



“CARACTERIZACION DE UN MODELO METODOLOGICO PARA
INVESTIGACION EN BIONICA; APLICACION DEL MODELO EN UN
SALTAMONTES”



**MODELO DE
INDAGACION
BIONICA**

ELIANA STELLA SANABRIA GALVIS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA

2007



“CARACTERIZACION DE UN MODELO METODOLOGICO PARA
INVESTIGACION EN BIONICA; APLICACIÓN DEL MODELO EN UN
SALTAMONTES”

ELIANA STELLA SANABRIA GALVIS

Código: 1982751

Trabajo de Grado para optar el título de
Diseñador Industrial

Director

M. D.I. EDUARDO SERAFÍN GUEVARA MELO

Codirector

D.I. MIGUEL HIGUERA MARÍN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Bucaramanga, Febrero de 2007



CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. TITULO DEL PROYECTO	4
2. DEFINICION DEL PROYECTO	5
2.1 ALCANCE DEL PROYECTO	6
2.2 ENTIDADES INTERESADAS	7
2.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	7
2.3.1 Objetivo general	7
2.3.2 Objetivos específicos	8
2.4 JUSTIFICACION	8
2.5 LIMITACIONES	10
2.6 PROPUESTA METODOLÓGICA	10
3. MARCO TEORICO	12
3.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	12
3.1.1 Origen del conocimiento	12
3.1.2 Conceptos de metodología y método	13
3.1.2.a Metodología	13
3.1.2.b Método	14
3.1.3 Técnicas de investigación	18
3.1.4 El diseño de investigación	20
3.1.5 Metodología cualitativa	21
3.2 PERSPECTIVA HISTÓRICA	23
3.3 METODOS DE DISEÑO	25
3.3.1 John Christopher Jones	27
3.3.2 Metodología básica de Bruno Munari	35

3.3.3 Método proyectual de Gui Bonsiepe	39
3.3.4 La guía de viajes universal	43
3.3.5 Diferentes teorías nacidas de los conceptos forma y función	44
3.3.6 Metodología biónica	45
3.4 BIONICA	49
3.4.1 Biónica aplicada al diseño	50
3.4.1.a El vuelo de las aves y el rotor	52
3.4.1.b Las flores del cardo alpino: velcro	56
3.4.1.c Optimización del deslizamiento en el agua	57
3.4.1.d Superhidrofobicidad: el efecto loto	59
3.4.1.e Anglepoise, el brazo humano hecho lámpara	63
3.4.1.f El devenir orgánico de Luigi Colani	64
3.4.1.g La proa del barco y el delfín	65
3.4.1.h El helicóptero y la libélula	67
3.4.1.i Modulor. Sistema de proporciones	67
3.4.1.j Biónica en la arquitectura	70
3.4.2 Lo que podrían inspirar los sistemas naturales	73
3.4.2.a Las patas de los gecónidos	73
3.4.2.b Una nueva ciencia automotriz	75
3.4.2.c El misterio detrás del vuelo de los insectos	78
3.4.2.d Cámaras de video aprenden de ojos de insectos	81
3.4.2.e Robots e insectos	84
3.4.2.f Hojas inspiran células solares	84
3.4.2.g Pez de arena	85
3.4.2.h Dientes autoafilantes	86
3.4.2.i El diseño en los huevos de las aves	87
3.4.2.j El cráneo del pájaro carpintero	90

3.5 BIOMIMETICA	91
3.5.1 Aplicaciones de la biomimética	93
3.6 TÉCNICAS DE CREATIVIDAD	98
3.6.1 Mapas mentales	98
3.6.2 Arte de preguntar	100
3.6.3 Brainstorming	101
3.6.4 Relaciones forzadas	104
3.6.5 Scamper	107
3.6.6 Listado de atributos	109
3.6.7 Analogías	110
3.6.8 Biónica	112
3.6.9 Crear en sueños	112
3.6.10 Método DELFOS	113
3.6.11 Análisis morfológico	114
3.6.12 Solución creativa de problemas en grupo (Modelo CPS)	116
3.6.13 Técnica clásica. Fases del proceso creativo	117
3.6.14 RELAJACIÓN	119
3.6.15 El pensamiento mediante imágenes	120
3.6.16 Ideart	122
3.6.17 Triz	123
3.6.18 CRE - IN	126
3.6.19 4X4X4	129
3.6.20 Técnica de Da Vinci	130
3.6.21 Seis sombreros para pensar	133
3.6.22 Provocación	134
3.6.23 Programación neurolingüística	136
3.6.24 Do it	138

3.6.25 Estratal	139
3.6.26 Método 635	141
4. DISEÑO DEL MODELO METODOLÓGICO	143
4.1 ANTECEDENTES	143
4.1.1 Metodología científica	144
4.1.2 Metodología proyectual	146
4.2 CARACTERIZACION DEL MODELO METODOLOGICO	147
4.2.1 Generalidades del modelo	149
4.2.1.a Fundamentos de diseño	151
4.2.1.b. Reconocimiento o análisis de contextos	151
4.2.1.c. Estimulación de la creatividad	152
4.2.2 Incorporación de la biónica con el método	152
5. PROPUESTA DEL MODELO METODOLOGICO	154
5.1 TITULO	154
5.2 OBJETIVOS	154
5.3 ESTRUCTURA DEL MODELO DE INDAGACIÓN BIÓNICA	155
5.3.a. Ciclo de Estructuración	158
5.3.b. Ciclo de Indagación Biónica	159
5.3.b.1 Forma	161
5.3.b.2 Estructura	161
5.3.b.3 Contexto de referencia de un organismo	161
5.3.c. Ciclo de Análisis Morfológico	183
5.3.d. Ciclo de Asociaciones	189
5.3.e. Ciclo de Fundamentación conceptual	192
5.3.f. Ciclo de Formulación del Problema	193
5.3.g. Ciclo de proyectación	204
5.3.h. Ciclo de Toma de decisiones y evaluación	207

5.3.i. Ciclo de desarrollo	208
5.3.j Ciclo de producción de modelos	210
5.3.k. Ciclo de desarrollo de factores	211
5.4 ALCANCE DEL MODELO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN	216
6. APLICACIÓN BASADA EN EL MODELO METODOLÓGICO	218
6.1 CICLO DE ESTRUCTURACIÓN	218
6.2 CICLO DE INDAGACIÓN BIÓNICA	218
6.3 CICLO DE ANÁLISIS MORFOLÓGICO	249
6.3.1 Análisis dinámico	249
6.3.2 Análisis aspectos conformativos	253
6.3.3 Análisis aspectos configurativos	259
6.4 CICLO DE ASOCIACIONES	261
6.5 CICLO DE FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL	272
6.6 CICLO DE FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	273
6.6.1. Comprensión del problema	274
6.6.2 Delimitar el problema	279
6.6.3 Escogencia del contexto social	279
6.6.4 Formulación del problema proyectual	280
6.6.5 Planteamiento de Objetivos	280
6.6.6 Justificación del proyecto	280
6.6.7 Formulación de Requerimientos	281
6.7.1 Alternativas de diseño	285
6.7.2 Desarrollo y definición de alternativas	288
6.8 CICLO DE TOMA DE DECISIONES Y EVALUACIÓN	291
6.9 CICLO DE DESARROLLO	294
6.10 CICLO DE PRODUCCIÓN DE MODELOS	302
6.11 CICLO DE DESARROLLO DE FACTORES	302

6.11.1 Ficha de Análisis	304
7. CONCLUSIONES	309
BIBLIOGRAFIA	311
GLOSARIO DE TERMINOS	319
ANEXOS	324



LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. La guía de viaje universal	43
Figura 2. Ornitóptero de Leonardo Da Vinci	53
Figura 3. Bocetos del “Código de las Aves” por Leonardo Da Vinci	54
Figura 4. Bocetos de Leonardo Da Vinci	55
Figura 5. Maquina voladora de Leonardo Da Vinci	55
Figura 6. Planta de Cardo Alpino	56
Figura 7. Visión estéreo microscópica del velcro	57
Figura 8. Aplicaciones del velcro	57
Figura 9. Visión microscópica de piel de Tiburón	58
Figura 10. Traje de natación	59
Figura 11. Flor de Loto	60
Figura 12. Acción del Efecto Loto	60
Figura 13. Aplicaciones del Efecto Loto	61
Figura 14. Aplicaciones del Efecto Loto	62
Figura 15. Araña Ancylozetes Bogotensis	62
Figura 16. Lámpara Anglepoise	63
Figura 17. Canon T-90.	64
Figura 18. Lounge-chair and chair	65
Figura 19. La proa del barco y el delfín	66
Figura 20. La libélula y el helicóptero	67
Figura 21. Modulor de Le Corbusier	69
Figura 22. Chaise Longue B306	70
Figura 23. Estación de tren de Europa – Pelvis humana	70
Figura 24. Arquitectura viva de Calatrava	71

