.2.7 Etilenvinilacetato (EVA).** El etilenvinilacetato (más conocido como EVA) es el copolímero de etileno y acetato de vinilo. El porcentaje en peso de acetato de vinilo por lo general varía de 10 a 40%, siendo el resto etileno. Aunque en algunos casos, este porcentaje puede ser un tanto mayor (hasta un 75%), utilizados como suspensiones acuosas.

Se trata de un polímero que se acerca a los elastómeros en cuanto a la suavidad y flexibilidad, sin embargo, puede ser procesado al igual que los termoplásticos, por lo que este tipo de materiales recibe el nombre de elastómero termoplástico. El material tiene buena claridad y brillo, propiedades de barrera, resistencia a bajas temperaturas, la resistencia al estrés-cracking, propiedades de adhesivo hot-melt a prueba de agua, y resistencia a la radiación UV. El EVA tiene poco o ningún olor y compite con la goma y productos vinílicos en muchas aplicaciones eléctricas.

**2.2.7.1 Estructura química y síntesis:** El copolímero etileno-vinilacetato es un polímero de adición formado por unidades repetitivas de etileno y acetato de vinilo:

**Figura 9. Síntesis del EVA**



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/06/etilvinilacetato-eva.html>

La copolimerización del etileno y el vinilacetato puede llevarse a cabo por los tres métodos siguientes:

1. Polimerización en emulsión.
2. Polimerización en solución.
3. Polimerización por alta presión

En la producción de EVA mediante polimerización en emulsión se obtienen productos que contienen de 40 a 70% en peso de acetato de vinilo copolimerizado. Los productos contienen residuos de emulsionante que no puede ser completamente eliminado. Por tanto, estos polímeros no son adecuados para muchas aplicaciones.

Por polimerización en emulsión también puede obtenerse EVA que contiene más de 75% en peso de acetato de vinilo. Es un proceso de presión media. Es llevado típicamente a cabo a presiones de 30 a 500 bares y a temperaturas de 20 a 100°C. Los copolímeros así obtenidos tienen un alto contenido de gel y no pueden ser procesados como caucho sólido para la mayoría de los propósitos. En consecuencia, estos polímeros generalmente no se aíslan en absoluto, en su lugar, la dispersión acuosa de sólidos (látex) se aplica directamente.

En el proceso de polimerización en solución para la producción de EVA se logra obtener productos libres de gel debido, por un lado, a una buena solubilidad de los

productos a lo largo del proceso de polimerización y, por otro lado, una transferencia baja constante del disolvente a la cadena de polímero en crecimiento. En consecuencia, terc-butanol o mezclas de tert-butanol, metanol e hidrocarburos, por ejemplo, se utiliza como disolvente en el proceso de polimerización en solución para la producción de EVA que contiene más de 30% en peso de acetato de vinilo. Además, para la producción económica de EVA, la polimerización tiene que llevarse a cabo en altas concentraciones de sólidos en la que se desarrollan viscosidades considerables. Los productos que contienen hasta un 75% en peso de acetato de vinilo se pueden obtener por polimerización en solución.

El EVA de bajo contenido de acetato de vinilo puede ser producido por polimerización en masa de alta presión. La polimerización se lleva a cabo generalmente bajo presiones de 1.000 a 3.000bares y a temperaturas de 150 a 280°C. Los productos obtenidos por este procedimiento, que tienen contenidos de acetato de vinilo de hasta 30% en peso, se puede usar como adhesivos termo fusibles y como promotores de flujo para los aceites y combustibles (destilados medios del petróleo) y para el revestimiento de cables.

Al reactor de polimerización se le agrega una corriente controlada de comonomero vinil acetato (VA). Para llevar a cabo la reacción se utilizan autoclaves (también se pueden utilizar reactores tubulares) y agitación. Se prefieren autoclaves con alto contenido de VA (18%) con objeto de controlar mejor la variables críticas, como el peso molecular y el contenido de comonomero. Una diferencia importante entre el proceso común de producción del polietileno de baja densidad (LDPE) y el empleado para EVA es el sistema de terminación. Se requiere equipo especial para manipular el copolímero EVA, que es blando, de baja temperatura de fusión y frecuentemente pegajoso.

**2.2.7.2 Propiedades y características:** la incorporación del acetato de vinilo en el proceso de polimerización del etileno produce un copolímero con una cristalinidad más baja que la del homopolímero de etileno común, por lo tanto estas resinas de más baja cristalinidad tienen temperaturas de fusión y temperaturas de termosellado más baja, además de que se reduce la rigidez, resistencia a la tracción y dureza, son más transparentes, más flexibilidad a baja temperatura, mayor resistencia a la ruptura y al impacto, pero sus propiedades a altas temperaturas son menores que las del LDPE, también son más permeables al oxígeno, al vapor agua y al óxido de carbono, la resistencia química es similar a la del LDPE, pero las resinas de EVA con mayor contenido de acetato de vinilo tienen una resistencia un poco mayor a los aceites y grasas.

**Tabla 3. Propiedades típicas de EVA para inyección o extrusión**

Propiedad	Método	Unidad	Valor
<b>Contenido de VA</b>	-	%	16
<b>Densidad</b>	ASTM D792	g/cm <sup>3</sup>	0,937
<b>MFI</b>	ASTM D1238	g/10min.	1,5
<b>Resistencia a la tracción</b>	ASTM D638	Kg/cm <sup>2</sup>	170
<b>Alargamiento a la rotura</b>	ASTM D638	%	700
<b>Fragilidad en frio</b>	ASTM D746	°C/F50	<-76
<b>Punto de ablandamiento Vicat</b>	ASTM D1525	°C	67
<b>Punto de fusión</b>	ASTM D3418	°C	89
<b>Dureza Shore A</b>	ASTM D2240	-	37

Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/06/etilvinilacetato-eva.html> Producto EVATHENE UE630. Valores típicos para EVA utilizado para moldeo por inyección, compresión (espumado), extrusión de lámina y perfil, soplado

### 2.2.7.3 Aplicaciones

**2.2.7.3.1 Adhesivos de fusión en caliente.** Los adhesivos de fusión en caliente, como las barras de pegamento caliente, son comúnmente hechos de EVA, por lo general con aditivos como la cera y resina. El EVA también se utiliza como un

aditivo para mejorar el pegado-despegado en envolturas de plástico para empaques.

El contenido de acetato de vinilo generalmente cae en el rango de 14 a 35% de acetato de vinilo, aunque otros porcentajes pueden encontrarse para aplicaciones específicas. El peso molecular posee una amplia influencia en las propiedades adhesivas y reológicas del hot-melt. Cuanto mayor sea el contenido de etileno, mejor será la adhesión específica a sustratos no-polares, tales como poliolefinas. Los copolímeros de mayor contenido de acetato de vinilo muestran una mejor adhesión a sustratos polares, como el papel. Los polímeros de menor peso molecular poseen menor viscosidad de fusión y son más fáciles de procesar y aplicar. Éstos también proporcionan una mejor humectación y, por tanto, una mejor adherencia mecánica para sustratos porosos, como el papel y la madera. Los copolímeros de alto peso molecular se utilizan para aplicaciones que requieren una óptima fuerza de cohesión a temperaturas elevadas y una buena flexibilidad a bajas temperaturas.

**2.2.7.3.2 Medicina** El EVA también se utiliza en ingeniería biomédica en aplicaciones como dispositivo para administración de fármacos. El polímero se disuelve en un disolvente orgánico (por ejemplo, diclorometano). El fármaco en polvo y el relleno (por lo general un azúcar inerte) se añaden a la solución líquida y se mezcla rápidamente hasta obtener una mezcla homogénea. La mezcla de la droga, relleno y polímero es, entonces, vertido en un molde a  $-80^{\circ}\text{C}$  y liofilizado hasta que solidifique. Estos dispositivos se utilizan en la administración de fármacos para liberar lentamente un compuesto con el tiempo. Mientras que el polímero no es biodegradable en el cuerpo, es bastante inerte y causa poca o ninguna reacción después de la implantación.

**2.2.7.3.3 Goma espuma** La goma EVA es uno de los materiales popularmente conocidos como caucho expandido o gomaespuma. La espuma de EVA se utiliza

como relleno en los equipos de varios deportes, como las botas de esquí, hockey, boxeo, artes marciales, botas de wakeboard, botas de esquí acuático, empuñaduras de cañas y otros artefactos. Se suele utilizar, por ejemplo, como un amortiguador en el calzado deportivo. Se utiliza para la fabricación de flotadores para las redes de pesca comerciales, tales como redes de cerco y las redes de enmalle. Además, debido a su flotabilidad, el EVA ha hecho su camino en productos no tradicionales, tales como lentes flotantes.

Las zapatillas y sandalias de EVA, hoy en día, son muy populares debido a sus propiedades tales como peso ligero, facilidad para moldear, acabado brillante y un costo más barato en comparación con el caucho natural.

**Figura 10. Planchas, plantillas y goma de EVA**



Fuente.<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/06/etilvinilacetato-eva.html>

**2.2.7.3.4 Tapones y juntas de hermeticidad.** Debido a su elasticidad y buenas propiedades barrera, el EVA se puede utilizar como un sustituto del corcho en muchas aplicaciones y para juntas de estanqueidad en tapas de bebidas carbonatadas.

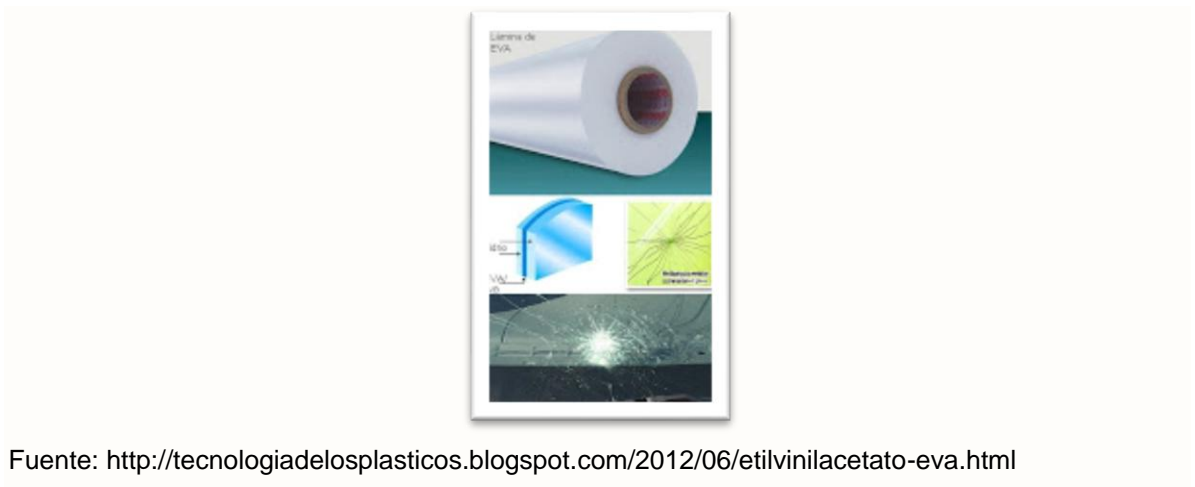
**Figura 11. Juntas de tapas para botellas de bebidas gaseosas, tapón**



Fuente. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/06/etilvinilacetato-eva.html>

**2.2.7.3.5 Vidrios de seguridad.** Láminas de EVA junto con el PVB (polivinilbutiral) es utilizado para la fabricación de vidrios de seguridad para mantener unidas las láminas de vidrio y evitar que se astille y se desprendan pedazos de vidrio al romperse.

**Figura 12. Vidrio de seguridad**



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/06/etilvinilacetato-eva.html>

### 3. ESTADO DEL ARTE

Tabla 4. Productos Existentes

ANÁLISIS DE PRODUCTOS EXISTENTES		
<p><b>ZOGGY BACK FLOAT</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.zoggs.com/learn-to-swim-1/stage-3-confident-swimmer/zoggy-mini-kickboard.html">http://www.zoggs.com/learn-to-swim-1/stage-3-confident-swimmer/zoggy-mini-kickboard.html</a></p>	<p><b>Marca: Zoggs USA</b></p>	
	<p><b>Ventajas</b></p> <p>Capas desmontables que ayudan a generar confianza con un avance gradual</p> <p>Material flotante (EVA Reforzada)</p> <p>Permite el libre movimiento de brazos y piernas</p>	<p><b>Desventajas</b></p> <p>El material de la correa (Nylon) incomoda al niño</p> <p>Difícil agarre</p> <p>Formas planas que no se adaptan al cuerpo</p>
<p><b>MANGUITOS FLOTADORES ZOGGS</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.zoggs.com/swim-activities/learn-to-swim/stages-of-development/learn-to-swim/">http://www.zoggs.com/swim-activities/learn-to-swim/stages-of-development/learn-to-swim/</a></p>	<p><b>Marca: Zoggs USA</b></p>	
	<p><b>Ventajas</b></p> <p>Mantiene al niño a flote</p> <p>No permite que su cabeza se hunda</p> <p>Válvulas de seguridad que evitan la expulsión de aire rápida</p>	<p><b>Desventajas</b></p> <p>Impide una buena movilidad de los brazos</p> <p>No influyen en la postura que debe adoptar el cuerpo</p> <p>Son inflables, por lo tanto se pinchan</p> <p>Difícil de poner una vez inflados</p>

## ANÁLISIS DE PRODUCTOS EXISTENTES



<b>CHALECO SALVAVIDAS PUDDLE JUMPERS</b>		<b>Marca: Stearns Inc.</b>	
		<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
 <p>Fuente: <a href="http://www.stearnsflotation.com/Kids-Life-Jackets-C26.aspx">http://www.stearnsflotation.com/Kids-Life-Jackets-C26.aspx</a></p>		<p>No permite que el niño se hunda</p> <p>Mantiene la cabeza del niño fuera del agua</p> <p>Tiene colores y estampados llamativos</p>	<p>Restringe el movimiento de los brazos del niño en el agua</p> <p>El material de la correa (Nylon) incomoda al niño</p>
<b>CHALECO DE NATACIÓN AZUL.</b>		<b>Marca: Nabaiji</b>	
		<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
 <p>Fuente: <a href="http://www.nabaiji.com/ES/swimvest-azul-15-30kg-111794710/">http://www.nabaiji.com/ES/swimvest-azul-15-30kg-111794710/</a></p>		<p>No permite que el niño se hunda</p> <p>Mantiene a flote su cabeza</p> <p>Genera seguridad</p>	<p>Limita la libertad de movimientos</p> <p>Incómodo para el niño por el desplazamiento del producto mientras flota en el agua</p>
<b>CINTURON</b>		<b>Marca: Nabaiji</b>	
		<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
 <p>Fuente: <a href="http://www.nabaiji.com/ES/cinturon-15-60-kg-verde-90653988/">http://www.nabaiji.com/ES/cinturon-15-60-kg-verde-90653988/</a></p>		<p>Mantiene el niño a flote</p> <p>No necesitan inflarse, no se pinchan</p> <p>Permite flotabilidad, soporte y estabilidad</p> <p>Nivel de flotabilidad ajustable</p>	<p>Incomodo de usar</p> <p>Sus formas maltratan la piel del niño, poco ergonómico</p> <p>Mantiene la posición vertical en el agua</p> <p>Correa en Nylon y broche molestos para contacto con la</p>

ANÁLISIS DE PRODUCTOS EXISTENTES		
	Material Flotante: EVA	piel
<b>TABLA DE NATACIÓN INCHABLE</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
 <p><a href="http://www.solostocks.com/venta-productos/deportes-agua/flotadores/tabla-de-natacion-hinchable-en-pvc-7472884">http://www.solostocks.com/venta-productos/deportes-agua/flotadores/tabla-de-natacion-hinchable-en-pvc-7472884</a></p>	<p>Alto nivel de flotabilidad</p> <p>Material PVC sellado</p> <p>Fácil de transportar y de almacenar desinflado (dimensiones desinflada 400 x 530 mm)</p>	<p>Su función como tabla se ve limitada por el volumen y el alto grado de flotación</p> <p>El pegue del material genera bordes y dobleces que pueden lastimar al niño.</p> <p>Agarre poco ergonómico.</p>
<b>TABLA UNIVERSAL KICKBOARD</b>	Marca:Speedo	
	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
 <p><a href="http://catalogo.speedo.com.co/accesorios/ayudas/5606106-tabla-universal-kickboard-detail">http://catalogo.speedo.com.co/accesorios/ayudas/5606106-tabla-universal-kickboard-detail</a></p>	<p>Mejora la fuerza de las piernas y la técnica de la patada</p> <p>Los agujeros de la tabla mejoran el agarre</p> <p>Bordes redondeados para mayor confort</p> <p>Hecha en EVA material resistente de fácil agarre.</p>	<p>Limita el movimiento de los brazos</p> <p>Superficies planas que no se adaptan al cuerpo</p>

## ANÁLISIS DE PRODUCTOS EXISTENTES

ANÁLISIS DE PRODUCTOS EXISTENTES		
<b>MANGUITOS DELPHIN</b>	<b>Marca: Delphinswim discs.</b>	
	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
 <p><a href="http://www.seguridaddepiscinas.es/otros-2/manguitos-para-ninos-en-las-piscinas-delphin-disc">http://www.seguridaddepiscinas.es/otros-2/manguitos-para-ninos-en-las-piscinas-delphin-disc</a></p>	<p>Mantiene el niño a flote</p> <p>Capas desmontables que ayudan a generar confianza con un avance gradual</p> <p>No necesitan inflarse, no se pinchan</p> <p>No tienen esquinas cortantes, que dañen la cara o brazos del niño.</p>	<p>Impide una buena movilidad de los brazos</p> <p>No influyen en la postura que debe adoptar el cuerpo</p>
<b>FLOTALON</b>	<b>Marca: Polylon</b>	
	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
 <p><a href="http://www.polyton.com/flotalon.php">http://www.polyton.com/flotalon.php</a></p>	<p>Mantiene el niño a flote</p> <p>Versátil</p> <p>100% impermeable</p> <p>No requiere inflar, no se pincha</p> <p>Material: Espuma de polietileno</p>	<p>La forma, por ser tan básica, en ocasiones genera inestabilidad y restringe los movimientos</p> <p>Se puede soltar fácilmente</p>
<b>FLOTADOR INFLABLE</b>		
	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
	<p>Mantiene el niño a flote</p> <p>Fácil de transportar y de almacenar desinflado</p>	<p>Impide una buena movilidad de los brazos</p> <p>Limita la postura</p>

## ANÁLISIS DE PRODUCTOS EXISTENTES

 <p style="text-align: center;"> <a href="http://www.alamaula.com.co/antioquia/deportes/flotador-en-forma-de-aro/2414284">http://www.alamaula.com.co/antioquia/deportes/flotador-en-forma-de-aro/2414284</a> </p>	<p>Material: PVC sin látex</p>	<p>que debe adoptar el cuerpo en el agua</p> <p>Son inflables, por lo tanto se pinchan</p> <p>El pegue del material genera bordes y dobleces que pueden lastimar al niño.</p>
<b>PANELITAS</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
	<p>No necesitan inflarse, no se pinchan</p> <p>Permite flotabilidad, soporte y estabilidad</p> <p>Nivel de flotabilidad ajustable</p> <p>Permite libertad de movimiento de brazos y piernas</p> <p>Material Flotante: Poliéstireno expandido</p>	<p>Incomodo para el niño</p> <p>Material poco adecuado para el contacto con la piel</p> <p>Lazo de amarre rústico, inapropiado para la piel</p> <p>Difícil mantenimiento, rápido deterioro superficial, antihigiénico</p>

## 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 4.1 DOCUMENTACIÓN

#### 4.1.1 Observación

##### 4.1.1.1 Etapa 1: Observación de la planta (análisis biónico)

**Objetivo:** Obtener analogías mediante el análisis biónico de la planta *Eichhornia Crassipes (Jacinto de Agua)*, para aplicarlas en el diseño de una familia de objetos para natación, considerando los siguientes aspectos: forma, materia y función.

**Hipótesis:** Las propiedades físicas y estructurales de la planta en cuanto a flotación e inmersión servirán para solucionar estos mismos aspectos en el producto final. Los factores formales intervendrán en el diseño, dando como resultado un producto coherente con el medio acuático.

#### **Recursos Necesarios:**

- Planta Jacinto de agua
- Instrumentos de medición
- Formato guías de observación
- Cámaras Fotográficas (Lente de aproximación)

#### **Prueba:**

Análisis realizado a la especie **EichhorniaCrassipers**, abstrayendo de las partes principales de la planta formas, funciones y propiedades de materia, validado mediante el uso de guías de observación analítica<sup>8</sup> y posteriormente aplicados a procesos creativos.


---

<sup>8</sup>MORALES, Leonardo; Castellanos, Vilma; Ruiz Alejandra. BIONICA: GUÍA DE OBSERVACIÓN ANALÍTICA. Universidad de los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño. Bogotá. 2008. En este Texto se encuentran las guías metodológicas para un análisis biónico formal y funcional, serán la base para el estudio de la planta

**Figura13. Observación analítica, ficha técnica EichhorniaCrassipes**

Biónica: Observación Analítica

## INFORMACIÓN DE LA PLANTA



**Nombre Científico:**  
Eichhornia Crassipes

**Nombre Común:**  
Buchon de agua / Jacinto de agua

**Especie:**  
Eichhornia Crassipes

**Género:**  
Eichhornia

**Familia:**  
Pontederiaceae

**Orden:**  
Liliales

**Clase:**  
Liliopsida

**Reino:**  
Plantae

**Hábitat:**  
Agua dulce: Rios, lagos, charcas.  
Latitudes menores 40° N y 45° S.  
Temperaturas 22° a 25°

**Distribución:**  
Nativa de cuenca amazonica

**Investigador:**  
Ana Cecilia Franco Ortiz  
Heidy Patricia Peña Rojas

**Fecha:** 07/01/13

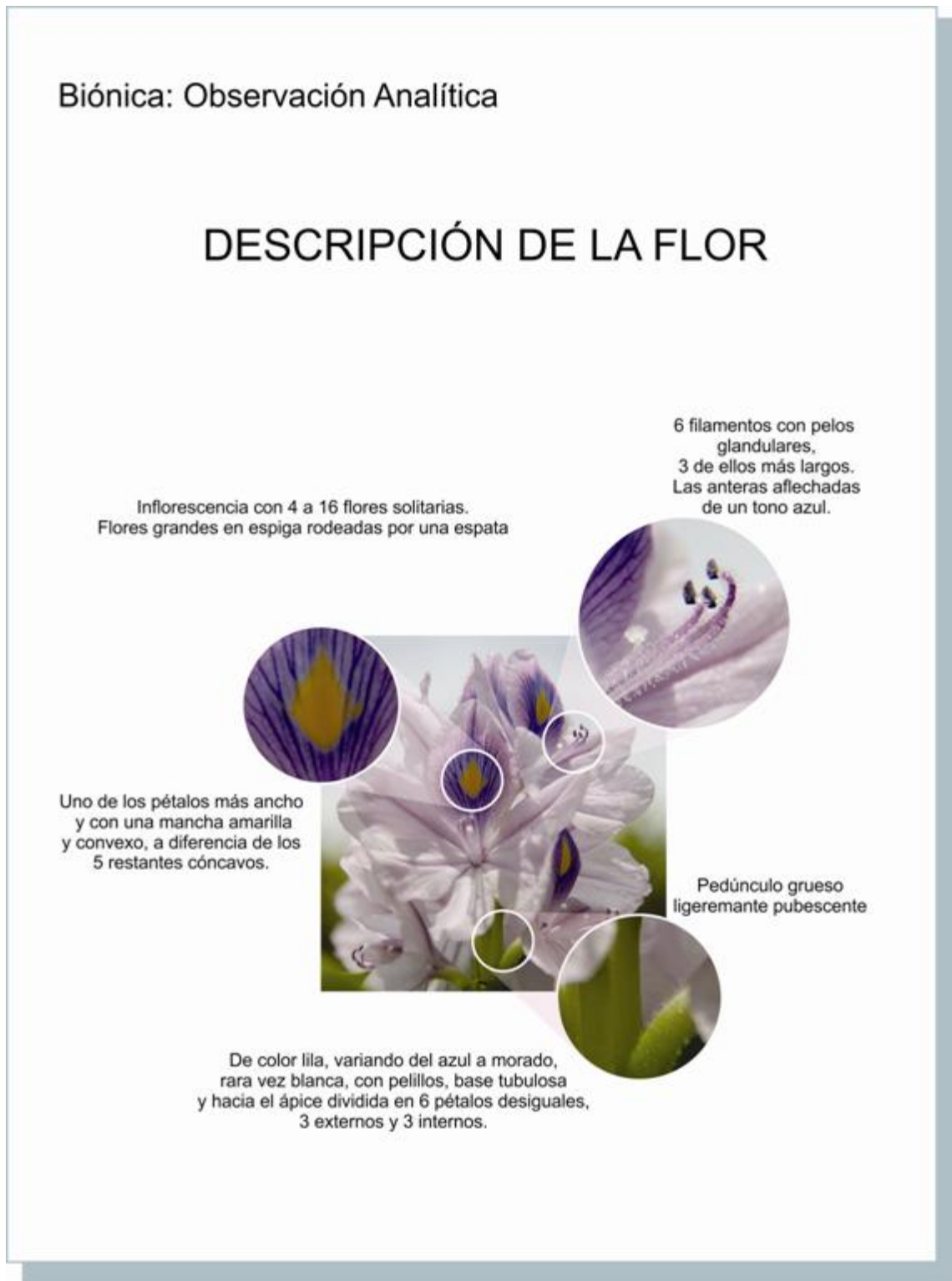
Fuente: Autor

Figura 14. Observación analítica, partes de la planta



Fuente: Autor

Figura 15. Observación analítica, descripción de la flor.



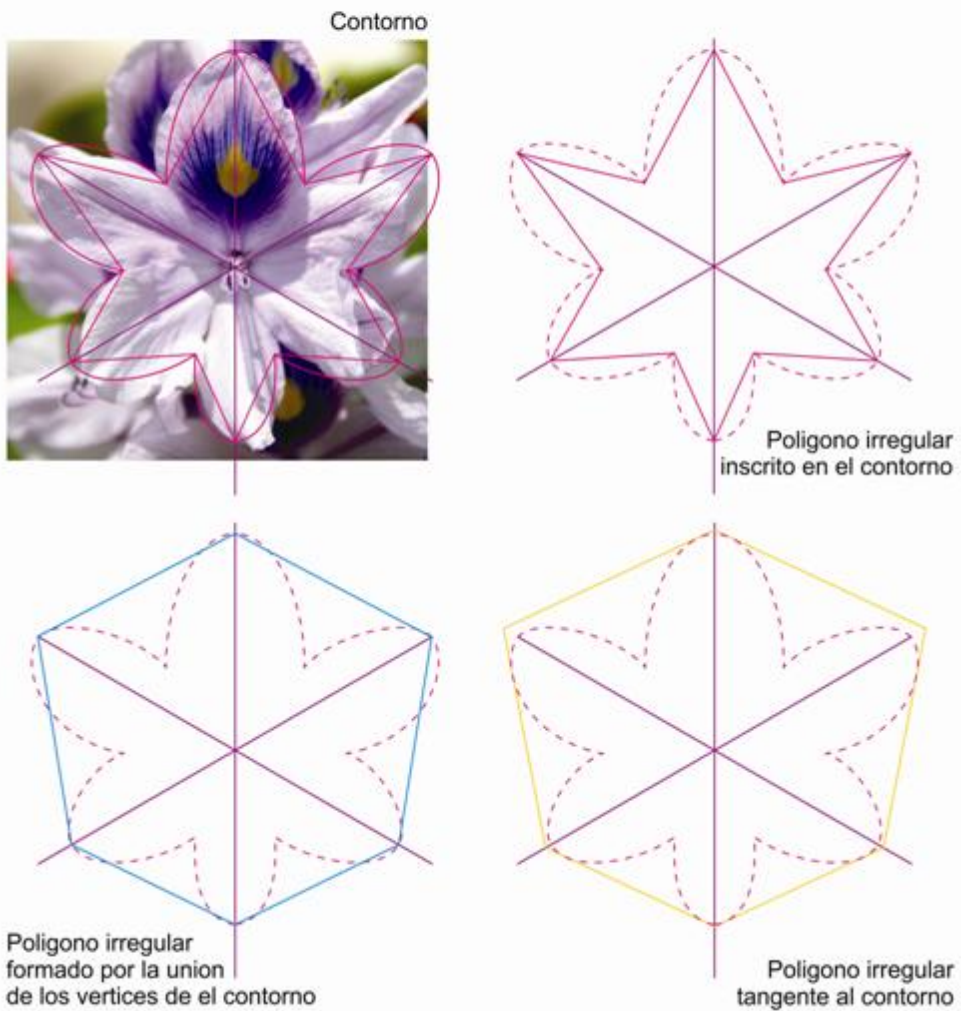
Fuente: Autor

Figura 16. Observación analítica. Flor, forma, contorno

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### 1. Contorno Forma



Fuente: Autor

Figura 17. Observación analítica. Flor, forma, vistas

Biónica: Observación Analítica

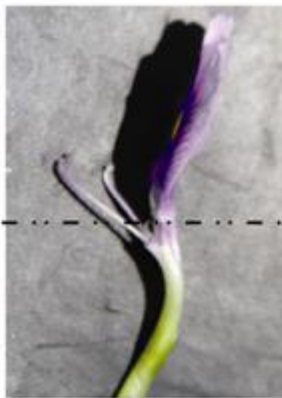
## Guía de Orientación: Forma

### 2. Vistas

Superior



Lateral



Frontal



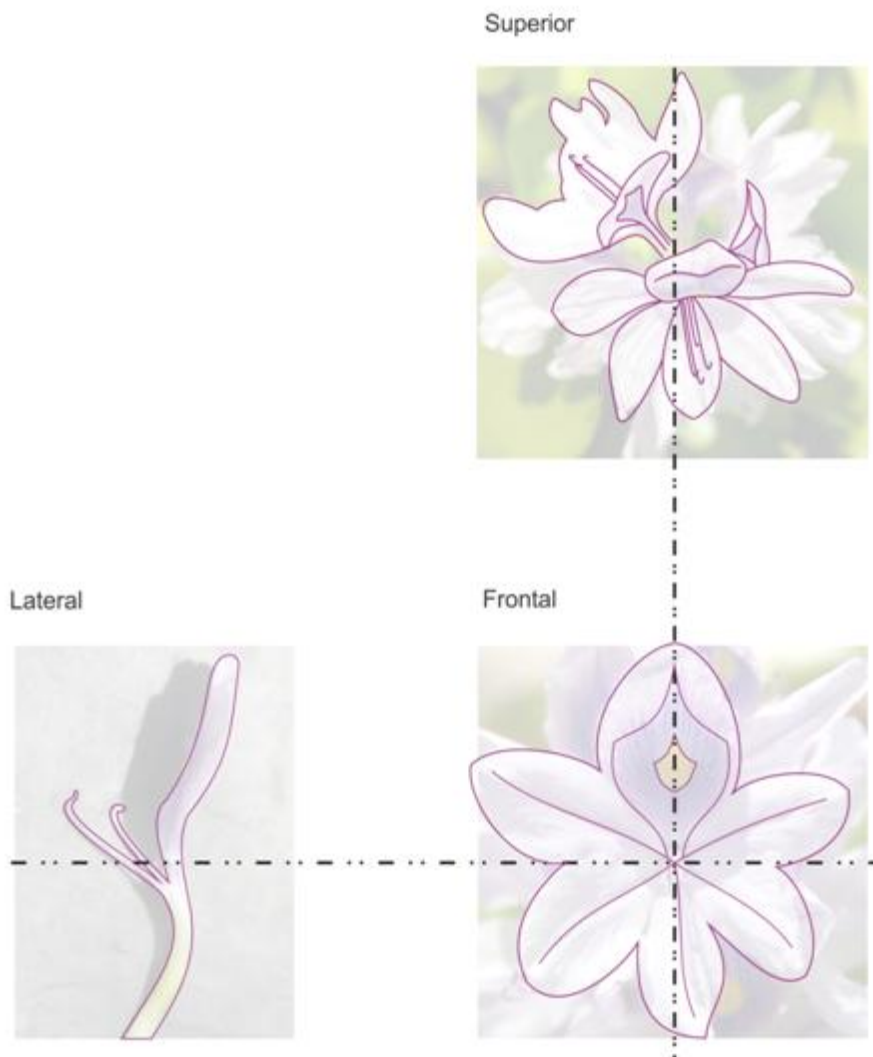
Fuente: Autor

Figura 18. Observación analítica.Flor, forma, vistas

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### 2. Vistas



Fuente: Autor

**Figura 19. Observación analítica. Flor, forma, vistas adicionales**

Biónica: Observación Analítica

Guía de Orientación: Forma

Vistas Adicionales



Fuente: Autor

**Figura 20. Observación analítica. Flor, forma, contorno vistas adicionales**

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### Vistas Adicionales



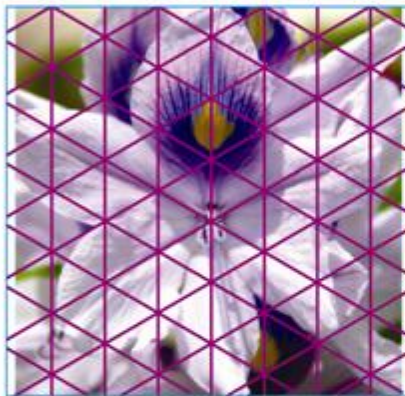
Fuente: Autor

Figura 21. Observación analítica. Flor, forma, redes o conjunto reticular 1

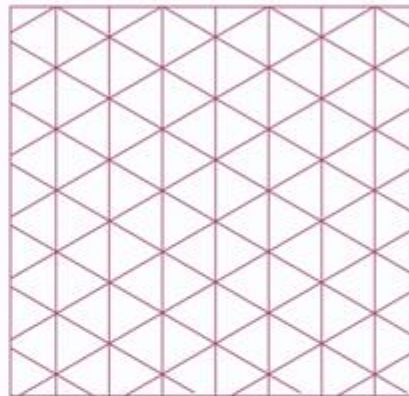
Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

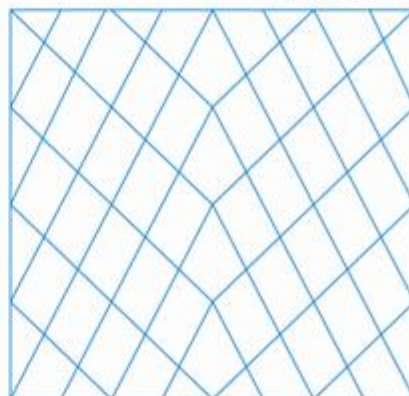
### 3. Redes o Conjunto reticular



Reticula 1



Reticula 2



Fuente: Autor

**Figura 22. Observación analítica. Flor, forma, redes o conjunto reticular 2**

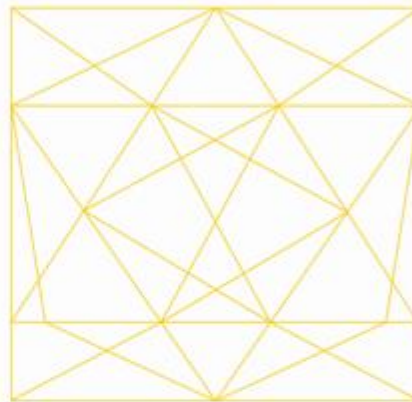
Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

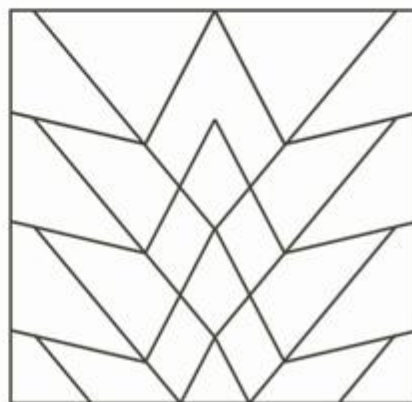
### 3. Redes o Conjunto reticular



Reticula 3



Reticula 4



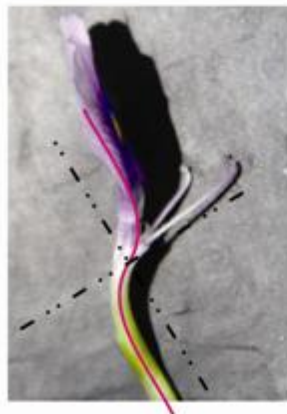
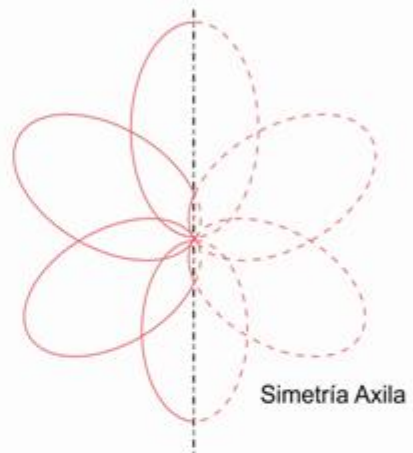
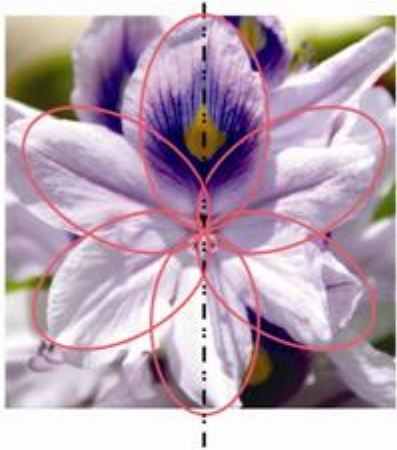
Fuente: Autor

Figura 23. Observación analítica. Flor, forma, simetría 1

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### 4. Simetría



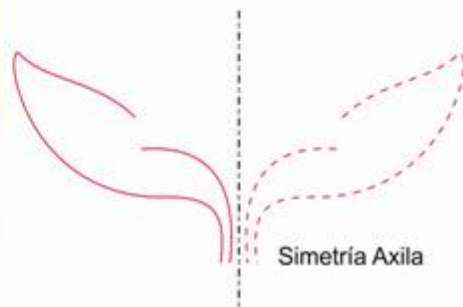
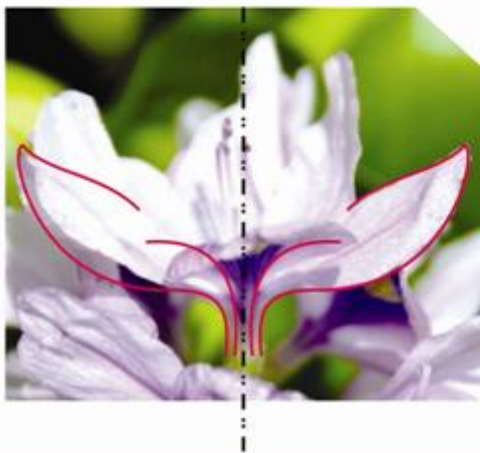
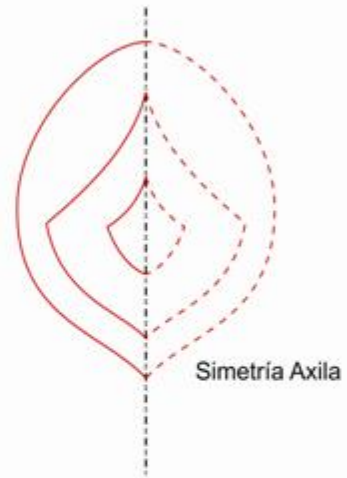
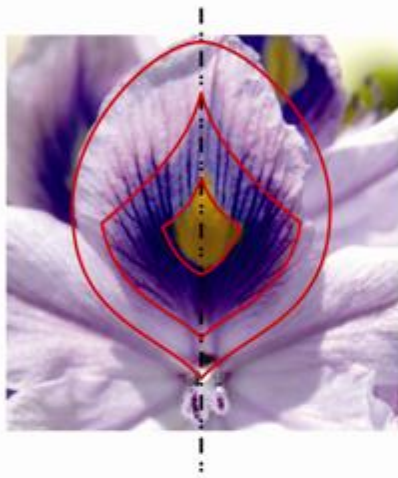
Fuente: Autor

Figura 24. Observación analítica. Flor, forma, simetría 2

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### 4. Simetría



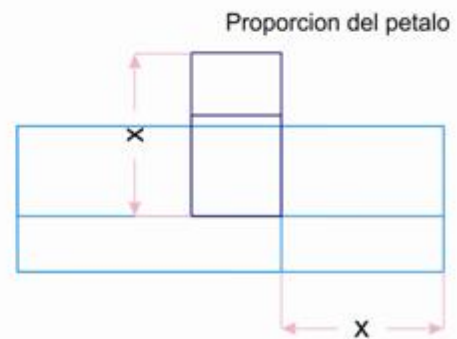
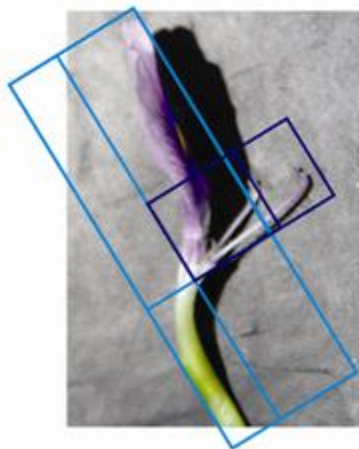
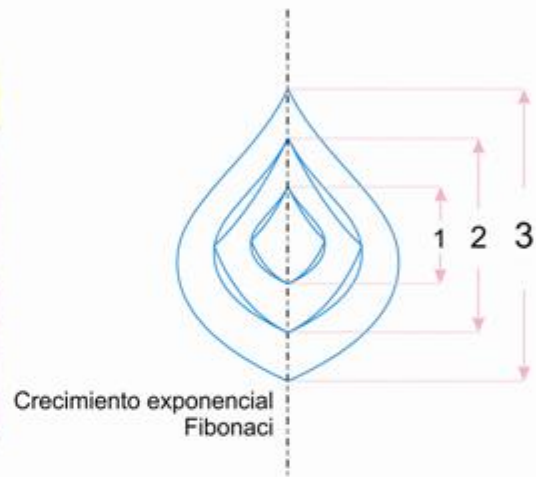
Fuente: Autor

Figura 25. Observación analítica. Flor, forma, proporción

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### 5. Proporción



Fuente: Autor

**Figura 26. Observación analítica. Flor, materia, propiedades y características**

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Materia

### PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DE LA MATERIA

Propiedades/ Características	Flor	Descripción
Impermeabilidad	●	Pétalos impenetrables al agua
Translucidez	●	Al pasar por los delgados pétalos, la luz colores y destaca la textura vellosa.
Opacidad	●	Todas las partes de la flor generan sombras
Brillo	●	La luz reflejada por las vellosidades que componen la textura de los pétalos y filamentos le dan brillo a toda la flor
Suavidad	●	Pétalos, filamentos, estigma blandos al tacto

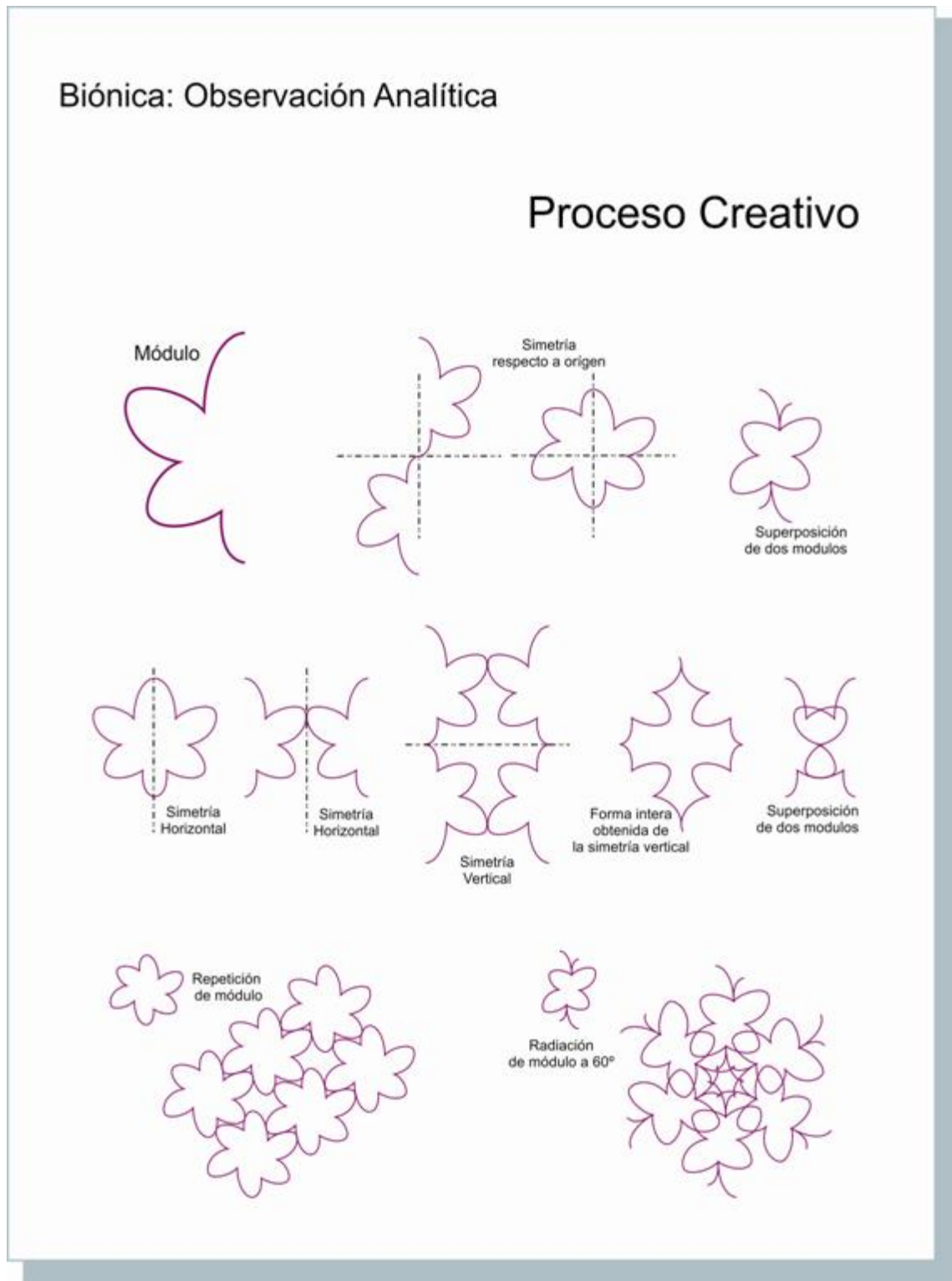
## Guía de Orientación: Función

### PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DE LA FLOR

Funciones Características	Flor	Descripción
Abrir	●	En su proceso de crecimiento los pétalos, sépalos y filamentos cambian su disposición y se abren para florecer
Alargar	●	El pedúnculo cambia su dimensión longitudinal
Desplegar	●	La disposición inicial de los pétalos plegados se modifica hasta quedar extendidos totalmente
Extender	●	Todas las partes de la planta aumentan su área y ocupan mayor espacio en su crecimiento natural