Figura 25. Insectos Gecónidos	73
Figura 26. Visión estereoscópica de los gecónidos	74
Figura 27. Boxfish	76
Figura 28. Modelos a escala real del carro biónico	77
Figura 29. Proceso aerodinámico del carro biónico	77
Figura 30. Diseño del carro biónico	77
Figura 31. El vuelo de los insectos	78
Figura 32. Corte transversal del tórax de un insecto	79
Figura 33. Músculos especializados de los insectos	80
Figura 34. Estructura del ala	81
Figura 35. Técnicas de vuelo	81
Figura 36. Ampliación de 2500X del ojo de un insecto	82
Figura 37. Micrográficas electrónicas	83
Figura 38. Robots e insectos	84
Figura 39. Fotosíntesis	85
Figura 40. Pez arena	86
Figura 41. Corte de un huevo	88
Figura 42. Estructura de cáscara de huevo	89
Figura 43. Golpe del pájaro carpintero - pico superior	90
Figura 44. Productos elaborados con Kevlar	95
Figura 45. Knotted chair	95
Figura 46. Seda de araña	96
Figura 47. Estructura de un mapa mental típico	99
Figura 48. Principio básico de la metodología TRIZ	123
Figura 49. Logo MODELO DE INDAGACION BIONICA	156
Figura 50. Estructura del Modelo de Indagación Biónica	157
Figura 51. Ciclo de Estructuración	159

Figura 52. Ciclo de Indagación Biónica	160
Figura 53. Red entomológica	164
Figura 54. Trampa de luz UVA	165
Figura 55. Trampa de cebo	166
Figura 56. Microscopio Estereoscópico	167
Figura 57. Posición para la toma de una fotografía y su resultado.	171
Figura 58. Trípode con columna central invertida	172
Figura 59. Diferentes aperturas del diafragma	174
Figura 60. Macrofotografías	176
Figura 61. Contraste: fotografía con y sin flash	176
Figura 62. Macrofotografía de insecto	178
Figura 63. Cambio de tamaño en un mapa de bits	181
Figura 64. Herramienta Niveles Photoshop	181
Figura 65. Herramienta Curvas Photoshop	182
Figura 66. Herramienta Tono/saturación Photoshop	182
Figura 67. Ciclo de Análisis Morfológico	185
Figura 68. Ciclo de Asociaciones	190
Figura 69. Analogía directa: Smart Fish	191
Figura 70. Analogía simbólica: Escarabajo y volkswagen	191
Figura 71. Ciclo de Fundamentación Conceptual	192
Figura 72. Ciclo de Formulación del Problema	194
Figura 73. Ciclo de Proyección	205
Figura 74. Ciclo de Toma de Decisiones y Evaluación	208
Figura 75. Ciclo de Desarrollo	208
Figura 76. Ciclo de Producción de Modelos	211
Figura 77. Ciclo de desarrollo de factores	212
Figura 78. La diversidad de vida mostrada	220

Figura 79. Clasificación de insectos	221
Figura 80. Diferencias entre langosta y saltamontes	224
Figura 81. Metamorfosis de un saltamontes	225
Figura 82. Muda de saltamontes	226
Figura 83. Anatomía de un saltamontes	227
Figura 84. Cabeza de un saltamontes	228
Figura 85. Pares de patas de un saltamontes	229
Figura 86. Alas de un saltamontes	230
Figura 87. Musculatura abdominal de un saltamontes	231
Figura 88. Traquea de un saltamontes	232
Figura 89. Sistema circulatorio, digestivo y nervioso	233
Figura 90. Tamaño del cuerpo según género	235
Figura 91. Órganos reproductores de un saltamontes	235
Figura 92. Camuflaje	236
Figura 93. Longitud del salto de un saltamontes	237
Figura 93. Ejemplar 1	238
Figura 94. Ejemplar 3	239
Figura 95. Ejemplar 6	239
Figura 96. Ejemplar 7	240
Figura 97. Gesswein Imaging System	241
Figura 98. Proporción patas saltamontes	249
Figura 99. Músculos flexor y extensor	250
Figura 100. Diagrama de salto de un saltamontes	251
Figura 101. Alternativa escogida	272
Figura 102. Modelo Final	308



LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Paralelo Fémur – Torre Eiffel	72
Tabla 2. Sistemas naturales fuente de inspiración	97
Tabla 3. Ficha de Análisis.	213
Tabla 4. Clasificación científica del saltamontes	219
Tabla 5. Apariencia en las fases ninfales de un saltamontes	225
Tabla 6. Análisis de soluciones existentes	227
Tabla 7. Alternativas de diseño	286
Tabla 8. Comparación sistemática de pares de requerimientos	291
Tabla 9. Valores de utilidad relativa de las alternativas de diseño	293



LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Las cuatro reglas del método cartesiano	324
Anexo B. Otras estructuras formales de métodos para el diseño	325
Anexo C. Encuesta metodologías	328
Anexo D. Métodos de evaluación de alternativas de diseño	331
Anexo E. Psicología Gestalt	342

**“CARACTERIZACION DE UN MODELO METODOLOGICO PARA
INVÊSTIGACION EN BIONICA; APLICACION DEL MODELO EN UN
SALTAMONTES”**

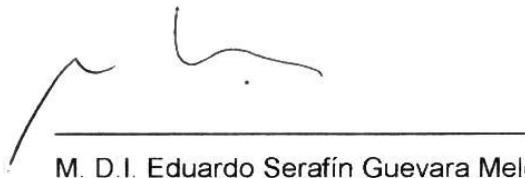
AUTOR:



Eliana Stella Sanabria Galvis

Código 1982751

DIRECTOR DE PROYECTO:



M. D.I. Eduardo Serafín Guevara Melo

FECHA DE ENTREGA: febrero 5 de 2007

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACION DE UN MODELO METODOLOGICO PARA INVESTIGACION EN BIONICA; APLICACION DEL MODELO EN UN SALTAMONTES*

AUTOR: SANABRIA GALVIS, Eliana Stella**

PALABRAS CLAVES: Diseño, Metodología, Modelo, Investigación, Biónica, Biomimética, Actividad Proyectual, Creatividad.

DESCRIPCION:

El proyecto desarrolla un estudio de las diferentes metodologías de creación, buscando perfilar un nuevo modelo metodológico de investigación a partir de la Biónica, para recurrir a él en el campo del diseño. La primera parte sintetiza información concerniente a los métodos proyectuales, técnicas de creatividad y aplicaciones de la Biónica; y la segunda; se constituye como el desarrollo de una serie de pasos experimentales para el desarrollo de objetos de diseño. El proyecto culmina con la puesta en práctica del modelo de investigación diseñado, tomando como referencia la biónica del saltamontes; sus proporciones y ángulos de crecimiento, dando como resultado el diseño de un separador de espacios.

Con este trabajo de grado se procuró por medio de la caracterización de un modelo, aportar al diseño una plataforma para analizar los principios de los seres vivos y tomarlos como referencia para la bioconfiguración de productos bidimensionales y tridimensionales.

El proyecto igualmente reafirmará la intención del Grupo de Biónica de la Escuela de Diseño Industrial, de promover la investigación académica, buscando experiencias posiblemente apartadas hasta ahora de la enseñanza del diseño. Con este proyecto, se deja abierto el camino para que otros diseñadores, con el mismo interés acojan nuevos proyectos que adelanten la validación del Modelo de Indagación Biónica.

* Trabajo de Grado

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

ABSTRACT

TITLE: CHARACTERIZATION OF A METHODOLOGICAL MODEL FOR RESEARCH IN BIONICS; APPLICATION OF THE MODEL ON A GRASSHOPPER*

AUTHOR: SANABRIA GALVIS, Eliana Stella **

KEY WORDS: Design, Methodology, Model, Investigation, Bionics, Biomimetics, Projectual Activity, Creativity.

DESCRIPTION:

The thesis develops a study based on different methodologies, looking to found a new procedural model for research using Bionics as a resource at the design field. In the beginning its synthesizes information regarding to the projection methods, creativity techniques and bionics applications; and secondly it establishes the conception of various experimental steps in the objects development. The project culminates with the application of the designed research model, based on the grasshopper bionic; its proportions and growing angles, producing as a result the design of a space divider or folding screen.

The object of this thesis was to provide for the design field by the characterization of the model, a platform for the analysis of the living being principles taking them as reference for the bioconfiguration of bidimensional and three dimensional products.

Equally, the project reaffirms the goals of the Industrial Design Department Bionics investigation group, of promote the academic research, allowing to found possible experiences, which were set apart until right now from the design teaching process. The project opens a path for other designers, with the same interest, so they embrace new projects which will act as a validation of the proposed model.

* Thesis

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

INTRODUCCION

La academia inicia a los diseñadores en el aprendizaje y puesta en marcha de algunas metodologías en las que los estudiantes pueden o no encontrar la solución a la totalidad de requerimientos que plantean en sus proyectos. Para estos estudiantes, la realidad fuera de la academia es la demanda de nuevos productos que exigen la inclusión de métodos adaptados a la actualidad y no a la realidad de los años setenta cuando la mayoría de estas fueron propuestas.

Aunque la necesidad de organizar un esquema que responda a las características particulares de cada proyecto de investigación y de la que resulta la creación de estas innumerables metodologías ha permanecido; las múltiples direcciones que puede tomar el Diseño actualmente, podrían alejarse de estas metodologías creadas en el pasado. Así las cosas, el reto como aspirante al título de Diseñador Industrial en un mundo donde las nuevas tecnologías afectan el desarrollo de los productos; es proyectar nuevas respuestas analizando estos métodos y planteando un Modelo Metodológico Experimental para Investigación, que progresivamente permita que el diseñador se acerque al mundo que lo rodea y obtenga de allí su inspiración.

Aprovechando adecuadamente las soluciones tecnológicas que la ciencia ha desarrollado y adecuándolas para que cumplan la función que requerimos; la forma seguirá a la función, pero debemos buscar hacerlo siempre bajo nuestro control; respondiendo de manera efectiva y eficiente, para lo que se hace

necesario el manejo de herramientas específicas y el conocimiento de procesos metodológicos que nos permitan un desempeño productivo en cualquiera que sea nuestro campo de acción.

Son muchos los casos en los que los diseñadores confían en su intuición e inspiración, por falta de tiempo u otros factores. Pero la creatividad no significa improvisación¹, y es aquí donde se evidencia la importancia de seguir un método de trabajo que simplifique el proceso. Así que la necesidad del diseñador industrial es concreta: se precisa desarrollar un trabajo con seguridad y sin pérdida de tiempo.

Las metodologías no son algo absoluto y definitivo, son modificables si se encuentran otros parámetros para mejorar el proceso de aplicación del método, por lo que la motivación primordial de este trabajo de grado no es pretender renovar las metodologías existentes, sino partir de ellas para crear un modelo que permita a cada diseñador encontrar en la naturaleza una ayuda que facilite la búsqueda de soluciones para sus proyectos, y enfrentar su contexto con herramientas que le permitan generar propuestas novedosas basadas en la biónica natural.

La biónica, es sin duda la aplicación de una técnica analógica; es toda ella una gran analogía basada en la observación y el conocimiento de la estructura, posibilidades y mecanismos de la naturaleza. La idea central de la investigación es recurrir a la emulación consciente de la genialidad de la naturaleza como una

¹ MUNARI, Bruno. ¿Cómo nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual. : Editorial G.G. S.A. Barcelona, 1983.

posible estrategia de creación de objetos. Así, el principio creativo del proyecto se convierte en prestar atención a la naturaleza y aprender las lecciones.

Lo mas complejo seguramente será saber observarla e interpretarla para utilizar esos conocimientos en la práctica, para que a lo largo del proyecto, se vaya perfilando la configuración del método, que con un ejercicio aplicado evidencie su validación como guía para el ejercicio real.

1. TITULO DEL PROYECTO

“CARACTERIZACION DE UN MODELO METODOLOGICO PARA INVESTIGACION EN BIONICA; APLICACION DEL MODELO EN UN SALTAMONTES”.

2. DEFINICION DEL PROYECTO

Cuando dentro del marco de la creación del Grupo de Investigación en Biónica de la Escuela de Diseño Industrial, se planteó la inquietud de caracterizar un Modelo Metodológico Experimental para Investigación, el objetivo principal era establecer un nuevo acercamiento a las problemáticas del diseño. La primera definición del problema entonces, era una necesidad concreta: Dar una nueva herramienta a la comunidad de diseñadores para acercarlos a la solución final de sus proyectos.

Cualquier proyecto de diseño es el resultado de una serie de componentes que se deben integrar: investigación, creatividad e inspiración, evaluación, etc. Nuestra inspiración nace de todas nuestras influencias, que se congregan y se convierten en objetos o productos, pero al diseñar debemos tener una base con la cual sustentar nuestros diseños.

Cuando se materializa un diseño, el diseñador no lo erige de la nada; lo crea de una compilación específica de requerimientos o normas; sistemas por medio de los cuales ordena ideas e imágenes visuales para poder comunicar, lo cual se ha desarrollado durante los siglos pasados y es hoy convencional.

Igualmente, no podemos cerrar nuestros ojos al hecho que el diseño de hoy está basado en el diseño del pasado. Tal vez se encuentre que la base de este trabajo, sean los métodos tradicionales, pero así mismo, la intención es lograr una evaluación crítica de esos métodos, renovándolos, para lograr una mejor fusión entre la teoría y la práctica. Sin embargo, estas variaciones deben ser integradas en una forma controlada, creando así un modelo que pueda ser asimilado y permita la posibilidad de ser reproducido.

Siendo el Diseño una disciplina que bien podría ubicarse en distintas áreas del conocimiento humano y que se encuentra cercana a todo lo relativo a cambio e innovación, apartarse un poco de la concepción tradicional, podría llevarnos hacia una nueva dinámica, es decir, a un proceso de construcción de nuestro propio conocimiento en cuanto a la comprensión, elaboración y configuración de productos de diseño.

Siendo así, la biónica como fuente de inspiración, podría entonces, ampliar nuestras visiones, para responder de manera mas adecuada a un diseño en constante evolución. No se busca imitar la forma de la naturaleza, sino crear a partir de ella y buscar así en el diseño una manera de asegurar que un producto tenga la misma calidad que vemos en los organismos naturales, en cosas que han evolucionado naturalmente.

2.1 ALCANCE DEL PROYECTO

Con este trabajo de grado se procura aportar ideas que ayuden a crear futuros proyectos, por medio de la caracterización de un modelo, que aportará al diseño una plataforma para analizar los principios de los seres vivos y tomarlos como referencia para la bioconfiguración de productos bidimensionales y tridimensionales.

El proyecto igualmente reafirmará la intención del Grupo de Biónica de la Escuela de Diseño Industrial, de promover la investigación académica, buscando experiencias posiblemente apartadas hasta ahora de la enseñanza del diseño.

2.2 ENTIDADES INTERESADAS

Universidad Industrial De Santander

La Universidad Industrial de Santander se beneficia con este proyecto por cuanto se evidenciará con él; lo que la investigación académica podría aportar a la industria santandereana, permitiendo una vez mas, que el Diseño Industrial sea considerado como un área capaz de aportar soluciones a problemas existentes en el sector empresarial.

Escuela de diseño industrial - Universidad Industrial De Santander

La Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander se beneficia con este proyecto, puesto que su desarrollo apoyará el fortalecimiento del grupo de investigación en Biónica, que pretende afianzar a la Escuela en el campo de la exploración de los principios de los seres vivos y la realización de procesos de bioconfiguración. Al instaurarse el grupo de investigación, es posible realizar proyectos en conjunto con otros grupos que necesiten apoyarse en procesos de Biomimética y biónica para el desarrollo de sus productos.

2.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

2.3.1 Objetivo general

Configurar un modelo de metodología instructiva para investigación en diseño, que integre las temáticas de la biónica desde sus fundamentaciones teóricas y presentar una aplicación comprobable.

2.3.2 Objetivos específicos

- ☞ Indagar en una temática de gran interés para el diseño, como la Biónica, con el objeto de aportar un estudio más a la investigación en el campo de conocimientos del diseño.
- ☞ Examinar los procesos de diseño, para reflexionar a cerca de los métodos tradicionales y exponer hipótesis de trabajo con el fin de materializar una propuesta factible para la caracterización del modelo.
- ☞ Apoyar al Grupo de Investigación en Biónica de la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

2.4 JUSTIFICACION

“El método de nuestro tiempo consiste en usar no uno, sino múltiples modelos de exploración”.
MARSHALL MCLUHAN

El Profesor Christopher Jones, quien desarrollo una serie de libros clásicos respecto a los métodos de diseño (1970), en su obra más conocida Métodos de diseño, indica que existe un método específico para cada problema de diseño. Hasta ese momento, Jones fue reconocido por su enfoque sistemático.

Pero hacia 1980, el profesor Jones se encontraba desarrollando un enfoque radicalmente distinto. Exponía que todo el trabajo de investigación relacionado con la metodología lo había llevado a la conclusión de que su enfoque era limitado y no le daba respuesta al aspecto más importante: como surge la idea nueva, como se generan los nuevos conceptos; en otras palabras, no resolvía el aspecto central de la creatividad. Jones se encontraba explorando las posibilidades de lo casual,

la improvisación, el azar, la sensibilización, el conocimiento a través de la experiencia estética, etc., pero así como la primera parte de su obra tuvo un reconocimiento académico internacional, su obra de los 80 transcurrió prácticamente desapercibida. Jones concluye que el elemento ausente en todo método es la posibilidad de “diseñar el diseño”.

“El proceso de diseño es la vía que toma el diseñador para descubrir lo que sabe y lo que no sabe acerca de ese nuevo elemento que ha prometido inventar e integrar al mundo”². Todos los diseñadores desarrollan algún proceso que tiene como objetivo definir las características finales de un producto, anticipadamente a su producción. La investigación es la base fundamental para identificar nuevas oportunidades, que puedan ser transformadas en conceptos que desarrollen productos futuros. Es un factor generador de innovación y por lo tanto generador de conocimiento para el Diseño.

El nexos conector entre Diseño e innovación, es la investigación; en donde el adquirir conocimiento de otras esferas es un proceso que no separa las disciplinas, y donde cada una contribuye a ampliar los conocimientos del diseñador.

Dentro de las áreas de desempeño del Diseñador Industrial de la Universidad Industrial de Santander, figuran el desarrollo y la investigación de métodos de trabajo, materiales, procesos productivos, aprovechamiento de recursos humanos y materiales naturales y artificiales; lo que guía la intención de incorporar al Diseño el uso de herramientas en las que conocimiento, investigación y creatividad se congreguen y permitan el desarrollo de nuestra disciplina.

² RICALDE, Enrique. : México D.F. Escuela de Diseño, Universidad Anahuac.