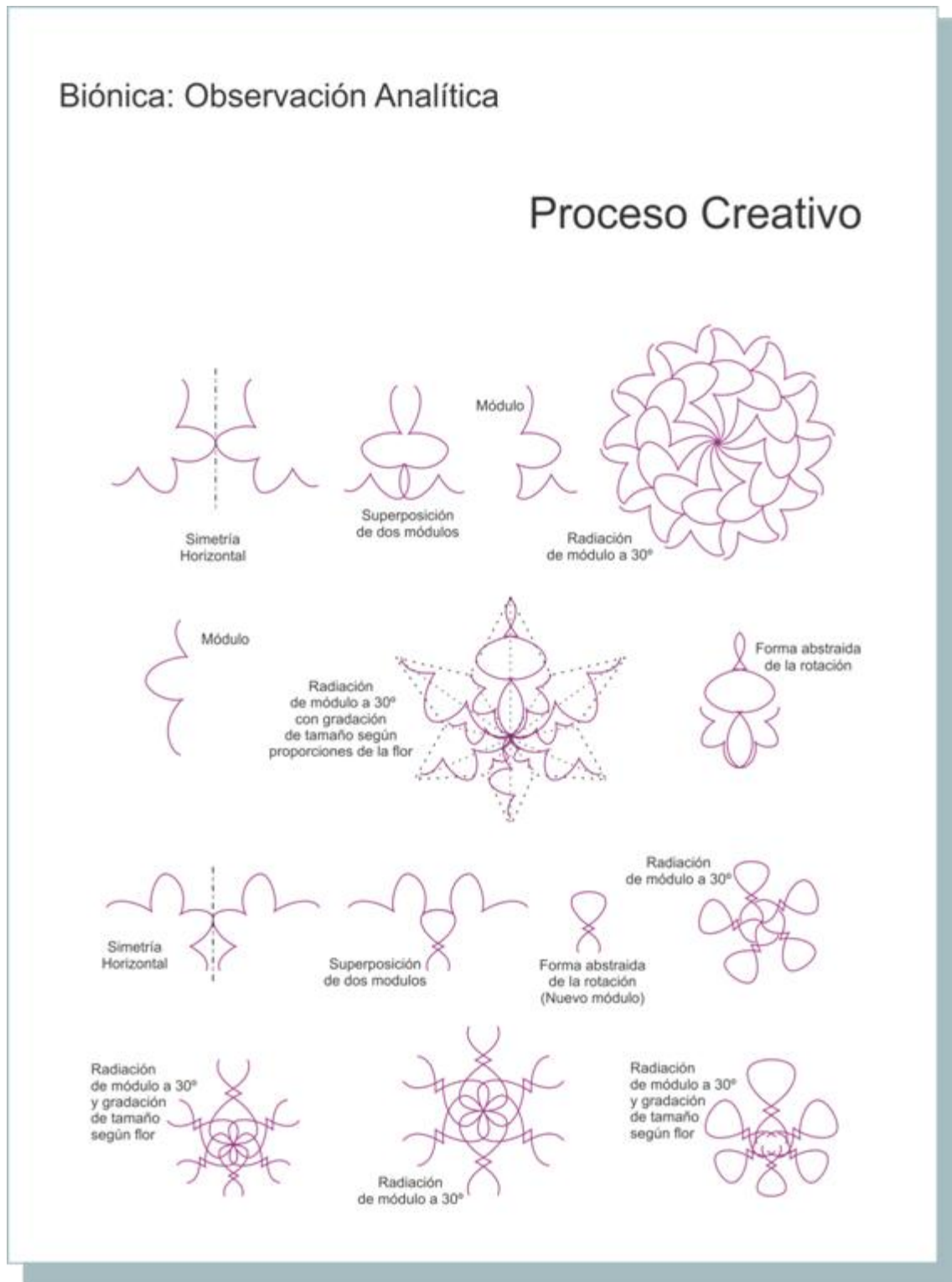
Fuente: Autor

Figura 27. Observación analítica. Flor, proceso creativo 1



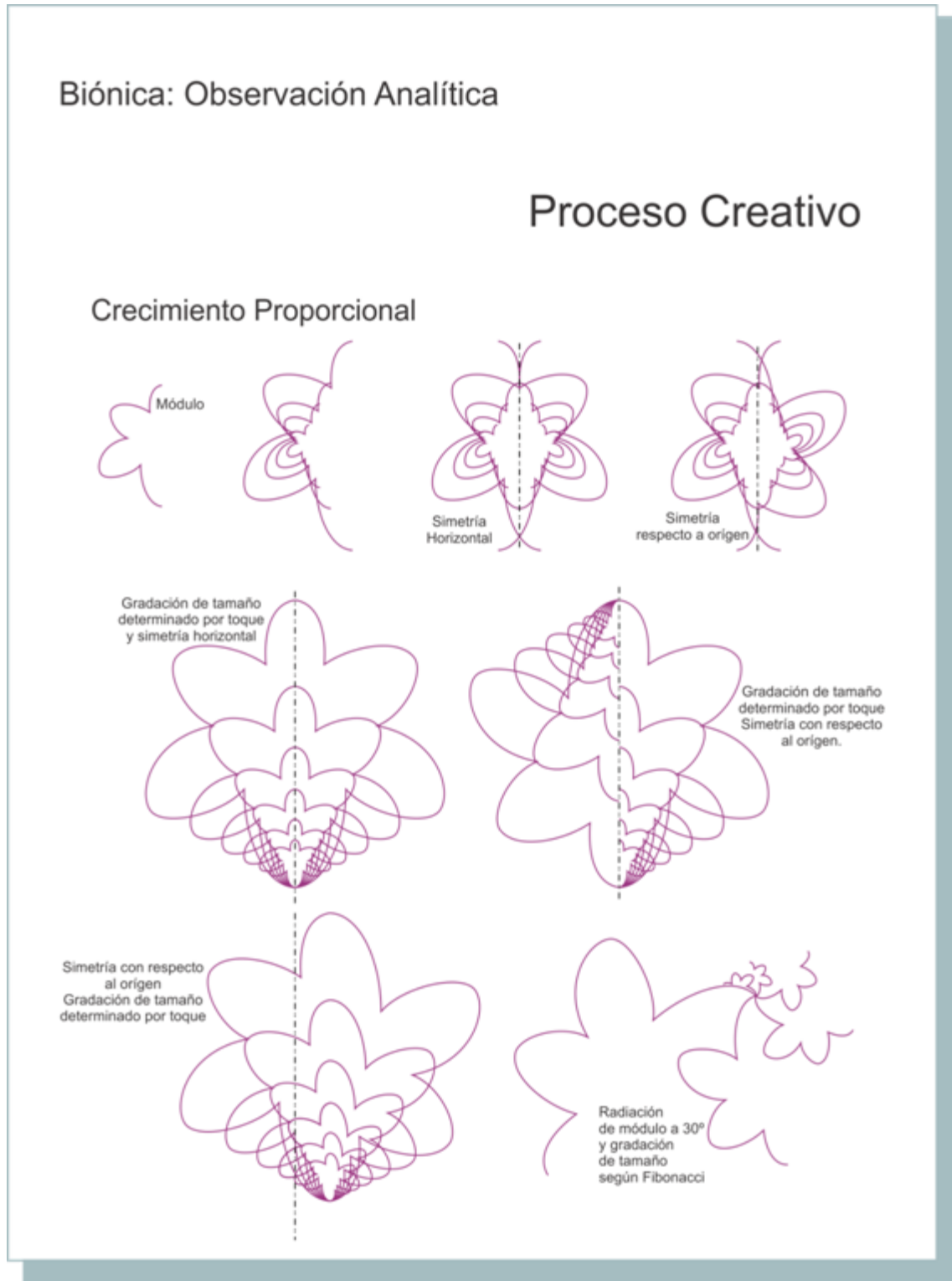
Fuente: Autor

Figura 28. Observación analítica. Flor, proceso creativo 2



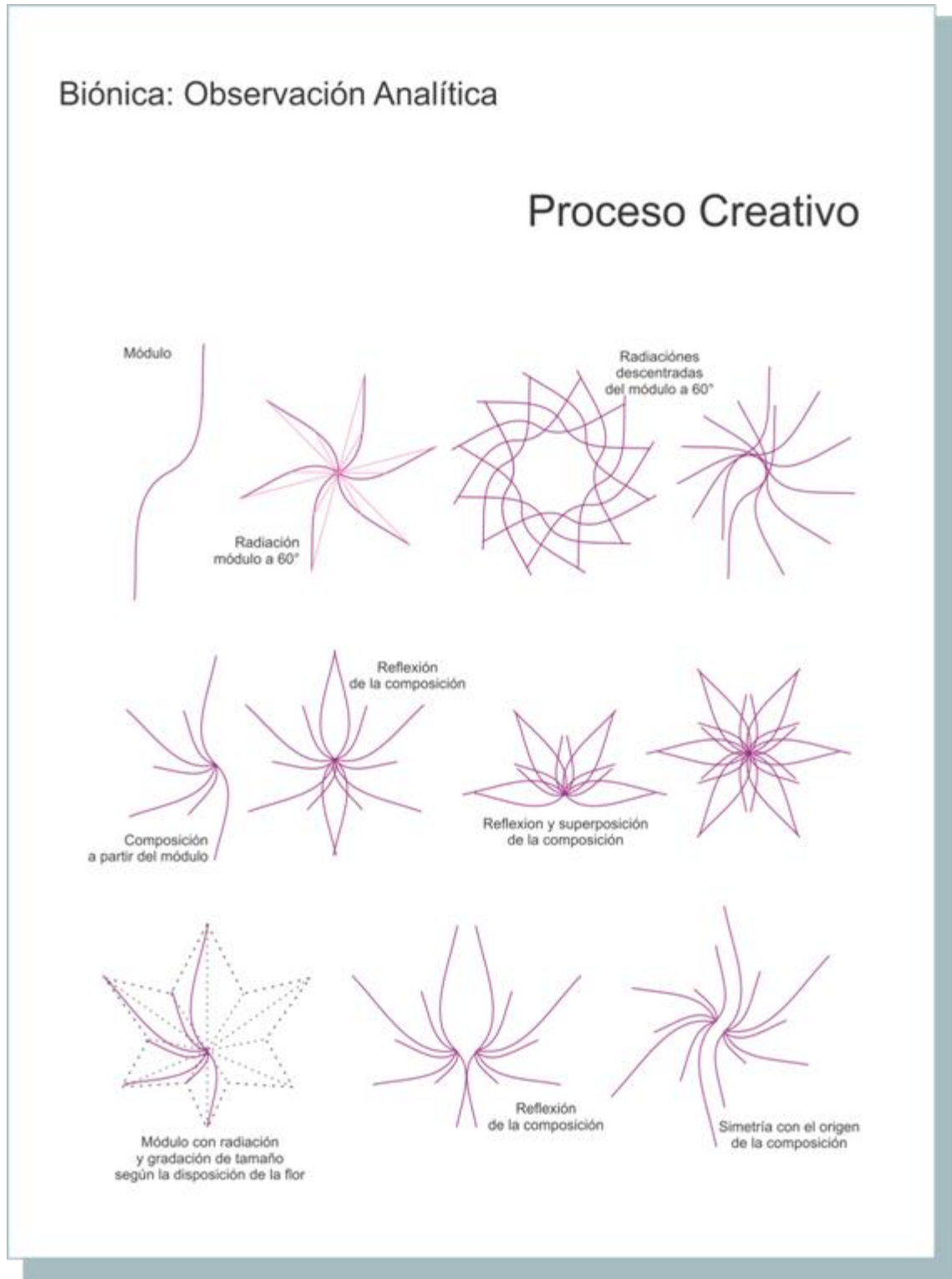
Fuente: Autor

Figura 29. Observación analítica. Flor, proceso creativo 3



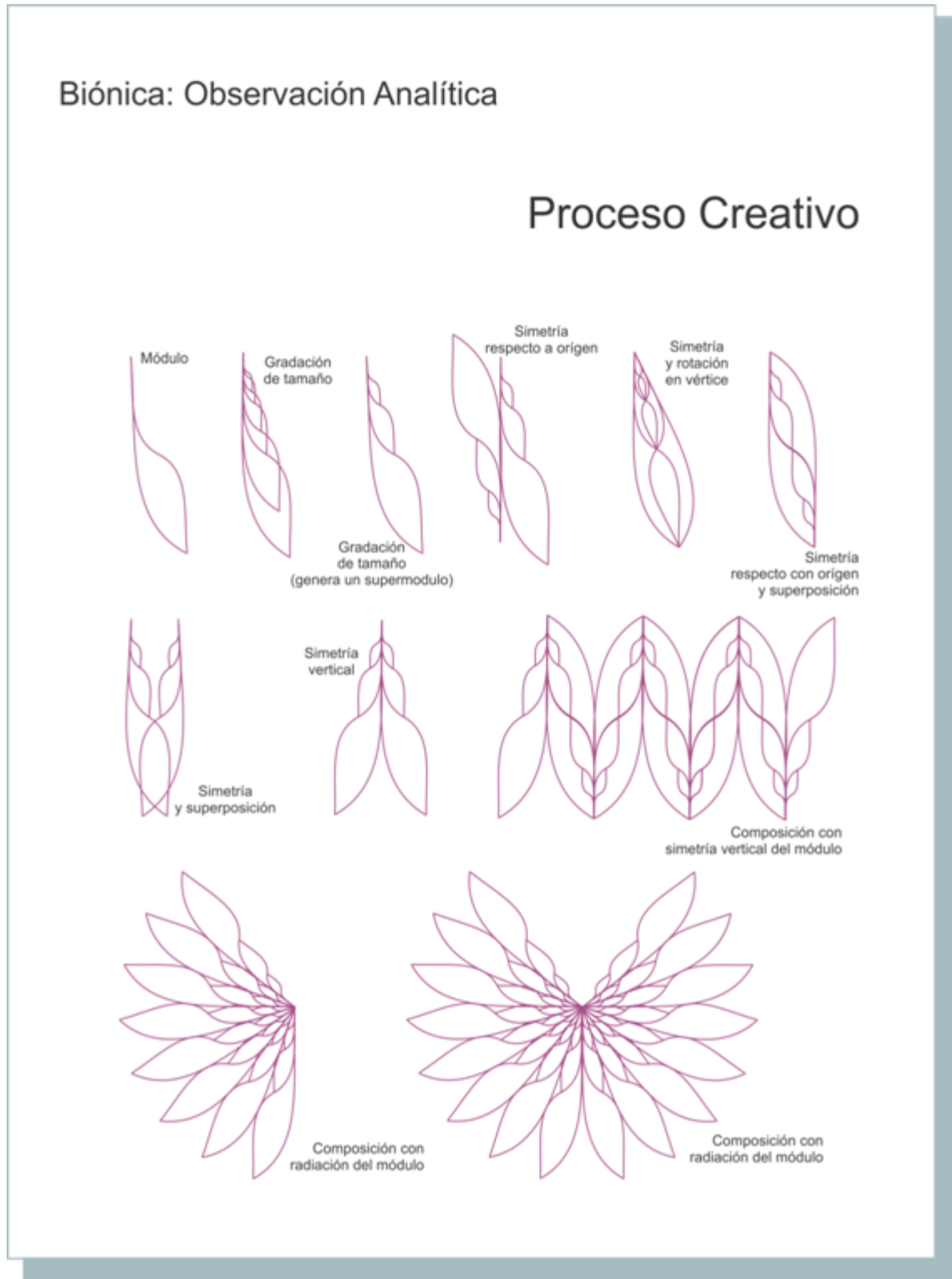
Fuente: Autor

Figura 30. Observación analítica. Flor, proceso creativo 4



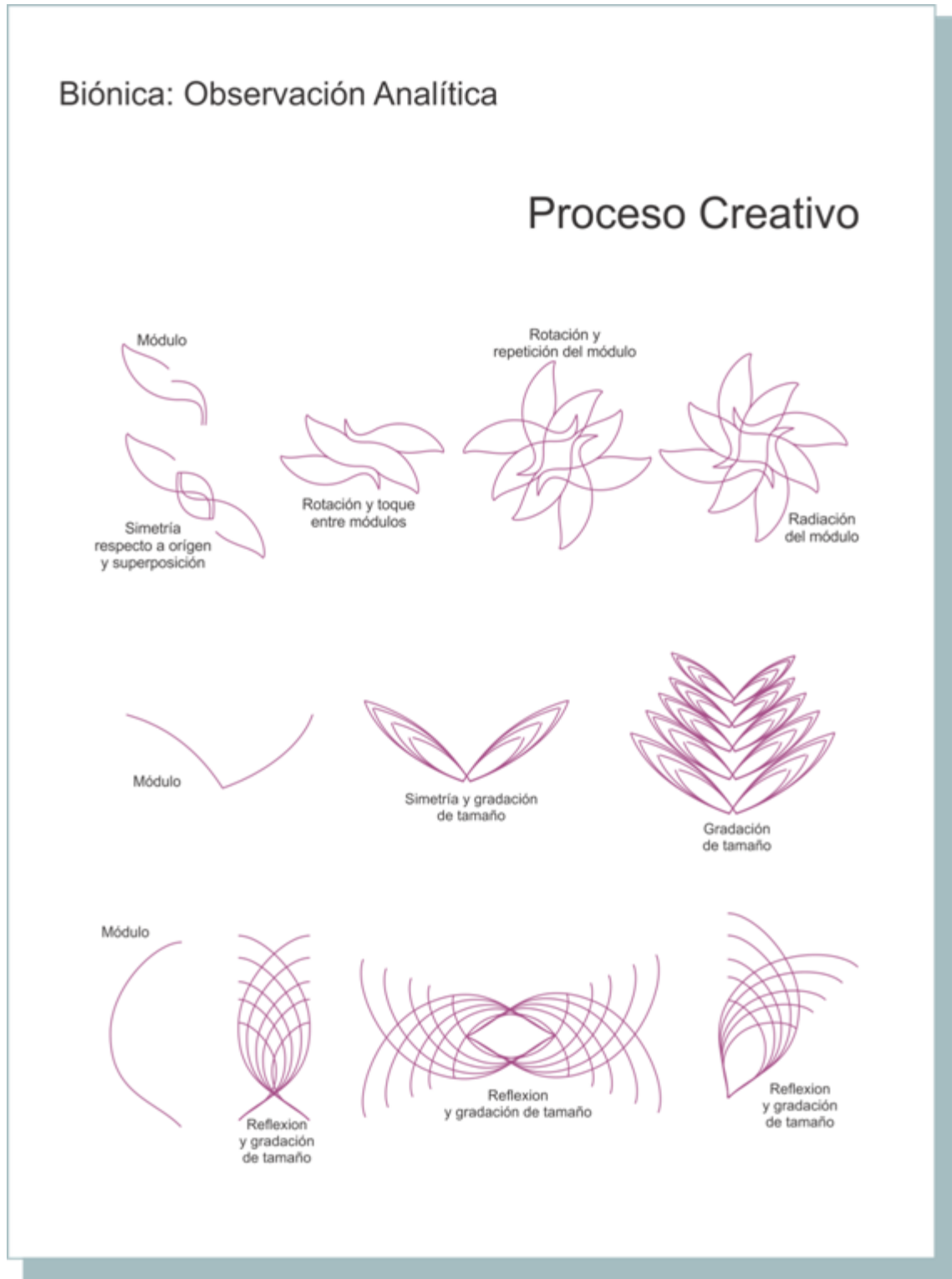
Fuente: Autor

Figura 31. Observación analítica. Flor, proceso creativo 5



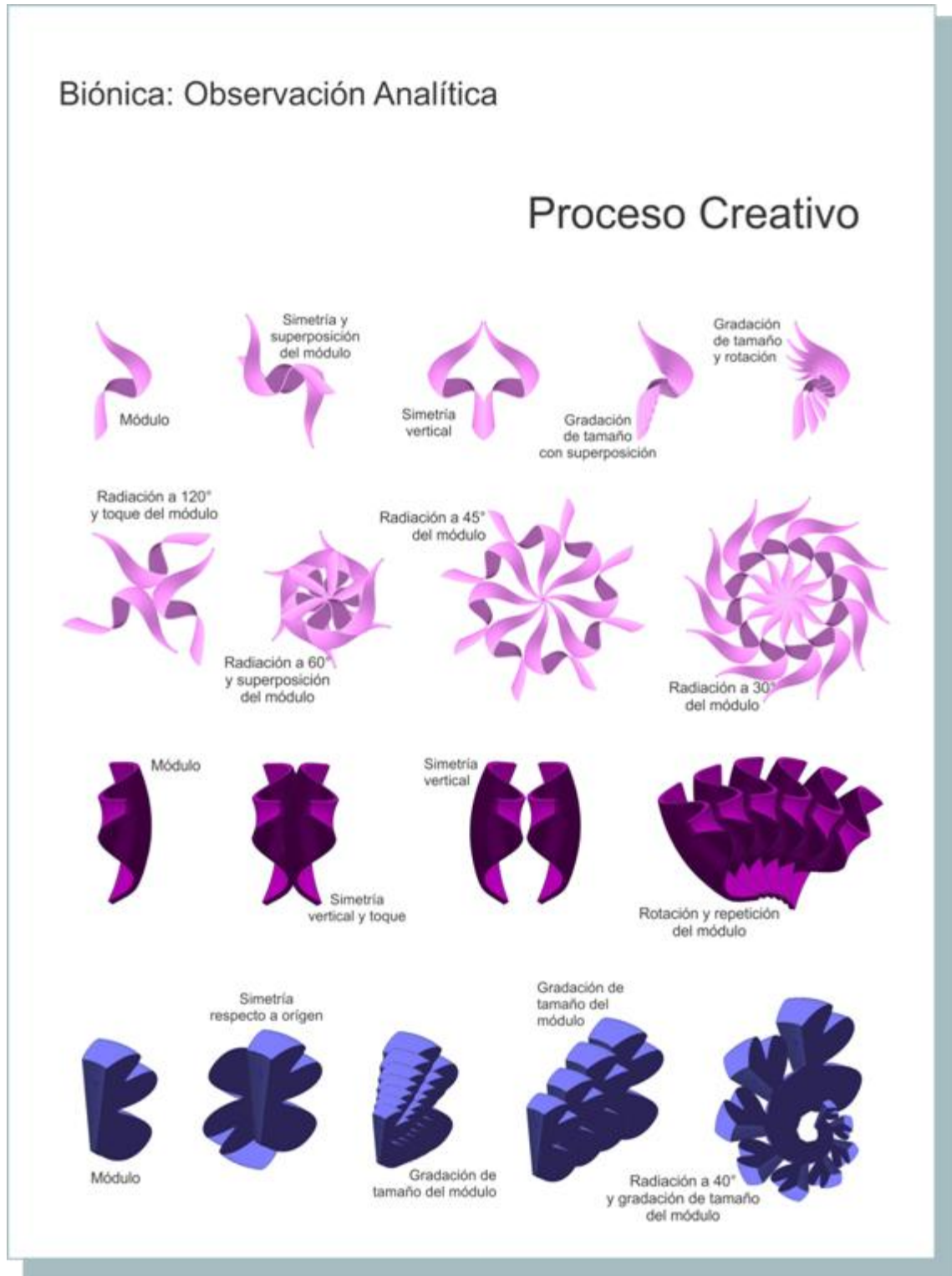
Fuente: Autor

Figura 32. Observación analítica. Flor, proceso creativo 6



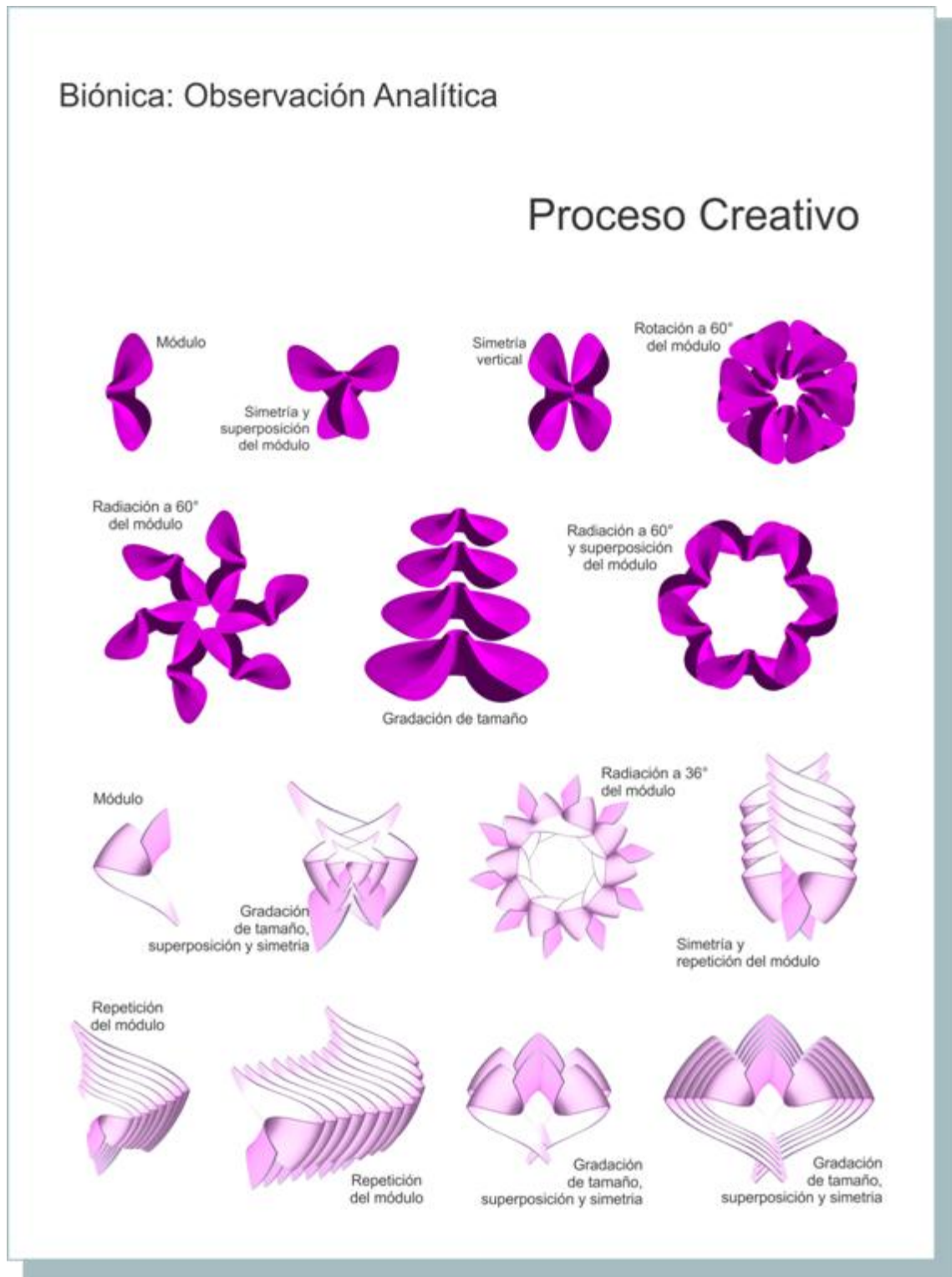
Fuente: Autor

Figura 33. Observación analítica. Flor, proceso creativo 7



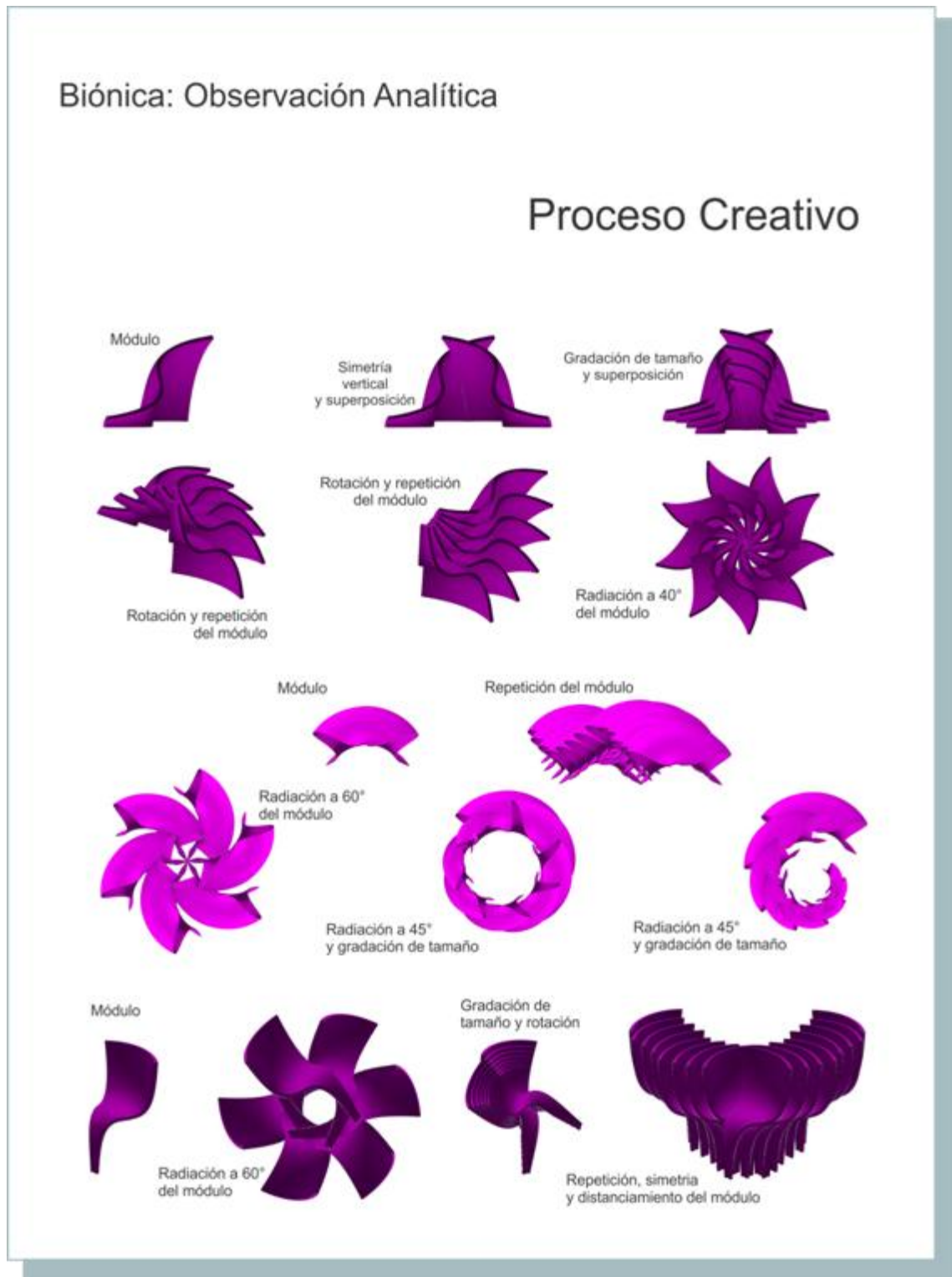
Fuente: Autor

Figura 34. Observación analítica. Flor, proceso creativo 8



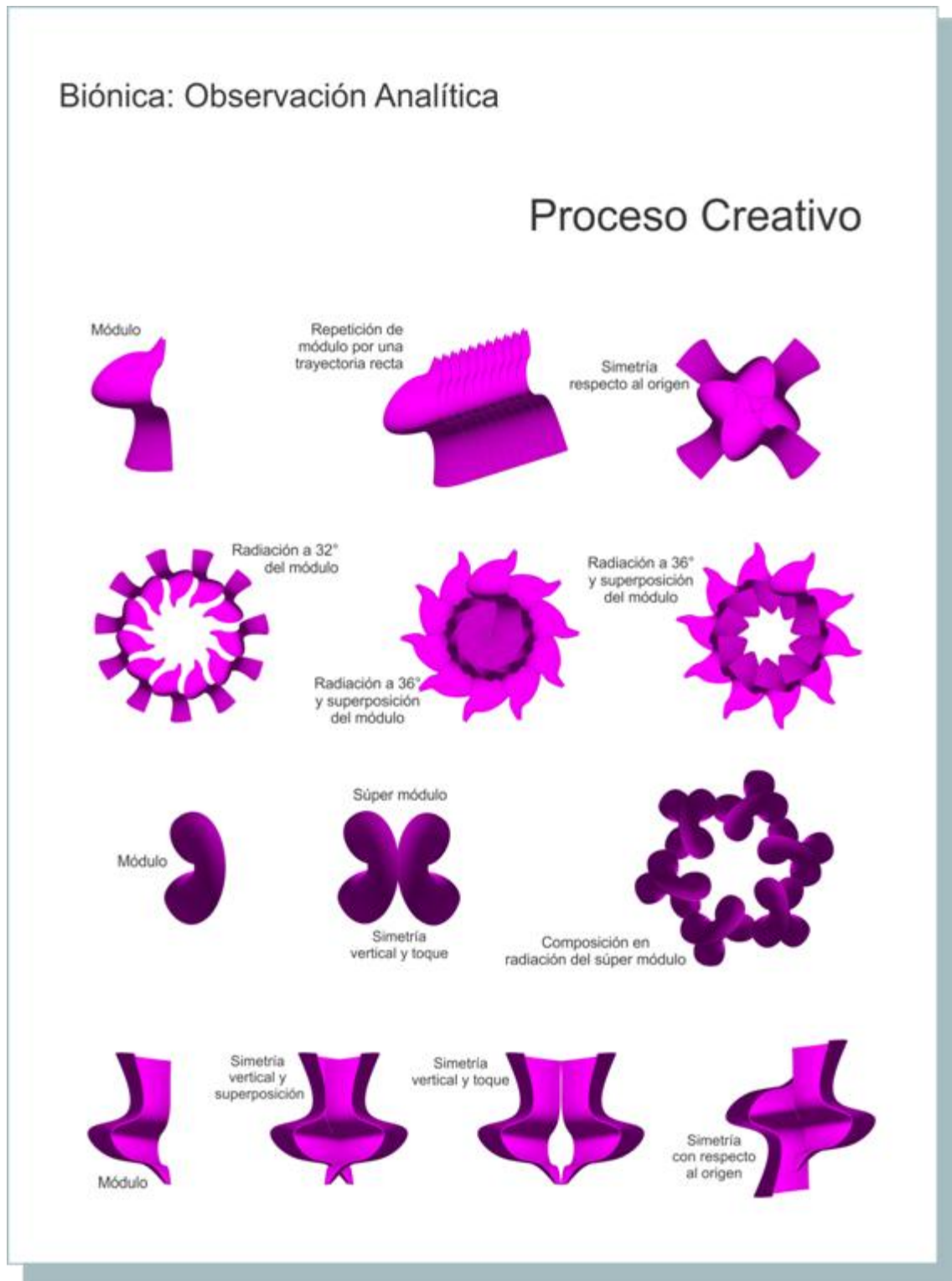
Fuente: Autor

Figura 35. Observación analítica. Flor, proceso creativo 9



Fuente: Autor

Figura 36. Observación analítica. Flor, proceso creativo 10



Fuente: Autor

Figura 37. Observación analítica. Descripción hoja

## Biónica: Observación Analítica

### DESCRIPCIÓN DE LA HOJA

Cada hoja presenta una única estípula intrapeciolar, membranácea, situada entre la hoja y el tallo, terminada en un lóbulo estipular (Bell, 1993)

Hojas arrosetadas y alternas que se desarrollan disponiéndose en forma radial.



Láminas reniformes o casi circulares, más anchas que largas, ápice redondeado y ligeramente obtuso.

El peciolo forma un flotador de apariencia bulbosa, donde se encuentra un tejido que contiene aire en espacios intercelulares particularmente grandes

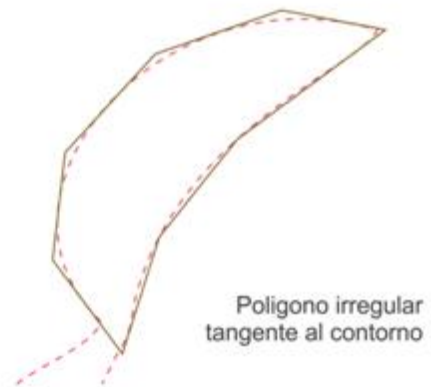
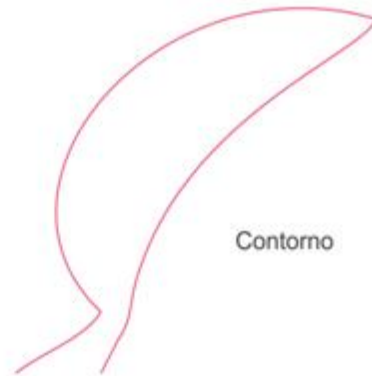
Fuente: Autor

Figura 38. Observación analítica. Contorno forma, hoja

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### 1. Contorno Forma



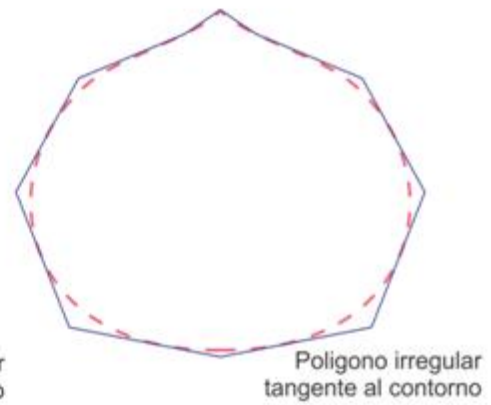
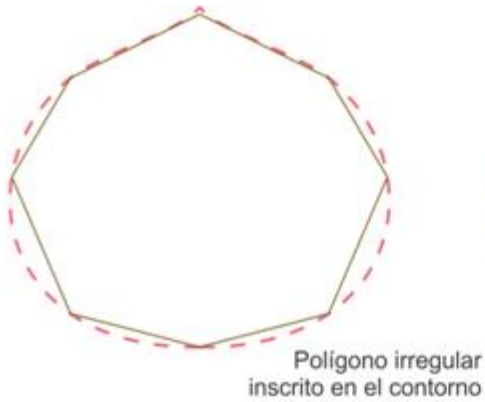
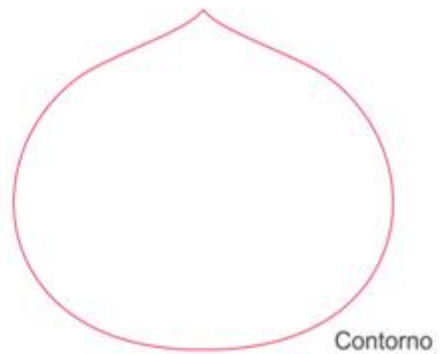
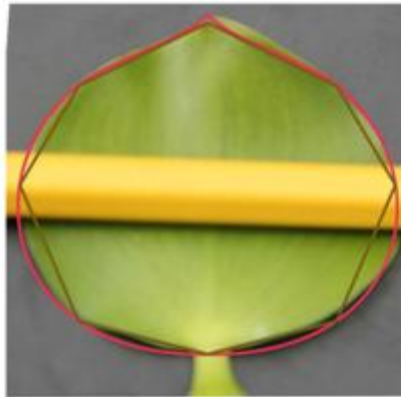
Fuente: Autor

Figura 39. Observación analítica. Hoja, forma, contorno 1

Biónica: Observación Analítica

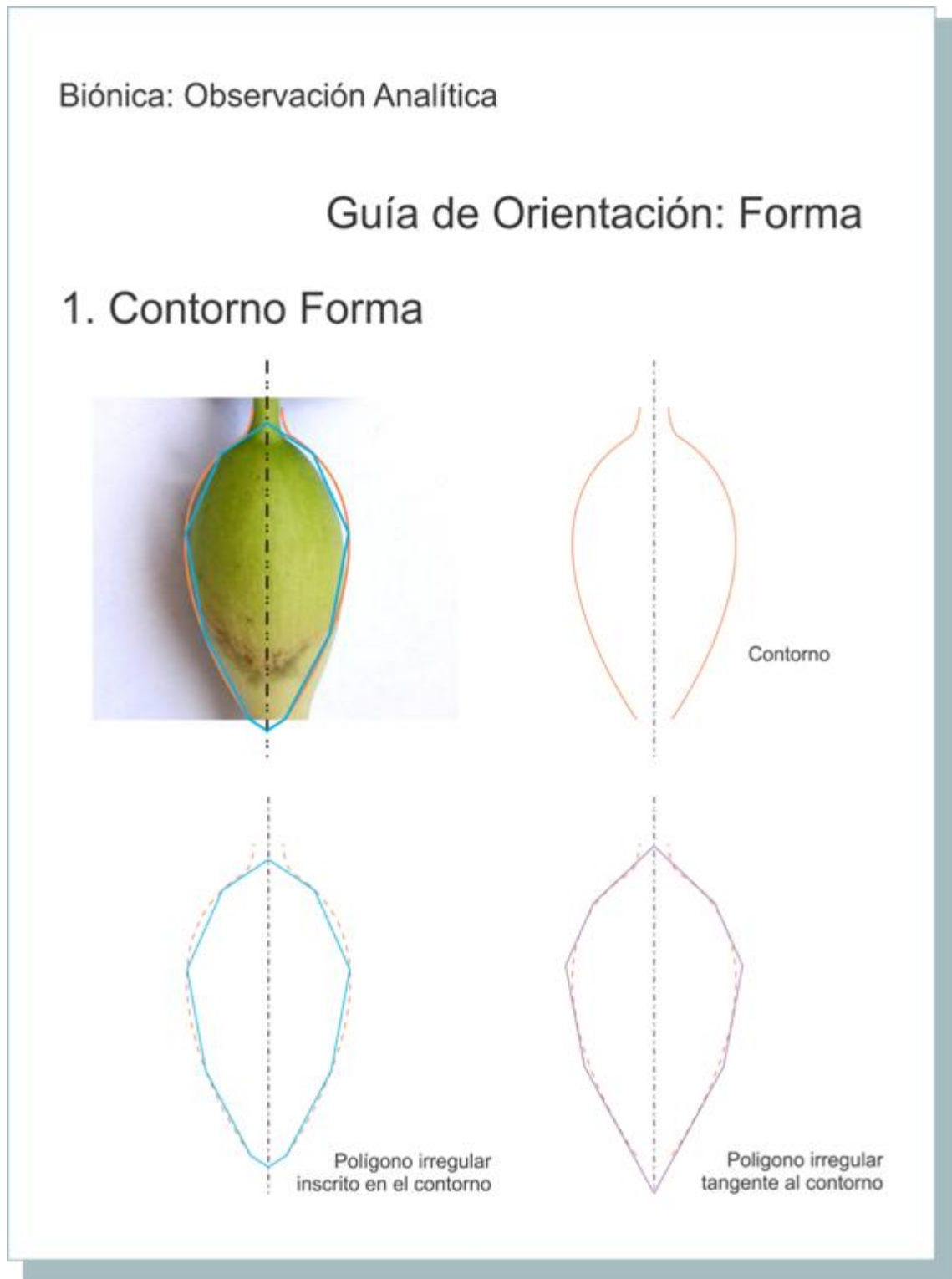
## Guía de Orientación: Forma

### 1. Contorno Forma



Fuente: Autor

Figura 40. Observación analítica. Hoja, forma, contorno 2



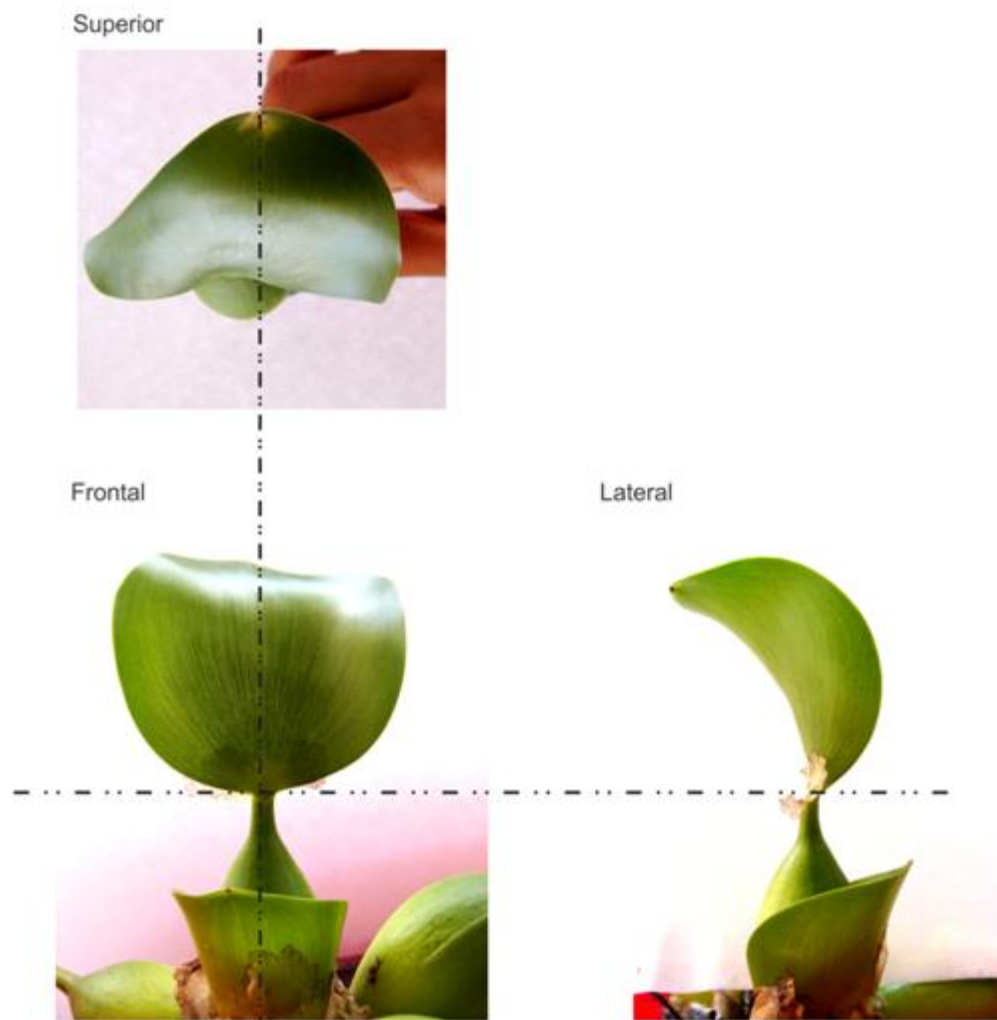
Fuente: Autor

Figura 41. Observación analítica. Hoja, forma, vistas

Biónica: Observación Analítica

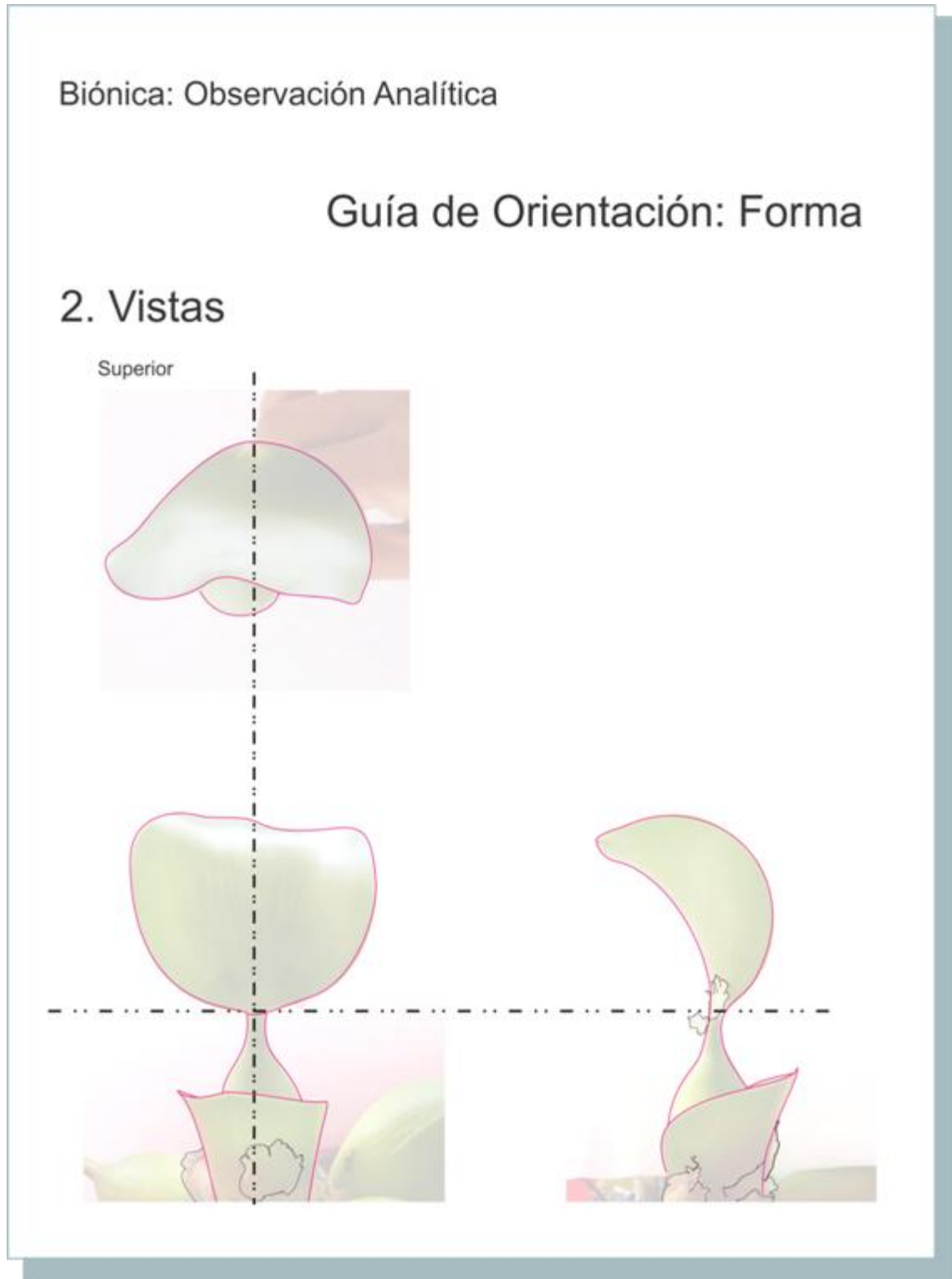
## Guía de Orientación: Forma

### 2. Vistas



Fuente: Autor

Figura 42. Observación analítica. Hoja, forma, vistas, contornos



Fuente: Autor

**Figura 43. Observación analítica. Hoja, forma, vistas adicionales**

Biónica: Observación Analítica

Guía de Orientación: Forma

Vistas Adicionales



Fuente: Autor

**Figura 44. Observación analítica. Hoja, forma, vistas adicionales, contorno**

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### Vistas Adicionales



Fuente: Autor

**Figura 45. Observación analítica. Hoja, forma, redes o conjunto reticular 1**

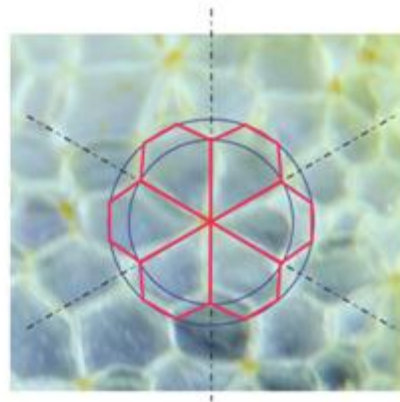
Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

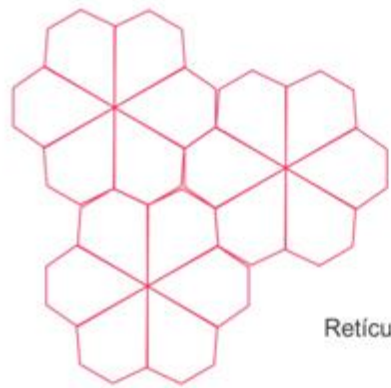
### 3. Redes o Conjunto reticular



Corte transversal del peciolo inflando



Geometrización del módulo



Reticula 1



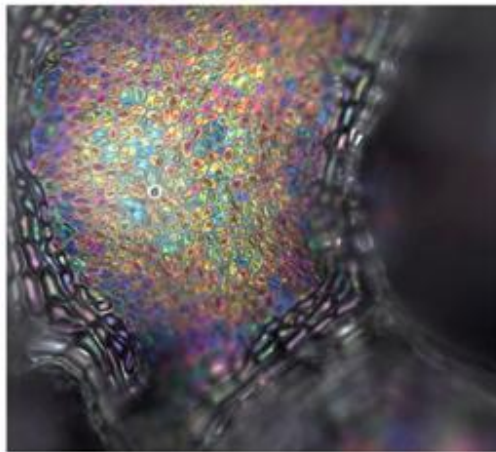
Fuente: Autor

**Figura 46. Observación analítica. Hoja, forma, redes o conjunto reticular 2**

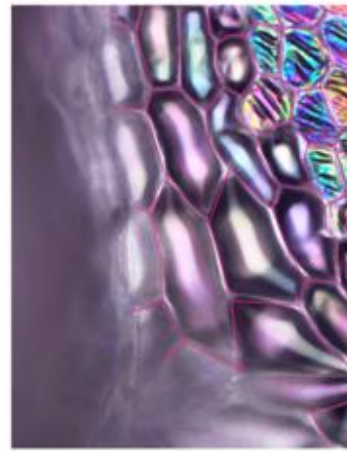
Biónica: Observación Analítica

Guía de Orientación: Forma

### 3. Redes o Conjunto reticular



Vista microscópica transversal del pecíolo



Retícula 2



Retícula 3

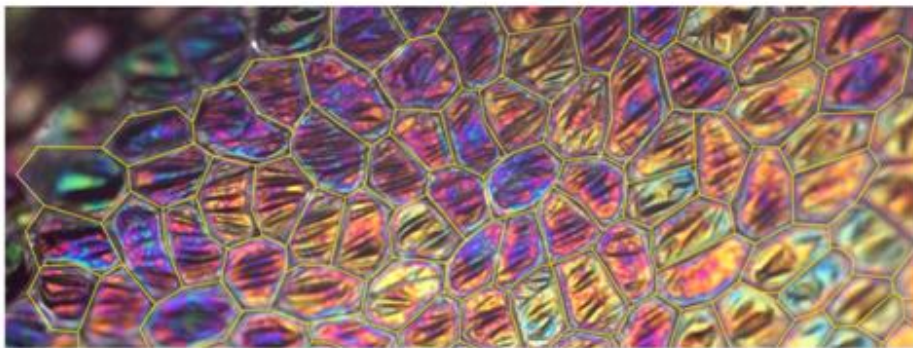
Fuente: Autor. Fotos microscópicas: Prof. Arturo Plata, Laboratorio de óptica, microscopio de barrido. Universidad Industrial de Santander. 2012

**Figura 47. Observación analítica. Hoja, forma, redes o conjunto reticular 3**

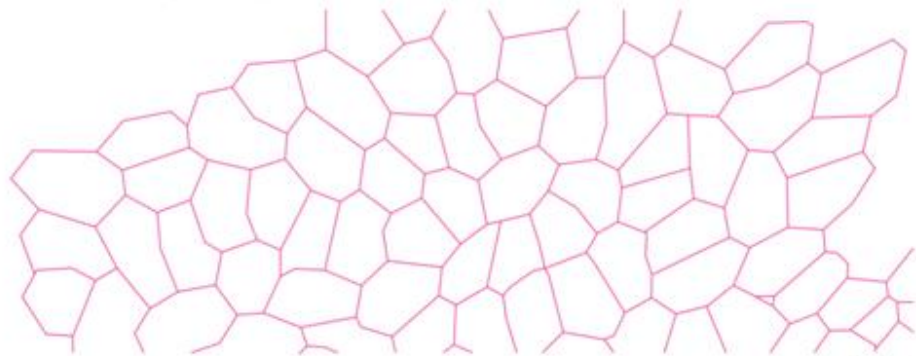
Biónica: Observación Analítica

Guía de Orientación: Forma

### 3. Redes o Conjunto reticular



Detalle microscópico del peciolo



Reticula 4

Fuente: Autor. Fotos microscópicas: Prof. Arturo Plata, Laboratorio de óptica, microscopio de barrido. Universidad Industrial de Santander. 2012

**Figura 48. Observación analítica. Hoja, forma, redes o conjunto reticular 4**

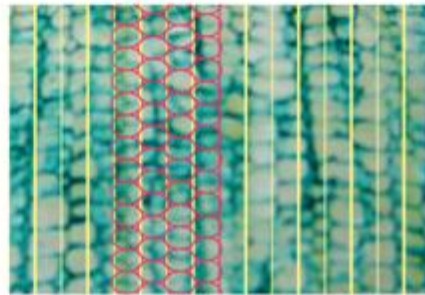
Biónica: Observación Analítica

Guía de Orientación: Forma

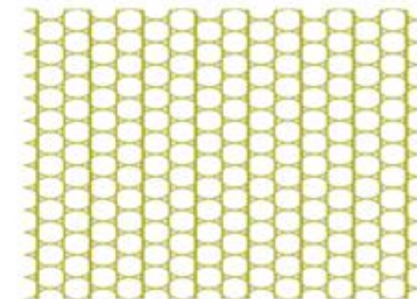
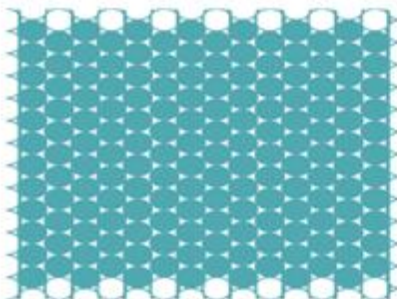
### 3. Redes o Conjunto reticular



Corte longitudinal del peciolo inflando



Geometrización del módulo



Reticula 5

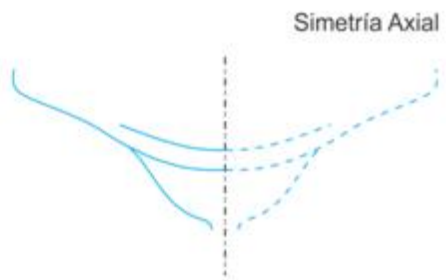
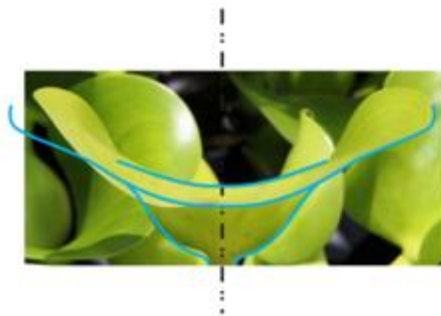
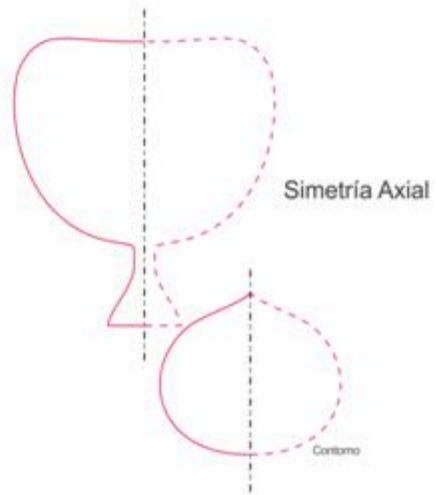
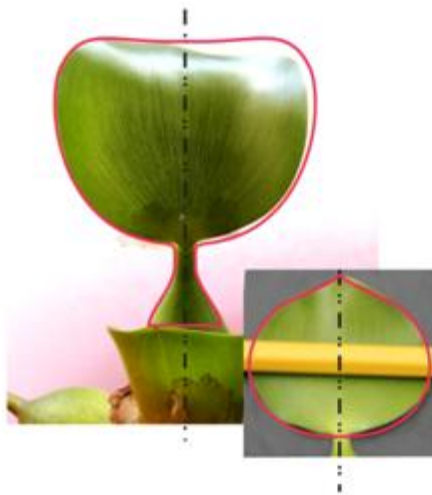
Fuente: Autor

Figura 49. Observación analítica. Hoja, forma, simetría

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### 4. Simetría



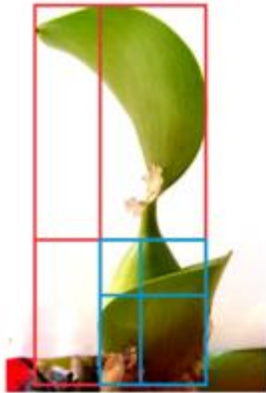
Fuente: Autor

Figura 50. Observación analítica. Hoja, forma, proporción

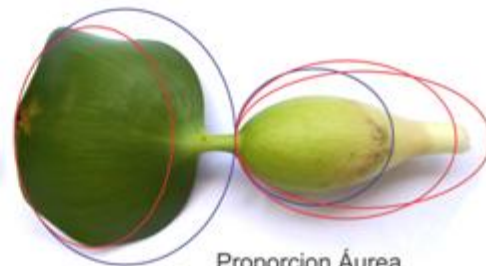
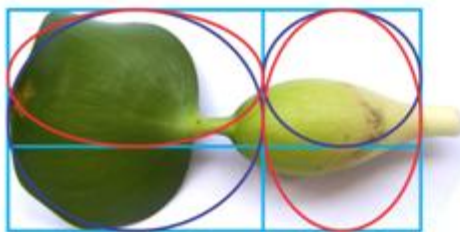
Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### 5. Proporción



Proporcion Áurea



Proporcion Áurea

Fuente: Autor

**Figura 51. Observación analítica. Hoja, materia**

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Materia

### PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA

Propiedades/ Características	Hoja	Descripción
Impermeabilidad	●	Hojas impenetrables al agua
Translucidez	●	Al hacer un corte transversal en el peciolo se puede apreciar que la luz pasa por las celdas de aire
Opacidad	●	Todas las partes de la hoja generan sombras
Brillo	●	La luz reflejada por las láminas y la cubierta del peciolo le dan brillo a toda la hoja
Suavidad	●	Lamina y peciolo blandos al tacto
Lisura	●	igualdad y tersura en la superficie de la hoja

Fuente: Autor

Figura 52. Observación analítica. Hoja, función

Biónica: Observación Analítica

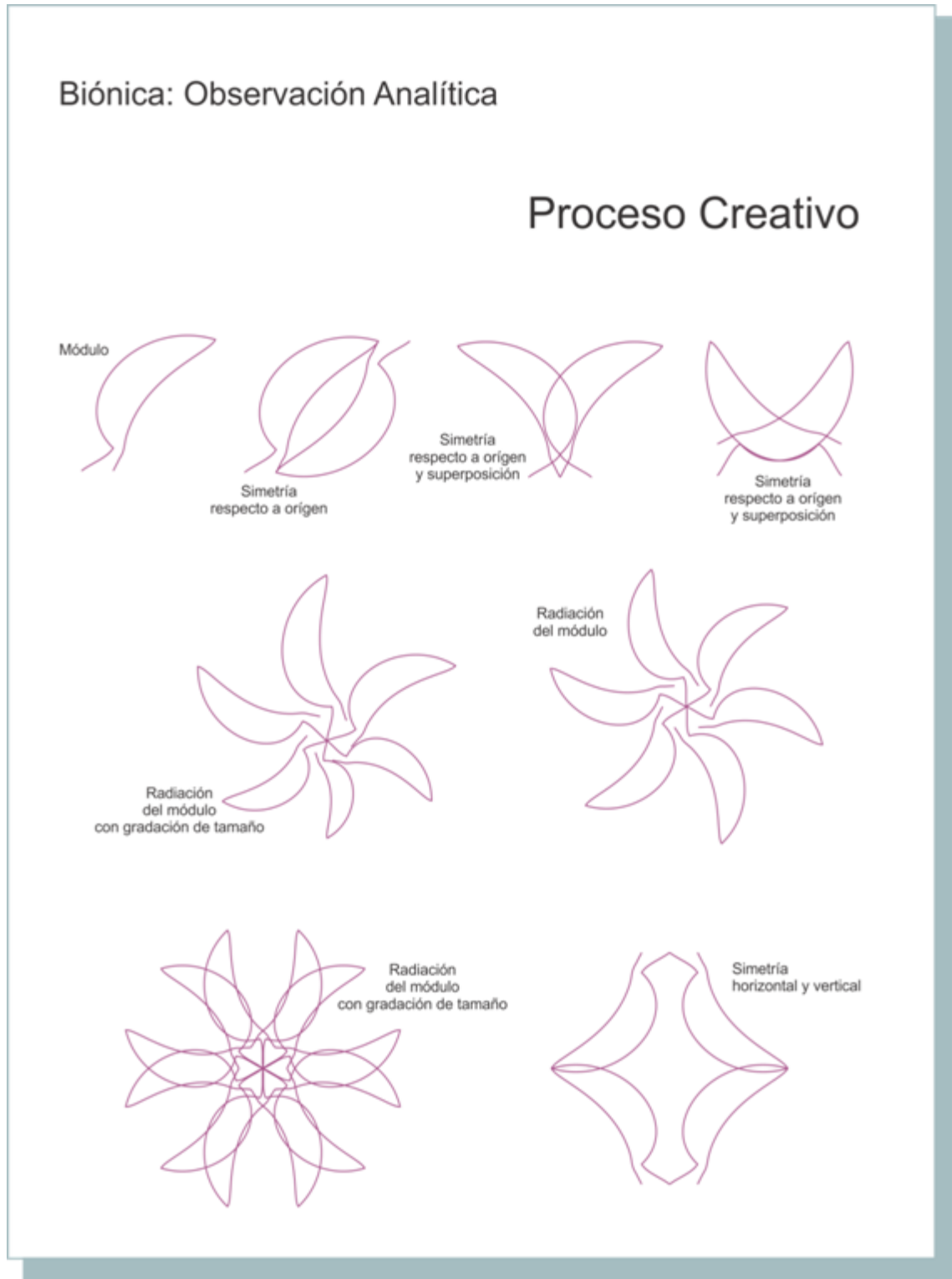
## Guía de Orientación: Función

### PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DE LA FUNCIÓN

Propiedades/ Características	Hoja	Descripción
Contener	●	El peciolo contiene celdas de aire selladas
Abrir	●	En su proceso de crecimiento las láminas de la hoja cambian su disposición enrollada y se abren cambiando de cóncavo a convexo
Alargar	●	El peciolo cambia su dimensión longitudinal
Desplegar	●	La disposición inicial de las láminas se modifica hasta quedar extendidas totalmente
Extender	●	Todas las partes de la planta aumentan su área y ocupan mayor espacio con su crecimiento natural
Equilibrar	●	Las raíces se sumergen y las hojas flotan, permitiendo un perfecto equilibrio en la planta
Flotar	●	Las celdas de aire contenidas en el peciolo permiten que la hoja se mantengan en la superficie del agua
Ladear	●	Las hojas no son perpendiculares a la superficie del agua, tienden a irse a los lados

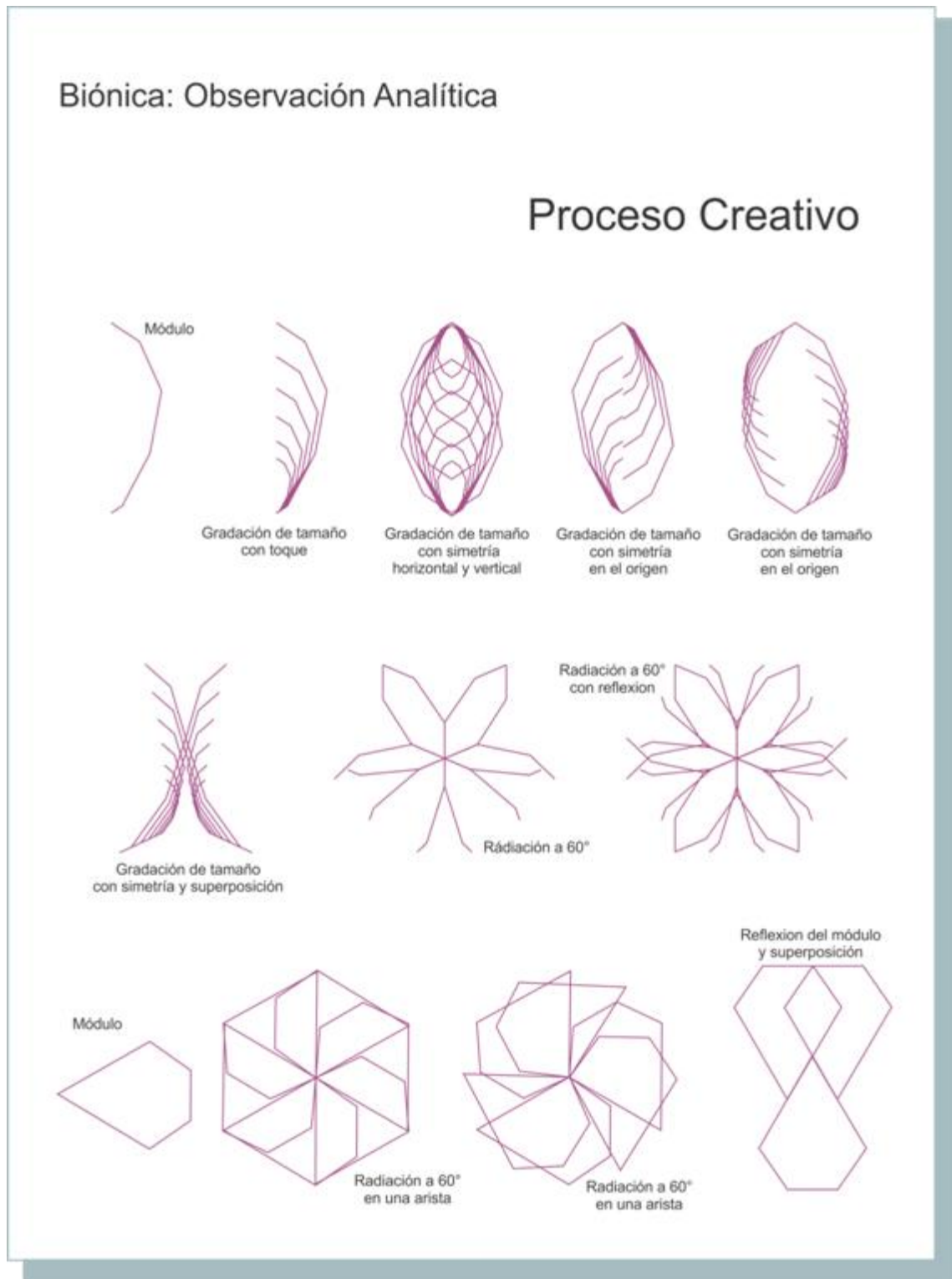
Fuente: Autor

Figura 53. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 1



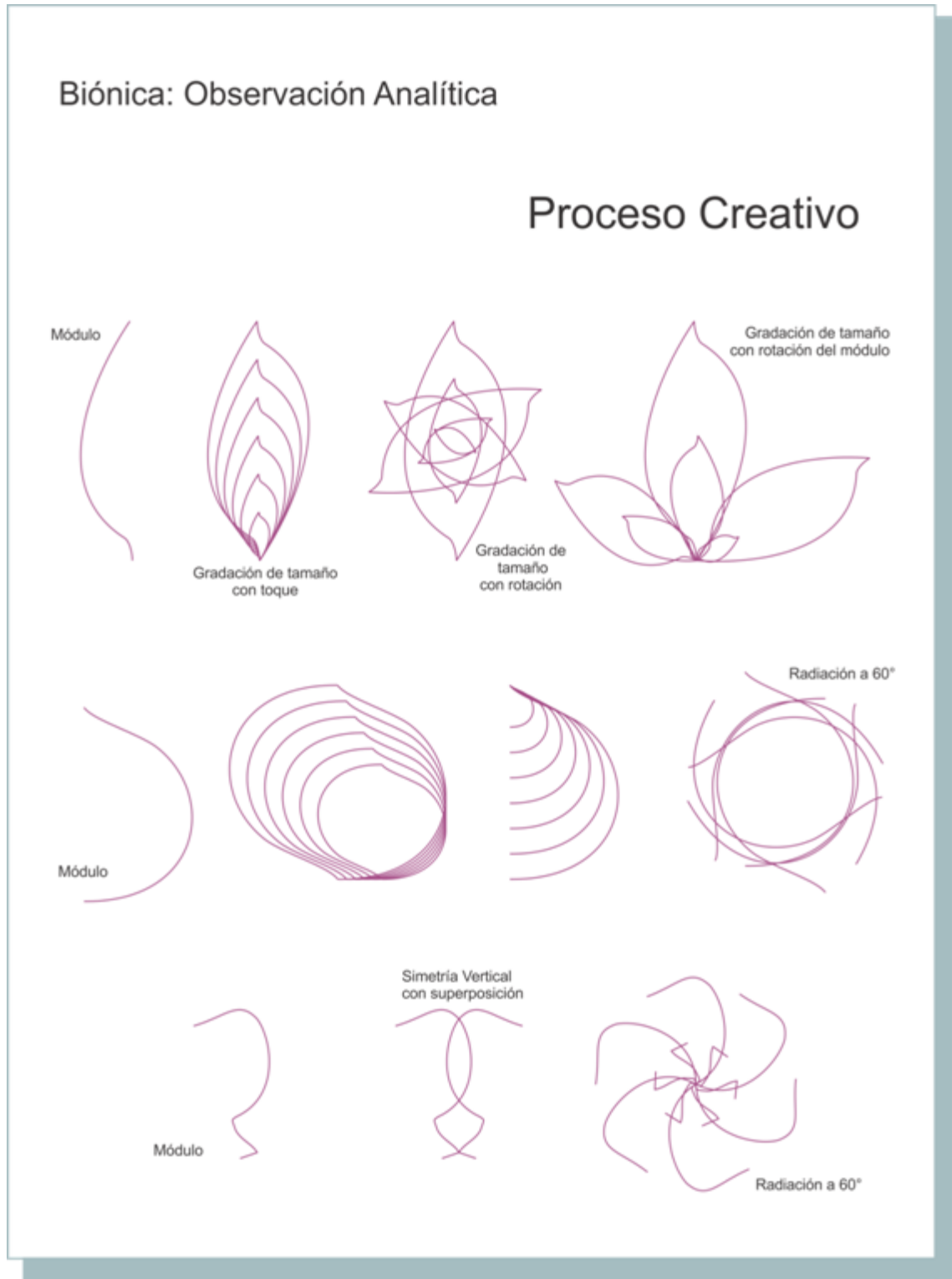
Fuente: Autor

Figura 54. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 2



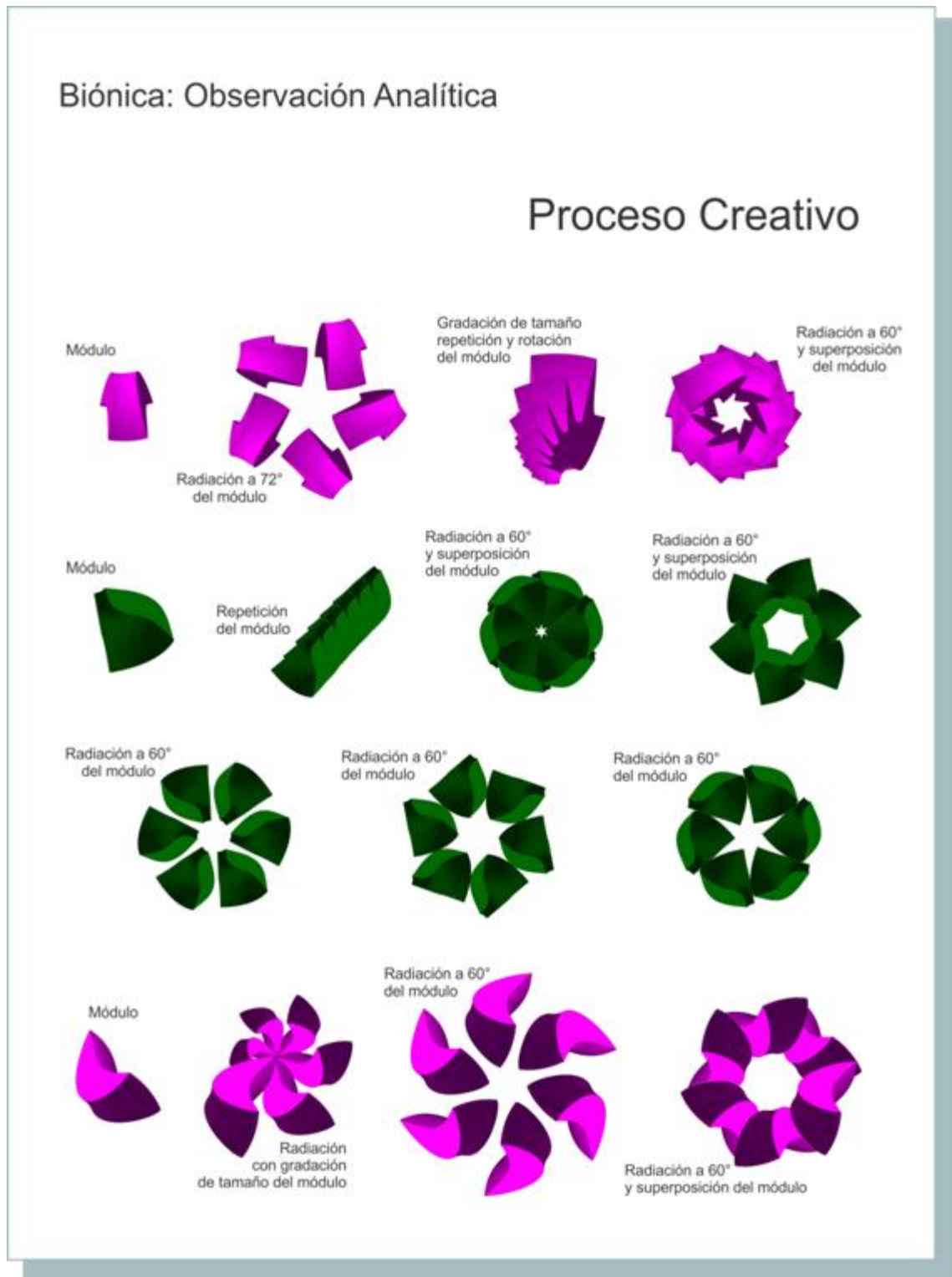
Fuente: Autor

Figura 55. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 3



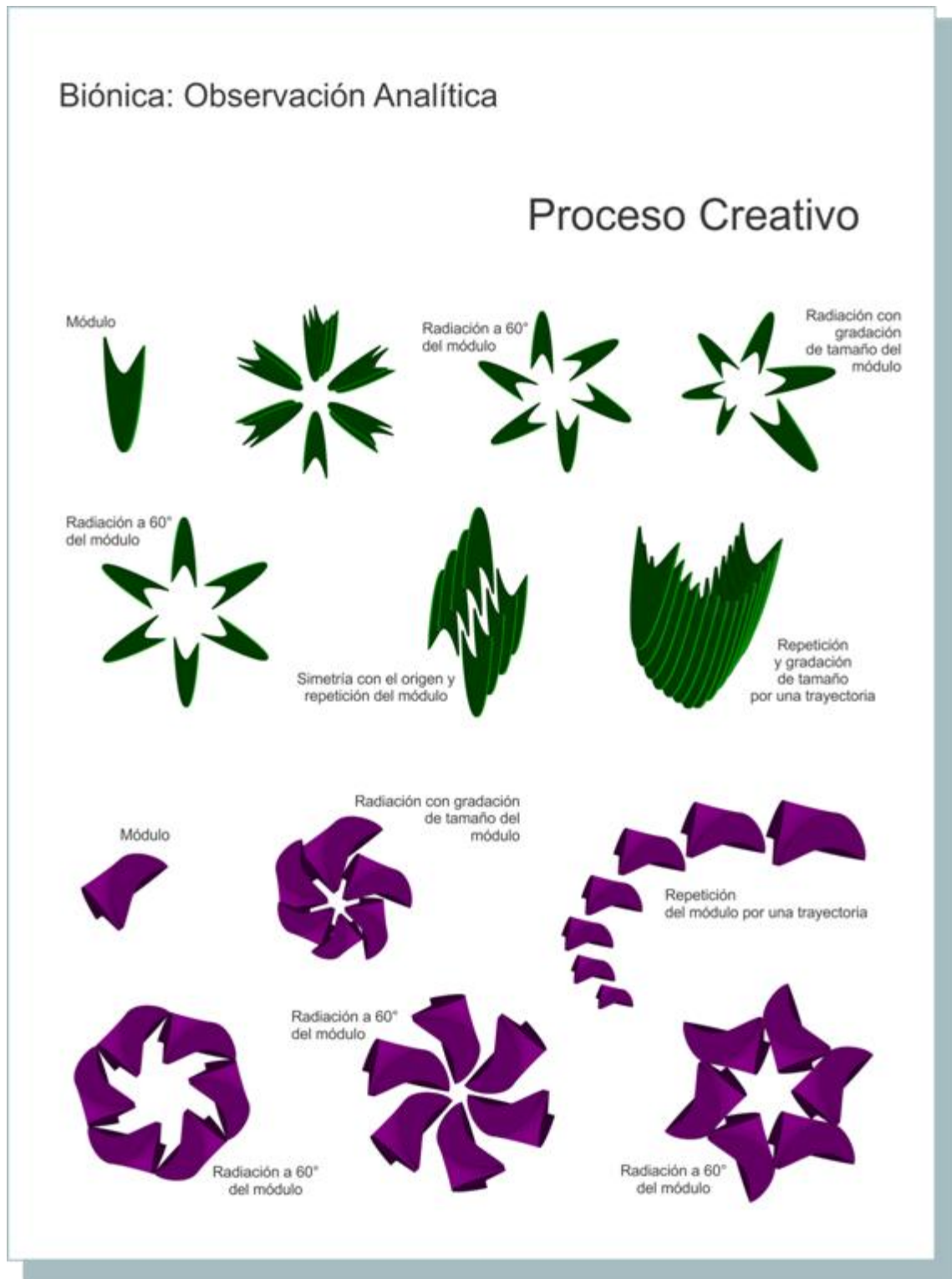
Fuente: Autor

Figura 56. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 4



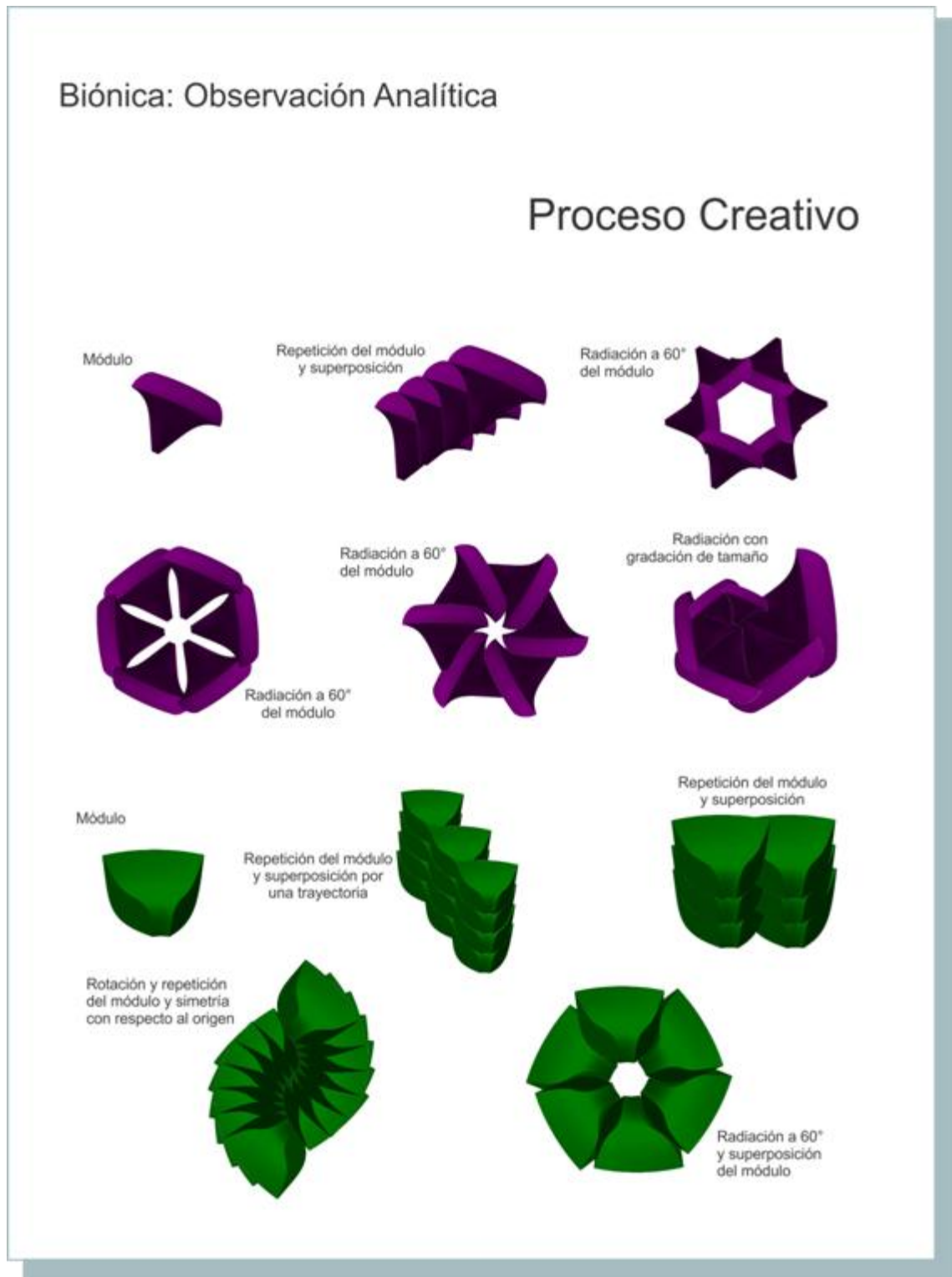
Fuente: Autor

Figura 57. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 5



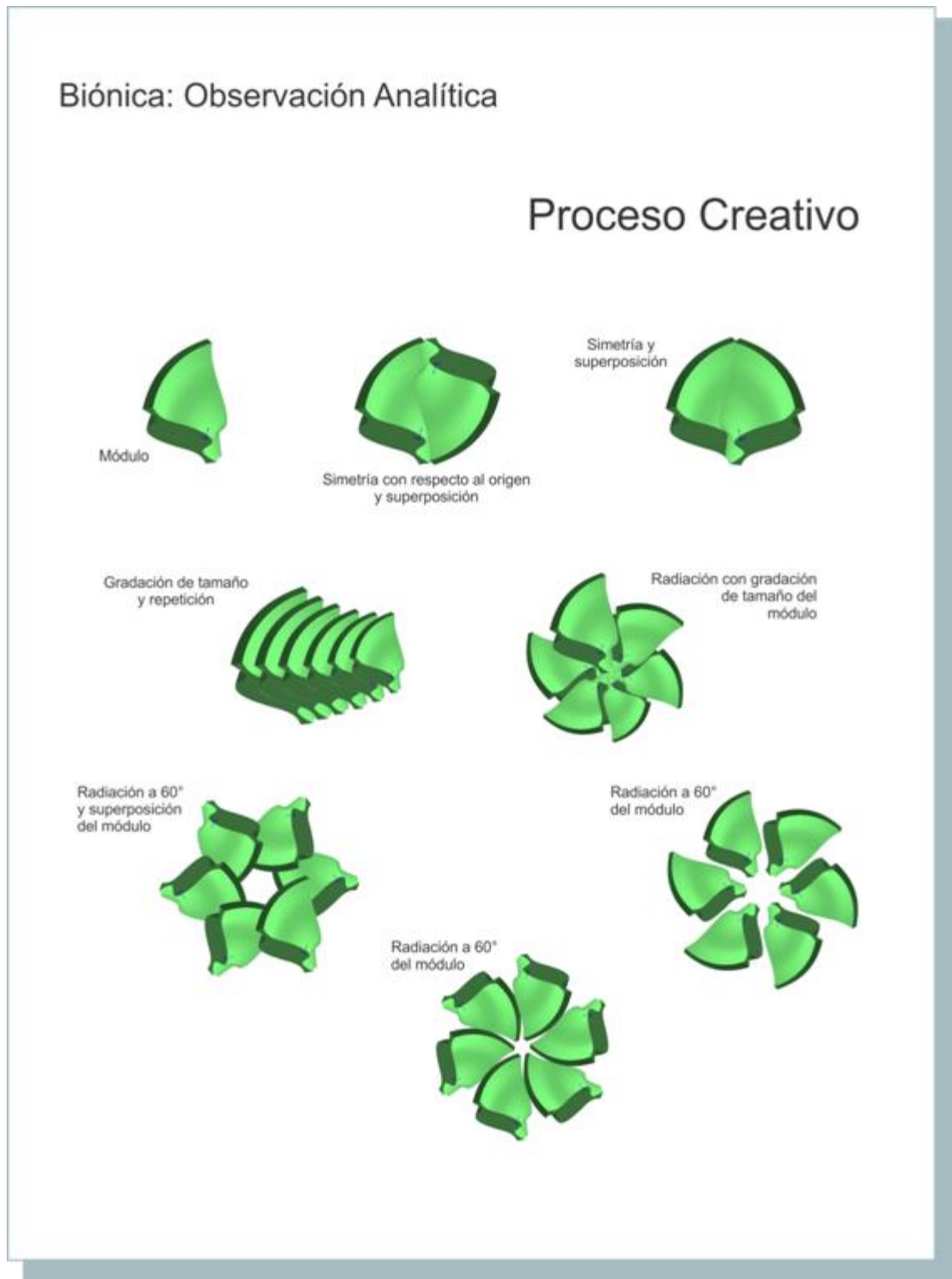
Fuente: Autor

Figura 58. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 6



Fuente: Autor

Figura 59. Observación analítica. Hoja, proceso creativo 7



Fuente: Autor

Figura 60. Observación analítica. Raíz

Biónica: Observación Analítica

## DESCRIPCIÓN DE LA RAIZ

Raíz fibrosa, comunmente coloreada



Fuente: Autor

Figura 61. Observación analítica. Raíz, forma, contorno 1

Biónica: Observación Analítica

Guía de Orientación: Forma

### 1. Contorno Forma



Contorno raíz completa

Fuente: Autor

Figura 62. Observación analítica. Raíz, forma, contorno 2

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

### 1. Contorno Forma



Contorno raíz primaria,  
pelos absorbentes y cofia

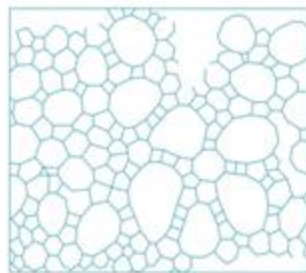
Fuente: Autor

**Figura 63. Observación analítica. Raíz, forma, redes o conjunto reticular 1**

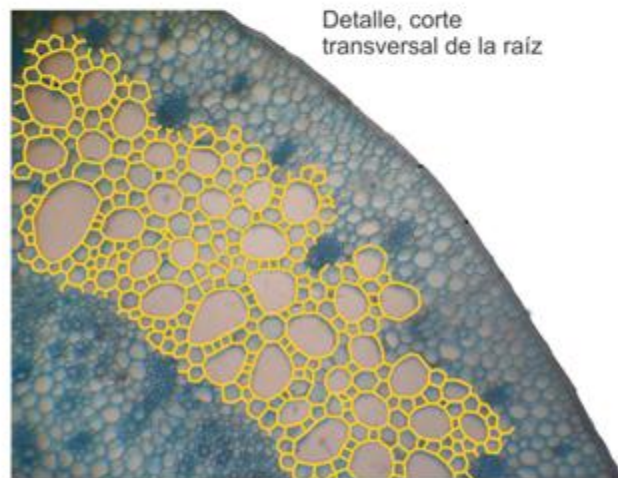
Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

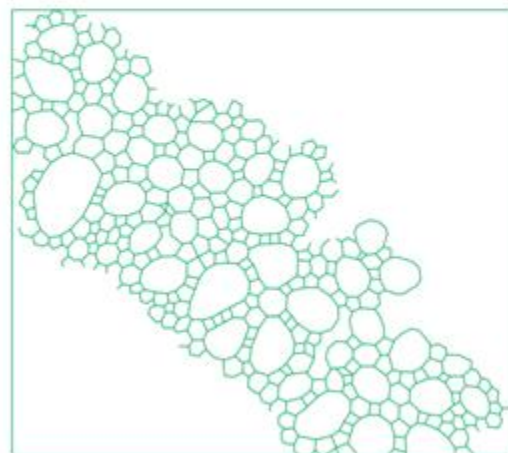
### 2. Redes o Conjunto reticular



Reticula 1



Fuente: Atlas virtual de botánica UFRN



Fuente: Autor

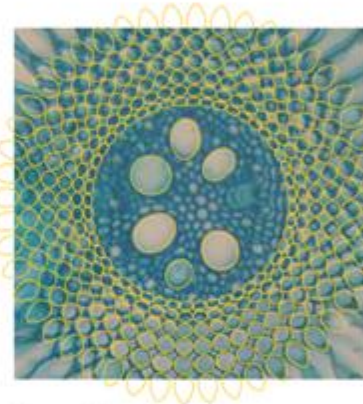
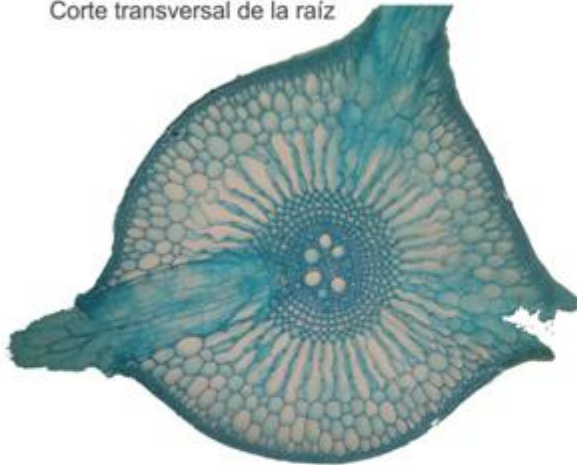
Figura 64. Observación analítica. Raíz, forma, redes o conjunto reticular 2