2.5 LIMITACIONES

Se pretende llegar a un procedimiento general basado en la Biónica, que resulte eficiente al ajustarlo a proyectos de diseño industrial, pero se hace necesario aclarar, que la hipótesis a la que se llegará, es un postulado de comprobación experimental, que se reduce a la experiencia e investigación personal de la creadora de la tesis y a los conocimientos adquiridos durante la carrera a cerca de la ciencia del método.

Así mismo, la aplicación de la metodología en un solo ejercicio práctico, podría impedir que los resultados encontrados tengan suficiente validez científica; no obstante el experimento pretende establecer planteamientos que en el futuro, se puedan ampliar y profundizar a partir de esta misma investigación.

2.6 PROPUESTA METODOLÓGICA

“La investigación se encuentra al alcance de quien se lo proponga, no es una disciplina individualista u oculta, delimitada a pocas personas y escasas mentes privilegiadas o genios con vocación para ello,...la investigación no es solo la que conduce a mover la frontera del conocimiento universal o la investigación de punta; es también aquella que se realiza con el fin de conocer más nuestros recursos y mejorar nuestras propias realidades”³. Es esta la perspectiva desde la cual se ha diseñado el modelo de investigación intención de este proyecto.

Para establecer un equilibrio entre la teoría y la práctica en cualquier campo, incluido el de la investigación, hay que experimentar ambos, pero es en la resolución de situaciones reales donde a través de la investigación se facilita el

³ CASTILLO, Mauricio. Memorias del Primer Encuentro Nacional de Investigación en Diseño.: UNIVERSIDAD ICESI. 2004.

aprendizaje, para que las teorías evolucionen y se transformen en hechos concretos y vivencias desde las que se aprende y se comprueba, lo que a la vez permite que se desarrollen capacidades personales, que favorecen el desarrollo del conocimiento a partir de la propia experiencia.

Para el desarrollo del modelo, se partirá de la necesidad planteada, consultando la literatura y documentación disponible a cerca de la fundamentación y conceptos pertinentes al área de investigación, se definirán claramente los elementos del problema, para finalmente plantear el modelo metodológico, de forma que se pueda experimentar con una aplicación práctica, que podrá modificarlo o complementarlo.

El método de creación que se elabore, se experimentará con la realización de un objeto basado en la biónica del saltamontes; para comprobar y validar los resultados de un experimento que intentará procurar un aporte al campo de conocimiento de los métodos de proyectación en diseño industrial.

Para el desarrollo de la investigación, se pretende recurrir al enfoque de la metodología cualitativa (Ver 3.1.5 Metodología cualitativa), haciendo énfasis en la recolección y análisis de datos.

3. MARCO TEORICO

Es a partir de las teorías existentes sobre los objetos de estudio, como pueden generarse nuevos conocimientos. La teoría presentada a continuación da significado a la investigación presentada en este proyecto de grado.

3.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1.1 Origen del conocimiento

En la obtención del conocimiento intervienen tres elementos:

Sujeto cognoscente

Sujeto que busca saber o conocer, entra en contacto con el objeto del conocimiento a través de sus sentidos. Luego sus percepciones son procesadas mentalmente. Al razonarlas se forman imágenes (conceptos) que son abstracciones de la realidad. El proceso concluye al conformar las propias ideas con la realidad objetiva. El proceso mental es subjetivo, porque no puede verse, sentirse, tocarse, olerse, oírse ni manipularse.

Objeto del conocimiento

La materia, el universo, la teoría, los seres del universo, etc., pueden ser objetos de conocimiento. En relación con la teoría del conocimiento, existen dos posturas diametralmente opuestas: el materialismo y el idealismo. Conforme a una postura materialista, el objeto de conocimiento existe independientemente de la razón o de las ideas del hombre. Según una postura idealista, el objeto de conocimiento es estructurado por las ideas del hombre; no existe sin ellas.

Conocimiento

La orientación de las corrientes actuales en la obtención del conocimiento, lo reducen básicamente a dos tipos:

Conocimiento empírico

El conocimiento empírico se desprende de la experiencia y a través de los sentidos. Es el conocimiento que le permite al hombre interactuar con su ambiente; es generacional, sin un razonamiento elaborado, ni una crítica al procedimiento de obtención ni a las fuentes de información. Los conceptos empíricos son imprecisos e inciertos, se producen por ideas preconcebidas.

Conocimiento científico

El conocimiento empírico se convierte en científico al extraerlo de la realidad con métodos y herramientas precisas. Se integra en un sistema de conceptos, teorías y leyes. El conocimiento científico rebasa los hechos empíricos. Puede generalizarse. Puede pronosticarse.

3.1.2 Conceptos de metodología y método

El vocablo método, proviene de las raíces: meth, que significa meta, y odos, que significa vía. Por tanto, el método es la vía para llegar a la meta. Método y metodología son dos conceptos diferentes. El método es el procedimiento para lograr los objetivos. Metodología es el estudio del método.

3.1.2.a Metodología

El término metodología se refiere a la ciencia general de los métodos. Es un cuerpo de conocimientos que describe y analiza los métodos, indicando sus limitaciones y recursos, clarificando sus supuestos y consecuencias y considerando sus potenciales para los avances en la investigación. Se configura

entonces, como una técnica para el estudio y planificación específica de un método concreto, que se aplica a la elaboración de un plan metodológico previsto.

3.1.2.b Método

Etimológicamente, la palabra método proviene del término griego methodus, que significa el cambio hacia algo. Vulgarmente se entiende por método al modo de decir o hacer con orden una cosa: regla o norma. En un sentido general, la palabra método puede significar la ruta o camino que se sigue para alcanzar cierto fin que se haya propuesto de antemano⁴.

Está claro que existen muchísimos métodos y, además, hay métodos que son tan sencillos que incluso no merecerían siquiera llamarse así. Se asumirá el método como un proceso sistematizado por fases operativas consiguientes y controles con estimaciones críticas, que busca alcanzar unos objetivos previamente planteados.

El método es independiente del objeto al que se aplique. Es una especie de brújula en la que no se produce automáticamente el saber, pero que evita perdernos en el caos, aunque solo sea porque nos indica como plantear los problemas y como no sucumbir en nuestros prejuicios.

Entre las diversas clases de métodos de investigación podemos establecer dos grandes clases: Los métodos lógicos y los métodos empíricos. Los primeros son todos aquellos que se basan en la utilización del pensamiento en sus funciones de deducción, análisis y síntesis, mientras que los métodos empíricos, se aproximan al conocimiento del objeto mediante su conocimiento directo y el uso de la experiencia, entre ellos encontramos la observación y la experimentación.

⁴ EYSSAUTIER DE LA MORA, Maurice. Metodología de la investigación, desarrollo de la inteligencia. 4ª Ed. : Ecafsa Thomson Learning.

Métodos Lógicos

Método lógico deductivo

Mediante la deducción se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios. El papel de la deducción en la investigación es doble: Primero consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya: si un cuerpo cae decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación. También sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos: si sabemos que la fórmula de la velocidad es $v=e/t$, podremos calcular la velocidad de un avión. La matemática es la ciencia deductiva por excelencia; parte de axiomas y definiciones.

Método deductivo directo - inferencia o conclusión inmediata

Se obtiene el juicio de una sola premisa, es decir que se llega a una conclusión directa sin intermediarios. Ejemplo: "Los libros son cultura" - "En consecuencia, algunas manifestaciones culturales son libros"

Método deductivo indirecto - inferencia o conclusión mediata - formal

Necesita de silogismos o conclusiones lógicas, en donde silogismo es un argumento que consta de tres proposiciones, es decir se comparan dos extremos (premisas o términos) con un tercero para descubrir la relación entre ellos. La premisa mayor contiene la proposición universal, la premisa menor contiene la proposición particular, de su comparación resulta la conclusión. Ejemplo: "Los ingleses son puntuales" - "William es ingles" - "Por tanto, William es puntual".

Método hipotético – deductivo

Un investigador propone una hipótesis como consecuencia de sus deducciones del conjunto de datos empíricos o de principios y leyes más generales. En el primer caso arriba a la hipótesis mediante procedimientos inductivos y en segundo caso mediante procedimientos deductivos. Es la vía primera de inferencias lógicas deductivas para arribar a conclusiones particulares a partir de la hipótesis y que después se puedan comprobar experimentalmente.

Método lógico inductivo

Es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones. La inducción puede ser completa o incompleta.

Inducción completa. La conclusión es sacada del estudio de todos los elementos que forman el objeto de investigación.

Inducción incompleta. Los elementos del objeto de investigación no pueden ser numerados y estudiados en su totalidad, obligando al sujeto de investigación a recurrir a tomar una muestra representativa, que permita hacer generalizaciones.

Analogías

Consiste en inferir de la semejanza de algunas características entre dos objetos, la probabilidad de que las características restantes sean también semejantes. Los razonamientos analógicos no son siempre válidos.

Método histórico

Está vinculado al conocimiento de las distintas etapas de los objetos en su sucesión cronológica, para conocer la evolución y desarrollo del objeto o fenómeno de investigación se hace necesario revelar su historia, las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales.

Método sintético

Es un proceso mediante el cual se relacionan hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica los diversos elementos. Consiste en la reunión racional de varios elementos dispersos en una nueva totalidad, este se presenta más en el planteamiento de la hipótesis. El investigador sintetiza las superaciones en la imaginación para establecer una explicación tentativa que someterá a prueba.