Biónica: Observación Analítica

## Guía de Orientación: Forma

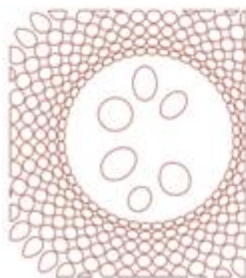
### 2. Redes o Conjunto reticular

Corte transversal de la raíz



Geometrización raíz

Fuente: Atlas virtual de botánica UFRN

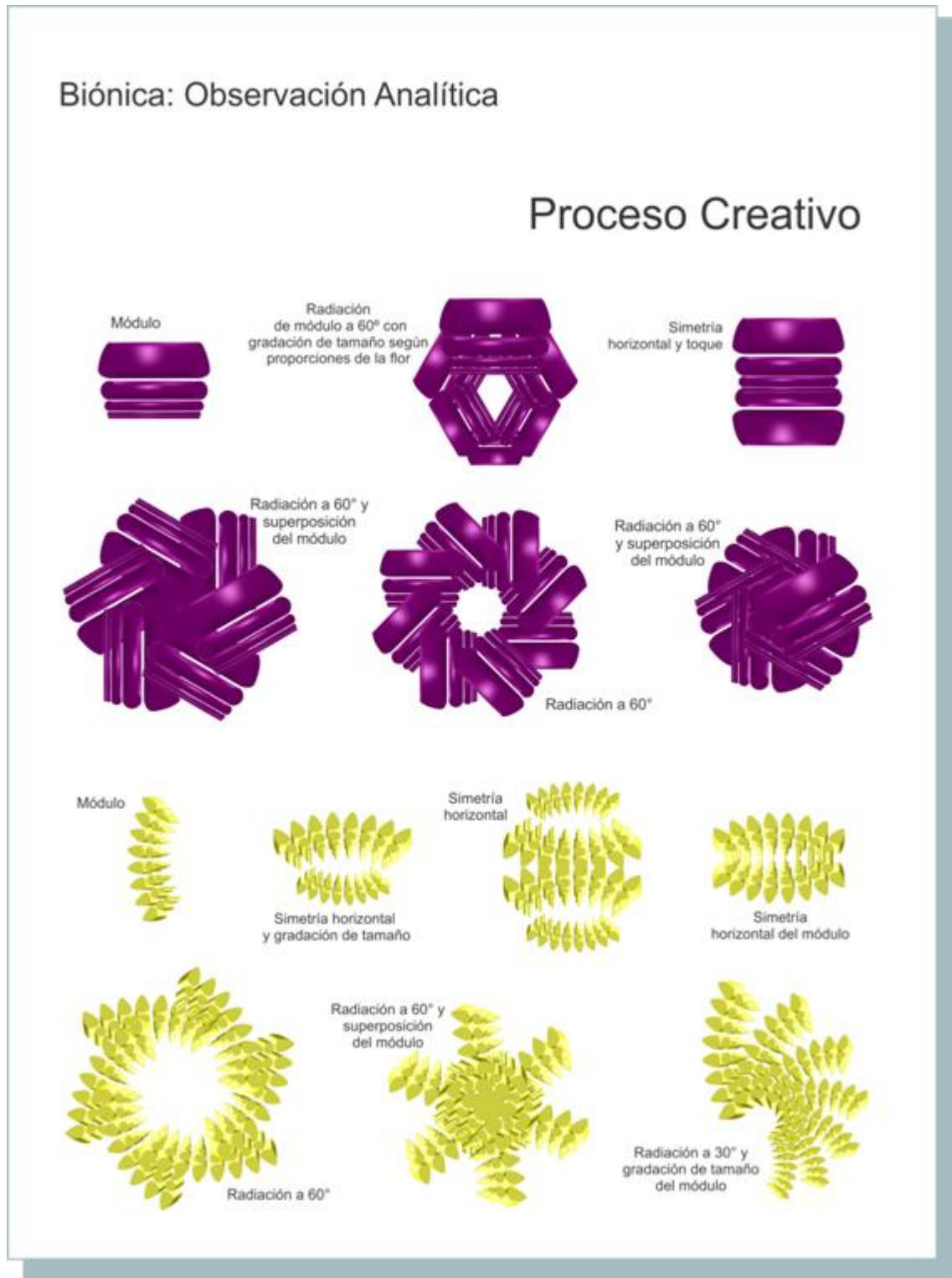


Reticula 2



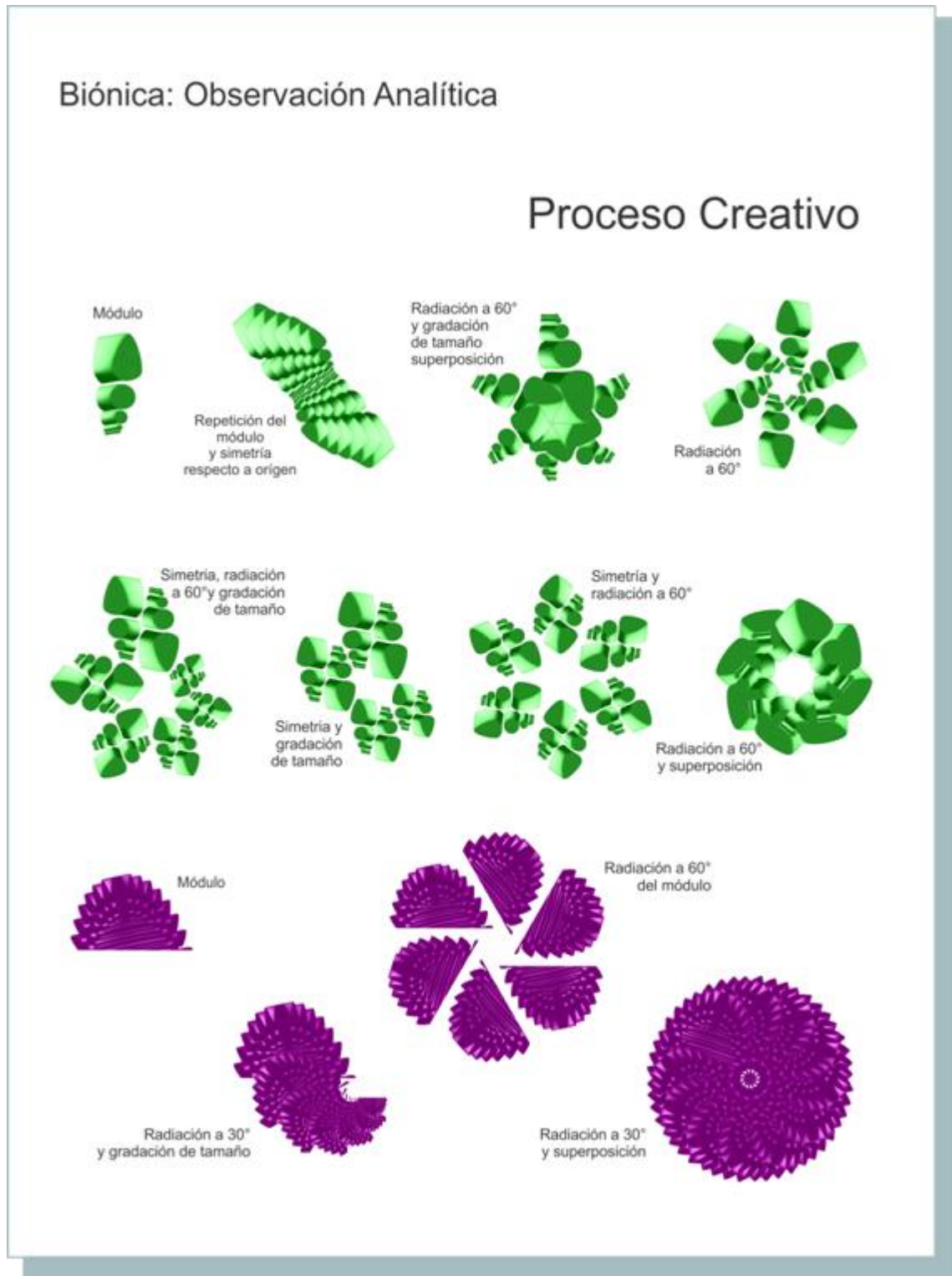
Fuente: Autor

Figura 65. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 1



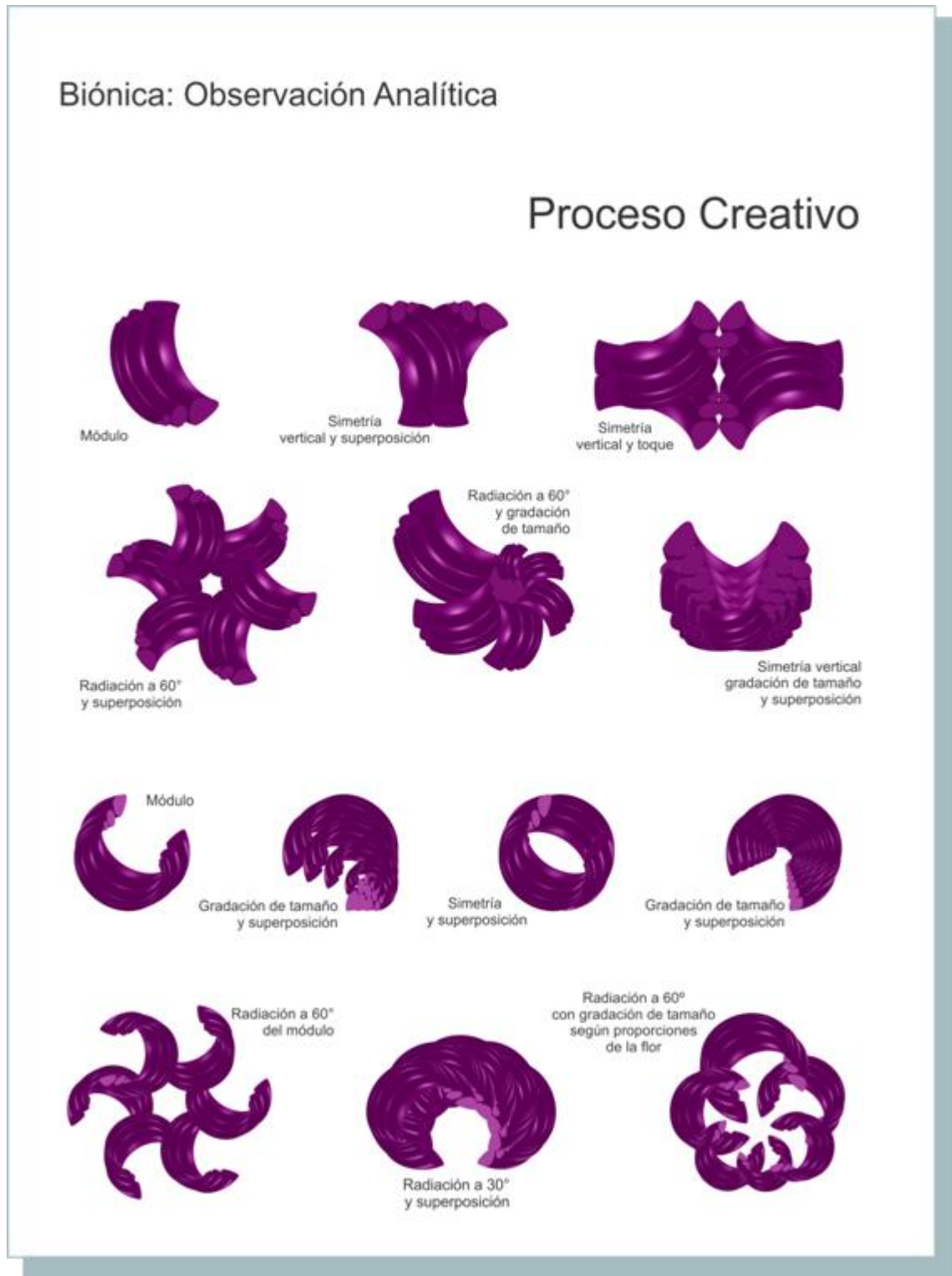
Fuente: Autor

Figura 66. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 2



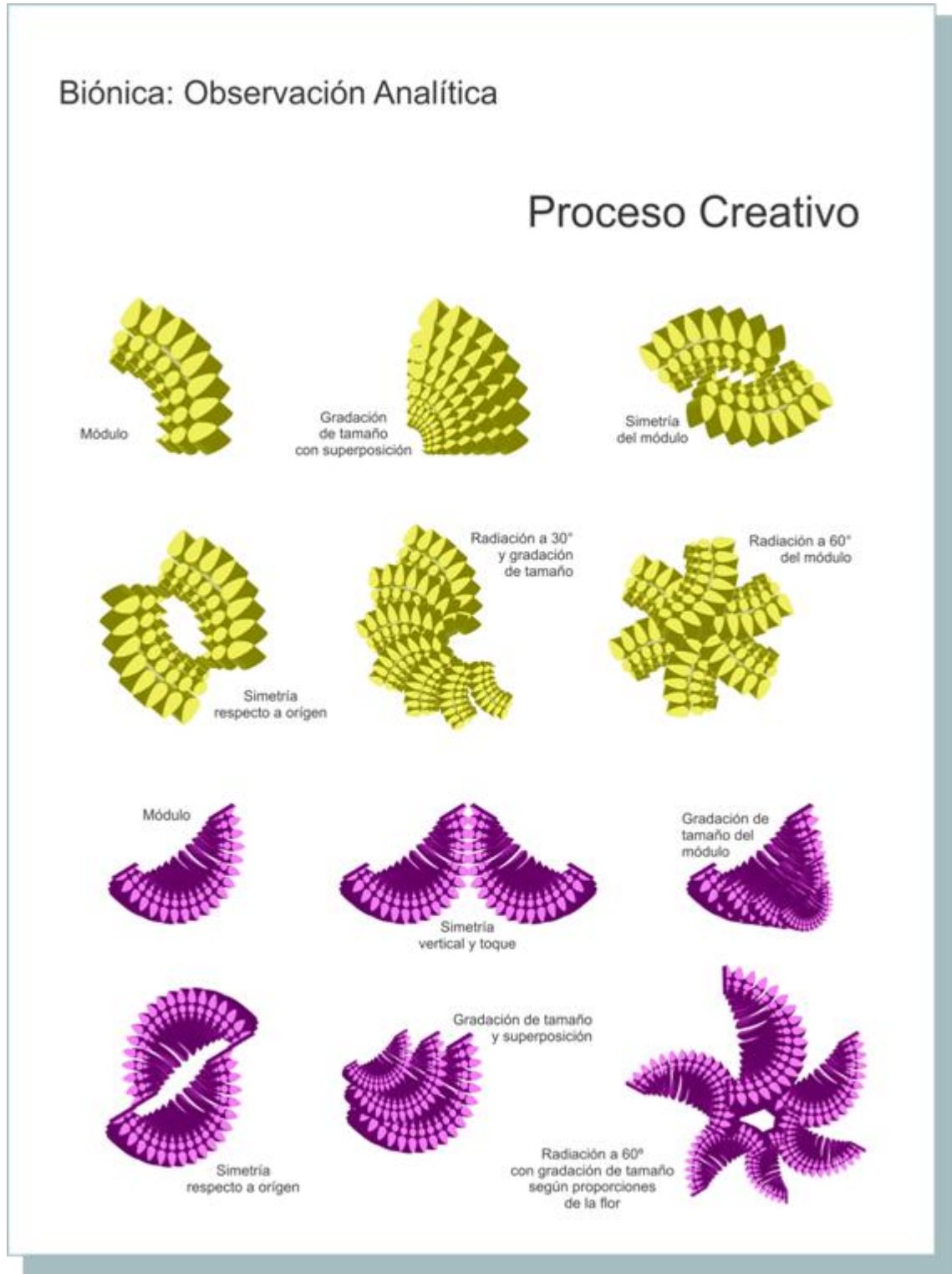
Fuente: Autor

Figura 67. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 3



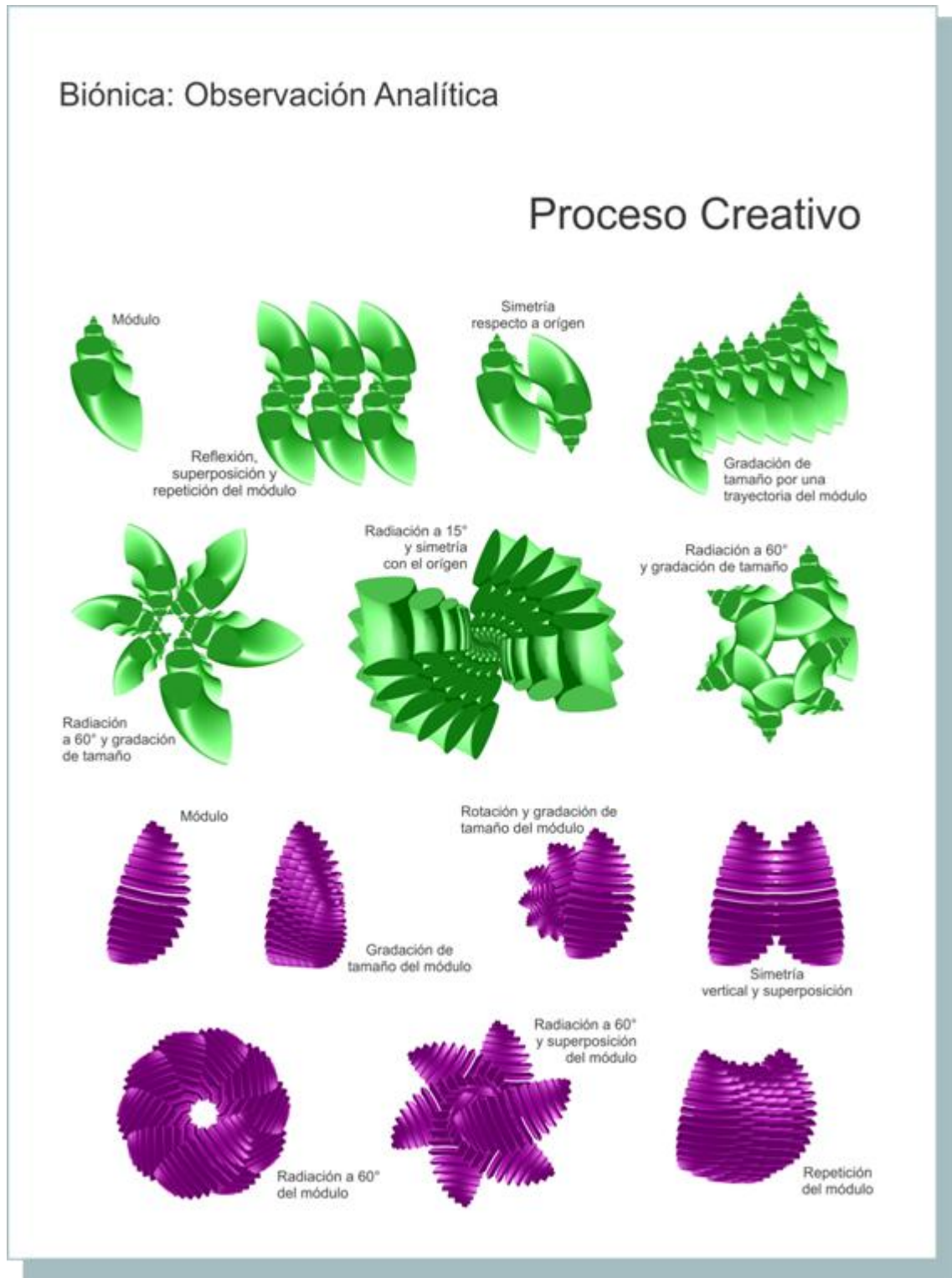
Fuente: Autor

Figura 68. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 4



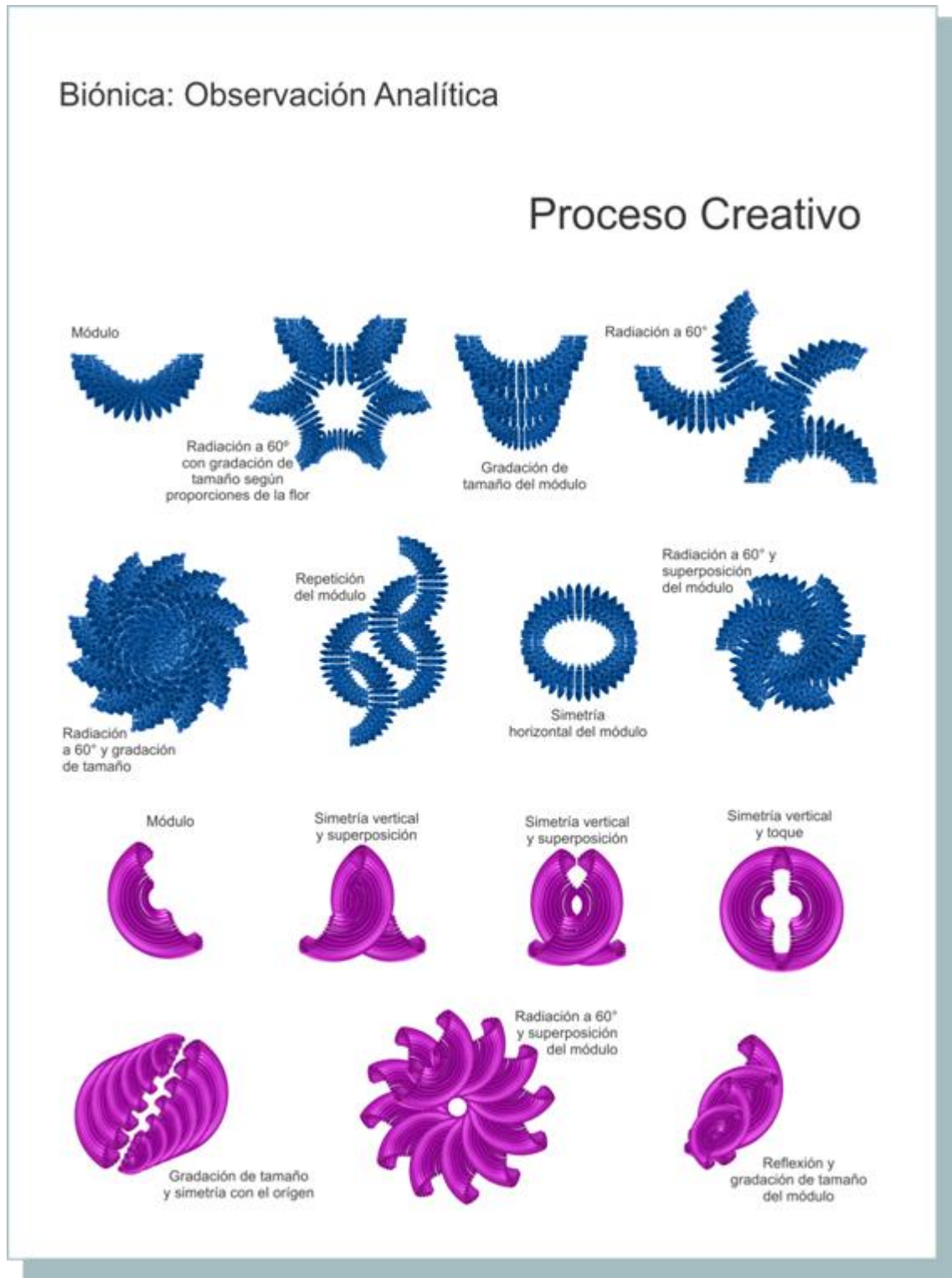
Fuente: Autor

Figura 69. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 5



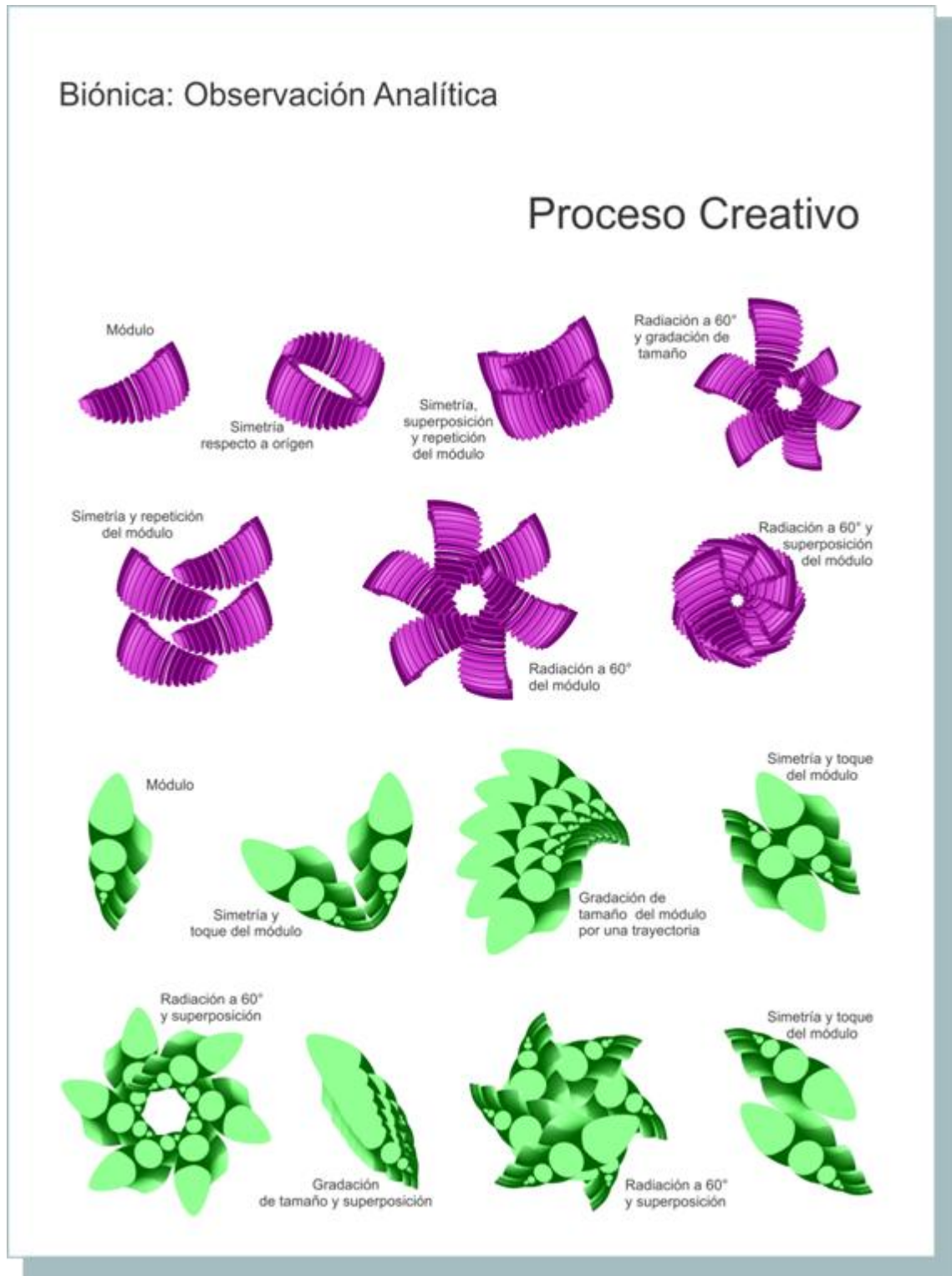
Fuente: Autor

Figura 70. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 6



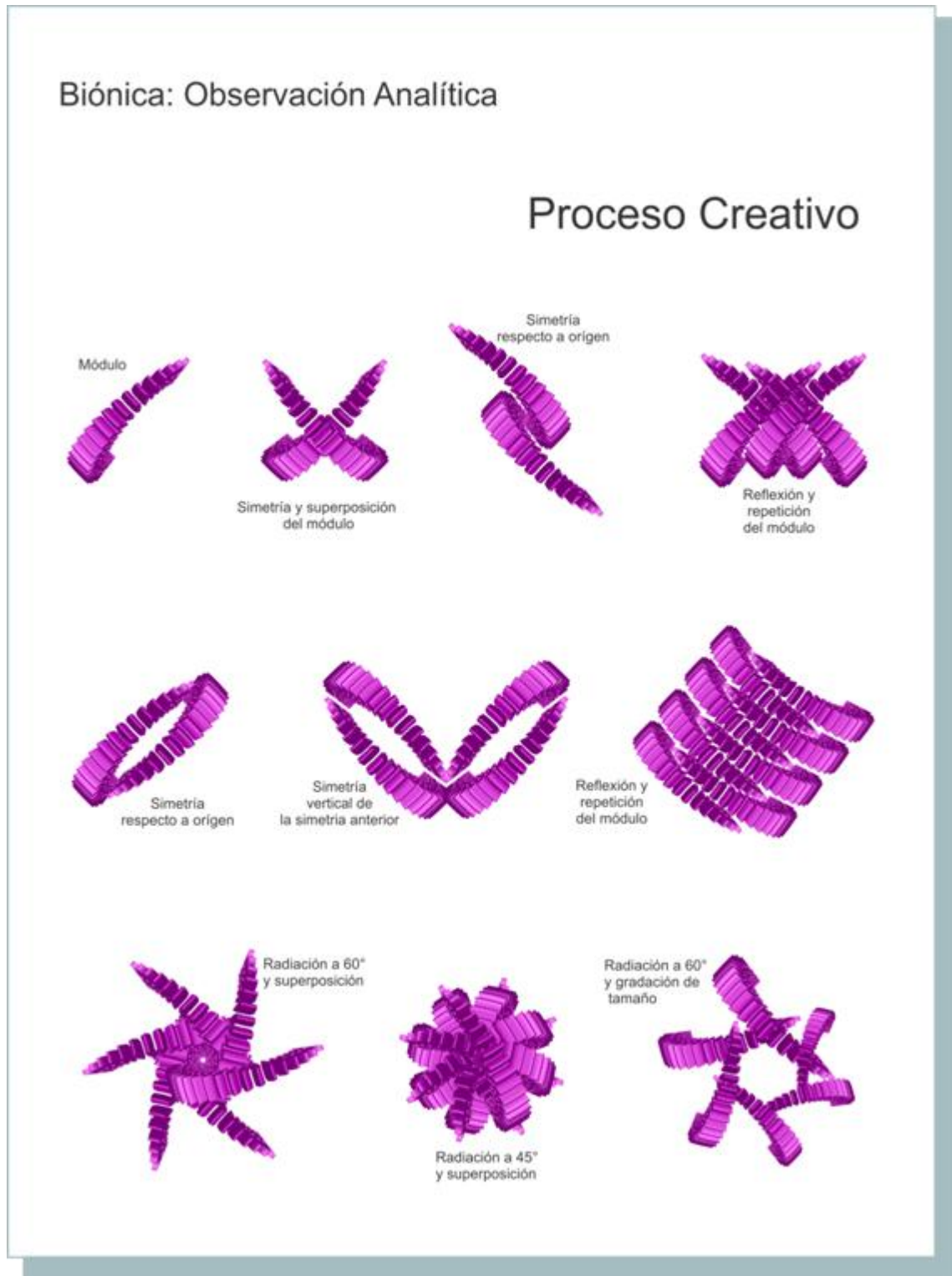
Fuente: Autor

Figura 71. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 7



Fuente: Autor

Figura 72. Observación analítica. Raíz, proceso creativo 8



Fuente: Autor

Figura 73. Observación analítica. Abstracción de texturas 1

Biónica: Observación Analítica

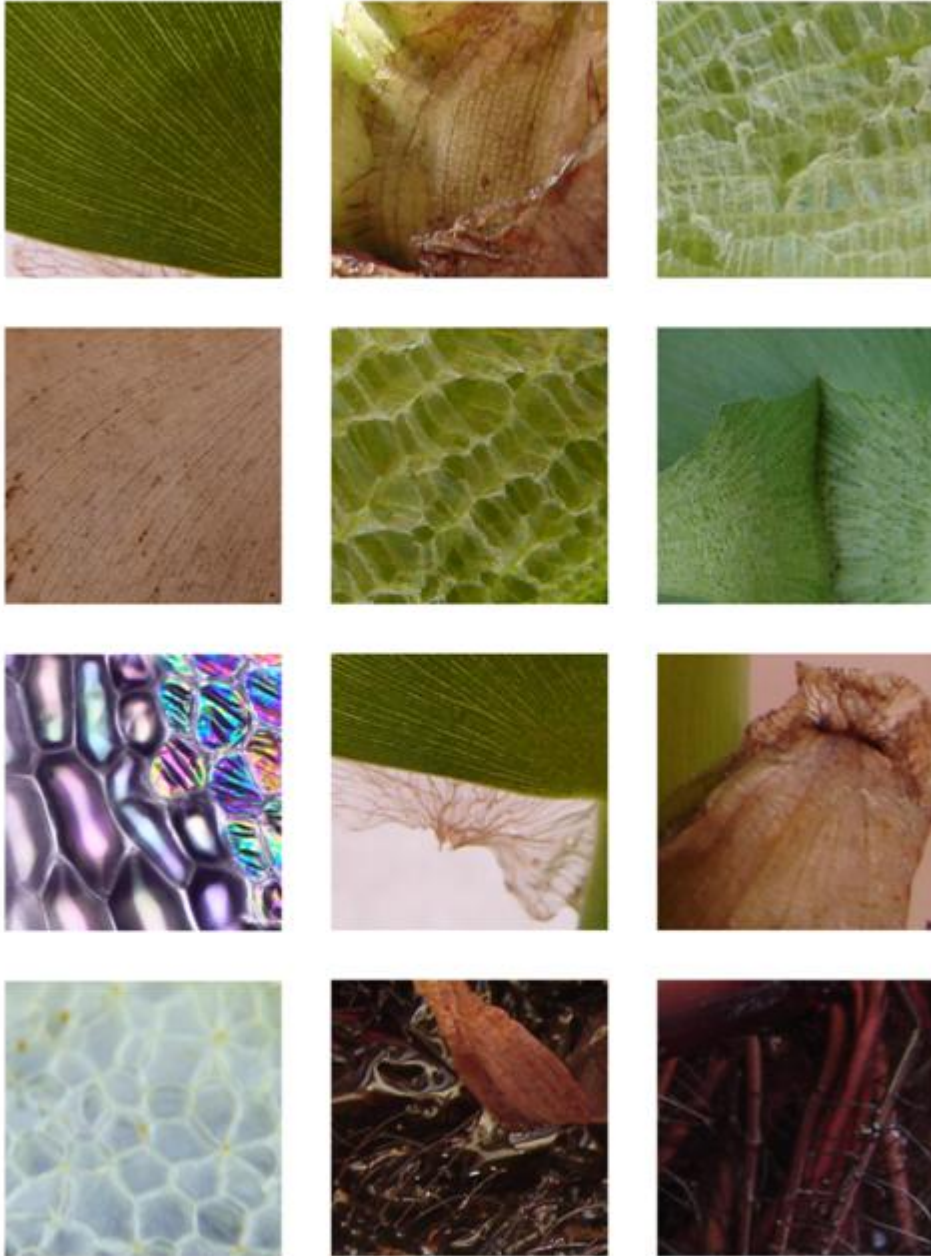
Abstracción de texturas



Fuente: Autor

Figura 74. Observación analítica. Abstracción de texturas 2

Biónica: Observación Analítica



Fuente: Autor

Figura 75. Observación analítica. Abstracción tabla de colores1



Fuente: Autor

Figura 76. Observación analítica. Abstracción tabla de colores 2



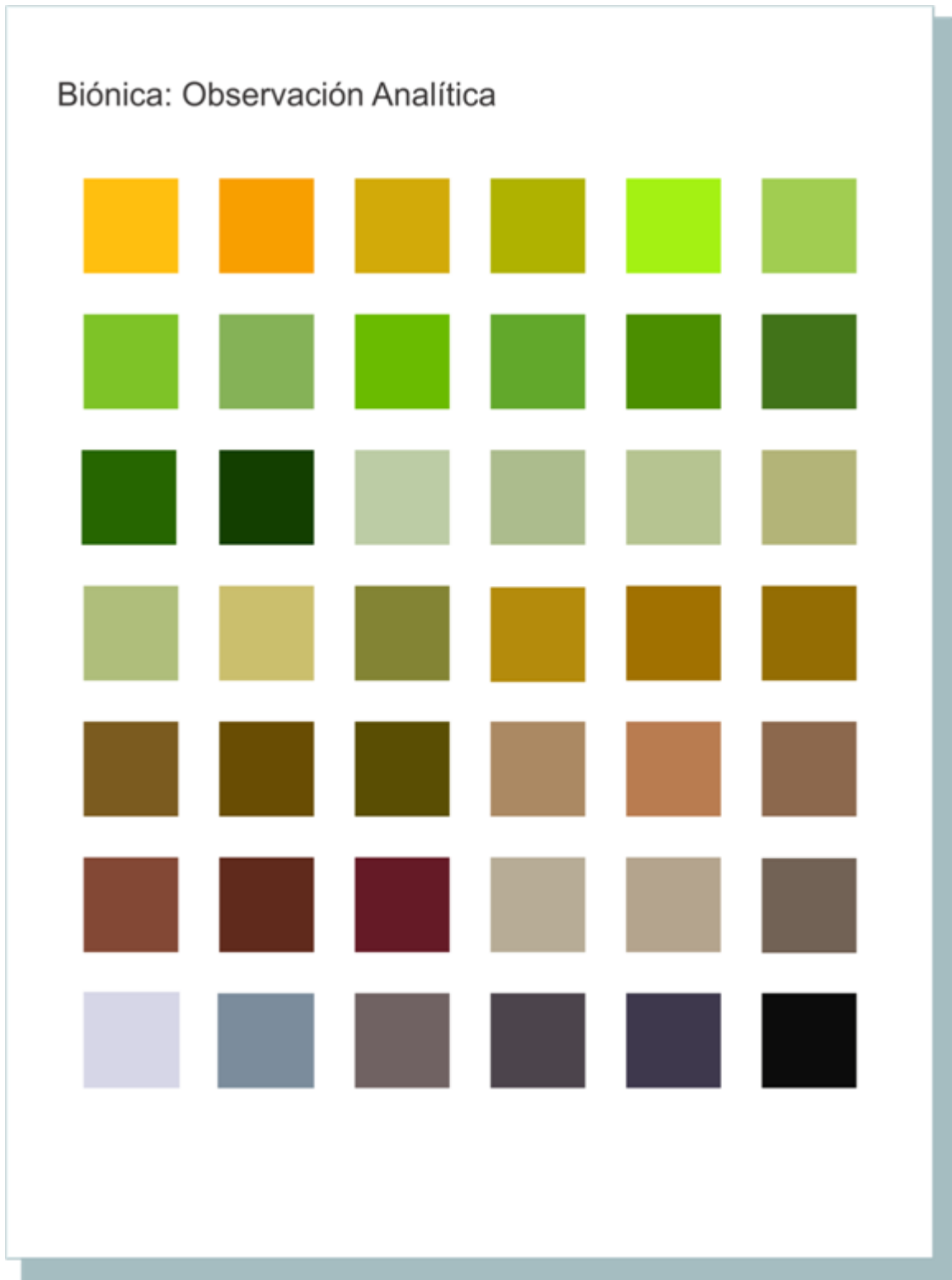
Fuente: Autor

Figura 77. Observación analítica. Abstracción tabla de colores 3



Fuente: Autor

Figura 78. Observación analítica. Abstracción tabla de colores 4



Fuente: Autor

## **Conclusiones:**

- Con el análisis biónico formal se pudo establecer una base geométrica caracterizada por la presencia de figuras orgánicas, curvas suaves y armónicas.
- De las funciones básicas de la planta se destacan la de **contener** las celdas de aire que permiten la **flotación** del pecíolo y el **equilibrio** entre la parte flotante y la sumergida.
- Las propiedades de la materia aplicables al producto son la impermeabilidad y suavidad.
- Se encontraron relaciones dimensionales y proporcionales en la planta.
- La función que cumplen las celdas cerradas es equilibrar el peso de la planta y la presión que ejerce el agua y así se mantiene a flote.
- A partir de fotografías de la Eichhornia Crassipes y mediante el uso de una herramienta digital de extracción de colores se obtuvo la paleta de colores y texturas.
- Gracias al uso del microscopio se logró un acercamiento que permitió abstraer geometrías detalladas de la estructura interna de las partes de la planta.

### **4.1.1.2 Etapa 2: Observación del usuario (estrategia de campo)**

**Objetivo:** Conocer mediante observación las etapas del aprendizaje de la natación y la interacción con los instrumentos, reconociendo las condiciones reales del entorno acuático para establecer las funciones que deberá cumplir la familia de objetos.

**Hipótesis:** El acompañamiento y la iniciación de la natación requieren el uso de artefactos especializados, sin embargo ninguno de los existentes se especializa en las técnicas de respiración.

**Recursos Necesarios:**

Cámaras (2)

Formatos de observación (2)

Recursos humanos: Grupo de niños de natación, instructor y observadores

**Prueba:** Visitar la Liga Santandereana de Natación y recopilar mediante material audiovisual los procesos de enseñanza y aprendizaje en diferentes clases de natación.

La prueba se realizó con un grupo de 10 niños pertenecientes a la Liga Santandereana de Natación.

Se hizo un seguimiento de las actividades y el paso a paso de la clase, consignada en el formato diseñado para la Observación.

**Figura 79. Formato de Observación**

<b>FORMATO DE OBSERVACIÓN</b>	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Liga Santandereana de Natación <b>INSTRUCTOR:</b> Jairo Morales Duarte <b>CANT. NIÑOS:</b> 8 <b>DURACIÓN:</b> 50 minutos <b>FECHA:</b> Noviembre 26 de 2.012	
<b>INICIO</b>	
<b>Elementos:</b>  Panelitas Gusano Tabla	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los niños se ubican en el borde de la piscina en traje de baño</li> <li>2. Entran a la piscina con los elementos según su nivel</li> <li>3. Toman aire por la nariz, se sumergen mientras el entrenador cuenta hasta 5, salen y botan el aire por la boca</li> <li>4. Tomados del borde de la piscina hacen movimientos de pataleo.</li> <li>5. Toman aire por la nariz, se sumergen botando el aire por la boca haciendo burbujas mientras el instructor cuenta hasta cinco y sale.</li> </ol>
<b>Notas:</b> Los elementos denotan un nivel: Principiante > Panelitas, Intermedio > Gusano, Avanzado > Tabla y Experto > Sin elementos.	
<b>DESARROLLO</b>	
<b>Elementos:</b>  Panelitas Gusano Tabla	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacen una fila se lanzan por turnos</li> <li>2. Nadan alcanzando al profesor y vuelven al borde de la piscina con la boca cerrada, cabeza sumergida y movimiento de pies</li> <li>3. Sentados en el borde de la piscina sumergen los pies con movimientos</li> </ol>
<b>Notas:</b> Sumergir la cabeza en el agua genera confianza. Es muy incidente el lenguaje positivo que genera seguridad desde el principio.	
<b>FINAL</b>	
<b>Elementos:</b>  Panelitas Gusano Tabla	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entran al agua con la tabla, el gusano o las panelitas según su nivel y nadan con ellos por el borde de la piscina hasta atravesarla.</li> </ol>
<b>Notas:</b> Manifestaron inconformidad con el uso del gusano porque les lastima el pecho, los brazos y las axilas.	

Registro fotográfico:

Figura 80. Observación en clase de natación.



Fuente: Autor

### **Análisis de resultados:**

Debido al enfoque del proyecto las expectativas están orientadas al reconocimiento de los elementos utilizados para cada fase del proceso de aprendizaje de la natación.

En el primer acercamiento se evidencia el manejo de tres elementos básicos para el desarrollo de todas las tareas, cuyo uso varía según el nivel confianza que haya desarrollado el niño.

La respuesta de los niños ante los estímulos del instructor varían según las diferentes personalidades y el avance en el proceso.

### **Conclusiones:**

- Los instrumentos utilizados para el apoyo de la práctica de la natación son el Gusano, Las Panelitas y La Tabla: elementos básicos en su configuración formal, flotantes y de bajo costo.
- Durante el desarrollo de las clases el instructor emplea una metodología pedagógica de referencia temática, la cual permite crear un lenguaje familiar generando mayor confianza y seguridad en los niños.
- La comunicación, la confianza y la credibilidad entre el niño y el instructor, ayudan a fortalecer la autonomía y mostrar mejor desempeño.
- La confianza y la credibilidad que el instructor deposita en los niños sumado a una correcta comunicación fortalecen su autonomía permitiendo mejor desempeño.

- Los tres elementos empleados para la práctica cumplen con el objetivo de mantener a flote al niño.
- Las Panelitas, por ser de materiales poco flexibles, generan incomodidad en la parte abdominal ya que debe ir ajustadas.
- Al final de la clase, los niños que utilizan Los Gusanos presentan irritaciones en el pecho y en las axilas producto del rozamiento
- Cuando el niño trabaja con la Tabla muestra mayor libertad de movimientos, con más iniciativa y seguridad en sí mismo.

**4.1.2 Generación de parámetros antropométricos de niños entre 3 y 5 años.** Para el desarrollo del diseño de la familia de objetos basado en el usuario es necesario tener en cuenta los factores antropométricos de los niños a quienes va dirigido. Se presenta a continuación el registro de las mediciones realizadas y los parámetros generados.

La toma de medidas se realizó en el Jardín Infantil Universidad ubicado en la calle 18 #29-27 en la ciudad de Bucaramanga (Colombia) el día 5 de Diciembre de 2.012, con una muestra de 30 niños de edades entre los 3 y los 5 años.

Figura 81. Registro fotográfico, toma de medidas



Fuente: Autor

**Tabla 5. Medidas niños de 3 a 4 años**

TOMA DE MEDIDAS NIÑOS DE 3 A 4 AÑOS (36 a 48 meses)		NOMBRE Y APELLIDO										
		Carlos Andrés Venegas	Valentina Sánchez	KennerStivenGálvis	María Camila Avendaño	Natalia Sofía Chacón	María Paula Guerra	María Alejandra Guerrero	Emmanuel Guerrero Rey	Michael Joel Rojas	Laura Tatiana Escalante	Jorgen Andrés Solís
	Edad [meses]	46	36	42	47	47	47	47	47	46	47	47
	Género	M	F	M	F	F	F	F	M	M	F	M
MEDIDAS TOMADAS [mm]	Peso	16,9	12,4	18,5	17	15,4	13	11,9	15,5	15,4	14,5	15,7
	Estatura (Vértex-suelo)	1015	930	1030	1040	985	920	910	990	990	98	1015
	Alcance brazo frontal (pared- punto masdist de la mano)	485	487	510	580	475	487	460	485	495	504	526
	Alcance presión de fuerza (Lápiz en mano-pared)	431	380	425	405	443	346	405	400	420	440	440
	Alcance Lateral (Nudillo dedo medio-supraexternal)	340	320	365	380	346	310	310	345	345	370	352
	Diámetro maxbideltoideo (Deltoide-deltoide)	225	220	245	214	203	187	200	215	215	210	204
	Anchura posterior de Tórax (Pliegues de las axilas)	255	242	274	260	243	230	200	247	265	222	224
	Profundidad max cuerpo (Pared-punto mas anterior del	192	160	178	188	157	17	165	167	201	158	151

cuerpo)							9						
Longitud de la mano (Pliegue-falange dedo medio)	90	83	100	100	93	88	82	95	92	91	90		
Anchura mano	63,5	57	67	62	59	61	54	65	65	55	64,5		
Anchura palma de mano	52,5	45	53	50	45	52	41	50	53	45	50		
Grosor o espesor mano (Altura nudillos)	21	15	19	17	16	17	18	17	18	19	23		
Diámetro empuñadura	22	16	24	26	28	20	21	21	24	23	22		

**Tabla 6. Medidas niños de 4 a 5 años**

TOMA DE MEDIDAS NIÑOS DE 4 A 5 AÑOS (48 a 60 meses)		NOMBRE Y APELLIDO																		
		Annie Angélica Ramos	Lorena Contreras Medina	Paula Daniela Orduz	Santiago Santos Perez	Johan Sebastián Ramírez	Juan Manuel Luna Carreño	Sofía Estupiñán Quijano	María Fernanda Jarabe García	Alejandro Camargo Calvijo	María Gabriela Alvarez	Ana Valentina Beltrán	Jesús David León	María Fernanda	Lenin Andrei Salazar	María José López Rodríguez	Mabelin Sofia Rangel	Manuel Felipe Pérez	Valentina Picón	María José Cárdenas Díaz
	Edad [meses]	57	27	46	61	57	58	58	54	57	54	56	52	54	59	58	48	48	48	60
	Género	F	F	F	M	M	M	F	F	M	F	F	M	F	F	F	F	M	F	F
MEDIDAS TOMADAS [mm]	Peso	20,1	15,9	18,4	19,6	16,6	18,8	16,9	14,5	20,3	16,7	16,6	15,4	18,1	23,3	19,3	17,4	17,8	15,6	18,7
	Estatura (Vértex-suelo)	1120	1060	1030	1130	1070	1070	1040	1045	107,5	105	985	1000	1055	1155	1005	975	1045	980	110
	Alcance brazo frontal (pared- punto masdist de la mano)	580	525	538	590	550	520	528	517	530	490	495	520	520	550	550	510	507	548	565
	Alcance presión de fuerza (Lápiz en mano-pared)	485	435	405	450	445	440	453	435	445	425	457	440	425	455	465	473	447	445	510
	Alcance Lateral (Nudillo dedo medio-supraexternal)	380	370	365	370	360	400	365	370	372	320	362	347	365	395	380	342	380	344	405
	Diámetro maxbideoideo (Deltoido-deltoido)	250	230	225	250	255	260	245	235	250	240	225	230	235	235	225	250	225	210	237
	Anchura posteriores de Tórax (Pliegues de las axilas)	280	238	260	284	270	270	240	250	255	250	264	265	250	302	265	250	262	226	270
	Profundidad max cuerpo (Pared-punto mas anterior del cuerpo)	145	177	202	174	173	202	180	150	170	174	194	180	180	150	165	154	170	152	180

Longitud de la mano (Pliegue-falange dedo medio)	105	95	93	112	107	101	104	95	100	100	92	107	98	110	104	140	107	91	108
Anchura mano	67	62	63	70	59	67	64	64	66	64	58	58	64	69	61	63	59	55	65
Anchura palma de mano	56	51	51	58	50,5	55	53	50	51	52	46	47	50	54	53	58	51,2	51	55
Grosor o espesor mano (Altura nudillos)	21	17,5	19	25	18,5	20	20	18	21	20	16	17	18	24	19	18	19	21	18
Diámetro empuñadura	24	24	26	28	27	24	22	23	25	28	24	26	25	27	24	29	25	23	29

Después de haber tomado las dimensiones necesarias se procede a calcular los percentiles, valores que definen en porcentajes los datos registrados. Como objeto de estudio se tomará en cuenta los percentiles P5, P25, P50, P75 y P95 con el fin de aproximar el diseño a las dimensiones representativas de la población.

**Tabla 7. Percentiles niños de 3 a 4 años**

PERCENTILES NIÑOS DE 3 A 4 AÑOS (36 a 48 meses)		Media Aritmética (Promedio)	Desviación Estándar	Percentil 5	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 95
	Edad [meses]	38,4	6,2	28,2	34,2	38,4	42,6	48,6
	Género							
MEDIDAS TOMADAS [mm]	Peso	15,1	1,6	12,5	14,1	15,1	16,2	17,7
	Estatura (Vértex-suelo)	902,1	207,4	561,0	762,3	902,1	1041,8	1243,2
	Alcance brazo frontal (pared- punto masdist de la mano)	499,5	24,5	459,1	482,9	499,5	516,0	539,8
	Alcance presión de fuerza (Lápiz en mano-pared)	412,3	22,7	375,0	397,0	412,3	427,6	449,6
	Alcance Lateral (Nudillo dedo medio-supraexternal)	343,9	17,8	314,6	331,9	343,9	355,9	373,2
	Diámetro maxbideltideo (Deltoide-deltoide)	212,5	11,5	193,6	204,8	212,5	220,3	231,5
	Anchura posteriores de Tórax (Pliegues de las axilas)	242,0	16,6	214,6	230,8	242,0	253,2	269,4
	Profundidad max cuerpo (Pared-punto mas anterior del cuerpo)	172,4	12,5	151,8	163,9	172,4	180,8	192,9
	Longitud de la mano (Pliegue-falange dedo medio)	91,3	4,5	83,9	88,3	91,3	94,3	98,6
	Anchura mano	61,2	3,4	55,7	58,9	61,2	63,4	66,7
	Anchura palma de mano	48,8	3,1	43,6	46,7	48,8	50,9	53,9
	Grosor o espesor mano (Altura nudillos)	18,2	1,7	15,3	17,0	18,2	19,4	21,0
	Diámetro empuñadura	22,5	2,4	18,5	20,8	22,5	24,1	26,5

**Tabla 8. Percentiles niños de 4 a 5 años**

PERCENTILES NIÑOS DE 4 A 5 AÑOS (48 a 60 meses)		Media Aritmética (Promedio)	Desviación Estándar	Percentil 5	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 95
	Edad [meses]	59,53	5,88	49,85	55,56	59,53	63,50	69,21
	Género							
MEDIDAS TOMADAS [mm]	Peso	17,89	2,10	14,43	16,48	17,89	19,31	21,36
	Estatura (Vértex-suelo)	899,34	362,50	603,04	655,02	899,34	1143,66	1495,65
	Alcance brazo frontal (pared- punto masdist de la mano)	533,32	27,51	488,06	514,77	533,32	551,86	578,57
	Alcance presión de fuerza (Lápiz en mano-pared)	449,21	21,01	414,65	435,05	449,21	463,37	483,77
	Alcance Lateral (Nudillo dedo medio-supraexternal)	368,00	21,27	333,01	353,66	368,00	382,34	402,99
	Diámetro maxbideltideo (Deltoide-deltoide)	237,47	12,84	216,36	228,82	237,47	246,13	258,59
	Anchura posterios de Tórax (Pliegues de las axilas)	260,58	17,25	232,20	248,95	260,58	272,21	288,95
	Profundidad max cuerpo (Pared-punto mas anterior del cuerpo)	172,21	15,61	146,54	161,69	172,21	182,73	197,88
	Longitud de la mano (Pliegue-falange dedo medio)	103,63	10,64	86,14	96,46	103,63	110,80	121,13
	Anchura mano	63,05	4,09	56,33	60,30	63,05	65,81	69,77
	Anchura palma de mano	52,25	3,29	46,84	50,03	52,25	54,46	57,65
	Grosor o espesor mano (Altura nudillos)	19,47	2,26	15,75	17,95	19,47	21,00	23,20
	Diámetro empuñadura	25,42	2,12	21,94	23,99	25,42	26,85	28,91

## 4.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE

### 4.2.1 Entrevista

Figura 82.Formato de entrevista.

<p>TIPO DE ENTREVISTA: _____ LUGAR: _____ FECHA: _____</p> <p>PERSONA ENTREVISTADA: _____ DURACIÓN: _____</p> <p><b>Guión para Entrevista para Instructores de natación</b></p> <p>Somos estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, actualmente estamos desarrollando la fase investigativa del proyecto "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE OBJETOS CON BASE EN EL ANÁLISIS BIÓNICÓ DE UNA VARIEDAD DE <i>EICHHORNIA CRASSIPES</i> (JACINTO DE AGUA) PARA ESTIMULAR LA PRÁCTICA DE LA DE LA NATACIÓN EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS". El objetivo de esta entrevista es comprender la experiencia de los procesos pedagógicos en el agua. Es muy importante para esta investigación su aporte en los temas pertinentes a las metodologías de aprendizaje en el agua, posibles riesgos de la práctica y experiencias con los instrumentos para la enseñanza de la natación.</p> <p><b>Preguntas:</b></p> <p>De antemano agradecemos el tiempo que dispone para esta entrevista, cómo ya sabe nuestro tema de interés es la natación, responda por favor:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Qué es lo que más le gusta de esta práctica?</li><li>• ¿Hace cuanto tiempo trabaja en éste medio?</li><li>• ¿Explíquenos que es lo que más se le dificulta en el trabajo con niños?</li><li>• ¿Cuéntenos de qué manera rompe el hielo con los niños que están iniciando la práctica de la natación?</li><li>• Según su experiencia ¿cómo interpretan los niños sus primeros contactos con el agua?</li><li>• ¿Qué elementos conoce para facilitar la enseñanza y el desempeño? ¿Cuáles de estos prefiere? Explíquenos por qué.</li><li>• ¿Qué aporte considera que hacen estos instrumentos?</li><li>• Para usted que se encuentra en contacto constantemente con el medio acuático ¿Qué le cambiaría a los instrumentos existentes o qué tipo de elementos sugeriría que hace falta?</li><li>• ¿Qué factores contemplan a la hora de escoger los elementos de apoyo?</li><li>• ¿Cuáles son los peligros a los que se exponen los niños en sus clases de natación y cómo los contrarrestan?</li><li>• ¿Considera usted necesario resaltar algún otro aporte?</li></ul>
--

Fuente: Autor

**4.2.1.1 Análisis de resultados.** Para los instructores entrevistados resulta más gratificante enseñar que entrenar y los elementos de ayuda se convierten en asistentes fundamentales para la enseñanza. Acompañados de una comunicación verbal y corporal cercana, confiable y efectiva, permitiendo al niño dar las pautas para entrar al agua y para avanzar en los niveles de aprendizaje.

Cada instructor tiene una manera diferente de incluir los elementos de ayuda en su metodología como una herramienta para hacer más divertido el aprendizaje.

#### **4.2.1.2 Conclusiones**

- En la enseñanza de la natación cada nivel tiene un logro y es cada niño quien da la pauta para el siguiente paso en su proceso.
- Los elementos que los instructores usan con mayor frecuencia se clasifican en elementos de flotación: Gusanitos, panelas, tabla, colchonetas flotantes; y de inmersión: muñequitos que se llenan de agua y se hunden para ser alcanzados.
- Elementos que generan dependencia y costumbre no son tan apetecidos por los instructores de natación.
- Las panelas tienen gran acogida por los instructores debido a que van sujetas a la cintura del niño y los ayuda a flotar sin necesidad de hacer un esfuerzo, a medida que el niño va aprendiendo a flotar, se van quitando gradualmente.
- Para el instructor es fundamental el uso de los elementos ya que se convierten en asistentes que acompañan a los niños sin necesidad de mantener contacto con él.
- Es importante marcar diferencia entre los elementos de los niños y de los adultos para que los niños se sientan identificados y la enseñanza sea más especializada.
- Un aspecto decisivo en la elección de los elementos para el entrenador es la **SEGURIDAD**.

## 4.2.2 Encuestas

**Figura 83. Formato de encuesta para padres de familia**

**ENCUESTA N°:** \_\_\_ **LUGAR:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

**PERSONA ENTREVISTADA:** \_\_\_\_\_ **DURACIÓN:** \_\_\_\_\_

Cordial saludo.

Somos estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, actualmente estamos desarrollando la fase investigativa del proyecto " DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE OBJETOS CON BASE EN EL ANÁLISIS BIÓNICO DE UNA VARIEDAD DE *EICHHORNIA CRASSIPES* (JACINTO DE AGUA) PARA ESTIMULAR LA PRÁCTICA DE LA DE LA NATACIÓN EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS".

El objetivo de esta encuesta es Conocer las preferencias y gustos de los padres de niños entre 3 y 5 años que practican natación. Es muy importante para esta investigación su aporte.

1. ¿Qué criterios tiene en cuenta a la hora de escoger productos para natación de sus hijos?
2. Por favor mencione los instrumentos que conoce la práctica de la natación.
3. Señale los productos que más le generan confianza y escriba por qué.
4. ¿Cómo le gustaría que fuese un producto que le ayude a su hijo en el aprendizaje y la práctica de la natación?

Fuente: Autor

#### 4.2.2.1 Tabulación de datos encuesta

¿Qué criterios tiene en cuenta a la hora de escoger productos para natación de sus hijos?

**Tabla 9. Tabulación de criterios de selección de productos**

Criterio	Frecuencia
Seguridad	16
Comodidad	7
Calidad	6
Costo	6
Diseño	4
Ergonomía	3
Materiales	3
Color	2
Utilidad	1
Facilite el movimiento	1

Por favor mencione los instrumentos que conoce para la práctica de la natación.

**Tabla 10. Tabulación de Instrumentos para natación.**

Instrumento	Frecuencia
Tabla	21
Gusano	18
Gafas	18
Flotadores	15
Panelitas	15
Tapa oídos	12
Gorro	11
Vestido de baño	9
Aletas	5
Nariguera	1

Señale los productos que más le generan confianza y escriba por qué.

**Tabla 11. Tabulación de la confianza que generan los productos**

Instrumento	Frecuencia	Justificación
Gusano	9	Permiten desarrollar la habilidad, dan confianza y evitan que los niños se hundan
Tabla	6	Genera estabilidad, confianza, autonomía y evita que se hundan
Flotadores	6	Se adaptan al cuerpo y ayudan al comienzo del proceso
Panelitas	6	Evitan que los niños se hundan y dan confianza
Tapa oídos	2	Evita hongos
	1	Cualquier producto es indispensable según el nivel de aprendizaje

¿Cómo le gustaría que fuese un producto que le ayude a su hijo en el aprendizaje y la práctica de la natación?

**Tabla 12. Tabulación de atributos del producto según padres.**

Criterio	Frecuencia
Divertido	11
Seguro	9
Económico	7
Ajustable	6
Gusano que no irrite la piel	6
Confiable	6
Liviano	5
Práctico	5

Criterio	Frecuencia
Cómodo	4
Fuerte	3
Que mejore el movimiento	2
De fácil acceso	1
Que no obstaculice la práctica	1
Apoyo de seguridad	1
Amigable	1
Que ayude a regular la respiración	1
Gusano con más utilidades y diversidad de formas	1

#### 4.2.2.2 Conclusiones

- El aspecto más importante para los padres es la seguridad que el producto le brinde a los niños.
- Los padres desean encontrar en el mercado productos divertidos para sus hijos (que incentiven la práctica de la natación, llamativo, que el niño se alegre de usarlo).
- Es importante que el uso de los elementos genere comodidad para los niños.
- El diseño de los elementos debe adaptarse a la talla de niños de 3 a 5 años.
- Los elementos deben ser económicos conforme los precios de los productos existentes.
- El producto debe transmitir confianza tanto a los padres como a los niños.
- Los padres requieren que el producto sea práctico (fácil de llevar, de almacenar, liviano)
- El diseño del producto genere en niños y niñas identidad y sentido de pertenencia.
- Materiales no tóxicos, de fácil mantenimiento, higiénicos, resistentes a las condiciones del agua.
- El producto debe ser un apoyo para la clase sin convertirse en un agente distractor

- Fácil de almacenar en conjunto (modulable)
- Los elementos más reconocidos y preferidos por los padres son: El gusano, la tabla, las panelitas y los flotadores.
- El gusano por su forma permite que el niño desarrolle sus habilidades motoras.
- Los adultos reconocen en los productos existentes aspectos importantes como: generar confianza, propiciar autonomía, generar estabilidad y ajustar al cuerpo.
- El aprendizaje de la natación se desarrolla en diferentes etapas, es necesario que el producto funcione como asistente en cada una de ellas.

#### **4.2.3 Sesión de grupo:**

##### **4.2.3.1 Objetivos:**

- Obtener información conceptual sobre la forma cómo los niños perciben productos actuales.
- Estimular nuevas ideas para los productos antiguos.
- Generar ideas a utilizar en nuevos conceptos creativos.

**4.2.3.2 Descripción de la actividad:** La prueba se llevó a cabo con quince niños en edades de 3 a 8 años, alumnos de los cursos de natación, dirigidos por la Liga Santandereana de Natación. Los niños fueron reunidos frente a la piscina al finalizar la clase.

La jornada inició con una introducción lúdica de acercamiento que motivó a los niños a participar en las actividades propuestas con los productos existentes.

De una manera divertida los niños se expresaron y describieron los elementos que utilizan normalmente en su clase de natación:

- Tabla: “No nos deja hundir” “Uno puede patlear” “Nos sostiene”

- Gusano: “Me quema debajo de los brazos”
- Panelitas: “No se hunde”

Seguido de la descripción se hizo un juego llamado “Reinado del guardián del agua” consiste en elegir el elemento favorito para estar en el agua teniendo en cuenta la sensación de libertad y seguridad que experimentan cuando están con él.

Escalafón:

- Primer puesto: TABLA (11 votos)
- Segundo puesto: GUSANO (3 votos)
- Tercer puesto: PANELITAS (1 voto)

Evidenciándose una preferencia por la tabla sobre todo los niños que van en un nivel más avanzado y conocen los tres elementos.

#### **4.2.3.3 Conclusiones**

- El elemento existente preferido por los niños de la Liga Santandereana de Natación es la tabla.
- Los elementos se utilizan según el nivel de aprendizaje, por lo tanto generan un estatus que conlleva una preferencia.
- Uno de los criterios para la selección expuestos por parte de los niños es el confort.
- En el proceso de aprendizaje, entre más confianza adquiere el niño, precisa más independencia tanto en sus movimientos como en sus decisiones.

**4.2.4 Análisis de resultados.** Como resultado de la búsqueda de información en los diferentes tipos de usuarios se ha obtenido una serie de datos sin procesar que definen en la voz del cliente sus necesidades con respecto al producto, estos

serán desglosados con el fin de determinar especificaciones de la familia de objetos.

**Tabla 13. Información obtenida de los usuarios traducida en necesidades y especificaciones del producto**

Información del usuario	Necesidad	Especificaciones
Para padres e instructores lo más importante es la seguridad para los niños	Seguridad	Materiales: Flotantes No tóxicos Fricción Forma: Agarre
Materiales no tóxicos,		
Materiales resistentes a las condiciones de la piscina	Calidad	Resistentes al agua, al cloro, al sol.
De fácil mantenimiento, higiénicos.	Higiene	Materiales: Fácil de limpiar o lavar. Formas: Que permitan la limpieza.
Que incentiven la práctica de la natación, que el niño se alegre de usarlo	Divertido Llamativo Motivador	Que incite al juego. Colores y formas atractivas. Diseño emocional De ganas de entrar al agua
Ser un apoyo para la clase sin convertirse en un agente distractor	LúdicoDidáctico	Ayude a aprender La forma no opaque la función Definir la función para uso en el agua
Los elementos deben adaptarse a la talla de niños entre 3 y 5 años	Comodidad	Toma de medidas Uso de tablas antropométricas Formas ergonómicas Materiales flexibles
Que no lastimen la piel al contacto	Confort	No causen irritación, alergias. La forma propicie una buena postura Bordes redondeados y superficies suaves.
Transmitir confianza tanto a adultos como a niños.	Confiabilidad	Lenguaje de uso que genere confianza. Calidad en los materiales, uniones y procesos.
Diferencia entre los elementos	Identidad	Uso de colores llamativos

Información del usuario	Necesidad	Especificaciones
de los niños y de los adultos	Pertenencia Status	Tratamiento formal con el que los niños se identifiquen Funcione como ícono
Los instructores necesitan un asistente tanto en la superficie como en el fondo del agua	Elementos de flotación Elementos de inmersión	Uso de materiales flotantes y sumergibles
Los padres requieren que el producto sea práctico	Practicidad	Fácil de llevar Fácil de almacenar en conjunto Liviano
Económicos conforme los precios de los productos existentes	Asequible	Procesos eficientes Optimización de recursos Tecnología asequible
Las panelas tienen gran acogida por los instructores debido a que van sujetas a la cintura del niño	Control (Por parte del adulto)	El control no dependa de la voluntad del niño en la primera etapa. Que no sea necesario el contacto con un adulto.
Asistir a los niños sin necesidad de mantener contacto con ellos.		
En la enseñanza cada nivel tiene un logro y es cada niño quien da la pauta para el siguiente paso en su proceso.	Avance gradual inconsciente	Asistente en cada una de las etapas Señalar que elementos se usa en cada etapa
a medida que el niño va aprendiendo a flotar, se van quitando gradualmente		
Elementos que generan dependencia y costumbre no son tan apetecidos por los instructores.	Autonomía Independencia Libertad	El manejo de los elementos depende de la voluntad del niño a partir de la segunda etapa. Que la forma no limite los movimientos.
Entre más confianza adquiere el niño, precisa más independencia tanto en sus movimientos como en sus decisiones.		
Que los elementos no limiten		

Información del usuario	Necesidad	Especificaciones
los movimientos		

## **4.3 DESARROLLO PROYECTUAL**

### **4.3.1 Requerimientos del producto**

#### **4.3.1.1 Requerimientos de uso:**

- Materiales cuya textura permitan el agarre.
- Peso máximo del grupo de elementos 10% del peso corporal del niño (1,25Kg, según el Percentil 5)
- Fácil de almacenar en conjunto, apilable.
- Fácil mantenimiento: Material lavable, fácil de secar y formas que permitan el fácil acceso.

#### **4.3.1.2 Requerimientos de Función**

- Elementos que floten.
- Mantener a flote a niños entre 12 y 22 Kg de peso.
- Se adapta a tallas de niños entre 3 y 5 años.

#### **4.3.1.3 Requerimientos Técnicos**

- Uso de materiales flotantes que soporten el peso de un niño sin hundirse.(P95:21,36kg).
- Materiales resistentes a las condiciones de la piscina.

#### **4.3.1.4 Requerimientos Formal-estéticos**

- Colores y formas extraídas del estudio biónico de la *EicchorniaCrassipes*
- Permite el libre movimiento para braceo y pataleo.

#### 4.3.1.5 Requerimientos Ergonómicos

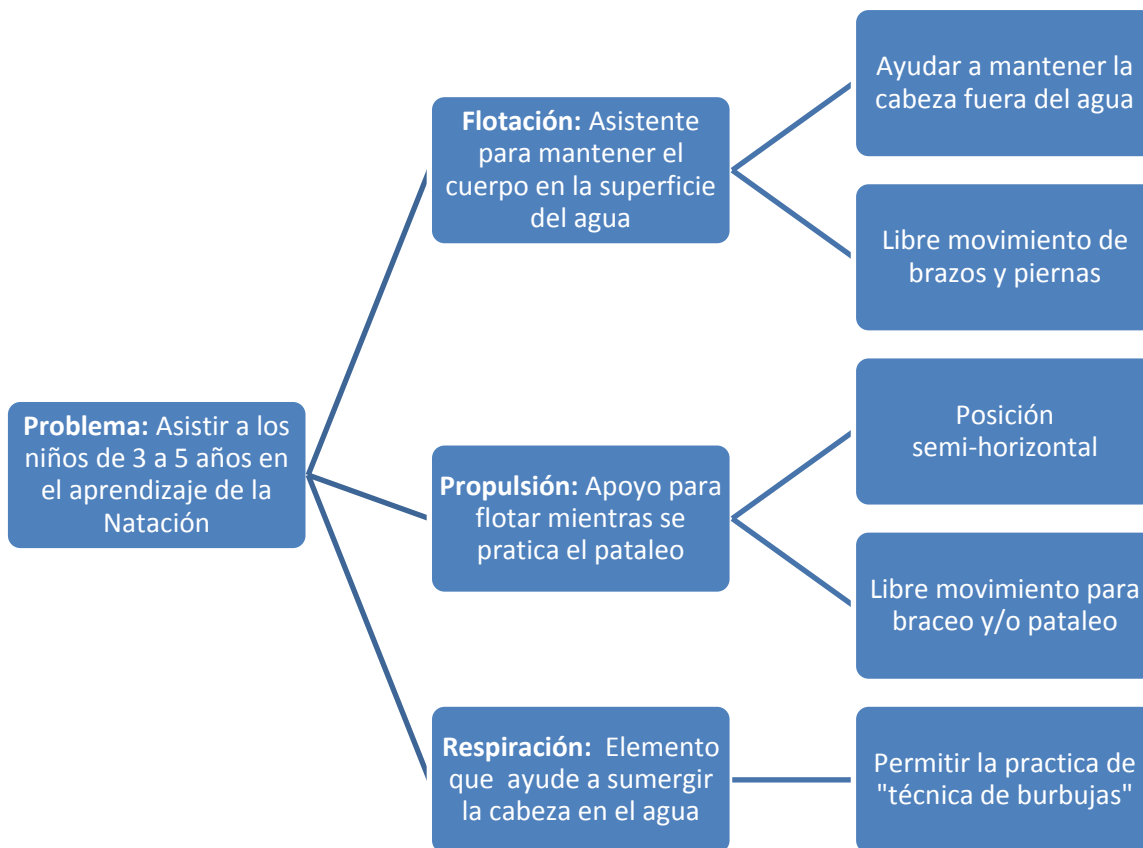
- Las dimensiones de los productos dependen de los parámetros antropométricos realizados con niños de 3 a 5 años, tomando Percentiles 5, 50 y 95 según sea el caso.
- Áreas con de diámetro de agarre de 25,42 mm (Percentil P50 del diámetro de empuñadura)
- El diseño de los artefactos propicie la adopción de buenas posturas.
- Bordes redondeados y superficies suaves en el diseño de los elementos.
- Uso de materiales que generen bienestar y comodidad.

#### 4.3.2 Generación de concepto

**4.3.2.1 Aclarar el problema.** A partir del análisis biónico de la EichhorniaCrassipes se obtuvo una clasificación formal y funcional que se tomará como base para el proceso de generación de concepto.

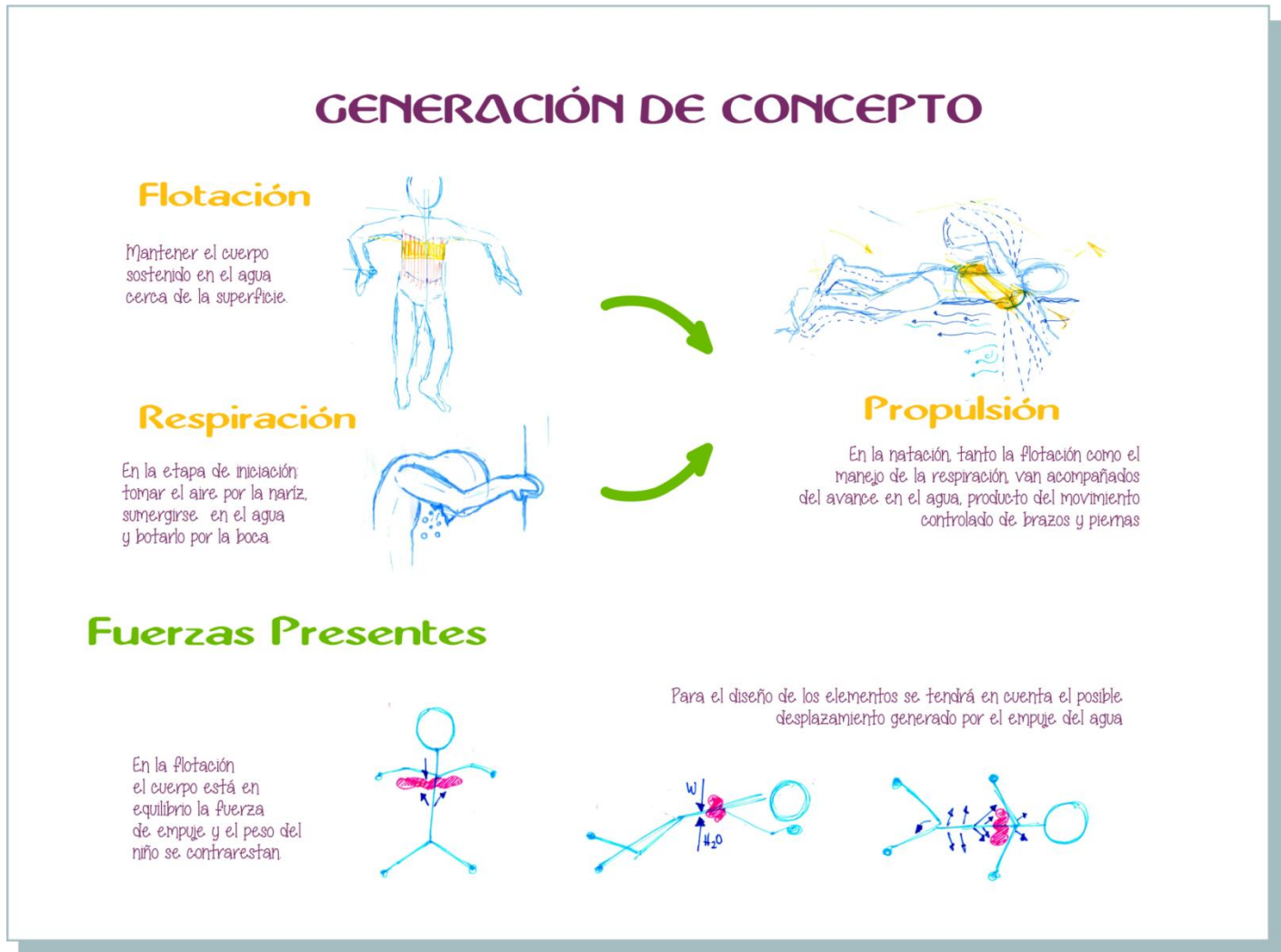
La planta EichhorniaCrassipes presenta en su hoja una peculiar característica: el pecíolo es inflado y en su interior contiene celdas llenas de aire cubiertas por una membrana impermeable que mantiene las hojas a flote. Principio funcional que será aplicado por analogía al producto.

**Figura84. Esquema de Problemas y Subproblemas de concepto**



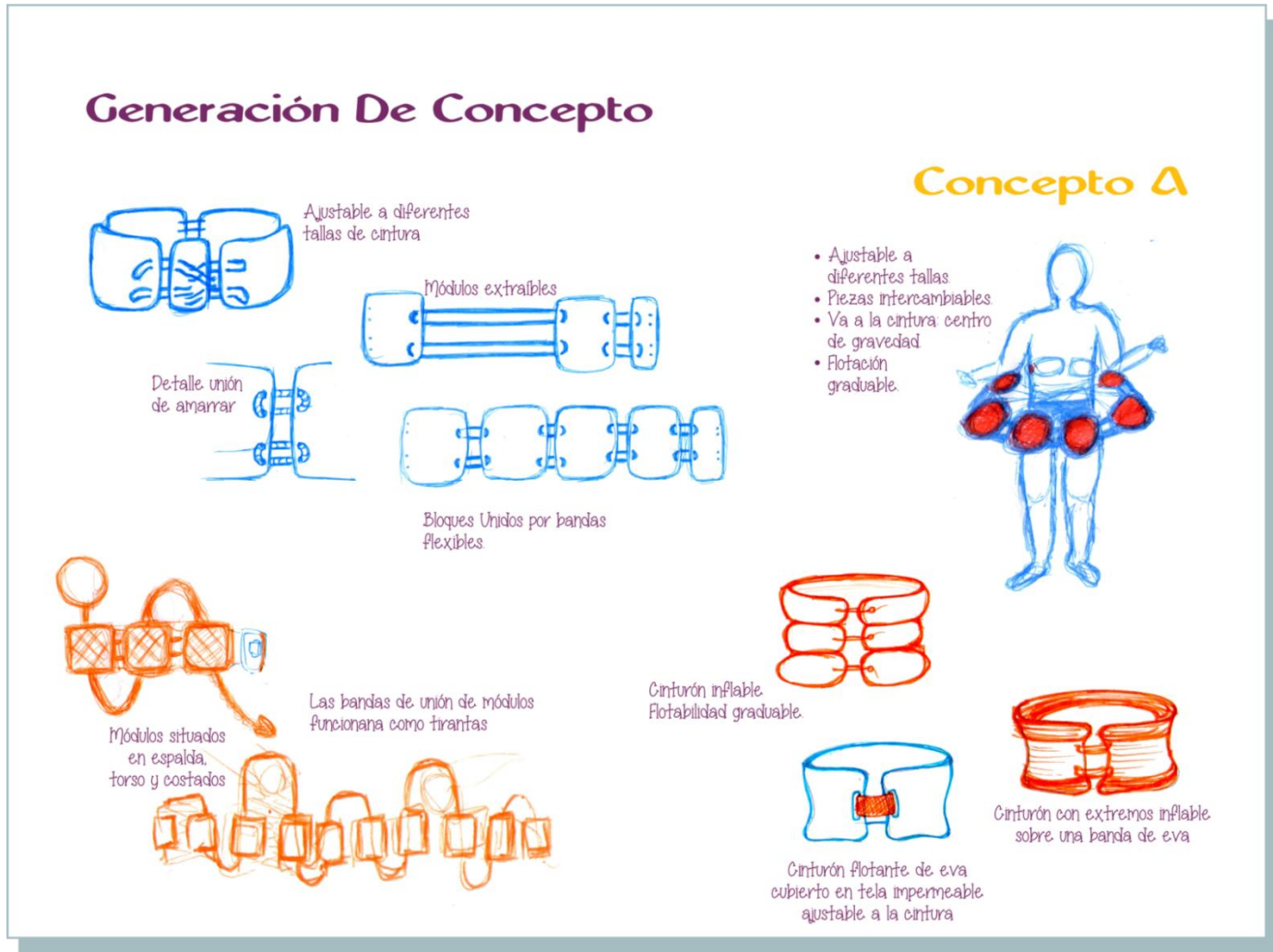
Fuente: Autor

Figura 85. Generación de concepto



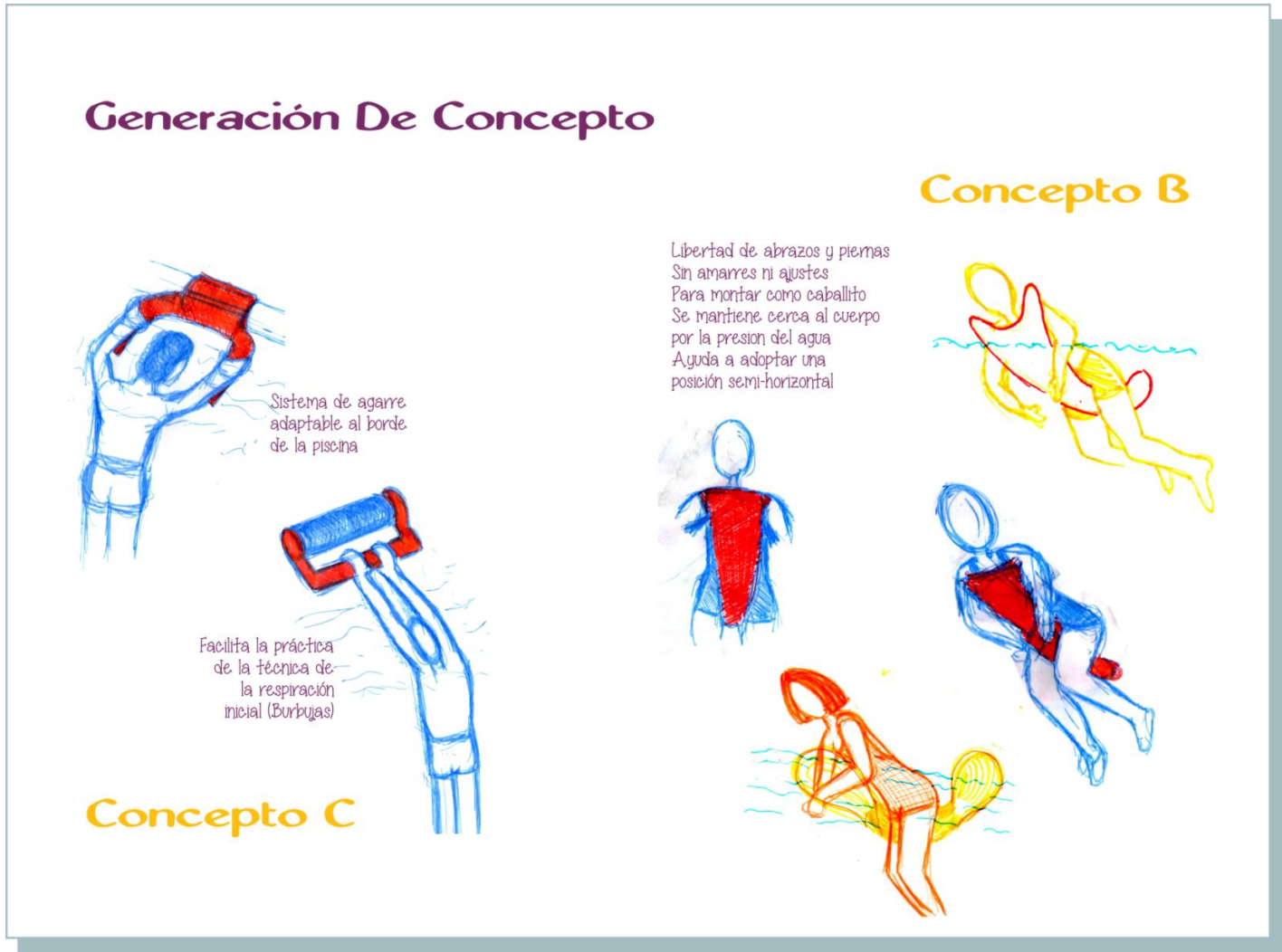
Fuente: Autor

Figura 86. Generación de concepto. ConceptoA



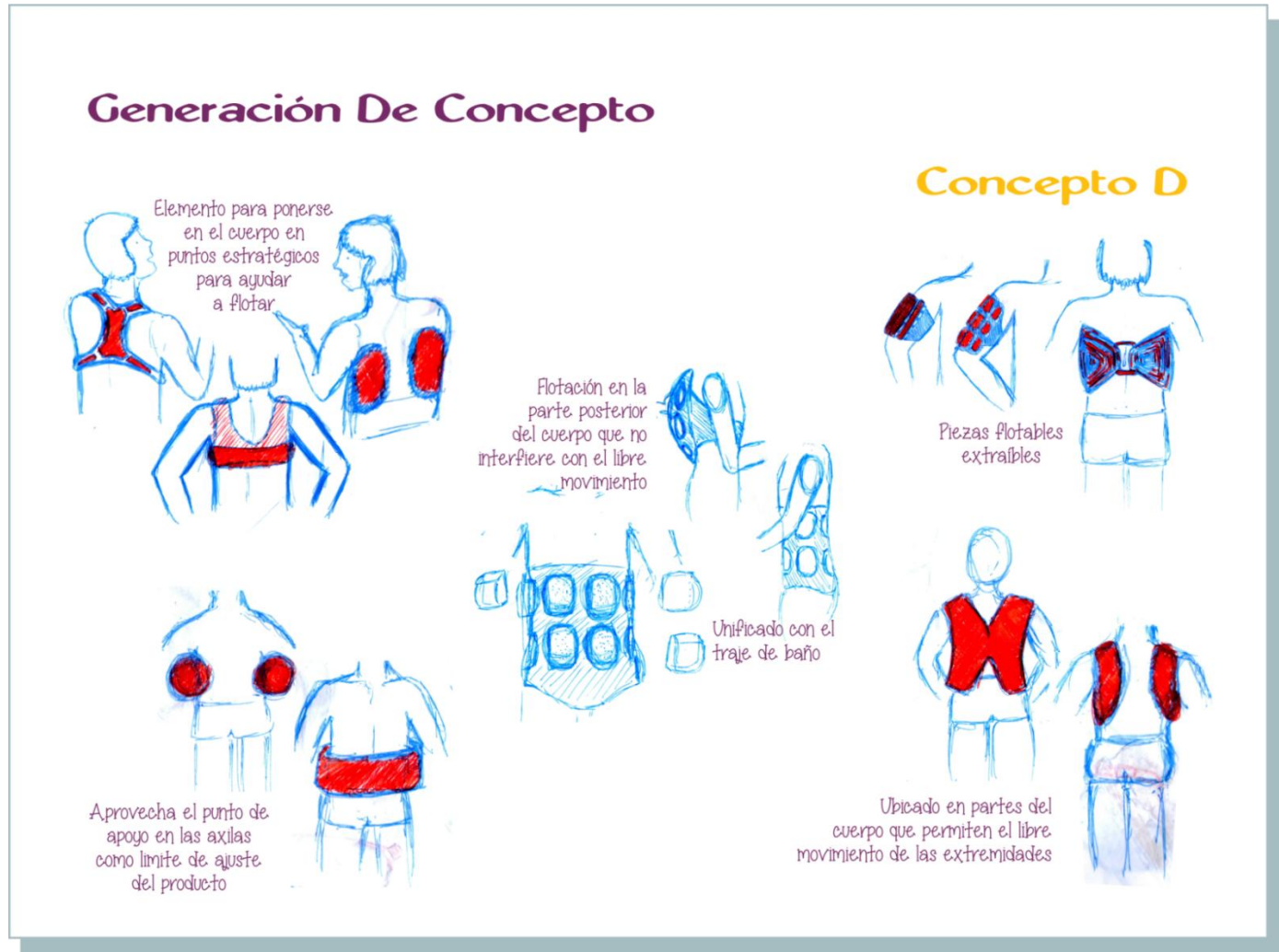
Fuente: Autor

Figura 87. Generación de concepto. Concepto B y Concepto C



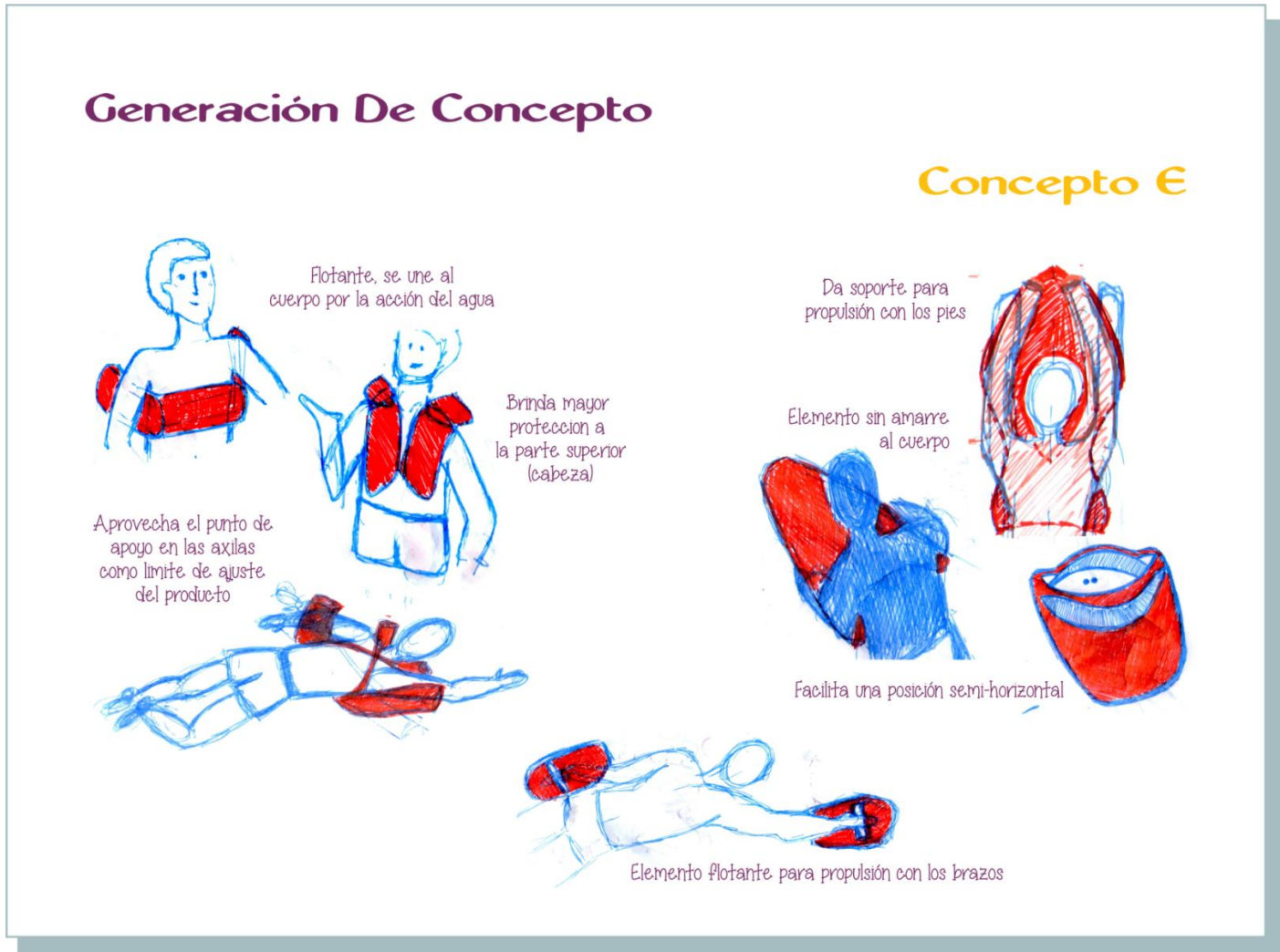
Fuente: Autor

Figura 88. Generación de concepto. Concepto D



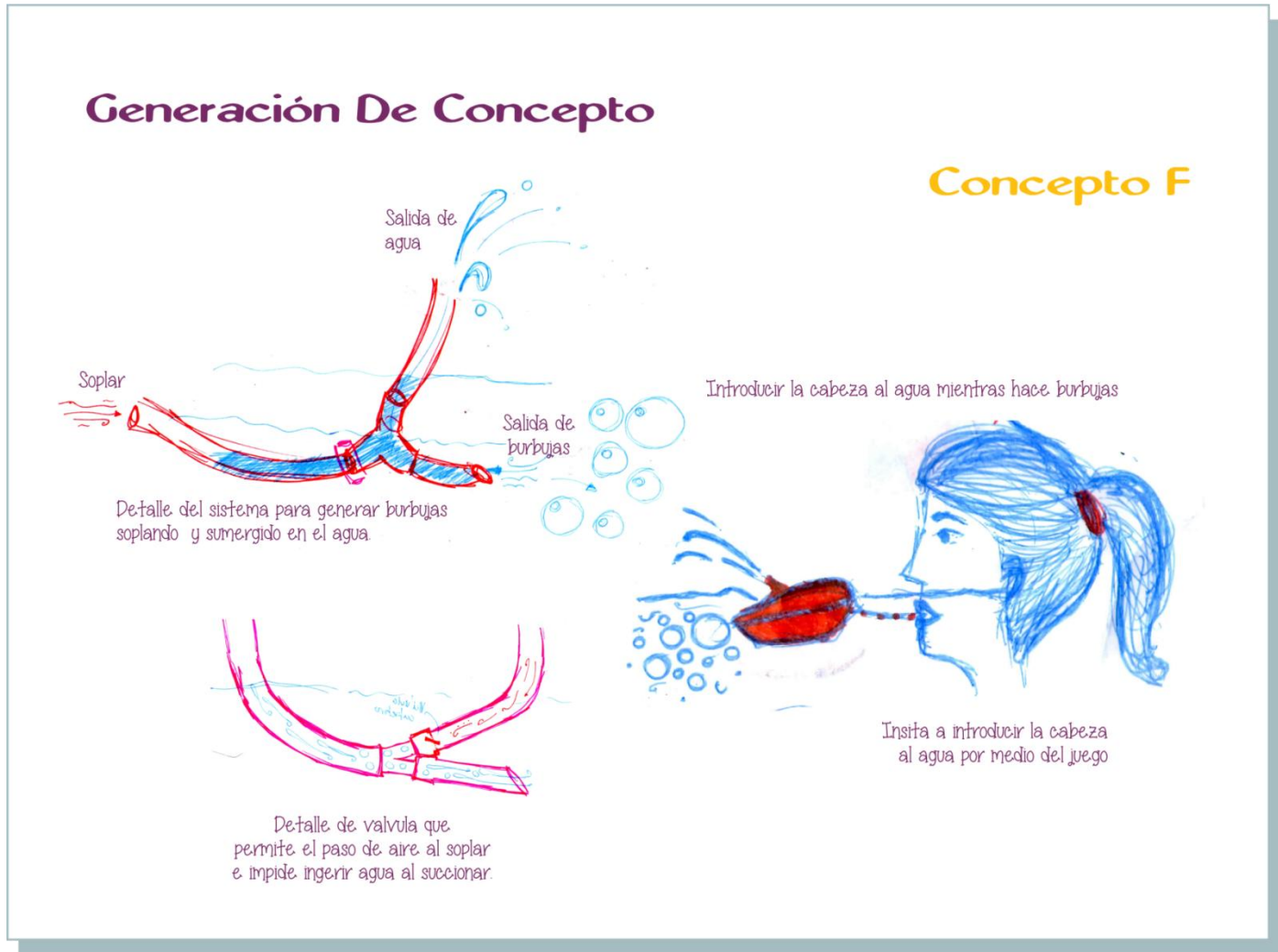
Fuente: Autor

Figura 89. Generación de concepto. Concepto E



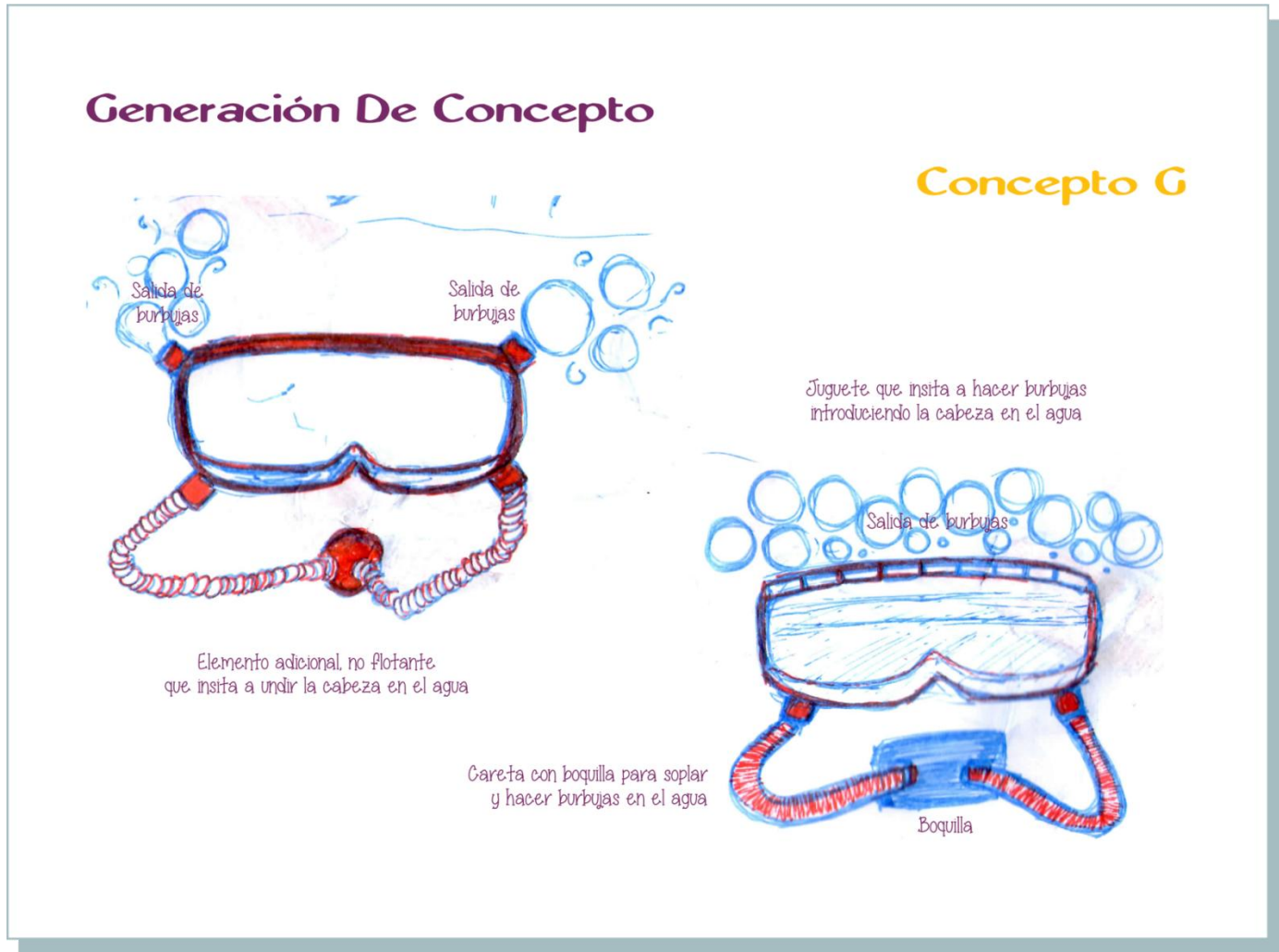
Fuente: Autor

Figura 90. Generación de concepto. Concepto F



Fuente: Autor

Figura 91. Generación de concepto. Concepto G



Fuente: Autor

**4.3.3 Selección de concepto.** Según los requerimientos y parámetros establecidos se seleccionaron las alternativas que resultan más útiles para aplicar en el diseño de los elementos de la familia de objetos. Estos serán evaluados realizando una comparación con tres de los productos existentes analizados anteriormente en el estado del arte.