Método analítico

Se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado. La física, la química y la biología utilizan este método; a partir de la experimentación y el análisis de gran número de casos se establecen leyes universales. Consiste en la extracción de las partes de un todo, con el objeto de estudiarlas y examinarlas por separado, para ver, por ejemplo las relaciones entre las mismas. Estas operaciones no existen independientes una de la otra; el análisis de un objeto se realiza a partir de la relación que existe entre los elementos que conforman dicho objeto como un todo; y a su vez, la síntesis se produce sobre la base de los resultados previos del análisis.

Método de la abstracción

Es un proceso importantísimo para la comprensión del objeto, mediante ella se destaca la propiedad o relación de las cosas y fenómenos. No se limita a destacar y aislar alguna propiedad y relación del objeto asequible a los sentidos, sino que trata de descubrir el nexo esencial oculto e inasequible al conocimiento empírico.

Método de la modelación

El modelo como sustituto del objeto de investigación ayuda a crear abstracciones con vistas a explicar la realidad. En el modelo se revela la unidad de lo objetivo y lo subjetivo. La modelación es el método que opera en forma práctica o teórica con un objeto, no en forma directa, sino utilizando cierto sistema intermedio, auxiliar, natural o artificial.





Métodos empíricos

Definidos de esa manera por cuanto su fundamento radica en la percepción directa del objeto de investigación y del problema.

Fuente: EYSSAUTIER DE LA MORA, Maurice. Metodología de la investigación, desarrollo de la inteligencia. 4ª Ed. : Ecafsa Thomson Learning.

3.1.3 Técnicas de investigación

La técnica es indispensable en el proceso de la investigación científica, ya que integra la estructura por medio de la cual se organiza la investigación. La técnica pretende los siguientes objetivos:

-  Ordenar las etapas de la investigación.
-  Aportar instrumentos para manejar la información.
-  Llevar un control de los datos.
-  Orientar la obtención de conocimientos.

En cuanto a las técnicas de investigación, existen dos formas generales: técnica documental y técnica de campo.

Técnica documental

La técnica documental permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental a que hacen referencia.

El objetivo de la investigación documental es elaborar un marco teórico conceptual para formar un cuerpo de ideas sobre el objeto de estudio. Con el propósito de elegir los instrumentos para la recopilación de información es conveniente referirse a las fuentes de información.

Fuentes primarias de información. Estas fuentes son los documentos que registran o corroboran el conocimiento inmediato de la investigación. Incluyen libros, revistas, informes técnicos y tesis.

Fuentes secundarias de información. Incluyen las enciclopedias, los anuarios, manuales, almanaques, las bibliografías y los índices, entre otros; los datos que integran las fuentes secundarias se basan en documentos primarios.

Técnica de campo

La técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

Objetivos de la observación

Explorar. Precisar aspectos previos a la observación estructurada y sistemática.

Reunir información para interpretar hallazgos.

Describir hechos.

Requisitos al observar

Delimitar los objetivos de la observación.

Especificar el procedimiento o instrumentos de observación.

Comprobación continua.

Instrumentos para investigación de campo

El instrumento de observación se diseña según el objeto de estudio.

Para la observación simple, los instrumentos más comunes son: registros, notas, diagramas, cámaras.

Para la observación sistemática, los instrumentos más comunes son: plan de observación, entrevistas, cuestionarios.

3.1.4 El diseño de investigación

El diseño de investigación es el plan de acción. Indica la secuencia de los pasos a seguir. Permite al investigador precisar los detalles de la tarea de investigación y establecer las estrategias a seguir para obtener resultados positivos, además de definir la forma de encontrar las respuestas a los interrogantes que inducen al estudio.

El diseño de investigación se plasma en un documento con características especiales, lenguaje científico, ubicación temporal, lineamientos globales y provisión de recursos.

Características del plan de investigación

El plan de investigación, tiene características especiales que deben tomarse en cuenta al elaborarlo:

Congruencia. Se refiere al hecho de que exista una concatenación lógica entre los elementos que lo conforman. El título del estudio maneja variables que se encuentran en: el problema, los objetivos, las hipótesis y las técnicas y métodos del análisis seleccionado, los cuales serán en función de dichas variables.

Fundamentación teórica. El plan incluye las teorías relativas al objeto de estudio en forma exhaustiva.

Flexibilidad. Es importante que el plan considere la posibilidad de realizar cambios o adaptaciones, sin desorganizar el diseño original.

Lenguaje científico. El plan debe expresarse considerando la terminología científica. Por ejemplo: El diseño es de tipo experimental y la técnica es de balanceo.

3.1.5 Metodología cualitativa

Con el término investigación cualitativa, se entiende cualquier tipo de investigación que produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación. Puede tratarse de investigaciones sobre la vida de la gente, las experiencias vividas, los comportamientos, emociones y sentimientos; así como el funcionamiento organizacional, los movimientos sociales y los fenómenos culturales. El análisis cualitativo, se refiere, no a la cuantificación de los datos, sino al proceso de interpretación, realizado con el propósito de descubrir conceptos y relaciones en los datos brutos y luego organizarlos en un esquema explicativo teórico. Los métodos cualitativos pueden usarse para explorar áreas sustantivas sobre las que se conoce poco o mucho pero se busca obtener un conocimiento nuevo (Stern, 1980)⁵.

⁵ STRAUSS, Anselm y COROIN, Juliet. Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. : Editorial Universidad de Antioquia, 2002.

La orientación metodológica cualitativa no suele partir del planteamiento de un problema específico, sino de un área problemática más amplia en la cual puede haber muchos problemas entrelazados que no se vislumbrarán hasta que no haya sido suficientemente avanzada la investigación. Esto, de ninguna manera quiere decir que, en un caso específico, no sea útil o conveniente partir de un problema concreto, si eso es particularmente lo que se desea investigar.

Tampoco se formula una hipótesis a verificar, ya que se está abierto a todas las hipótesis plausibles y se espera que la mejor emerja del estudio de los datos y se imponga por su fuerza convincente. Es muy difícil que el investigador tenga la mejor hipótesis a la vista: si fuera así, no haría falta hacer la investigación. Por ello, es necesaria una gran apertura hacia todas las hipótesis que se vayan revelando consistentes. Las hipótesis se consideran, más bien, provisionales y se van modificando durante el proceso, para no estrechar nuestra visión y perspectiva de la realidad. En general, no estamos tan interesados en verificar una determinada hipótesis si no en que la mejor se revele claramente. Pero también aquí, puede ser que un investigador esté interesado en "verificar" una hipótesis específica, en cuyo caso es lógico que parta de ella.

Sin embargo, sí se fijan unos objetivos a lograr: algunos son más bien generales y otros específicos, pero todos deben ser relevantes para las personas interesadas en la investigación. A veces, es preferible fijar sólo los objetivos generales, y determinar los específicos durante la marcha, para no buscar metas que quizá resulten triviales. Estos objetivos determinarán, en parte, las estrategias y procedimientos metodológicos. No obstante, tampoco los objetivos serán intocables. También aquí se sigue el famoso principio de "Los tres príncipes de Serendip": "si estás buscando una cosa buena y encuentras otra mejor, deja la primera por la segunda".

Básicamente existen tres componentes principales en la investigación cualitativa. Primero, están los datos, que pueden provenir de fuentes diferentes. Segundo, están los procedimientos que los investigadores pueden usar para interpretar y organizar los datos. Entre estos se encuentran conceptualizar y reducir los datos y relacionarlos, hecho al que se le suele llamar codificar. Los informes escritos y verbales conforman el tercer componente y pueden presentarse como artículos de revistas, charlas o libros.

3.2 PERSPECTIVA HISTÓRICA DE LOS MÉTODOS DE PROYECTACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Los diseñadores, sin darnos cuenta, hemos venido modificando paulatinamente de forma imperceptible, un quehacer que ha sido realizado durante muchísimos años: La forma de transmisión de conocimiento, y los tiempos necesarios para asimilarlo y en su caso modificarlo.

Si revisamos algunos ejemplos en una perspectiva histórica, veremos que en todos ellos, los cambios en cuanto al trabajo de configuración y significación de objetos, imágenes y espacios útiles y funcionales como resultado del conocimiento o de las maneras de hacer las cosas, llevaba toda una vida o varias generaciones. Pero durante el Renacimiento (1440-1540), se da el primer cambio trascendental en esta actividad, encaminado hacia los diseños tal y como los comprendemos ahora; al revalorizar el trabajo de los técnicos y los artistas.

La pintura, la escultura y la arquitectura, florecieron y se desarrollaron en una forma menos abundante, pero con mucha mayor originalidad que en la época clásica. Las técnicas y las artes adquirieron mayor importancia en el

Renacimiento, debido a que dejaron de estar en manos de esclavos y pasaron a las de los hombres libres.

La elevación del status de los artesanos, hizo posible renovar el enlace entre sus tradiciones y las de los intelectuales, que casi se había perdido desde el comienzo de las primeras civilizaciones. Tanto unos como otros tenían una gran contribución que hacer: los artesanos pudieron agregar a las viejas técnicas de la antigua edad clásica, las nuevas invenciones surgidas durante la edad media; y, por su parte los intelectuales pudieron aportar las concepciones del mundo, las ideas y, sobre todo, los métodos lógicos de argumentación derivados de los griegos y los recién elaborados métodos de calculo. La combinación de estos dos factores tardo algún tiempo en consumarse y, después, comenzó a propagarse en forma gradual. Pero, una vez que los factores se conjugaron, su síntesis ya no pudo ser detenida, porque resultó verdaderamente explosiva. El cambio consistió en vincular el saber con el hacer; vincular el trabajo práctico con el teórico; vincular la elaboración con la especulación.

El segundo gran cambio se gesta durante los siglos XVIII y XIX, pues constituyen el gran periodo formativo del mundo moderno. La Revolución Industrial transformó los sistemas político, económico y social, para dar paso en este periodo a los diseños, que inician su consolidación como la actividad proyectual por excelencia al servicio del desarrollo industrial y que permitió el surgimiento de los diseños como se conocen hoy en día.

En los últimos años, el mundo del diseño se ha estrellado con una realidad amenazadora, que obliga a analizar con profundidad los nuevos retos que la tecnología, el mundo global y nuestra realidad social y cultural están demandando. La enorme cantidad de información, el empleo creciente de recursos de computo y el acceso a redes globales, se han convertido en un verdadero alud que nos ha

tomado por sorpresa y esta modificando nuevamente (como fue en el Renacimiento y en los orígenes de la Revolución Industrial) nuestra disciplina, y por que no decirlo, nuestra propia existencia. El mundo de los diseños nos esta exigiendo un cambio en la forma como debemos conceptualizarlo.

Desde luego, lo que se acaba de mencionar tiene implicaciones enormes en la educación y en la práctica profesional. En el cambio que estamos viviendo, la nueva tecnología esta jugando un papel determinante. Lo que antes se aprendía de una determinada manera, en un campo especifico, ahora, con ayuda de la tecnología, se puede resolver de maneras distintas desde otros campos.

Tal vez sea el momento de pensar en un replanteamiento teórico, que nos permita entender y analizar el fenómeno que se nos esta presentando para poderle dar respuestas satisfactorias pues, queramos o no, el cambio ya inició y todo indica que transformará radicalmente el mundo y la actividad de los diseños.

Fragmento adaptado de: "Diseño como conocimiento: La filosofía integradora". Tercera reunión regional ICSID de América del Norte. Instituto de Diseño de Montreal, en colaboración con "Acid Design Unity: Breaking down the barriers" ⁶.

3.3 METODOS DE DISEÑO

Etimológicamente la palabra Diseño tiene varias acepciones. Del término anglosajón design, referente al signo, signar, señalar, señal (indicación gráfica de sentido o dirección) representada mediante cualquier medio y sobre cualquier soporte analógico, digital, virtual en dos o más dimensiones, es el proceso previo de configuración mental "pre figuración" en búsqueda de una solución en cualquier campo artes aplicadas, ingeniería, arquitectura. Del término italiano Disegno;

⁶ RICALDE, Op. cit., p. 9

dibujo, diseño, signare, signado "lo por venir", el porvenir, visión representada gráficamente del futuro, lo hecho es la obra, lo por hacer es el proyecto, el acto de diseñar es el proceso previo en la búsqueda de una solución o conjunto de las mismas. Plasmar el pensamiento de la solución mediante esbozos, dibujos, bocetos o esquemas trazados en cualquiera de los soportes, durante o posteriores a un proceso de observación de alternativas o investigación⁷.

Diseño como verbo "diseñar" se refiere al proceso de creación y desarrollo para producir un nuevo objeto. Como sustantivo, el diseño se refiere al plan final o proposición determinada fruto del proceso de diseñar (dibujo, proyecto, maqueta, plano o descripción técnica), o al resultado de poner ese plan final en práctica (la imagen o el objeto producido).

Diseñar requiere principalmente consideraciones funcionales y estéticas. Esto necesita de numerosas fases de investigación, análisis, modelado, ajustes y adaptaciones previas a la producción definitiva del objeto. Además comprende multitud de disciplinas y oficios dependiendo del objeto a diseñar y de la participación en el proceso de una o varias personas.

Diseñar es una compleja y dinámica tarea. Es la integración de requisitos técnicos, sociales y económicos, necesidades biológicas, con efectos psicológicos y materiales, forma, color, volumen y espacio, todo ello pensado e interrelacionado con el medio ambiente que rodea a la humanidad. De esto último se puede desprender la alta responsabilidad ética del diseño y los diseñadores a nivel mundial.

⁷ Disponible en Internet: www.arquinauta.com/foros/index.php-1253.html

Con todo esto, el Diseño se puede definir como un “proceso de creación y elaboración por medio del cual el diseñador traduce un propósito en una forma”. Aquí se habla de proceso de creación, lo cual nos indica que el diseño es un proceso mental, de imaginar, de proyectar. El diseñador identifica el problema y el proyecto es la mira, el propósito es hacer alguna cosa, darle forma a una función.

Hay muchas formas de ver el diseño, incluso fue muy común verlo como una secuencia de actividades. Se habla de que hace unos treinta años fueron publicados libros de técnicas que se asumía podían ser utilizadas en la concepción del diseño como “secuencia de actividades”, pero muy poco de este trabajo fue basado en evidencia real. Durante décadas se asumió que el diseño debería ser un proceso de varias fases, lo que conservamos, aunque hoy en día se hable más de procesos y reflexión sobre el diseño y menos sobre métodos de diseño⁸.

A continuación se presenta la documentación encontrada sobre algunos autores y antecedentes que se considera importante tener en cuando se habla de métodos de proyectación en diseño.

3.3.1 John Christopher Jones

Para Jones, los métodos de diseño son técnicas que permiten a la gente diseñar, ir mas allá de sus primeras ideas, probar sus diseños en uso o simular su uso, colaborar en la actividad creativa, dirigir grupos de diseño y enseñar y aprender como diseñar. Un método puede ser cualquier cosa que se haga mientras se diseña: bocetar alternativas de diseño, plantear requerimientos, lluvia de ideas,

⁸ Albert Esteve, apunta que el uso de las metodologías fue propia de los setenta, cuando los esquemas del proceso de diseño fueron desarrollados. ESTEVE DE QUESADA, Albert. Creación y Proyecto. El método en diseño y en otras artes. Valencia. : Institució Alfons el Magnànim, 2002.

clasificación de los resultados; un método de diseño es cualquier acción que el diseñador decida que es apropiada.

Algunos autores dicen que la usabilidad de los métodos de diseño o el propósito del proceso de diseño, (que puede basarse en varios métodos en secuencia o en paralelo) es proveer una forma adecuada de “escuchar” al usuario y al mundo, de forma que el nuevo diseño se adapte correctamente a la gente y a las circunstancias.

Jones se involucró principalmente con métodos de diseño mientras trabajaba como diseñador industrial para una gran compañía de productos eléctricos en Inglaterra en 1950. Él estaba frustrado con la superficialidad del diseño industrial en ese tiempo y empezó a involucrarse con ergonomía. John Christopher Jones⁹, propuso una filosofía de diseño completamente original, una que cuestionara los alcances, metas y propósitos de diseñar. Para finales de los años 50, Jones publicó un artículo llamado “A Systematic Design Method”, articulando formas de integrar la ergonomía en el proceso de diseño. Sus nuevas ideas sobre métodos de diseño pretendían integrar racionalidad e intuición.

Cuando los resultados de sus estudios ergonómicos del comportamiento del usuario no fueron utilizados por las firmas de diseñadores, Jones se centró en el proceso de diseño usado por ingenieros. Para su sorpresa, y la de ellos, el análisis de Jones mostró que los ingenieros no tenían forma de incorporar racionalmente los datos encontrados temprano en el proceso de diseño cuando era más necesitado. Jones se sentó a rediseñar el proceso de diseño de los ingenieros para que la intuición y el raciocinio pudieran coexistir, en lugar de uno

⁹ JONES, John Christopher. Diseñador galés. Ingeniero de la Universidad de Cambridge, cuyo libro *Design Methods* (1970), es considerado uno de los grandes textos en diseño.

excluyendo al otro. La cooperación de múltiples facultades parece ser una constante en su trabajo.

En su libro Métodos de diseño¹⁰, Jones divide el diseño en tres etapas: la divergencia, la transformación y por último, la convergencia.

La etapa de divergencia es “extender los límites de la situación de diseño para tener un espacio de búsqueda suficientemente amplio y fructífero. Los objetivos y el límite del problema son inestables y tentativos. La evaluación es aplazada. Cada esfuerzo es hecho para escapar de antiguos supuestos y absorber nueva información”.

La etapa de transformación requiere un cambio de engranajes. El territorio del problema ha sido localizado. Las palabras clave son eliminar, combinar, simplificar, transformar y modificar. Esta es una etapa en donde los objetivos y los problemas son solucionados, cuando las variables son identificadas, cuando las restricciones son reconocidas, cuando las oportunidades son tomadas y los juicios son hechos. La realización de los requerimientos es un acto creativo de convertir un problema complicado en uno simple decidiendo en que se quiere enfatizar y que obviar.

En la última etapa, la convergencia, “el problema ha sido definido, las variables han sido identificadas y los objetivos han sido acordados. El objetivo del diseñador es reducir las incertidumbres secundarias progresivamente hasta que solo quede uno de muchas alternativas de diseño posibles. Persistencia y rigidez mental son una virtud, flexibilidad e imprecisión son rechazadas. La convergencia puede ser hecha desde afuera hacia adentro o de adentro hacia afuera.