**Las Panelitas, el Gusano y la Tabla** serán tomados como punto de referencia para la selección de concepto ya que con el nuevo diseño se pretende superar las expectativas del cliente en cuanto a lo que ya conoce. Es así como se plantea una intervención de diseño para entrar a competir en el mercado, directamente, con este tipo de productos.

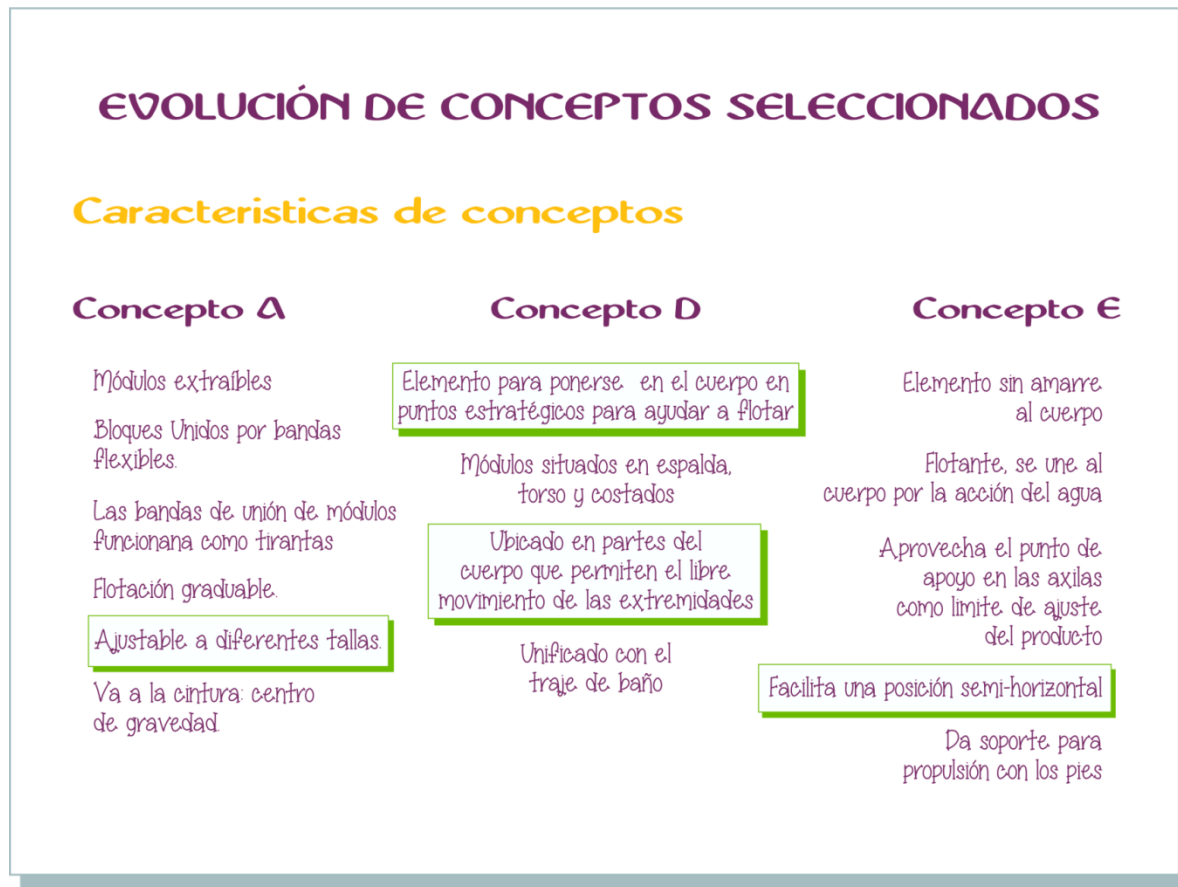
**Tabla 14. Matriz de Selección de concepto 1**

CRITERIOS DE SELECCIÓN	CONCEPTO						
	A	B	C	D	E	F	G
Peso máximo del grupo de elementos 10% del peso corporal del niño: 1,25Kg	0	-	-	+	+	0	0
Fácil de almacenar en conjunto, apilable.	0	-	-	0	+	-	0
Fácil mantenimiento: Material lavable, fácil de secar y formas que permitan el fácil acceso	0	+	0	0	0	-	-
Se adapta a tallas de niños entre 3 y 5 años.	+	+	0	+	+	+	+
Permite el libre movimiento para braceo y pataleo.	+	-	-	+	0	-	-
Propicie la adopción de buenas posturas.	0	0	0	0	+	-	-
Bordes redondeados y superficies suaves en el diseño de los elementos.	+	+	+	+	+	0	0
Asiste en la flotación	+	+	-	+	+	-	-
Permite practicar la técnica de burbujas en posición semi-horizontal	-	-	+	0	+	0	0
Suma +	4	4	2	5	7	1	1
Suma -	1	4	4	0	0	5	4
Suma 0	4	1	3	4	2	3	4
Evaluación neta	3	0	-2	5	7	-4	-3
Lugar	3	4	5	2	1	7	6
¿Continuar?	Si	No	No	Si	Si	No	No

Los conceptos seleccionados son: **Concepto A, D y E.**

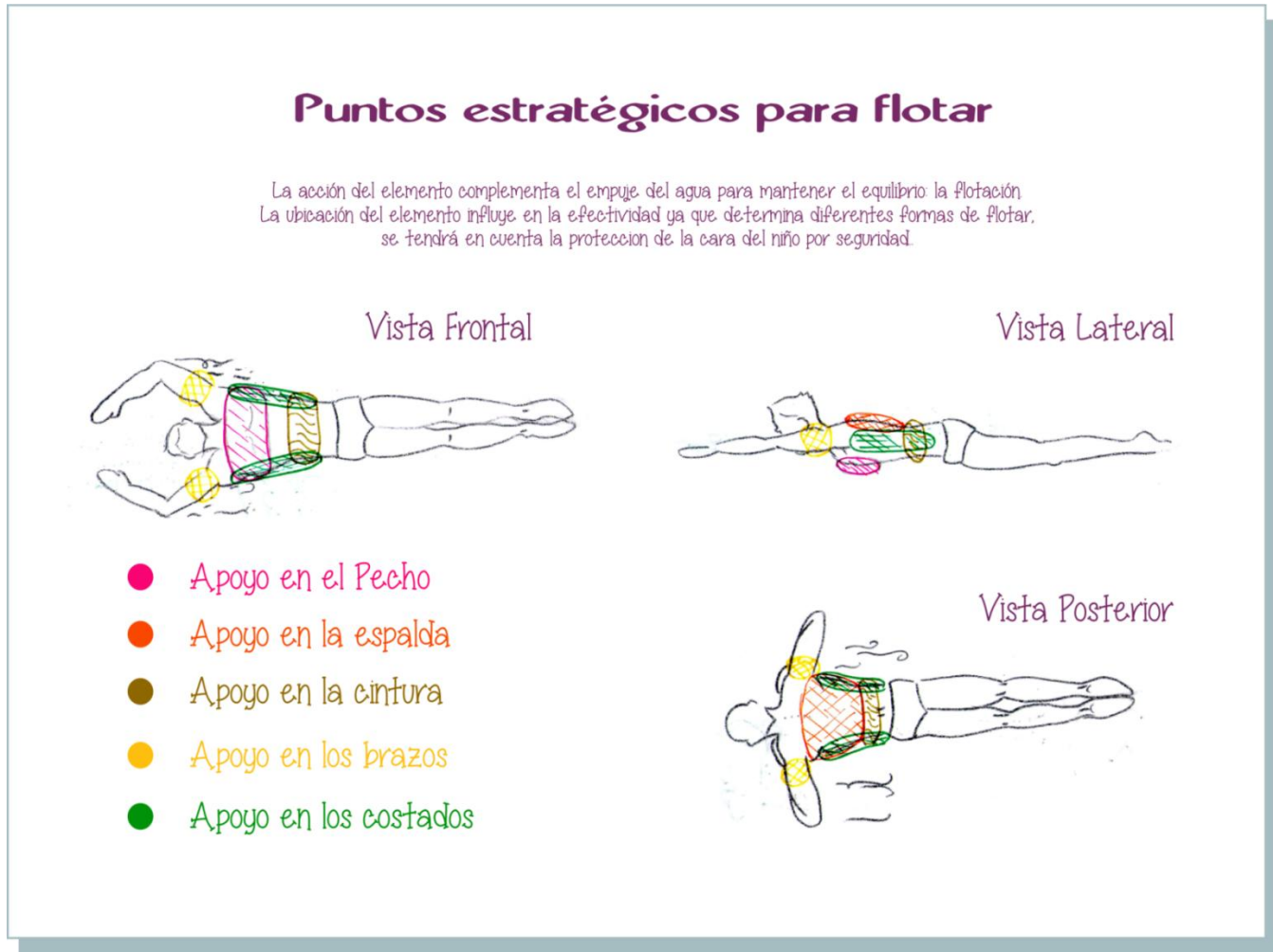
#### 4.3.4 Evolución de concepto

Figura 92. Evolución de conceptos seleccionados



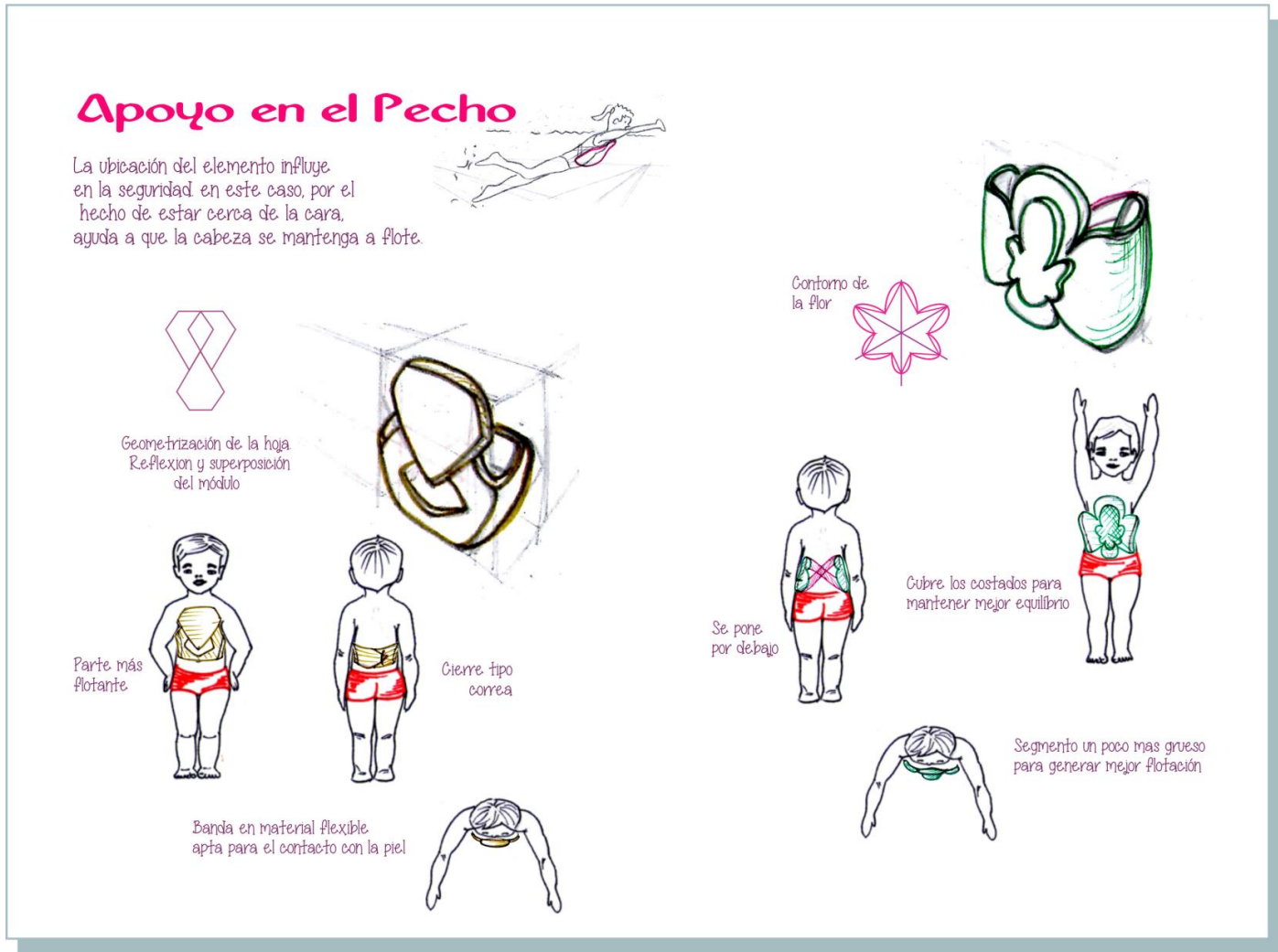
Fuente: Autor

Figura 93. Puntos estratégicos para flotar



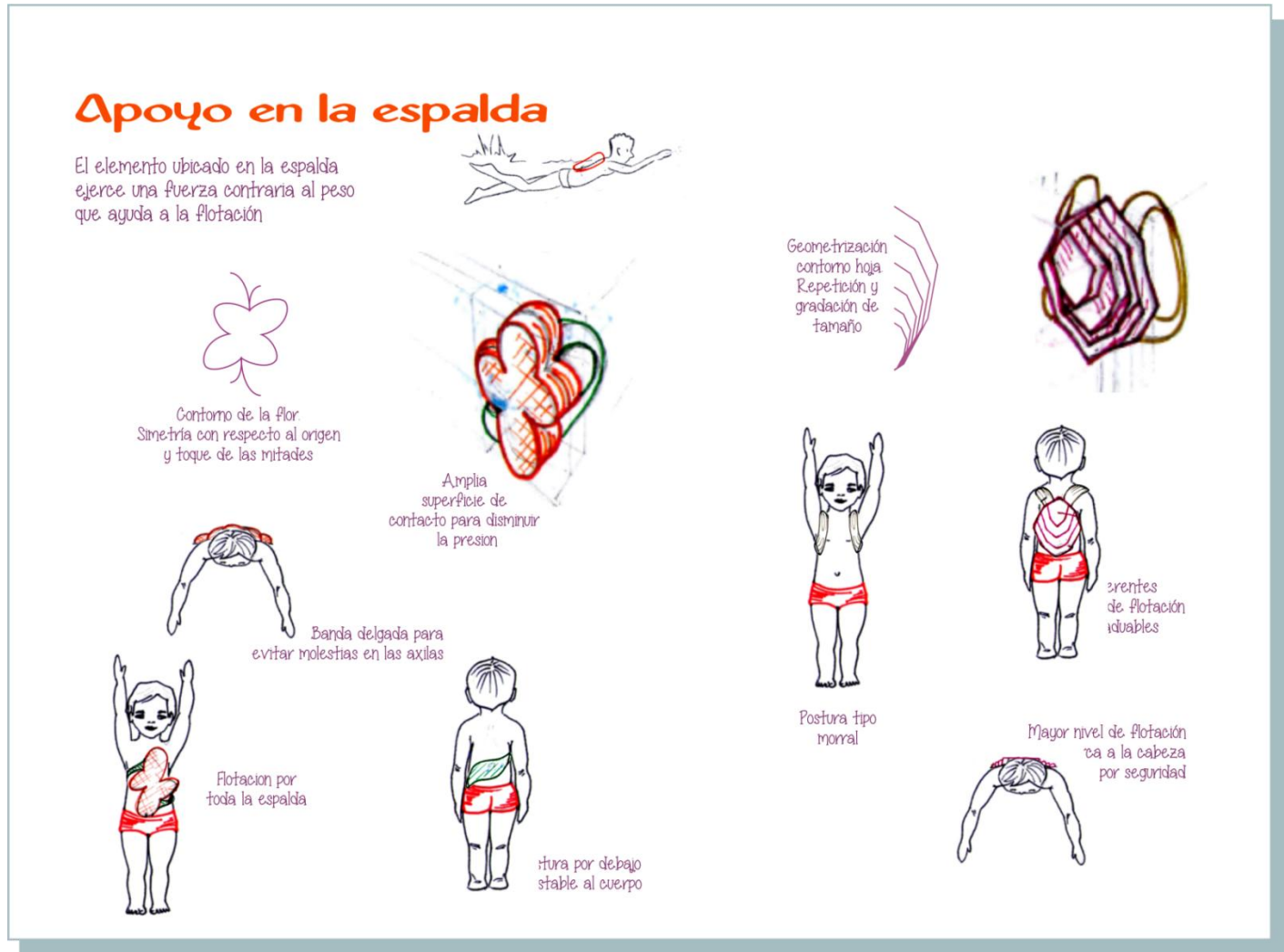
Fuente: Autor

Figura 94. Apoyo en el pecho



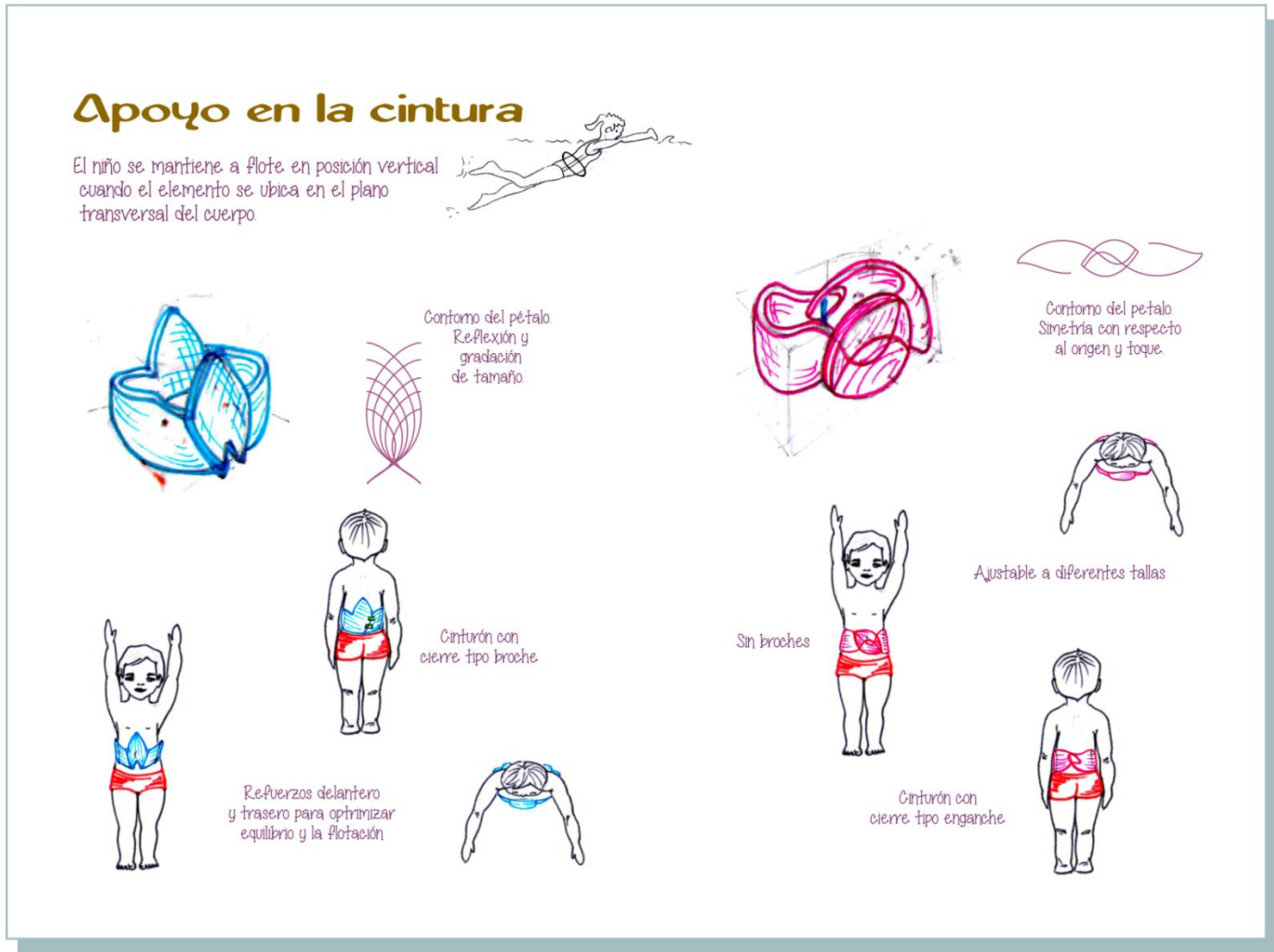
Fuente: Autor

Figura 95. Apoyo en la espalda



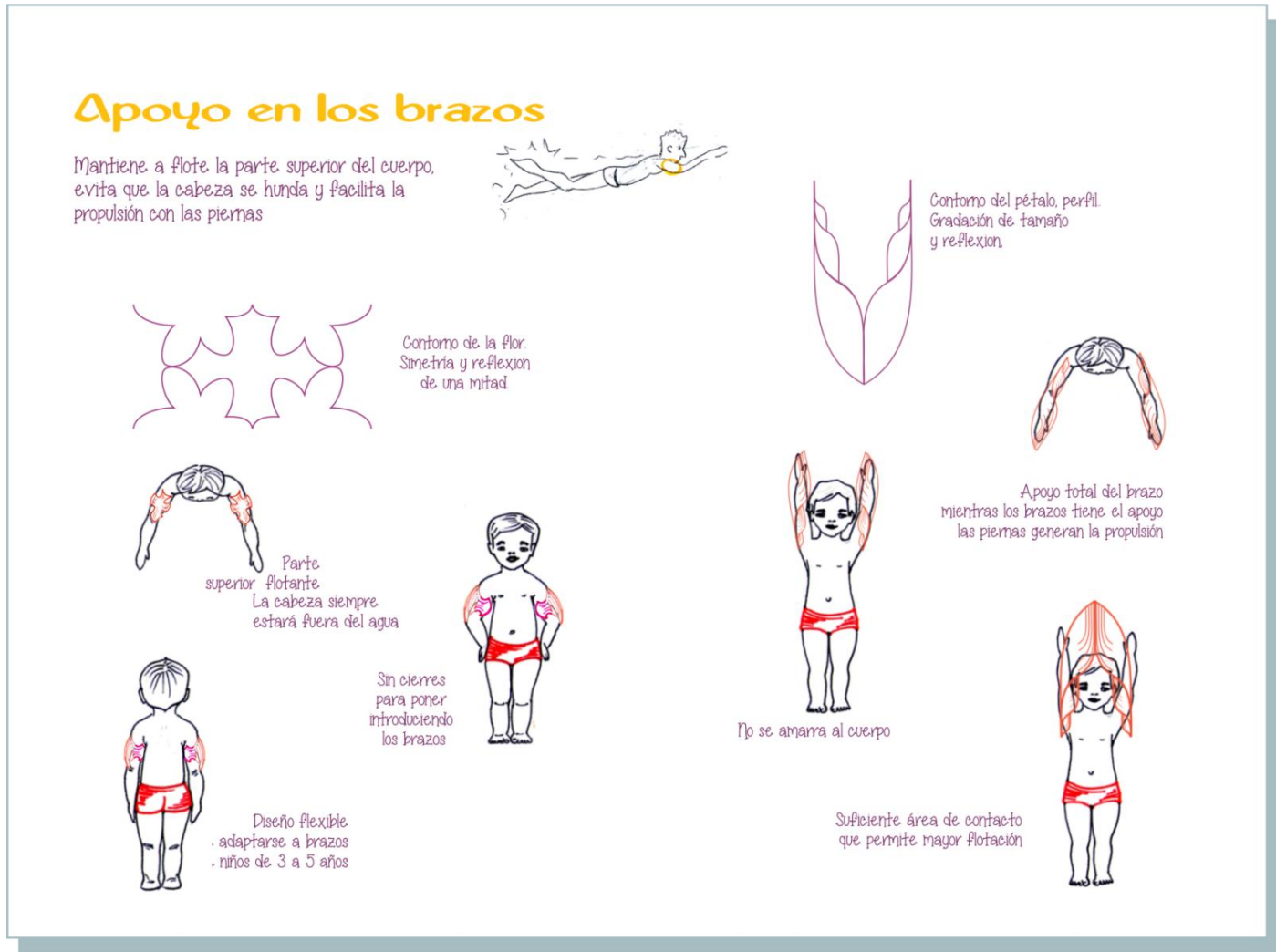
Fuente: Autor

Figura 96. Apoyo en la cintura



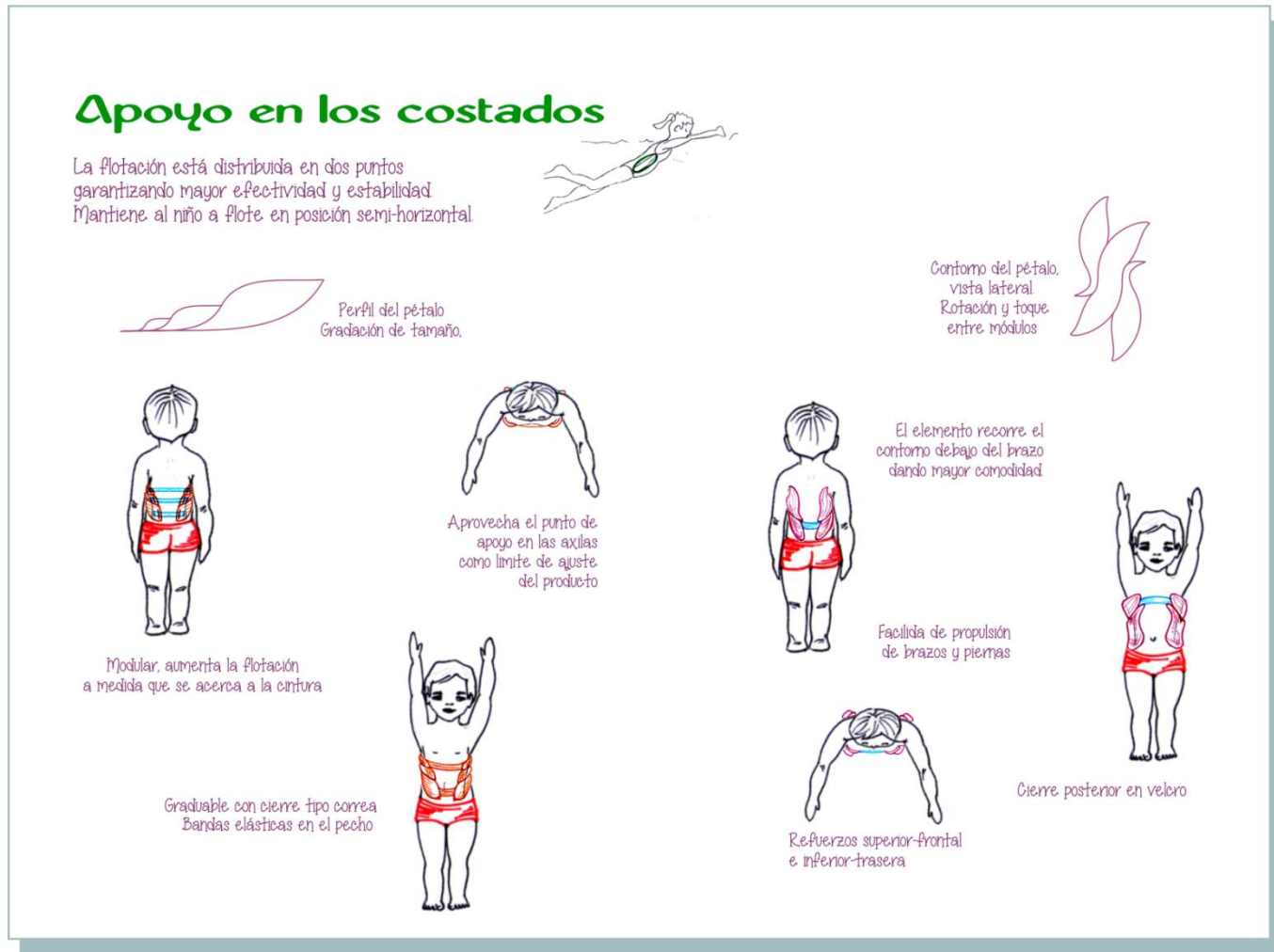
Fuente: Autor

Figura 97. Apoyo en los brazos



Fuente: Autor

**Figura 98. Apoyo en los costados**



Fuente: Autor

Según criterios de selección y basados en las necesidades de los usuarios se comparan los diferentes tipos de apoyo para flotación, con la intención de elegir las partes del cuerpo más apropiadas para ubicar los productos a desarrollar.

**Tabla 15. Matriz de selección de apoyo para flotar**

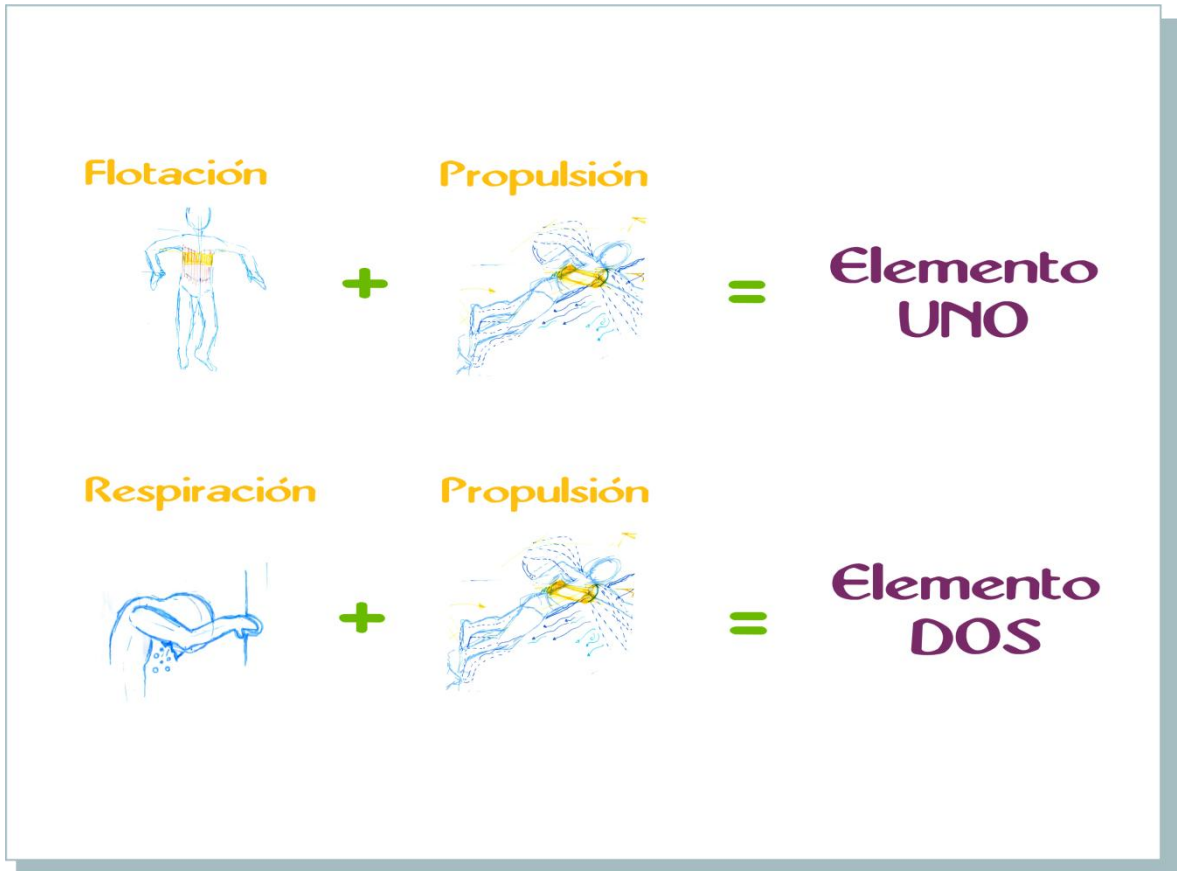
CRITERIOS DE SELECCIÓN	APOYO				
	En pecho	En espalda	En cintura	En brazos	En costados
Peso máximo del grupo de elementos 10% del peso corporal del niño:1,25Kg	-	0	-	0	0
Fácil de almacenar en conjunto, apilable.	-	+	-	+	0
Fácil mantenimiento: Lavable, fácil de secar y formas que permitan el fácil acceso	0	0	0	+	+
Se adapta a tallas de niños entre 3 y 5 años.	-	0	-	+	0
Permite el libre movimiento para braceo y pataleo.	0	0	0	0	0
Propicia la adopción de buenas posturas.	0	0	0	0	+
Bordes redondeados y superficies suaves en el diseño de los elementos.	-	0	+	0	+
Asiste en la flotación	+	+	+	+	+
Permite practicar la técnica de burbujas en posición semi-horizontal	+	0	-	+	+
Suma +	2	2	2	5	5
Suma -	4	0	4	0	0
Suma 0	3	7	3	4	4
Evaluación neta	-2	2	-2	5	5
Lugar	4	2	3	5	1
¿Continuar?	No	<b>Si</b>	No	<b>Si</b>	<b>Si</b>

Los tipos de apoyo que continúan son: Apoyo en **COSTADOS, BRAZOS Y ESPALDA.**

En la generación de la familia de objetos se estableció la **propulsión** como función necesaria presente en cada uno de los procesos de **flotación** y de

**respiración.**Ante la clasificación establecida se propone el diseño de dos elementos diferentes que involucren flotación-propulsión y respiración-propulsión.

**Figura 99. Clasificación de elementos de la familia de objetos**



Fuente: Autor

Los puntos de apoyo seleccionados se asignan a cada uno de los elementos de la familia de objetos a diseñar. El diseño del Elemento UNO utilizará apoyos de espalda y costados, y el del Elemento DOS apoyo de brazos.

A continuación se presenta la evolución de cada uno de los elementos, procesos enfocados en el cumplimiento de las funciones y el confort del niño, verificados con pruebas durante el avance del diseño.

#### 4.3.4.1 Evolución del elemento UNO

Figura 100. Detalles del elemento UNO



Fuente: Autor

Figura 101. Evolución elemento UNO 1



**Evolution del Elemento UNO**

Módulos delanteros permiten mayor contacto con el agua



Ajuste de talla con elástico en abdomen y hombros



Tirantes cruzados en la espalda Permiten mejor movimiento de brazo



Requiere mayor flotación

Simplificar forma de poner y quitar el elemento

Disminuir el área de contacto en la espalda

Mejorar posición semi-horizontal aumentando la longitud del elemento






Elemento tipo chaleco  
Se pone por encima  
Cierre con nudo trasero

Módulos flotantes en espuma de Polietileno forrados en tela impermeable



Fuente: Autor


Figura 102. Evolución elemento UNO 2



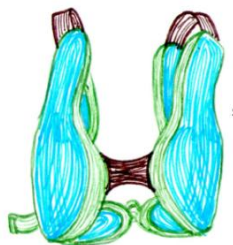
Fuente: Autor

Figura 103. Evolución elemento UNO 3

**Evolución del Elemento UNO**



Módulos en espuma de Polietileno forrados en tela anti-fluido.



Ajuste bajo el brazo

Broche ajustable frontal para variación de talla.

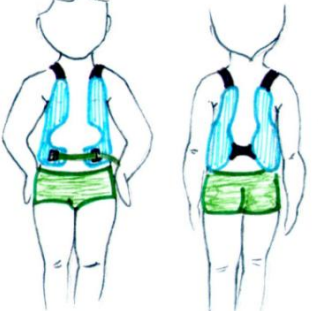
Flotación reforzada en los costados.


Banda de neopreno en hombros y espalda.

Liberar los omoplatos para facilitar braceo.

Cambiar la unión superior.

Mayor coherencia de la unión ajustable delantera con el conjunto.







Fuente: Autor

Figura 104. Evolución elemento UNO 4


**Evolution del Elemento UNO**




Tirantes cruzados que permiten mayor libertad de movimiento de los brazos



Unión lateral de módulos elástica en neopreno



Módulo posterior ubicado debajo del omoplato que facilita el braceo

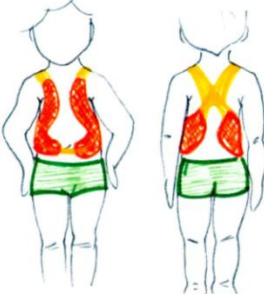
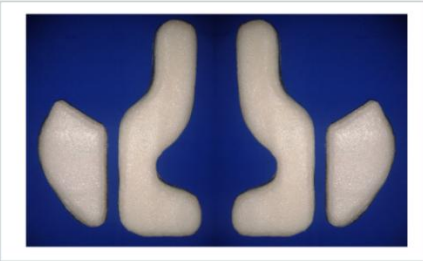


La unión superior no requiere elasticidad

Transición de forma en uniones

Mayor coherencia en el producto

El ajuste de talla se puede dar solo en el abdomen

Fuente: Autor

Figura 105. Evolución elemento UNO 5



**Evolution del Elemento UNO**



Tirantes pre-formados que se adaptan al cuerpo en el mismo material de los módulos

Una sola pieza en espuma de Polietileno

Unión en los costados con un elemento elástico.

Coherencia de material y de forma.

Reducción de procesos y de tipos de materiales.

Eliminar apoyo en los hombros.

Aumentar flotación trasera.

Garantizar seguridad en las uniones laterales.

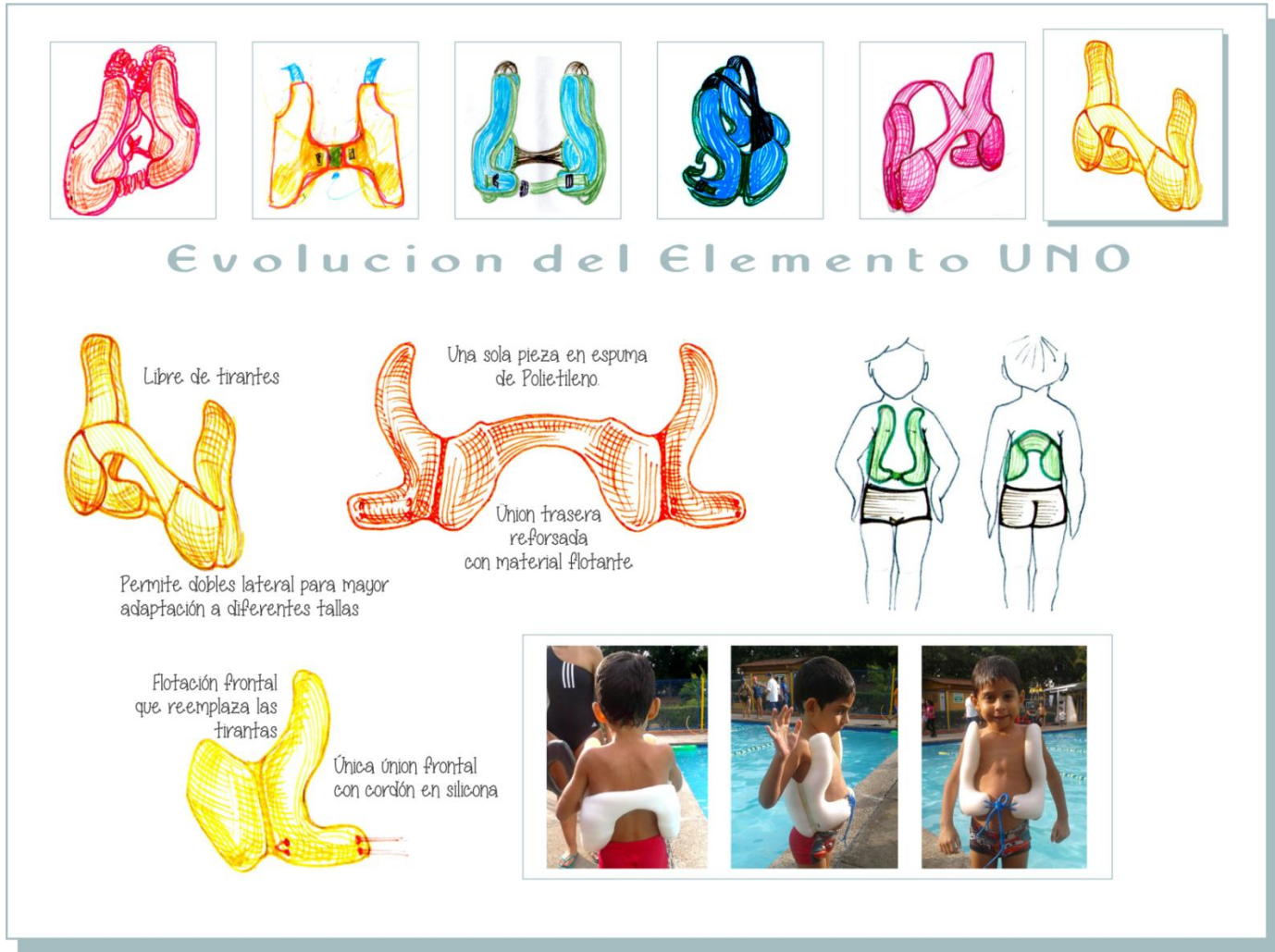
Única unión en el abdomen.