¹⁰ JONES, John Christopher. Métodos de diseño. : Editorial Gustavo Gili, S.A. BARCELONA, 1982.

Frecuentemente el mejor enfoque es hacer ambos a la vez, resolviendo diferencias mientras los dos procesos se encuentran.

Jones identifica un número de razones por las cuales los métodos tradicionales de diseño han fracasado en tratar de arreglárselas con los complejos asuntos del diseño moderno. Sugiere varias cuestiones críticas para desenterrar las ataduras y debilidades de los métodos tradicionales. Hay tres ítems que parecen siempre aparecer:

1. Frecuentemente los diseñadores parecen no lograr ningún progreso, o solo trivialmente, solo tomando información. Esto es conocido como incubación.
2. Las soluciones a los problemas difíciles aparecen de repente, y toman la forma de un cambio dramático. A menudo esto transforma un complicado problema en uno simple.
3. Los enemigos de la originalidad son la rigidez mental (mantenerse en territorio conocido) y el hacerse ilusiones (ignorar realidades externas). Este se reduce a la transformación de algo complicado en algo simple. Así la transformación depende de dos cosas, conocimiento de la sensibilidad de la situación problema hacia grandes cambios de diseño y la libertad ante pensamientos y acciones poco convencionales.

Un último aspecto implica que no debemos confiarnos de lo que era posible en el pasado reciente, sino aventurarnos en lo que será posible en el futuro. John Christopher Jones tiene una página Web¹¹ en donde presenta algunos de los artículos originales de sus conferencias y sus pensamientos acerca de Métodos de

¹¹ Disponible en Internet: <http://www.softopia.demon.co.uk/>. Conferencia 25 de Julio de 2003 - Traducción: Autor.

Diseño. A continuación se presentan ciertos apartes, algunos también incluidos en su libro en donde describe 35 métodos de diseño diferentes.

Métodos de diseño para todos

1. Diseñando su proceso de diseño

'A' es lo que usted decide hacer primero (ejemplo: estudiar un diseño existente). 'Z' es lo que usted sabe que tendrá que hacer de último (ejemplo: hacer dibujos de producción). 'B', 'C', 'D', etc. son todas las actividades que usted en este momento cree que lo llevarán de la 'A' a la 'Z'. Pueden ser cualquier acción que usted escoja, cualquier cosa desde bocetar soluciones, hacer cálculos o una lluvia de ideas, caminar un poco, tomar un descanso, observar sus ideas para experimentar el diseño o la situación que está tratando de mejorar.

Es importante escoger actividades en las que usted tenga confianza y sepa que puede realizar. También es importante incluir actividades que vayan más allá de su experiencia y que lo obliguen a aprender. El proceso completo de diseño, 'A' a 'Z', es la educación que usted está diseñando para enseñarse todo lo que necesitará para completar el diseño. Diseñar es aprender, con usted y el mundo como maestro.

2. ¿Que hacer primero al diseñar?

Frecuentemente se empieza con una descripción o boceto de lo que será el diseño final. El sentido común podría sugerir empezar con un estudio de lo que el problema en realidad es. Ambos impulsos son correctos.

Una buena forma de comenzar es: espere que ambos Problema P y Solución S evolucionen durante el proceso de diseño.

P1 evoluciona en P2, P3, P4 etc.

S1 evoluciona en S2, S3, S4, etc.

Vea a $P = S$ en donde se explora la idea que en un proceso creativo el problema y la solución interactúan. Cuando nosotros encontramos los límites y las posibilidades de lo existente, posiblemente podremos cambiar nuestras opiniones y nuestros deseos. La interdependencia entre lo imaginado y lo real.

3. ¿Que pasa si no se me ocurre una solución?

Hay muchas técnicas para desbloquear su mente cuando se estanca. Una de ellas es la lluvia de ideas. Normalmente la gente no dice lo primero que se le viene a la mente, pero en la lluvia de ideas se hace eso.

4. ¿Que pasa si se tienen muchas ideas?

La búsqueda deliberada de ideas puede sobrecargarlo con mas posibilidades de las que usted puede recordar o evaluar. Cuando esto pasa usted puede cambiar hacia una forma mas general de percibir el campo del problema-solución. La manera de hacer esto es clasificar. Con cada idea en un papel separado puede clasificarlas en categorías. Deje que estos grupos y sus nombres nazcan espontáneamente de la nada. No imponga una categoría tomada de sus experiencias pasadas. Usted esta tratando, cuando diseña, de “desaprender” lo que sabia antes y de sentir su camino hacia lo “nuevo”, lo desconocido, pero cuando lo encuentre usted debe instantáneamente cambiar a un nuevo concepto, 'top down', en el que las ideas adquirirán nuevas y mas prometedoras enlaces. Su nueva clasificación debe ser un mapa conceptual de las nuevas posibilidades que esta descubriendo.

La denominación de los grupos o categorías A, B, C, D, etc., necesita cuidado e imaginación y mucho tiempo. Si es posible espere y medite si lo que ha hecho le

despierta entusiasmo o indiferencia al día siguiente. Si es entusiasmo, siga adelante. Si es indiferencia, reclasifique cuando este listo para ello. ¡Este proceso podría tomar varios días y algunas recaídas hasta que finalmente lo encuentra!

5. ¿Que pasa si mi percepción del problema cambia?

Esto pasa a menudo, particularmente cuando usted siente que su imaginación este empezando a volar. Esto es un signo de que su original descripción del problema (P1) estaba equivocada. Trabajar en un problema de diseño es informativo. Cuando usted esta aprendiendo de su proceso de diseño, que el problema había sido malentendido es hora de hacer una nueva descripción (P2) que se acomode a su creciente conocimiento o racionalidad.

Usted podrá ver entonces que sus intereses estarán mejor solucionados con la evolución del primer objetivo que se halló teniendo en cuenta las ultimas informaciones. El objetivo principal fue escogido con ignorancia de lo que le enseñaría el proceso de diseño.

6. ¿Que pasa si me encuentro en un problema?

Confusión, caos y repentina desesperación, son esperados en diseño. Ellos son signos de que sus intuiciones se están tornando activas y bien informadas, pero están siendo frustradas por su persistencia en aferrarse a las ideas con las que empezó. El paso correcto es: parar de diseñar por un tiempo y replantear el proceso de diseño. Persista en replantear hasta que haya descrito un nuevo proceso que le devuelva su entusiasmo para continuar.

7. ¿Cómo puedo mejorar mis procesos de diseño?

Existe un popular método para cuando se diseña en grupo. Cada persona presenta un diseño preliminar que puede ser descartado y reemplazado por uno mejor basado en los comentarios afirmativos de otros. Es un juego que asegura

que cada persona tenga la misma oportunidad de hablar, que cada uno haga solamente comentarios positivos, y que la tradición de hacer críticas y argumentos defensivos sea remplazada por colaboración y animo.

No hay líderes, solo poseedores del tiempo. Cada persona tiene 10 minutos en los cuales debe presentar su proyecto al grupo y dos minutos para responder antes cada uno de los otros proyectos. Cada quien responde positivamente, empezando cada frase con “Si yo fuera tu haría...” si algún comentario negativo se da, deberá ser remplazado por afirmaciones como por ejemplo: en lugar de “no me gusta el color” usted debe decir: “si yo fuera usted escogería un color que mejorara la visibilidad”. La persona que esta presentando su diseño no responde pero escribe todos los comentarios. Al final de cada ronda, el presentador del diseño tiene 5 minutos para responder las afirmaciones hechas. No es fácil pero lo ayuda a tener una visión mas amplia de los que se esta haciendo.

Después de que los diseños han sido presentados, cada persona crea un diseño mejorado basado en las afirmaciones. Para algunas personas puede resultar muy conveniente. Se puede obtener un mejor diseño del que lograría por su propia cuenta.

La calidad de las afirmaciones de los estudiantes pueden ser iguales a las de los profesores experimentados. El método es particularmente útil cuando hay muchos estudiantes y el profesor no puede dar comentarios individuales¹².

¹² JONES, Op. cit., p. 29

3.3.2 Metodología básica de Bruno Munari

Este pedagogo del diseño, plantea un método proyectual basado en la resolución de problemas. Esta metodología¹³ evita el inventar la rueda con cada proyecto y plantea sistematizar la resolución de problemas.

Problema

Definición del problema

Es necesario empezar por la definición del problema, que servirá también para definir los límites en los que deberá moverse el proyectista. Supongamos que el problema consiste en proyectar una lámpara, habrá que definir si se trata de una lámpara de sobremesa o de aplique, de estudio o de trabajo, para una sala o un dormitorio. Si esta lámpara tendrá que ser de incandescencia o fluorescente o de luz diurna o de otra cosa. Si tiene que tener un precio límite, si va a ser distribuida en los grandes almacenes, si deberá ser desmontable o plegable, si deberá llevar un reóstato para regular la intensidad luminosa, y cosas por el estilo.

Definición y reconocimiento de sub problemas

Cualquier problema puede ser descompuesto en sus elementos. Esta operación facilita la proyectación porque tiende a descubrir los pequeños problemas particulares que se ocultan tras los problemas.

El principio de descomponer un problema en sus elementos para poder analizarlo procede del método cartesiano¹⁴. Como los problemas, sobre todo hoy en día, se han convertido en muy complejos y a veces en complicados, es necesario que el

¹³ MUNARI, Bruno. Op. cit., p. 2

¹⁴ Ver **Anexo A**. Las cuatro reglas del método cartesiano.

proyectista tenga toda una serie de informaciones sobre cada problema particular para poder proyectar con mayor seguridad.