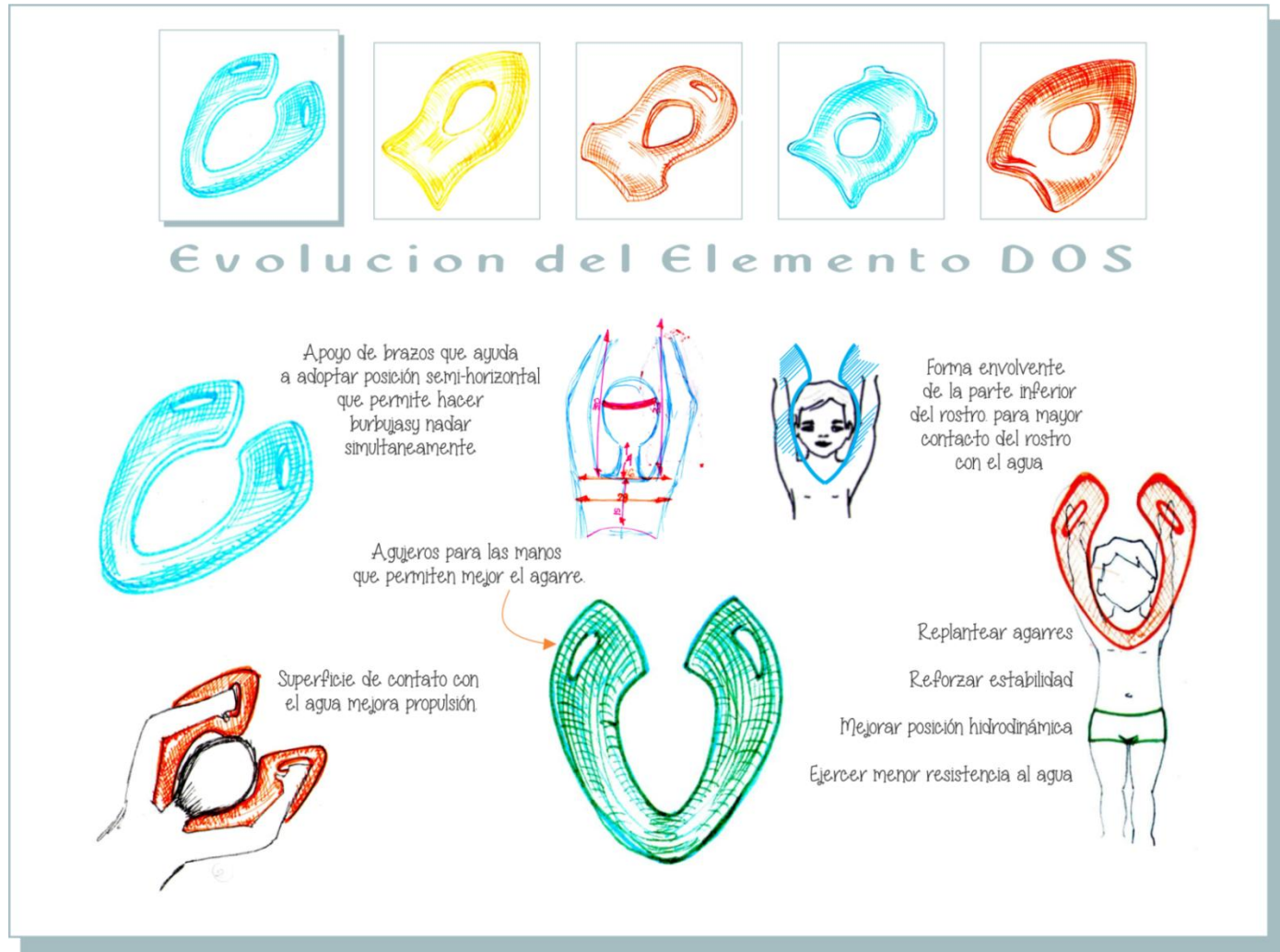
Fuente: Autor

Figura 106. Evolución elemento UNO 6



Fuente: Autor

Figura 107. Evolución elemento DOS 1



Fuente: Autor

Figura 108. Evolución elemento DOS 2



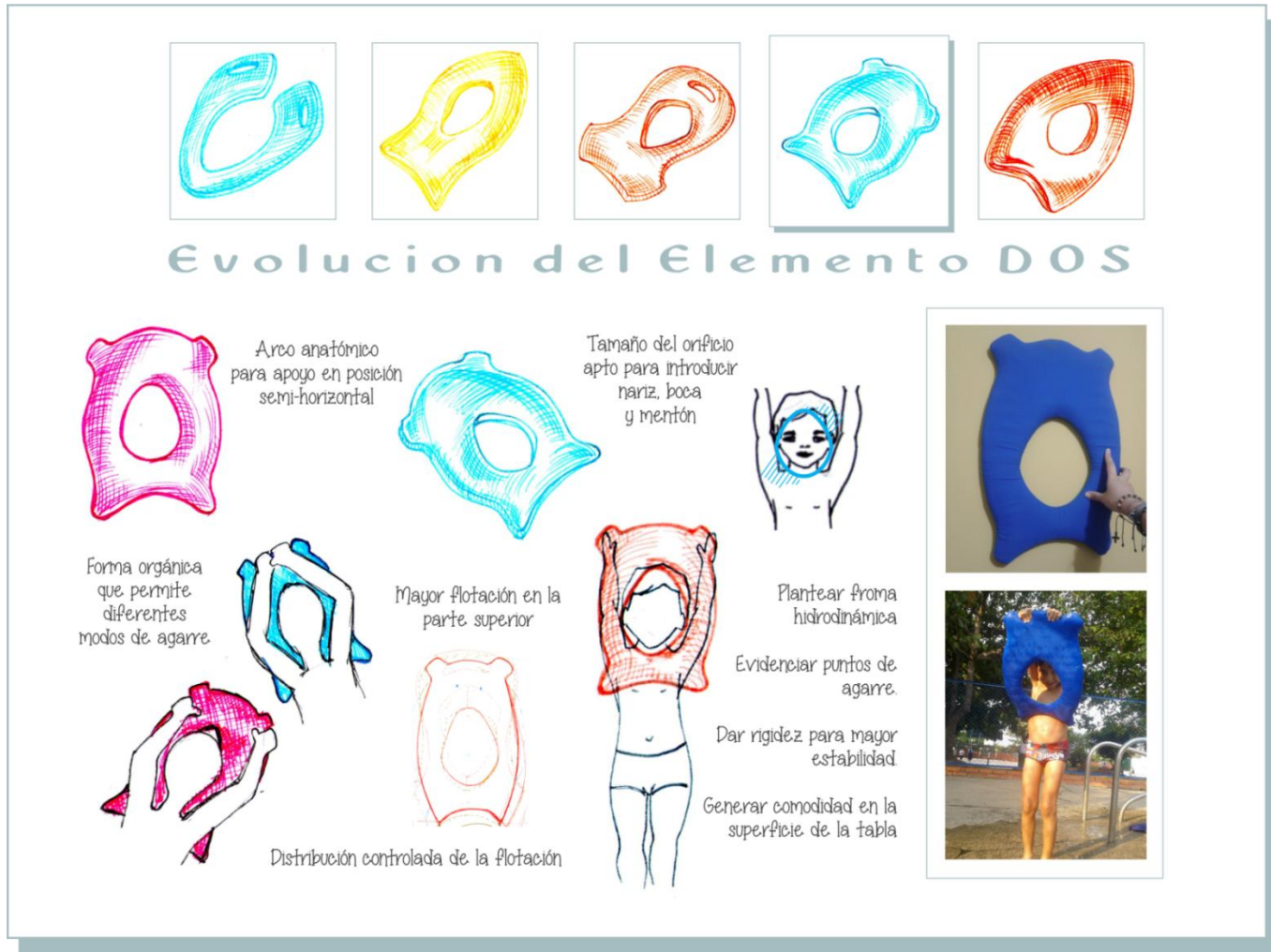
Fuente: Autor

Figura 109. Evolución elemento DOS 3



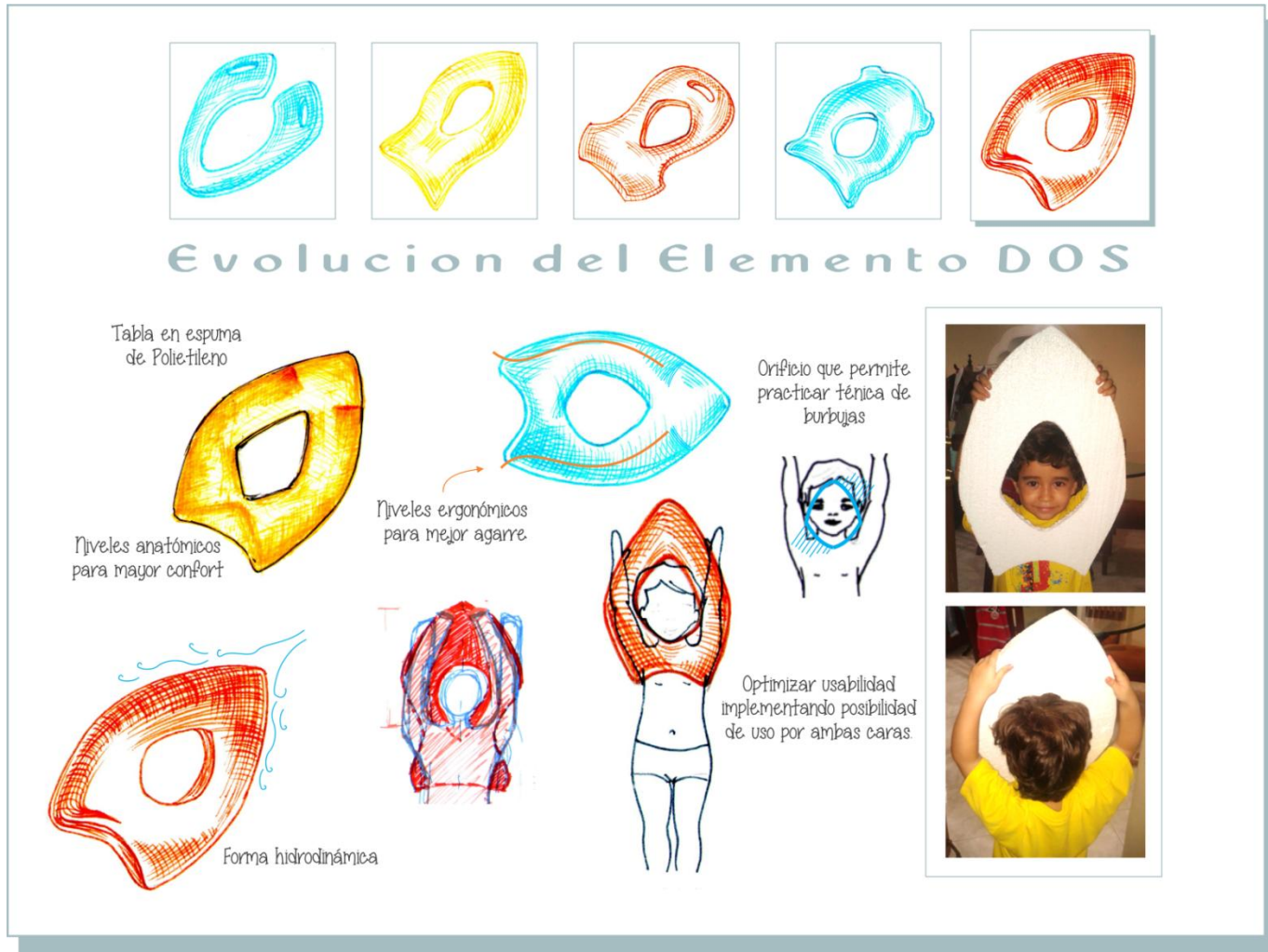
Fuente: Autor

Figura 110. Evolución elemento DOS 4



Fuente: Autor

Figura 111. Evolución elemento DOS 5



Fuente: Autor

**4.3.5 Comprobaciones con modelos funcionales.**La evolución del concepto presentada tiene como argumento una serie de decisiones tomadas a partir de pruebas realizadas en clases de natación con usuarios y modelos reales. Estos modelos se construyeron para el análisis de posibles fallas en el diseño, la evaluación de su funcionamiento y el comportamiento con respecto al usuario. A continuación se describen las pruebas que fueron aplicadas iterativamente a los modelos.

**4.3.5.1 Visitas de campo.**Durante el proceso de evolución del diseño se tuvo en cuenta la funcionalidad y la ergonomía de los elementos, aspectos que fueron analizados periódicamente con pruebas en clases de natación, pidiendo a los niños que utilizaran los modelos y observando su comportamiento cuando los recibían, interactuaban con ellos y los utilizaban. Las conclusiones y sus respectivos avances están expuestas en el proceso de evolución de cada uno de los elementos.

**Figura 112. Registro fotográfico de comprobaciones en visitas de campo**



Fuente: Autor

#### **4.3.5.2 Prueba thinking-aloud**

**Objetivo:** Diagnosticar el acierto en las tareas y su orden de ejecución estudiando la usabilidad de los productos diseñados en un entorno real con usuarios reales.

**Hipótesis:** El orden preestablecido del desarrollo de tareas del usuario es acertado.

**Recursos necesarios:**

- Lista de chequeo de tareas
- Cámara (1)
- Prototipo funcional
- Recinto con piscina
- Usuarios: niños que practiquen natación de 3 a 5 años (5).

**Prueba:**

Se hace entrega de los modelos funcionales al instructor para utilizarlos en clase, el instructor menciona cada uno de los pasos de la secuencia de uso verificados con las listas de chequeo.

**Figura 113. Registro fotográfico de comprobaciones en pruebas de uso**



Fuente: Autor

En la evolución de los elementos, luego de la construcción de los primeros modelos funcionales, se aplicó el siguiente formato para evaluar el lenguaje de uso de los dos elementos.

**Tabla 16. Lista de chequeo para evaluación de uso de la familia de objetos 1.**

LISTA PARA CHEQUEO DE FAMILIA DE OBJETOS 1.					
LISTA DE CHEQUEO ELEMENTO UNO			LISTA DE CHEQUEO ELEMENTO DOS		
Ítem	Si	No	Ítem	Si	No
<b>Reconocimiento del elemento</b>			<b>Reconocimiento del elemento</b>		
Toma el producto y analiza su forma buscando identificar su uso	☺		Toma el producto y analiza su forma buscando identificar su uso	☺	
<b>Postura del elemento</b>			<b>Postura del elemento</b>		
El instructor lo toma y se hace en frente del niño	☺		El niño entra al agua	☺	
El niño introduce los brazos		☹	El instructor le da el elemento al niño	☺	
Ajusta el elemento	☺		<b>Verificación de funciones</b>		
El niño baja los brazos	☺		El niño ubica el elemento tomándolo de la parte superior		☹
Abrocha en la parte trasera	☺		El niño adquiere posición de semi-horizontal		☹
Ajusta el amarre a medida	☺		Sus piernas se pueden mover libremente en el agua	☺	
<b>Verificación de funciones</b>			Puede avanzar en el agua con facilidad		☹
El niño entra al agua con el elemento	☺		El niño introduce la cabeza en el agua que deja pasar el elemento	☺	
El elemento lo mantiene a flote	☺		Practica la técnica de respiración Burbujas	☺	
Su cabeza queda por fuera de la superficie	☺		<b>Quitarse el elemento</b>		
El niño adquiere posición de semi-horizontal		☹	Suelta el elemento progresivamente		☹
Sus brazos y piernas se	☺		Entrega el elemento.	☺	

LISTA PARA CHEQUEO DE FAMILIA DE OBJETOS 1.						
LISTA DE CHEQUEO ELEMENTO UNO			LISTA DE CHEQUEO ELEMENTO DOS			
pueden mover libremente en el agua						
Puede avanzar en el agua con facilidad	☺		<b>Observaciones:</b> Quitar y poner el elemento UNO resultó incomodo. Optimizar estabilidad del elemento DOS. Mejorar enfoque de flotabilidad en los dos.			
<b>Quitarse el elemento</b>						
El instructor desabrocha en la parte trasera	☺					
El niño saca los brazos		☹				

### Conclusiones:

- La sujeción del elemento mediante el uso de tirantes cruzados debe ser reevaluada.
- En el contorno del agujero del elemento DOS se evidencia flexión generando inestabilidad en el momento de ejecutar la tarea.
- Para la forma del elemento DOS debe tenerse en cuenta la hidrodinámica.

En la tercera fase de la evolución de los elementos se evalúa de nuevo el lenguaje de uso aplicando la lista de chequeo.

**Tabla 17. Lista de chequeo para evaluación de uso de la familia de objetos 2.**

LISTA PARA CHEQUEO DE FAMILIA DE OBJETOS 2.						
LISTA DE CHEQUEO ELEMENTO UNO			LISTA DE CHEQUEO ELEMENTO DOS			
Ítem	Si	No	Ítem	Si	No	
<b>Reconocimiento del elemento</b>			<b>Reconocimiento del elemento</b>			
Toma el producto y analiza su forma buscando identificar su uso	☺		Toma el producto y analiza su forma buscando identificar su uso	☺		
<b>Postura del elemento</b>			<b>Postura del elemento</b>			

LISTA PARA CHEQUEO DE FAMILIA DE OBJETOS 2.			LISTA PARA CHEQUEO DE FAMILIA DE OBJETOS 2.		
LISTA DE CHEQUEO ELEMENTO UNO			LISTA DE CHEQUEO ELEMENTO DOS		
El instructor lo toma y se hace en frente del niño	☺		El niño entra al agua	☺	
El niño introduce los brazos	☺		El instructor le da el elemento al niño	☺	
Ajusta el elemento	☺		<b>Verificación de funciones</b>		
El niño baja los brazos	☺		El niño ubica el elemento tomándolo de la parte superior		☹
Abrocha en la parte delantera	☺		El niño adquiere posición de semi-horizontal	☺	
Ajusta la correa del broche a medida		☹	Sus piernas se pueden mover libremente en el agua	☺	
<b>Verificación de funciones</b>			Puede avanzar en el agua con facilidad	☺	
El niño entra al agua con el elemento	☺		El niño introduce la cabeza en el agua que deja pasar el elemento	☺	
El elemento lo mantiene a flote	☺		Practica la técnica de respiración Burbujas	☺	
Su cabeza queda por fuera de la superficie	☺		<b>Quitarse el elemento</b>		
El niño adquiere posición de semi-horizontal	☺		Suelta el elemento progresivamente	☺	
Sus brazos y piernas se pueden mover libremente en el agua		☹	Entrega el elemento.	☺	
Puede avanzar en el agua con facilidad	☺		<b>Observaciones:</b> Replantear el broche de ajuste del elemento UNO. Liberar el omoplato para permitir movimiento de braceo. Hacer evidente la posición de uso del elemento DOS		
<b>Quitarse el elemento</b>					
El instructor desabrocha en la parte delantera	☺				
El niño saca los brazos	☺				

## **Conclusiones:**

- Aparece la necesidad de comunicar claramente mediante los elementos su función y su modo de llevar.
- La secuencia de uso planteada es acertada frente a las expectativas del instructor y las respuestas del niño.
- El elemento DOS genera dudas al usarlo.

### **4.3.5.3 Prueba de campo**

**Objetivo:** Evaluar la preferencia de la nueva familia de objetos en comparación con otros productos existentes.

**Hipótesis:** La forma, el color, las texturas de la familia de objetos activan los sentidos de los niños, haciendo que los prefieran frente a los demás productos existentes.

#### **Recursos necesarios:**

- Cámaras (2)
- Productos existentes
- Prototipos de la familia de objetos propuesta
- Grupo de niños de 3 a 5 años (5)

#### **Prueba:**

El grupo de niños ya familiarizados con los productos existentes fue seleccionado para interactuar con los nuevos diseños, hacer una posterior evaluación y seleccionar sus favoritos.

En la evolución del modelo los niños mostraron su preferencia por las “panelitas” convencionales y el elemento número DOS.

**Figura 114. Registro fotográfico de evaluación de preferencia.**



Fuente: Autor

### **Conclusiones:**

- El producto logró la aceptación del usuario y hacer parte de sus preferencias.
- Los factores que incidieron en la selección fueron el color, la forma, la comodidad y la seguridad que generan.

- A partir de la selección se concluyó que los elementos diseñados tienen buena aceptación, pero los niños siguen teniendo mayor preferencia por las “panelitas”.
- Los atributos de las “panelitas” (producto existente seleccionado) pueden tomarse como referencia en la evolución del diseño.

#### **4.3.5.4 Encuesta a padres**

**Objetivo:** Conocer el grado de confianza que genera la familia de objetos en los padres y evaluar los factores que inciden en sus preferencias.

**Hipótesis:** Los productos diseñados cumplen con los factores de seguridad necesarios para mitigar los riesgos a los que se exponen los niños en la práctica de la natación.

**Recursos necesarios:**

- Formato de encuesta
- Padres de niños de 3 a 5 años que practiquen natación (20)

**Prueba:** Se aplica el formato de encuesta a padres de niños de 3 a 5 años para evaluar la confianza que generan los modelos de la familia de artefactos.

**Figura 115. Formato de encuesta a padres para evaluación de confianza.**

ENTREVISTADO: _____ LUGAR: _____ FECHA: _____	
Cordial saludo.	
El objetivo de esta encuesta es conocer el grado de confianza que genera la familia de objetos en los padres de niños entre 3 y 5 años para evaluar los factores que inciden en sus preferencias. Es importante su opinión.	
1.	¿Qué aspectos lo hacen pensar que los elementos diseñados son seguros?
<hr/>	
2.	En la escala de 1 a 5 señale qué grado de confianza generan estos productos, siendo 1= Inseguro y 5= Muy seguro
	1.____ 2.____ 3.____ 4.____ 5.____
3.	¿Qué aspectos de los productos cambiaría por la seguridad de su niño?
<hr/>	
4.	¿Tiene alguna observación adicional?
<hr/>	
Gracias.	

**Conclusiones:**

- Los elementos inspiran confianza a los padres.
- En el grado de seguridad que estiman para los elementos es 4, siendo 1= Inseguro y 5= Muy seguro.
- Los aspectos que hacen desconfiar a los padres de la seguridad de sus hijos utilizando los productos son la eficacia de los amarres y la higiene por mantenimiento.
- Los padres plantean acciones correctivas en cuanto a lenguaje de uso.

## 5. PROPUESTA FINAL

El proceso creativo abstraído del análisis biónico es aplicado en la concepción de soluciones formales en los puntos de apoyo establecidos. De tal proceso será documentado específicamente el desarrollo de la idea final.

Los elementos que componen la familia de objetos adoptan un nombre relacionado con el color Azul que transmite la frescura y la fluidez del agua. Los nombres seleccionados para el elemento UNO y DOS son AZURO y ZURITA, respectivamente.

**Figura 116. Propuesta final. Construcción controlada de la forma Azuro**



Fuente: Autor

Figura 117. Propuesta final. Detalles del diseño Azuro

## AZURO Propuesta Final

### Detalles del Diseño

AZURO posee una curva que se adapta a la forma natural de las axilas



Parte frontal superior que ayuda a la flotación del pecho y da mayor seguridad para la cara del niño



Flexibilidad en el material, especialmente en los costados para mejor ajuste a las diferentes tallas.

Con dos correas de amarre AZURO le brinda la seguridad necesaria al niño manteniendolo a flote y permitiendole el libre movimiento en el agua



Cierre de AZURO que consta de dos argollas que permiten graduar y ajustar a la medida necesaria.



Punteras de correa que impiden que esta se salga del producto, dando mayor sujeción

Fuente: Autor

Figura 118. Propuesta final. Conoce a Azuro

# AZURO

## Propuesta Final

Conoce a AZURO

AZURO viene de marte  
y por eso le gusta abrazarte.

Dejate llevar por AZURO  
que él te mantendrá en la superficie  
mientras exploras en el agua

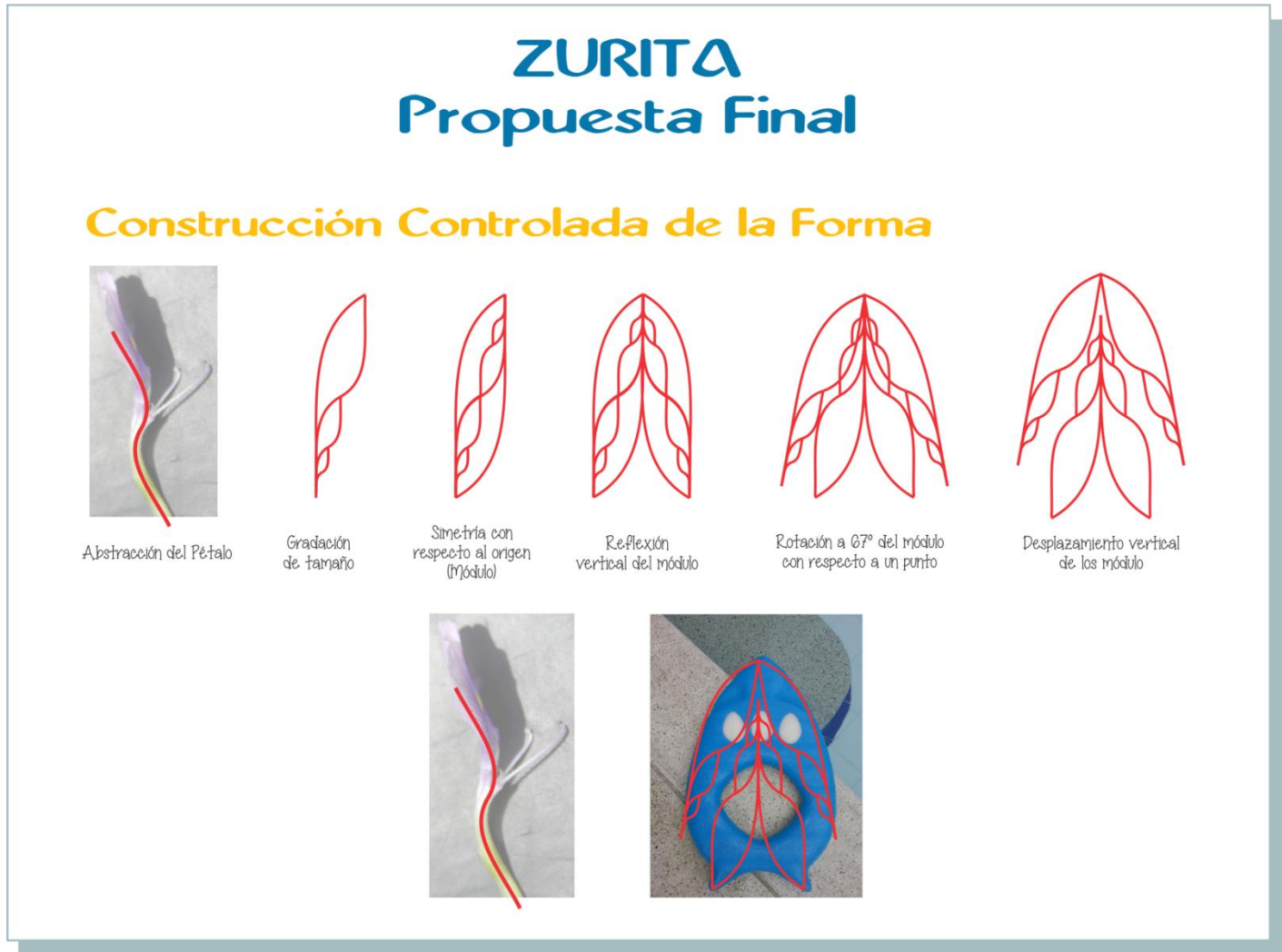
Puedes estar tranquilo ahora  
tienes un amigo marciano  
cuidandote con sus cinco  
ojos bien abiertos



Fuente: Autor

/

Figura 119. Propuesta final. Construcción controlada de la forma Zurita



Fuente: Autor

Figura 120. Propuesta final. Detalles del diseño Zurita



Fuente: Autor

Figura 121. Propuesta final. Conoce a Zurita

# ZURITA

## Propuesta Final

### Conoce a ZURITA

ZURITA es una extraterrestre traviesa que ha perdido sus ojos en el mar y necesita quien la acompañe a buscarlos

Tu serás el motor.

Mueve tus piernas para llegar pronto a los ojos de ZURITA y recuerda recargarla de energía llenándola de burbujas

Debes apresurarte porque el primero en encontrar los ojos de ZURITA, será el ganador



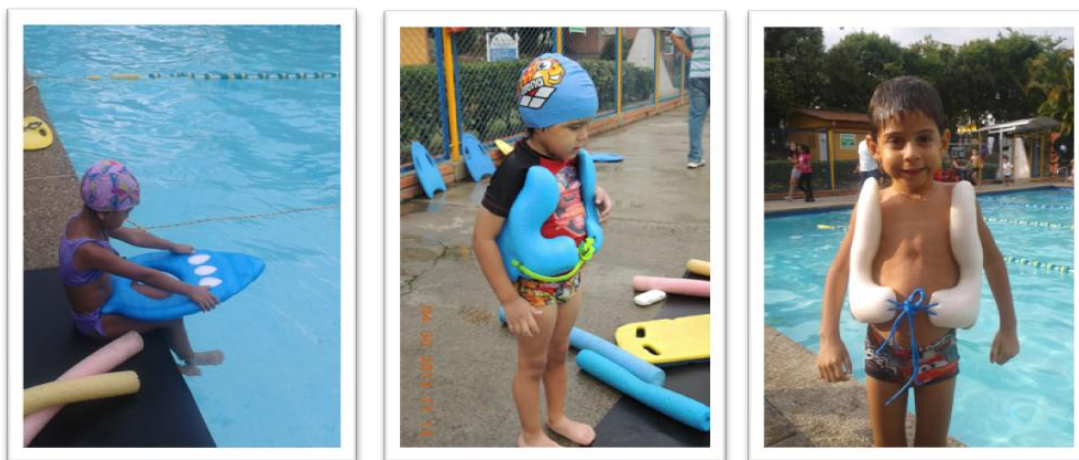
Fuente: Autor

## 5.1 VALIDACIONES DE FAMILIA DE OBJETOS

La evaluación de los elementos hecha para su validación está basada en criterios de funcionalidad y ergonomía. El reto de la funcionalidad estuvo en demostrar que los elementos ayudan a flotar a los niños, dando libertad en sus movimientos de propulsión y propiciando la posición semi-horizonta.

Los elementos fueron validados con tallas variables demostrando su adaptabilidad a niños entre 3 y 5 años.

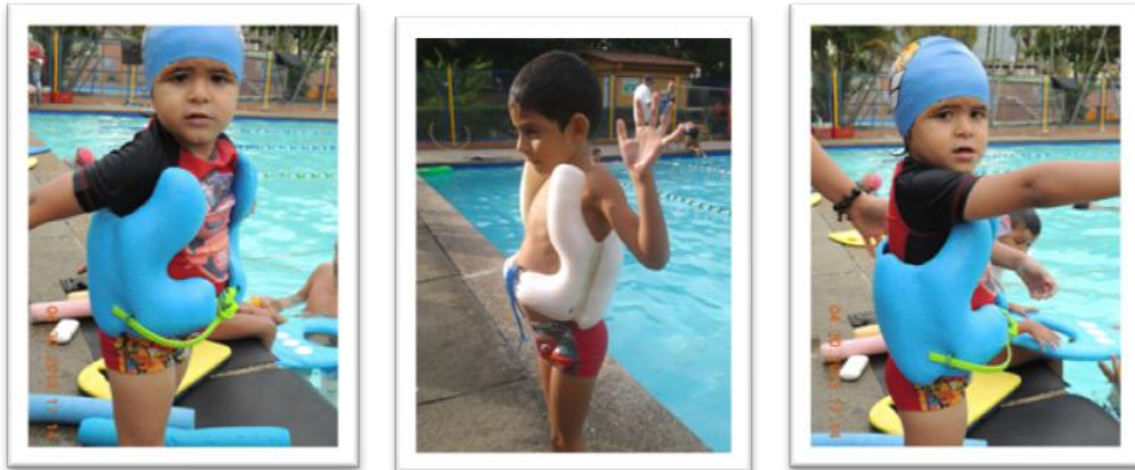
**Figura 122. Validación de los productos en diferentes tallas.**



Fuente: Autor

El diseño del AZURO tiene en cuenta como punto de apoyo natural el límite puesto por la axila, el AZURO conserva una forma que se adapta a la anatomía del niño evitando irritaciones gracias al uso de materiales hipoalergénicos.

**Figura 123. Validación de ergonomía en axila.**



Fuente: Autor

Para la práctica de la natación se requiere libertad en brazos y piernas. El AZURO abraza al niño dejando libres los omoplatos, permitiendo así la ejecución los movimientos que propician la propulsión.

**Figura 124. Validación movimiento de brazos y libertad del omoplato.**



Fuente: Autor

En la natación no solo es importante el movimiento de los brazos y las piernas, todo el cuerpo debe moverse, en especial la cabeza, que genera el movimiento inicial del tronco y busca la superficie del agua para poder respirar. El AZURO está diseñado para favorecer los movimientos de la cabeza.

Con el AZURO el niño puede adquirir diversas posiciones en la piscina, por su diseño puede mantenerse estable mientras se encuentra vertical, semi-horizontal, horizontal hacia adelante y hacia atrás.

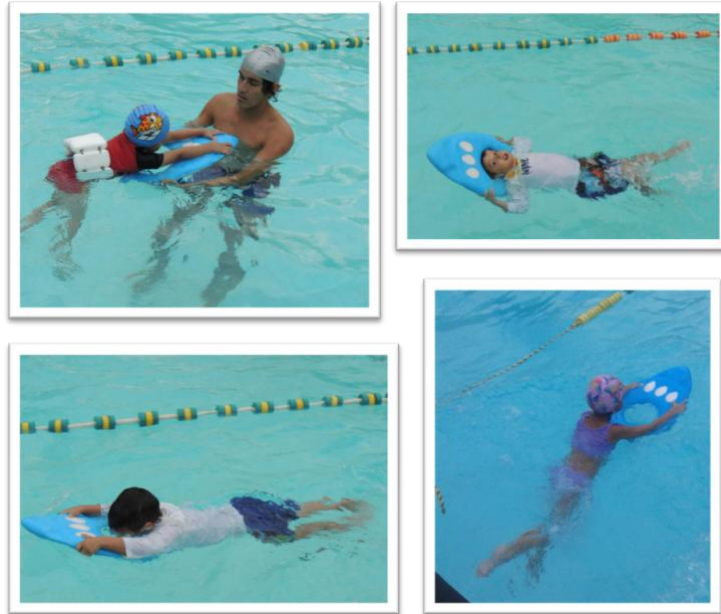
**Figura 125. Validación libertad de movimiento de la cabeza**



Fuente: Autor

La función del ZURITA es permitirle al niño desplazarse y a la vez practicar la primera técnica de respiración. El concepto de tabla coadyuva a cumplir esta función, dando la libertad del movimiento de las piernas y la forma interna propicia el espacio preciso para hacer burbujas.

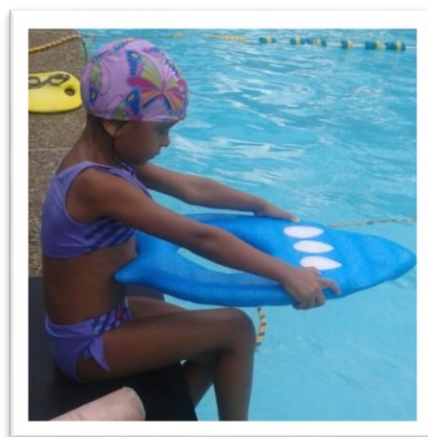
**Figura 126. Validación de función hacer burbujas.**



Fuente: Autor

La figura del ZURITA está inscrita en formas orgánicas que se adaptan a la anatomía del niño, en el caso específico del la parte inferior que tiene contacto con el tórax y el abdomen cuando el niño se desplaza boca abajo hacia adelante; y con la nuca cuando se desplaza boca arriba hacia atrás.

**Figura 127. Validación de ergonomía para apoyo en tórax.**



Fuente: Autor

La forma del ZURITA presenta una variación de nivel que sugiere el punto de agarre para propiciar una postura hidrodinámica, diseñada teniendo en cuenta el ángulo natural generado por el cierre de la mano con respecto al eje longitudinal del antebrazo, el diámetro de empuñadura de 28.91 mm (percentil 95) y el ancho de la palma de la mano de 23.20 (percentil 95) para agarre abierto.

**Figura 128. Validación de agarre.**



Fuente: Autor

## 6. DISEÑO PARA MANUFACTURA

Se describe en dos partes: la construcción de modelos funcionales de los dos elementos que componen la familia de objetos, a escala real y con materiales reales; y el proceso de producción industrial planteado para prototipos comerciales.

### 6.1 MATERIA PRIMA

**6.1.1 Espuma de Polietileno o Polietileno celular.** Hecho de polietileno (PE) puro combinado con nitrógeno para expandir, reúne todas las características positivas de este material sintético: gran resistencia a la alteración, alta resistencia química, reducidos valores de humedad e hipoalergénico (buena tolerancia al contacto).

Se fabrica en distintos pesos volumétricos, muchos colores, distintas estructuras celulares y grado de blandura. Se emplea allí donde se deben combinar las mayores exigencias de economía de un producto con buenas propiedades.

**6.1.2. Proceso para fabricación industrial de la espuma de polietileno (Patente).** Un procedimiento para obtener una espuma de polietileno celular fina que tiene una estructura en la que más del 95% de las células tienen un diámetro de célula menor que 150 micras por espumado físico de polietileno en presencia de un agente de nucleación, en el que el agente de nucleación es un compuesto orgánico que, al cambiar a la fase sólida, forma cristales y que, en su fase de fundido, es soluble en el polietileno fundido, en el que la temperatura de cristalización del agente de nucleación es mayor que la temperatura de

cristalización del polietileno y en el que la espuma es una espuma celular fina de polietileno, espumada físicamente, extrudida de forma continua<sup>9</sup>.#

**6.1.3. Esfuerzo, deformaciones y resistencia de la espuma de polietileno.** Resultado de pruebas realizadas con espuma de polietileno de 15 kg/cbm a 115 kg/cbm de peso volumétrico, por la firma alemana KÖPP con los estándares de la norma ISO7214 “Cellular plastics — Polyethylene — Methods of test”. Esta norma internacional especifica métodos para el ensayo de plásticos celulares flexibles y semirrígidos de polietileno.

**Tabla 18. Esfuerzo, deformaciones y resistencia de la espuma de polietileno**

Propiedad	Valor	Unidades
Compresión de esfuerzo-deformación		
Compresión 25%	50	Kpa
Compresión 50%	115	Kpa
Resistencia a la tracción	280	Kpa
Elongación	105	%

Fuente: <http://www.koepp.de/wDeutsch/downloads/documents/Prospekte/data-sheet-flyer-PackaZote-LD27.pdf>

## 6.2.CONSTRUCCIÓN DEL MODELO FUNCIONAL

### 6.2.1. Recursos Necesarios

**Bisturí:** herramienta manual para corte con cuchillas intercambiables.

**Pegante adhesivo de contacto:** sustancia que mantiene unidos a dos o más cuerpos por contacto superficial.

---

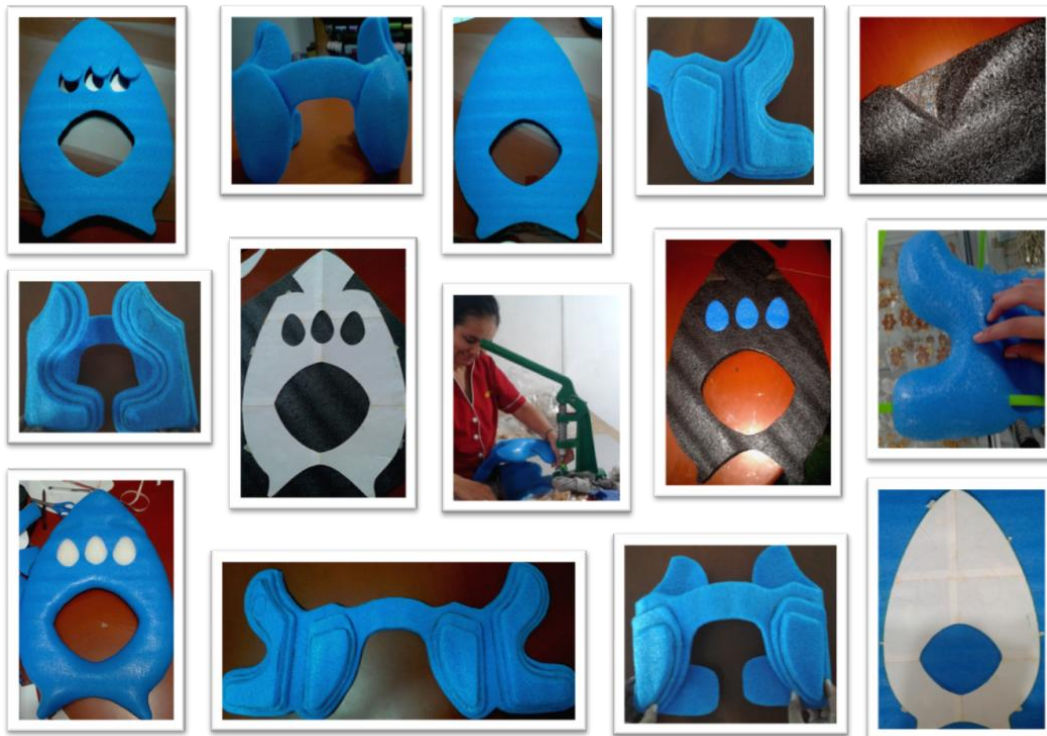
<sup>9</sup>PATENTADOS.COM. Espuma celular fina de polietileno, espumada físicamente. Tomado de <http://patentados.com/invento/espuma-celular-fina-de-polietileno-espumada-fisicamente.html>. Citado el 24 de Agosto de 2013.

**Espuma de Polietileno:** también conocido como polietileno celular, comúnmente utilizado en la industria como embalaje y como aislante térmico. Láminas de calibre: 10 mm (presentación comercial)

**Correa de silicona:** Tiras de silicona de 10mm de ancho y calibre 2mm en diferentes colores.

Herrajes, taches, cortador, cinta métrica y escuadras.

**Figura 129. Construcción de modelo funcional.**



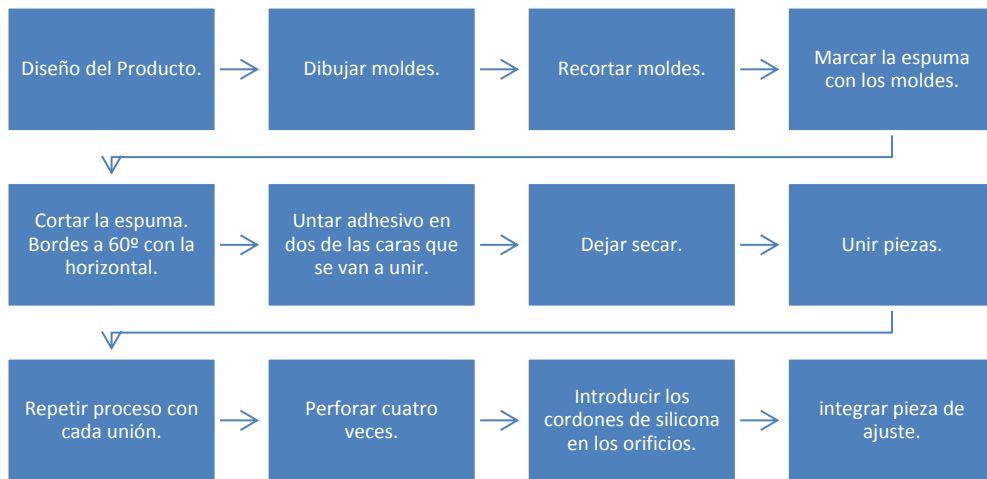
Fuente: Autor

**6.2.2. Diagramas de procesos de producción de modelo funcional. AZURO Y ZURITA.** Los modelo funcionales son construidos con láminas de espuma de polietileno unidas con pegamento de contacto. En el elemento UNO (AZURO)

tiene correas de silicona cortadas con la máquina corta tiras, herrajes puestos a mano.

**Figura 130 Diagrama de procesos de producción de modelo funcional.**

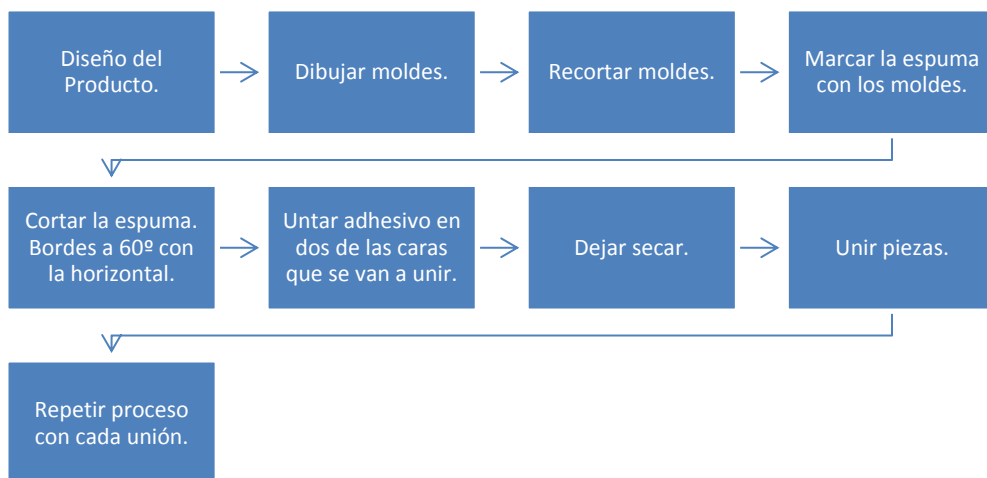
**AZURO**



Fuente: Autor

**Figura 131. Diagrama de procesos de producción de modelo funcional.**

**ZURITA**



Fuente: Autor.

## 6.3 PLANTEAMIENTO DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

**6.3.1 Moldeado en caliente/troquelado.** Este es un procedimiento de moldeo de materiales termoplásticos como las placas de espuma de polietileno. Mediante calor y presión, por lo general con el uso de un troquel o de un molde, se le da a la pieza forma bidimensional. Una vez que se enfría un poco, la forma es irreversible.

**Figura 132. Resultado de moldeo en caliente/troquelado**



Fuente: <http://www.koepp.de/wSpanisch/verarbeitung/uebersicht.php?navanchor=2110017>. Esta imagen hace referencia al resultado de proceso de moldeo en caliente, efectuado por fabricantes de la marca alemana Köpp. Se utiliza para validar el proceso propuesto no existente en la industria local.

**6.3.2. Recursos necesarios:** La descripción que se hace del proceso de producción está basada en la tecnología y los recursos disponibles en la industria local.

**Espuma de Polietileno:** calibre 50 mm

**Servicio de repujado con calor:** método utilizado comúnmente en la industria del calzado, con el que se obtiene grandes cantidades de copias mediante el uso de matrices en aluminio calentadas en planchas de calor y posteriormente repujadas.

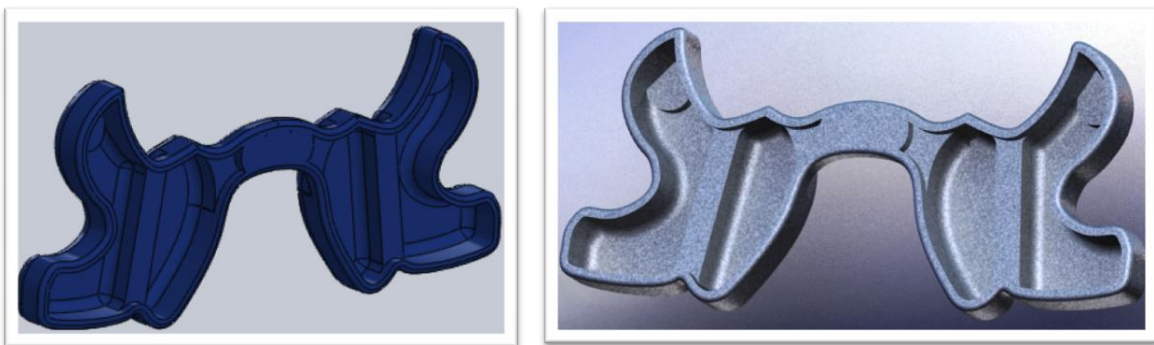
**Figura 133. Maquinaria para repujado en caliente.**



Fuente: Autor

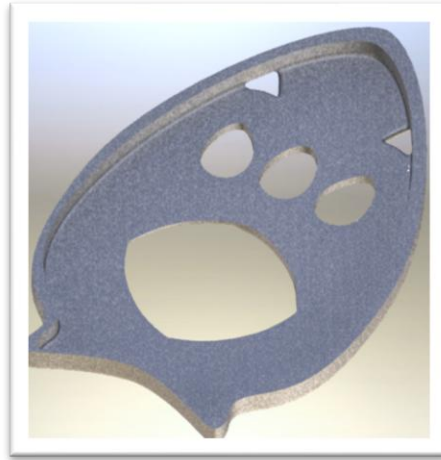
**Matrices de moldeo en caliente:** molde hueco con los detalles exteriores del modelo final, elaborado en fundición de aluminio para el trabajo en caliente. Construido a partir de un modelo de madera.

**Figura 134. Matriz para moldeo en caliente. AZURO**



Fuente: Autor

**Figura 135. Matriz de moldeo. ZURITA**



Fuente: Autor

**Troqueles:** Tres piezas de igual forma y diferente tamaño diseñadas para perforar la espuma.

**Cortador:** perfora el material con asistencia de calor.

**Correa de silicona:** Tiras de silicona de 10mm de ancho en diferentes colores que se obtienen mediante el corte de láminas de 2mm de calibre en una máquina cortadora de tiras.

**Figura 136. Máquina cortadora de tiras.**



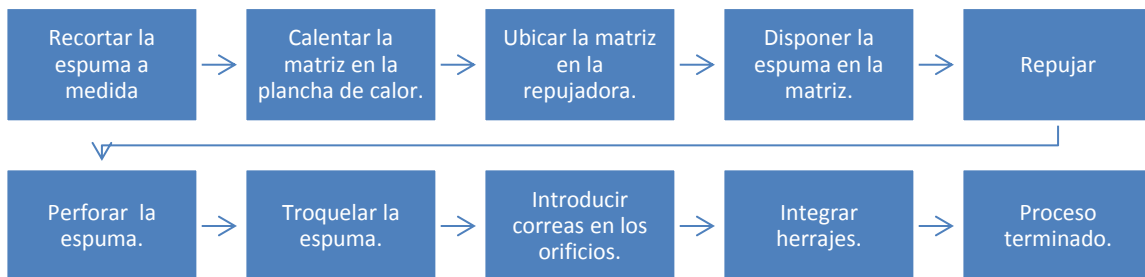
Fuente: Autor.

**Herraje:** Sistema de cierre que consta de dos argollas unidas por una correa remachada, por donde se entrelaza otra correa permitiendo graduar el ajuste. Las correas tienen punteras para asegurarlas en el elemento.

Producción del elemento UNO

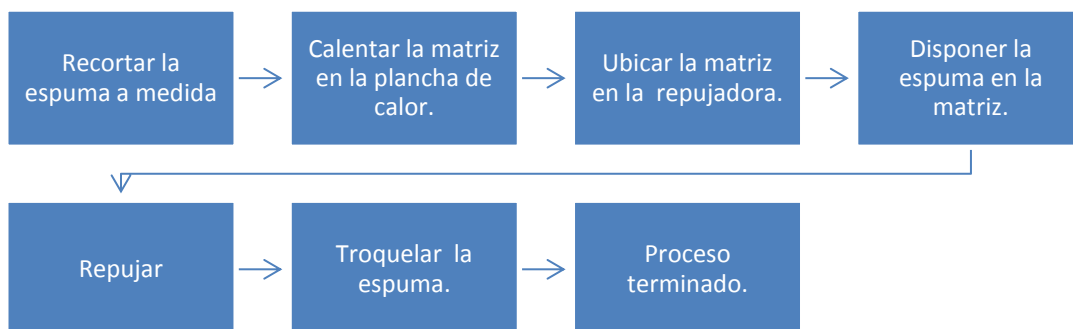
### 6.3.3. Diagramas de procesos de producción industrial de AZURO Y ZURITA.

**Figura 137. Diagrama de proceso de producción industrial. AZURO.**



Fuente: Autor

**Figura 138. Proceso de producción industrial. ZURITA.**

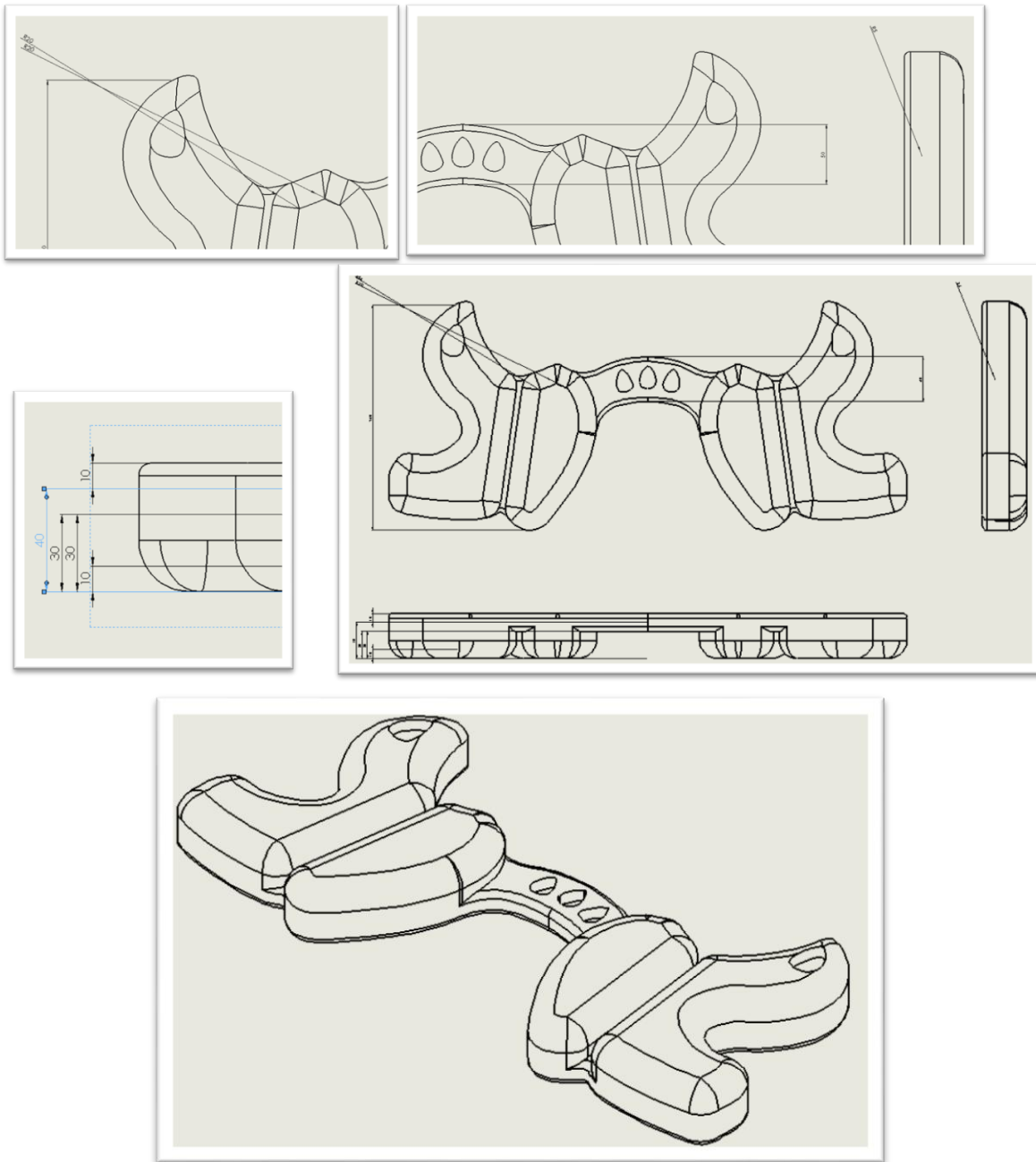


Fuente: Autor

### 6.3.4. Especificaciones técnicas de AZURO Y ZURITA

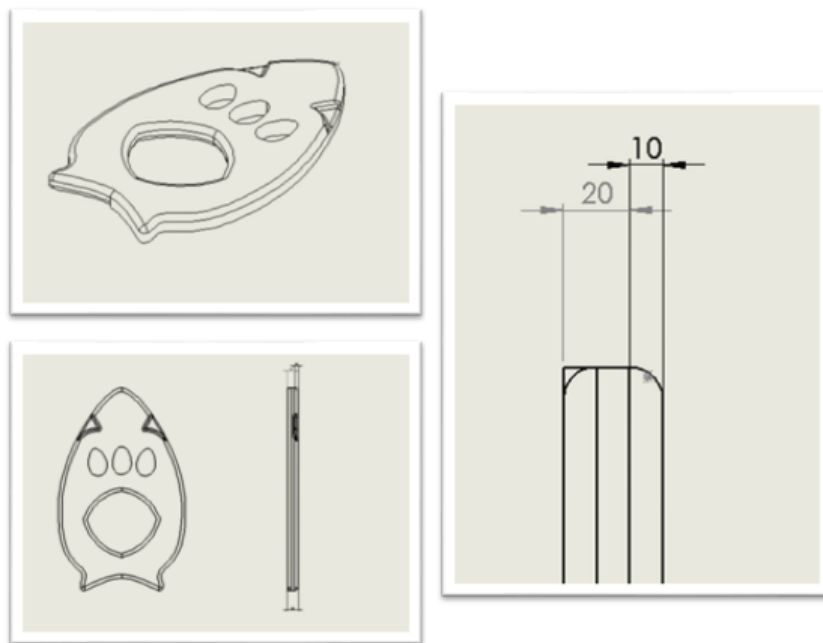
#### 6.3.4.1. Planos técnicos

Figura 139. Imagen de Planos técnicos de AZURO



Fuente: Autor

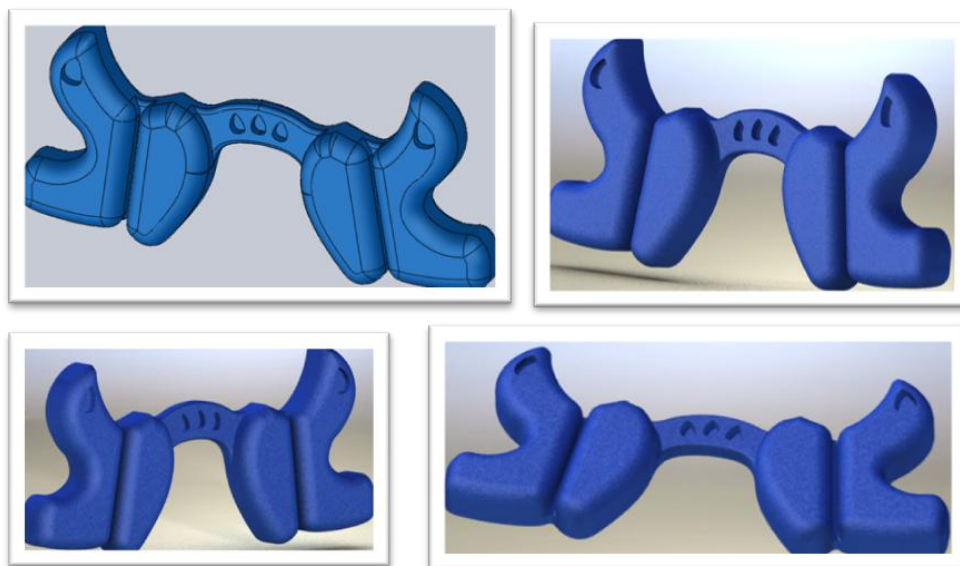
**Figura140. Imagen de Planos técnicos de ZURITA**



Fuente: Autor

### 6.3.4.2. Visualización 3D

**Figura 141. Visualización 3D AZURO**



Fuente: Autor

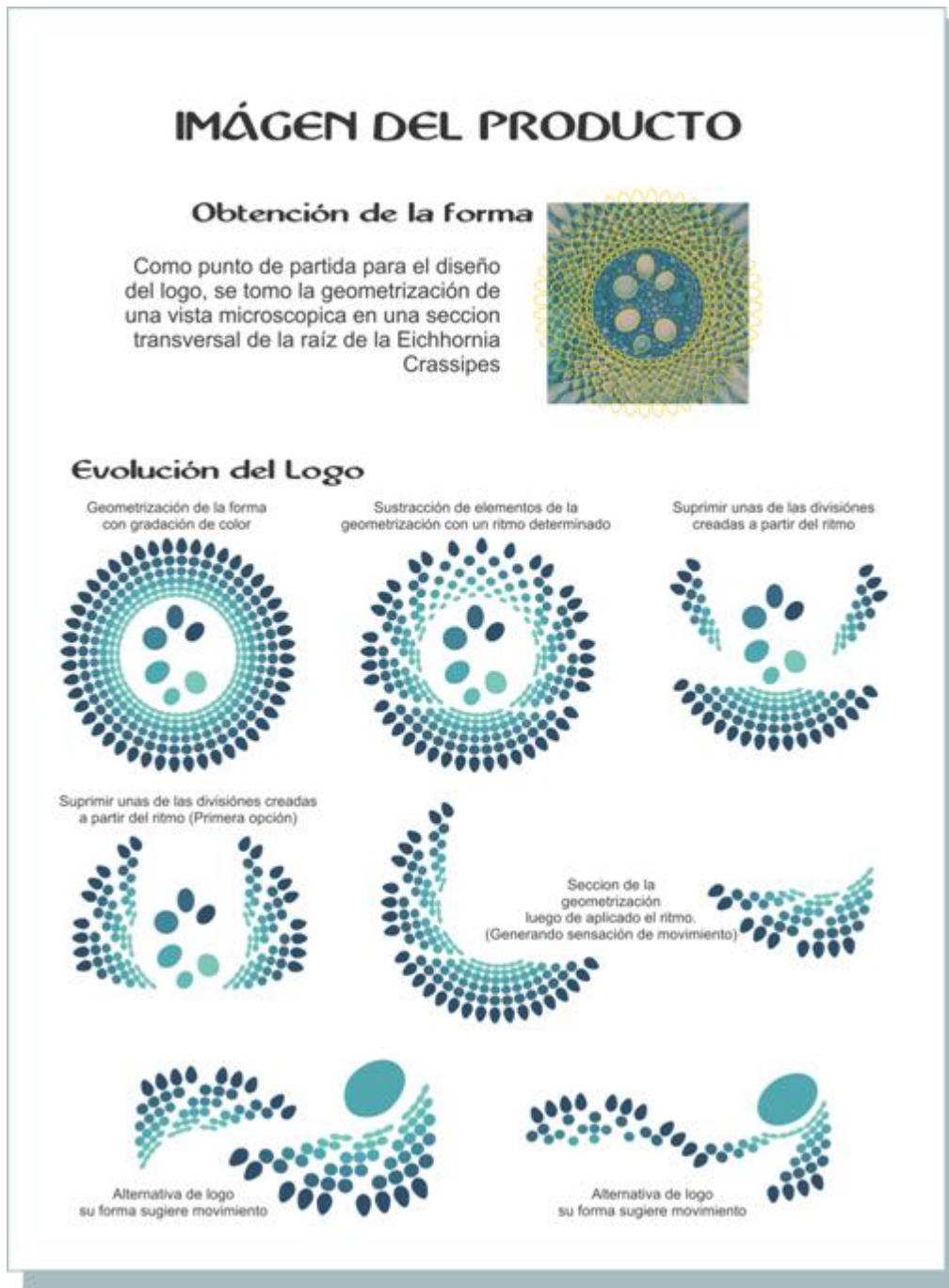
Figura 142. Visualización 3D. ZURITA



Fuente: Autor

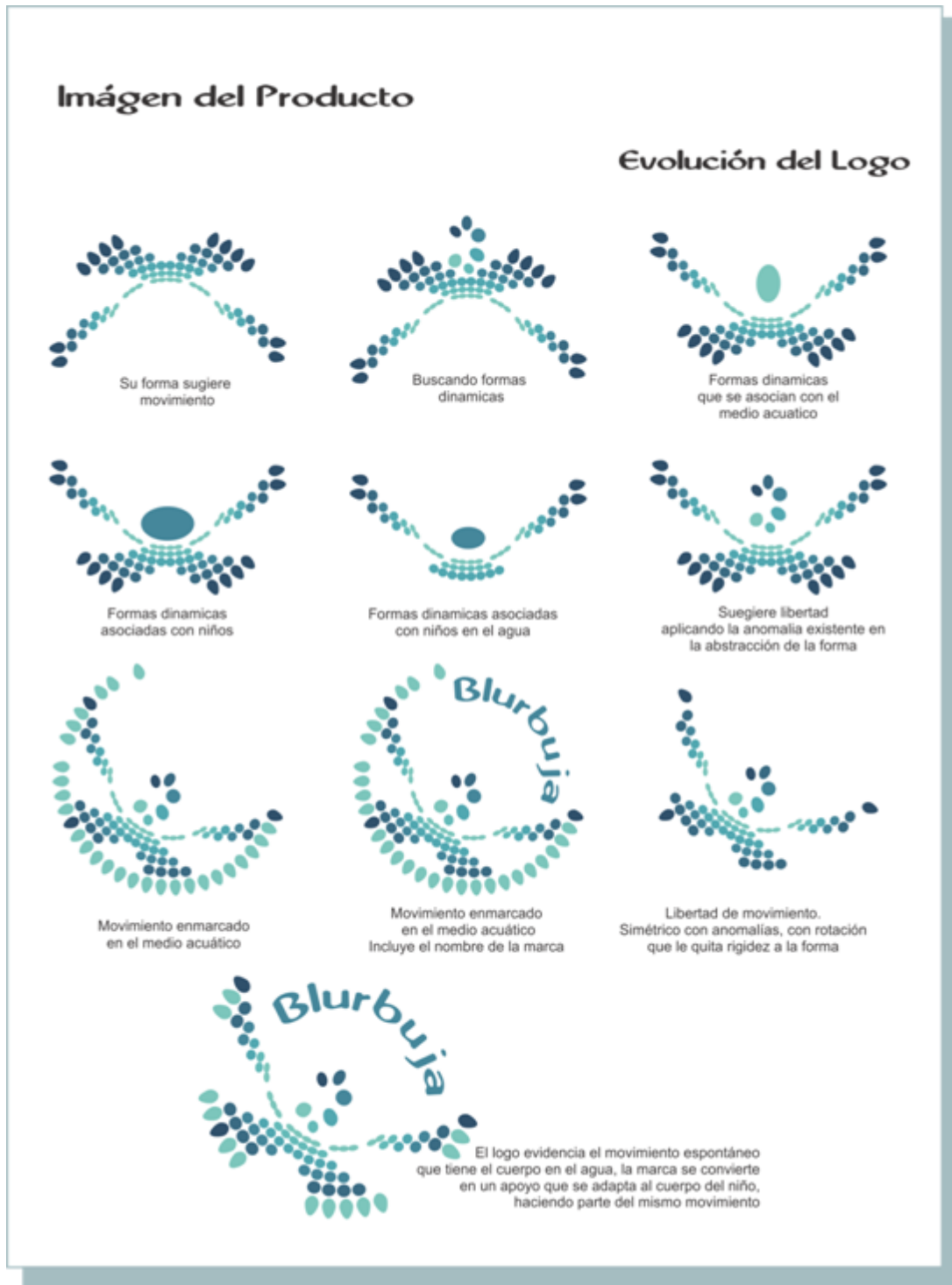
## 7. IMAGEN DEL PRODUCTO

Figura 143. Diseño de logo 1.



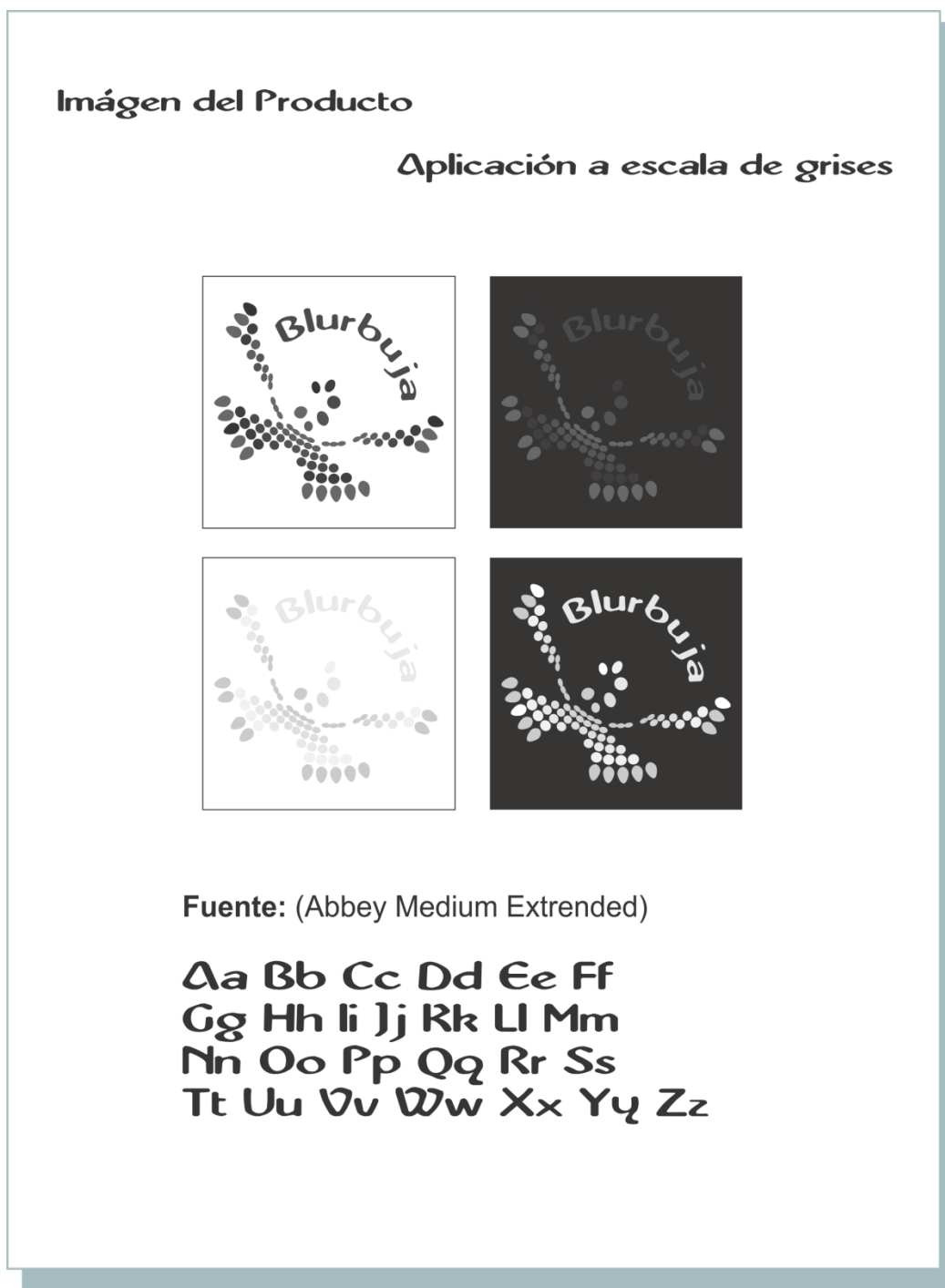
Fuente: Autor.

Figura 144. Diseño de logo 2.



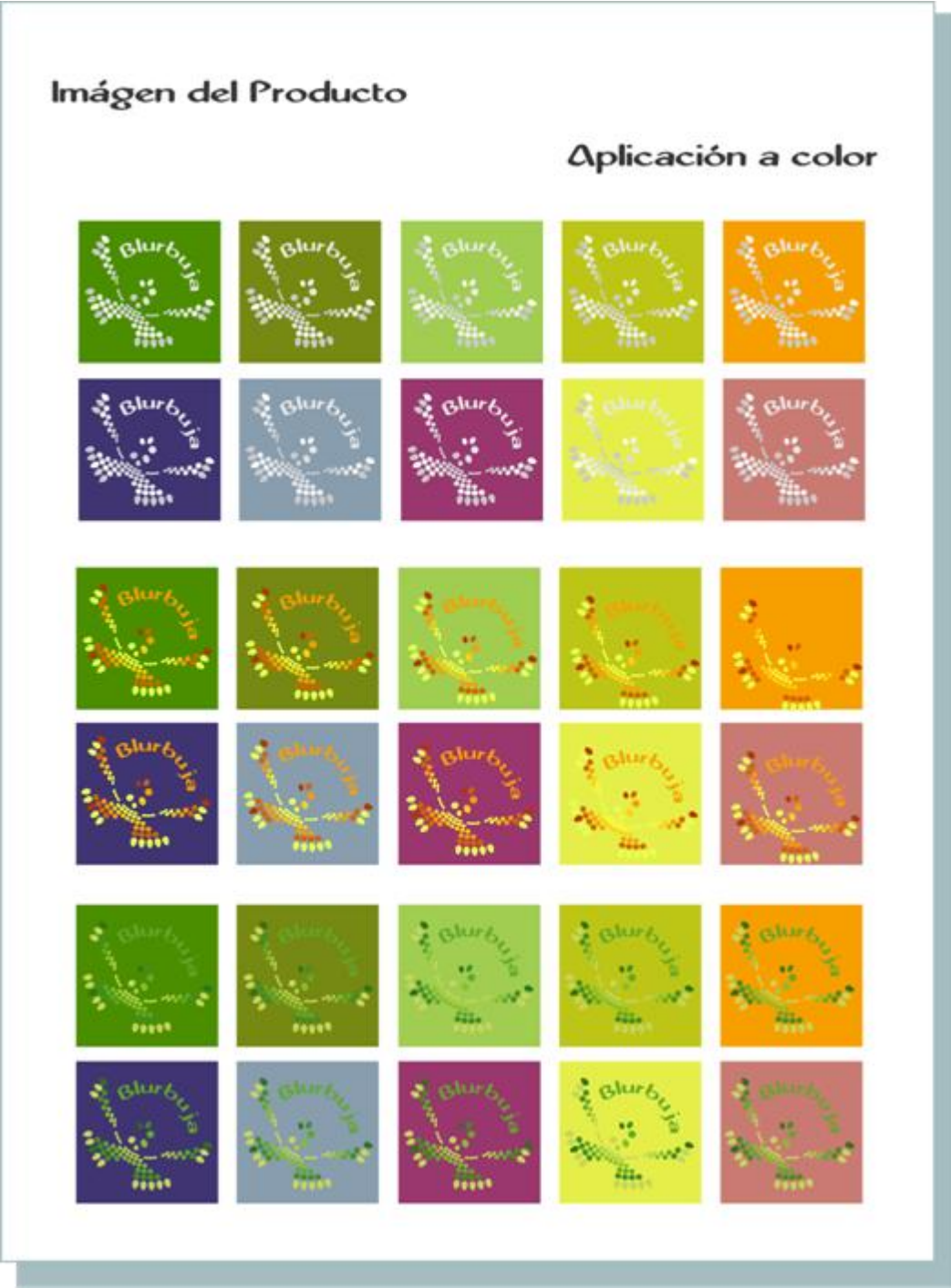
Fuente: Autor

Figura 145. Diseño de logo 3



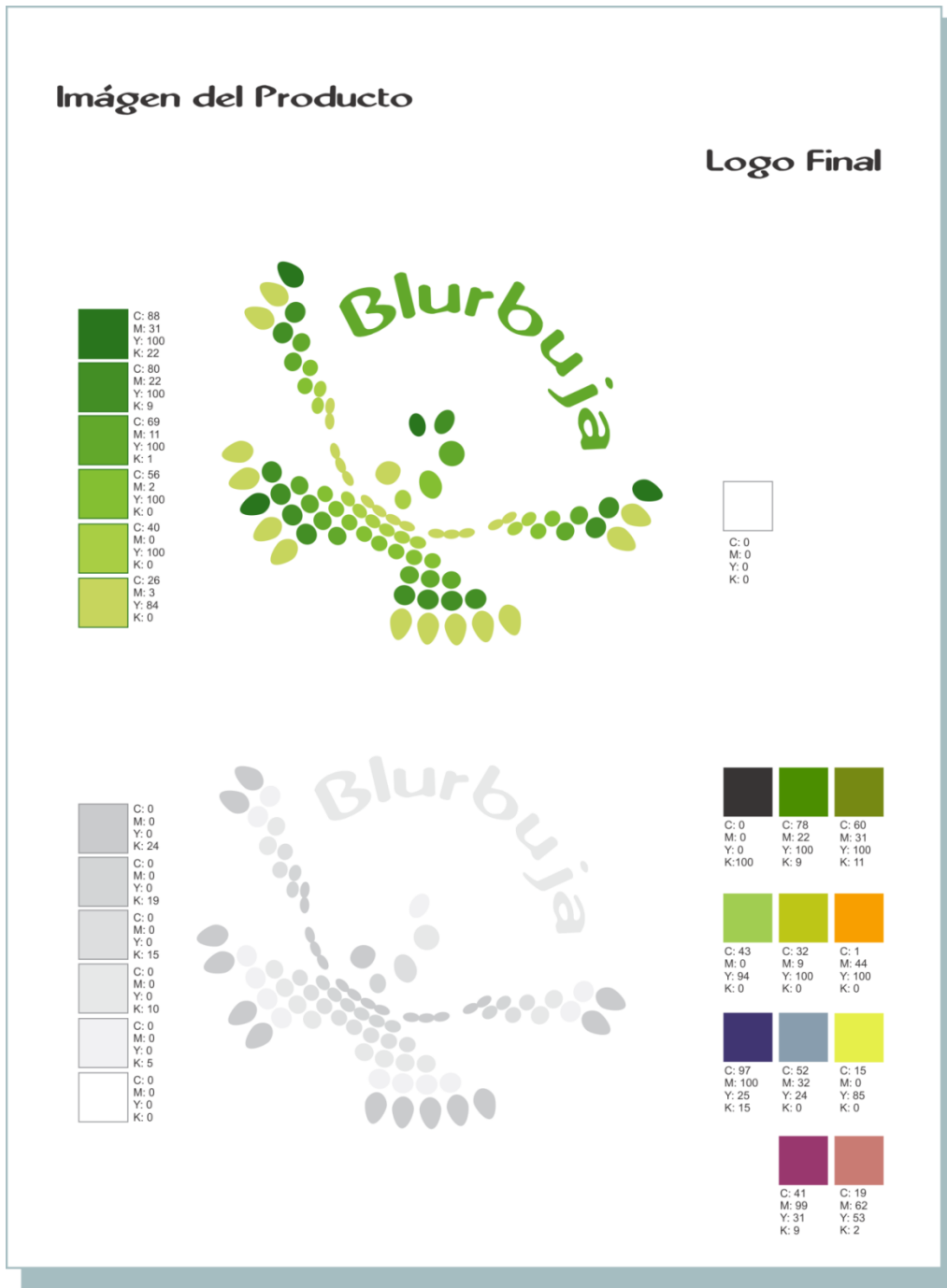
Fuente: Autor

Figura 146. Diseño de logo



Fuente: Autor

Figura 147. Diseño de logo 5.



Fuente: Autor.

Figura 148. Diseño de empaque para familia de objetos.



Fuente: Autor

## 8. CRONOGRAMA

**Tabla 19. Cronograma de actividades**

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																											
ACTIVIDADES	CANT SEMANAS	FECHA INICIO	FECHA FINAL	NÚMERO DE SEMANA																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>Etapa A. Documentación</b>																											
Análisis Biónico	6	4	17/09/2012	13/10/2012	■	■	■																				
Observación del usuario		2	16/10/2012	27/10/2012				■	■																		
<b>Etapa B. Identificación de Necesidades</b>																											
Recopilación de datos sin procesar de los clientes	4	2	29/10/2012	10/11/2012					■	■																	
Análisis de la información		2	13/11/2012	24/11/2012							■	■															
<b>Etapa C. Desarrollo Proyectual</b>																											
Especificaciones del producto	10	2	08/01/2013	18/01/2013									■	■													
Generación de concepto		3	21/01/2013	08/02/2013											■	■	■										
Selección de concepto		1	11/02/2013	18/02/2013																							
Arquitectura de concepto		2	19/02/2013	02/03/2013																							
Construcción de prototipos		2	04/03/2013	15/03/2013																							
Etapa D. Iteración	1		18/03/2013	23/03/2013																						■	
Etapa E. Diseño de manufactura	1		01/04/2013	08/04/2013																						■	
Etapa F. Construcción	2		09/04/2013	20/04/2013																						■	

## 9. PRESUPUESTO PARA PRODUCCIÓN DE FAMILIA DE OBJETOS

A partir de los procesos de producción establecidos y los materiales seleccionados, disponibles en la industria local, se establece un presupuesto estimado para conocer los costos totales de cada elemento y comprobar que el producto puede competir en el mercado.

**Tabla20. Costos totales de producción de la familia de objetos.**

CONSTRUCCIÓN FAMILIA DE OBJETOS							
Descripción	Cant.	Costo Materiales	Costo Servicios	Costo Mano de Obra	Costo Herramental	Costos Adicionales	Costo Total
AZURO	1	\$ 9.200	\$4.450	\$ 700	\$ 1.270	\$ 3.124	<b>\$18.744</b>
ZURITA	1	\$ 7.600	\$1.530	\$ 300	\$ 1.012	\$ 2.088	<b>\$12.530</b>
<b>Total:</b>							<b>\$31.274</b>

**Tabla 21. Costos de producción de AZURO.**

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE AZURO			
COSTOS MATERIAL			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
<b>Espuma de Polietileno de 50 mm</b>	1 lámina 650mm x 300mm	\$ 7.000	\$ 7.000
<b>Correa de silicona</b>	10mm x 2mm x 100mm	\$ 1.000	\$ 1.000
<b>Argollas plásticas Ø15mm</b>	8 unidades	\$ 150	\$ 1.200
<b>Total:</b>			<b>\$ 9.200</b>
COSTOS DE SERVICIOS			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
<b>Corte</b>	9	\$ 50	\$ 450
<b>Repujado</b>	1	\$ 800	\$ 800
<b>Troquelado</b>	10 golpes	\$ 80	\$ 800
<b>Corte de tiras</b>	2	\$ 200	\$ 400

<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN DE AZURO</b>			
Remachado	6	\$ 350	\$ 2.100
<b>Total:</b>			<b>\$ 4.450</b>
<b>COSTOS MANO DE OBRA</b>			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Poner correas	2	\$ 100	\$ 200
Ensamble general	1	\$ 500	\$ 500
<b>Total:</b>			<b>\$ 700</b>
<b>COSTOS HERRAMENTAL (para producir 1.000 unidades)</b>			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Matriz (incluido molde)	1	\$ 1'250.000	\$ 1'250.000
Troqueles	2	\$ 10.000	\$ 20.000
<b>Sub Total (1.000 unidades):</b>			<b>\$ 1'270.000</b>
<b>Total (por unidad):</b>			<b>\$ 1.270</b>
<b>COSTOS ADICIONALES</b>			
Descripción			Costo total
Papelería, servicios, software y equipos			\$ 3.124
<b>Total:</b>			<b>\$ 3.124</b>

Tabla 22. Costos de producción de ZURITA.

<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ZURITA</b>			
<b>COSTOS MATERIAL</b>			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Espuma de Polietileno de 50 mm	1 lámina 600mm x 400mm	\$ 7.600	\$ 7.600
<b>Total:</b>			<b>\$ 7.600</b>
<b>COSTOS DE SERVICIOS</b>			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Corte	5	\$ 50	\$ 250
Repujado	1	\$ 800	\$ 800
Troquelado	6 golpes	\$ 80	\$ 480
<b>Total:</b>			<b>\$ 1.530</b>
<b>COSTOS MANO DE OBRA</b>			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Ensamble general	1	\$ 300	\$ 300
<b>Total:</b>			<b>\$ 300</b>
<b>COSTOS HERRAMENTAL (para producir 1.000 unidades)</b>			

<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ZURITA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
<b>Matriz (incluido molde)</b>	1	\$ 1'000.000	\$ 1'000.000
<b>Troqueles</b>	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Sub Total (1.000 unidades):			\$ 1'012.000
<b>Total por unidad:</b>			<b>\$1.012</b>
<b>COSTOS ADICIONALES</b>			
<b>Descripción</b>			<b>Costo total</b>
<b>Papelería, servicios, software y equipos</b>			\$ 2.088
<b>Total:</b>			<b>\$ 2.088</b>

## 10. CONCLUSIONES

La experiencia adquirida en el desarrollo de la etapa de observación del proyecto evidenció la posibilidad de ampliar la intervención de diseño, en el campo de la natación y los deportes acuáticos para niños, con una futura línea de productos a partir de la familia de objetos diseñada.

Durante el planteamiento de la producción y como resultado de la exploración en la industria local se comprobó la viabilidad de la construcción de los productos diseñados con la tecnología disponible.

En el proceso de construcción controlada de la forma se obtuvieron diseños armónicos, orgánicos y coherentes con el entorno acuático gracias a que se aplicó el proceso creativo a partir de abstracciones del análisis biónico de la planta acuática *Eichhornia Crassipes* como estrategia de inspiración formal.

Se concluyó que diseñar a partir de análisis biónico establece bases sólidas en la sustentación formal, funcional y estructural de un producto.

La respuesta emotiva de aceptación de los niños ante la familia de objetos resultó de la selección de aspectos visuales obtenidos del análisis biónico, cuya selección se basó en las preferencias que los niños evidenciaron en las pruebas durante el proceso de validación.

La higiene fue un factor decisivo en la etapa de evolución de los productos.

La asistencia en la enseñanza de la natación propuesta con la familia objeto cumplió con el objetivo y dio un valor agregado con el diseño formal enfocado en la imagen para niños superando las expectativas del usuario.

En el desarrollo proyectual la definición de cambios estuvo ligada a la aplicación de modelos de prueba realizados en material real cuya función garantizada permitió el enfoque en otros aspectos de diseño.

Los espacios de validación y retroalimentación con niños se establecieron como técnica de creatividad, ya que manifestaron sus aportes de manera espontánea ampliando el campo de la imaginación.

Como resultado de la metodología de diseño enfocado en el usuario, aplicada en el desarrollo del proyecto, se logró ofrecer la seguridad que quieren los padres, la función que requieren los instructores y el confort que necesitan los niños integrados en una familia de objetos.

Con el desarrollo de la metodología establecida se logró dar cumplimiento a los alcances propuestos en el proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

BUSTAMANTE, Santiago. Modelado de especies invasoras, caso de estudio: pérdida del espejo de agua en la laguna de Fúquene por invasión del buchón. Tomado de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis348.pdf#page14>. Citado el 4 de Agosto de 2012.

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DE NIÑOS COLOMBIANOS Tomado de <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/DA2/5/5.1.2.pdf> . Citado el 20 de Octubre de 2012.

ERNESTO YTURRALDE WORLDWIDE INC. Lúdica. Tomado de <http://www.ludica.org/>. Citado el 5 de Marzo de 2013.

GALVEZ. Francisco. Análisis métrico de la planta Eichhornia Crassipes. Tomado de <http://www.floravascular.com/index.php?spp=Eichhornia%20crassipes>. Citado el 4 de Agosto de 2012.

GILB. Stella. Juegos que desarrollan vínculos humanos. Troquel. Argentina. 2004.

GÓMEZ G. Jhoana. Método del dibujo por la geometrización. <http://es.scribd.com/doc/107075565/La-geometrizacion>). Citado el 7 de Marzo de 2013

GONZÁLEZ. Ana Maria y ARBO, Ma. Mercedes. Definición del pecíolo inflado de la eichhornia crassipes. Tomado de

[http://agr.unne.edu.ar/botanica/tema3/tema3\\_4hidrofita.htm](http://agr.unne.edu.ar/botanica/tema3/tema3_4hidrofita.htm) Citado el 24 de agosto de 2012.

HERBARIO EICHHORNIA CRASSIPES. Modelado de especies invasoras, caso de estudio: pérdida del espejo de agua en la laguna de Fúquene por invasión del buchón. Tomado de [http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Eichhornia\\_crassipes.htm](http://www.plantasyhongos.es/herbarium/htm/Eichhornia_crassipes.htm), Citado el 7 de Enero 2012.

INSTITUTE OF ERGONOMYCS & HUMAN FACTORS. Ergonomía. Tomado de <http://www.ergonomics.org.uk/16> February 2013. Citado el 15 de Febrero de 2013

INSTITUTO DE DISEÑO DE VALENCIA. Ergonomia I. Tomado de ([http://descarga.besign.com.ve/ergonomia\\_1/antropometria/antropometria.pdf](http://descarga.besign.com.ve/ergonomia_1/antropometria/antropometria.pdf)). Citado el 16 de Julio de 2012

La enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina. Artefacto. Tomado de <http://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Artefacto> . Citado el 7 de Marzo de 2013.

LUQUE. Fransisco y LUQUE Sergio. Guía de juegos escolares con diferentes objetos. Gymnos. Madrid. 1995.

MÁRQUEZ R. Elio. FUNDAMENTOS DE ANTROPOMETRIA. Tomado de [http://descarga.besign.com.ve/ergonomia\\_1/antropometria/antropometria.pdf](http://descarga.besign.com.ve/ergonomia_1/antropometria/antropometria.pdf) INSTITUTO DE DISEÑO DE VALENCIA. Citado el 27 de Agosto de 2012.

MORALES, Leonardo; CASTELLANOS, Vilma; RUIZ Alejandra. BIONICA: GUIA DE OBSERVACION ANALITICA. Universidad de los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño. Bogota. 2008.

MORENO Murcia, Juan Antonio y Rodríguez García, Pedro Luis. EL APRENDIZAJE DE LAS HABILIDADES ACUÁTICAS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO. Tomado de <http://www.um.es/univefd/aprehab.pdf>. Citado el 4 de Agosto de 2012.

NAVARRO, Fernando. HACIA EL DOMINIO DE LA NATACION. Gymnos. Madrid. 1995.

PAREDES A. Alfonso. Creatividad. Tomado de <http://alfpa.upeu.edu.pe/creatividad/creatividad.htm>. Citado el 7 de Marzo de 2013

PATENTADOS.COM. Espuma celular fina de polietileno, espumada físicamente. Tomado de <http://patentados.com/invento/espuma-celular-fina-de-polietileno-espumada-fisicamente.html>. Citado el Citado el 24 de Agosto.

PSICOPEDAGOGÍA. Didáctica. Tomado de <http://www.psicopedagogia.com/definicion/didactica>. Citado el 7 de Marzo de 2013

RAMOS. Leandro y NOVELO. Alejandro. Eichhorniacrassipes. Tomado de <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Flora%2063.pdf>. Citado el Agosto 24 de 2013.

RAMIREZ, Rafael. LA NATACION, SU ENSEÑANZA. Universidad de los Andes. Venezuela. 1991.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la Lengua española, vigésima segunda edición. Tomado de <http://www.rae.es/rae.html>. Citado el 7 de Marzo de 2013.

RUIZ, Manuel. TABLAS ANTROPOMÉTRICAS INFANTILES. Tomado de [http://www.bdigital.unal.edu.co/3488/1/Ruiz\\_Manuel,\\_tablas\\_antropometricas.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/3488/1/Ruiz_Manuel,_tablas_antropometricas.pdf)  
Citado el 25 de septiembre de 2012.

SANZ, Martha y ESQUITINO, Jaqui. CONCEPTOS GENERALES SOBRE NATACIÓN. Tomado de <http://www.inatacion.com/articulos/ejercicios/familiarizacion.html>. Barcelona 1997, Citado el 25 de septiembre de 2012.

SCHMITT, P. NAGUER DE LA COUVERTE A LA PERFORMANCE. Vigot. Paris. 1989.

TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS. Polietileno (PE). Tomado de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>. Citado el 24 de Agosto

Unidad de Investigación en Educación Física y Deportes Juan Antonio Moreno Murcia Universidad de Murcia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA, ARGENTINA. Apuntes de Morfología I. Tomado de <http://es.scribd.com/doc/26681496/Apuntes-Morfologia-Diseno-Industrial>. Citado el 5 de Noviembre de 2012.

VONHAUSEN, G. ASPECTOS PEDAGOGICOS Y PSICOLOGICOS DE LA NATACION PARA PRINCIPIANTES. Praxis der Leibesubungen. Madrid. 1975.

ZOMEÑO Álvarez, Teresa y Marín De Oliveira, Luis Miguel. PROPUESTA DIDÁCTICA DE ENSEÑANZA A TRAVÉS DEL JUEGO EN LAS ACTIVIDADES ACUÁTICAS. Tomado de <http://www.um.es/univefd/prodidac.pdf>. Citado el 24 de agosto de 2012. p. 4-5