Cada sub problema tiene una solución óptima que no obstante puede estar en contradicción con las demás. La parte más ardua del trabajo del diseñador será la de conciliar las diferentes soluciones con el proyecto global. La solución del problema general consiste en la coordinación creativa de las soluciones de los sub problemas.

Supongamos que el problema presentado sea el de proyectar una lámpara y supongamos también haber definido que se trata de una lámpara de luz diurna para una habitación normal. Los sub problemas son: qué tipo de luz deberá tener esta lámpara, con qué material habrá que construirla, con qué tecnología habrá que trabajar este material para hacer la lámpara, dónde tendrá el interruptor, cómo será el transporte, con qué embalaje, cómo se dispondrá en el almacén, si hay partes ya prefabricadas (portalámparas, interruptor, etc.), qué forma tendrá, cuánto deberá costar.

Recopilación de datos

En primer lugar el diseñador tendrá que recoger todos los catálogos de las fábricas que producen lámparas parecidas a la que hay que proyectar. Es evidente que, antes de pensar en cualquier posible solución, es mejor documentarse. Carece completamente de sentido ponerse a pensar en un tipo de solución sin saber si la lámpara en la que estamos trabajando ya existe en el mercado. Por supuesto se encontrarán muchos ejemplos que habrá que descartar pero al final, eliminando los duplicados y los tipos que nunca podrán ser competitivos, tendremos una buena recopilación de datos.

Luego para cada elemento del problema, tendremos que buscar más datos: cuántos tipos de bombillas existen actualmente en el mercado, cuántos tipos de interruptores, etc.

Análisis de datos

El análisis de todos los datos recogidos puede proporcionar sugerencias sobre qué es lo que no hay que hacer para proyectar bien una lámpara, y puede orientar la proyectación hacia otros materiales, otras tecnologías, otros costes.

Creatividad

La creatividad reemplazará a la idea intuitiva, vinculada todavía a la forma artístico romántica de resolver un problema. Así pues, la creatividad ocupa el lugar de la idea y procede según su método. Mientras la idea, vinculada a la fantasía, puede proponer soluciones irrealizables por razones técnicas, materiales o económicas, la creatividad se mantiene en los límites del problema, límites derivados del análisis de los datos y de los sub problemas.

Materiales - Tecnología

La sucesiva operación consiste en otra pequeña recogida de datos relativos a los materiales y a las tecnologías que el diseñador tiene a su disposición en aquel momento para realizar su proyecto. La industria que ha planteado el problema al diseñador dispondrá ciertamente de una tecnología propia para fabricar determinados materiales y no otros. Por tanto es inútil pensar en soluciones al margen de estos dos datos relativos a los materiales y a las tecnologías.

Experimentación

Es ahora cuando el proyectista realizará una experimentación de los materiales y las técnicas disponibles para realizar su proyecto. Muy a menudo materiales y técnicas son utilizados de una única forma o de muy pocas formas según la

tradición. Muchos industriales dicen: Siempre lo hemos hecho así, ¿por qué habría que cambiar? En cambio la experimentación permite descubrir nuevos usos de un material o de un instrumento.

Modelos

Estas experimentaciones permiten extraer muestras, pruebas, informaciones, que pueden llevar a la construcción de modelos demostrativos de nuevos usos para determinados objetivos. Estos nuevos usos pueden ayudar a resolver sub problemas parciales que a su vez, junto con los demás, contribuirán a la solución global.

Como se ve, en este esquema de método, todavía no se ha hecho ningún dibujo, ningún boceto, nada que pueda definir la solución. Todavía no sabemos qué forma tendrá lo que hay que proyectar. Pero en cambio tenemos la seguridad de que el margen de posibles errores será muy reducido. Ahora podemos empezar a establecer relaciones entre los datos recogidos e intentar aglutinar los subproblemas y hacer algún boceto para construir modelos parciales. Estos bocetos hechos a escala o a tamaño natural pueden mostrarnos soluciones parciales de englobamiento de dos o más sub problemas. De esta forma obtendremos un modelo de lo que eventualmente podrá ser la solución del problema.

Verificación

Este es el momento de llevar a cabo una verificación del modelo o de los modelos (puede ocurrir que las soluciones posibles sean más de una). Se presenta el modelo a un determinado número de probables usuarios y se les pide que emitan un juicio sincero sobre el objeto en cuestión. Sobre la base de estos juicios se realiza un control del modelo para ver si es posible modificarlo, siempre que las observaciones posean un valor objetivo.

En base a todos estos datos ulteriores se pueden empezar a preparar los dibujos constructivos a escala o a tamaño natural, con todas las medidas exactas y todas las indicaciones necesarias para la realización del prototipo.

Dibujos constructivos

Los dibujos constructivos tendrán que servir para comunicar a una persona que no esté al corriente de nuestros proyectos todas las informaciones útiles para preparar un prototipo.

Solución

3.3.3 Método proyectual de Gui Bonsiepe

Esta metodología¹⁵, es aplicable a cualquier disciplina de carácter proyectual, y lo que pretende es entregar un sistema que permita evitar el comportamiento errante al estructurar proyectos de alta, mediana y baja complejidad. A la vez entrega instrumentos y herramientas que logran objetivizar el proceso de toma de decisiones, señalando el por qué un proyecto ha llegado a determinadas soluciones y no a otras, es decir, fundar argumentos.

La metodología proyectual se propone, sistemáticamente ir desarrollando etapas de trabajo, en donde los objetivos serán alcanzados gradualmente y recursivamente. Las etapas se dividirán en tres grandes grupos, dentro de las cuales existirán subgrupos. A continuación se presentarán las etapas,

¹⁵ BONSIEPE, Gui. Historia, teoría y práctica del diseño industrial. España. : Editorial Gustavo Gili, 1994.

denominadas Macro y Micro estructura, las cuales pueden variar su orden dependiendo del problema:

Macro estructura

Por esta, se entiende la subdivisión del proceso proyectual en diversas etapas o fases:

1. Estructuración del problema proyectual: Incluye todo el desarrollo, recopilación y análisis de antecedentes, objetivos del proyecto y las necesidades del problema en cuestión.
2. Proyección: Desarrollo de la generación de conceptualización visual, búsqueda de alternativas y pruebas de maquetas o prototipos.
3. Realización del proyecto: Producción final a través de medios tecnológicos.

Micro estructura

Es la descripción de las especificaciones técnicas empleadas en cada una de las fases:

1. ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA PROYECTUAL:

- 1.1. Descubrimiento del problema: Se advierte, observa o registra una situación de desajuste en el sistema (contexto) o en la organización.
- 1.2. Valoración de la necesidad: Se establece la situación insatisfecha y los rangos de prioridad de acuerdo al contexto en que se desenvuelve (justificación y legitimidad social).
- 1.3. Formulación general del problema: Objetivo o finalidad general del proyecto.
- 1.4. Formulación particular del problema: Objetivos y requisitos específicos que definan la pauta del proceso proyectual.

- 1.5. Fraccionamiento del problema: Análisis y descomposición del sistema en que se desenvuelve el problema, identificando las actividades involucradas en el desarrollo del proyecto.
- 1.6. Jerarquización de variables predominantes: Definición de aspectos relevantes del problema.
- 1.7. Planificación del proyecto: Definición del tiempo destinado al desarrollo del proyecto, en su totalidad y en cada una de sus fases.
- 1.8. Recursos: Definición de los recursos disponibles para la realización (humanos-materiales).
- 1.9. Presupuestos y Costos del proyecto: Tabla de costos (hora-diseño, hora-producción, gastos fijos, impuestos, honorarios profesionales, etc.).
- 1.10. Análisis del problema: Estudio y definición total de las variables que participan en el problema, identificando las variables abiertas y las cerradas.
- 1.11. Jerarquización: Evaluación y niveles de prioridad en que se sitúan los sub-sistemas al momento de abordarlos, lo cual nos permite constatar y confirmar la estructuración previa.
- 1.12. Estudio del Usuario: Definición del perfil del destinatario o grupo objetivo.
- 1.13. Análisis de soluciones existentes: Se analizan las soluciones que se han dado en competencia directa o indirecta, estableciendo las ventajas y desventajas comparativas de la tipología a partir de análisis estructurales y funcionales.
- 1.14. Estructura comunicacional: Estructuración de la estrategia comunicacional.
- 1.15. Definición del marco de funciones: Se establece la orientación comunicacional del objeto a proyectar. Esto se realiza a través de diagramas y tablas de evaluación que permitan organizar las variables funcionales.
- 1.16. Jerarquización de conceptos fundamentales (dimensión connotativa): estructuración de los árboles de jerarquización arrojados por el análisis anterior, considerando niveles de prioridad o importancia comunicacional.

2. PROYECTACIÓN

2.1. Conceptualización: Búsqueda y multiplicación de las representaciones posibles, y de las ideas preliminares.

2.2. Traspaso de conceptos verbales a conceptos visuales: Generación de representaciones visuales arrojadas por la búsqueda de ideas preliminares, a partir de técnicas de multiplicación de ideas organizadas posteriormente en clases o grupos (Sinéctica, Brainstorming, Empatía, Inversión, etc.)

2.3. Desarrollo de alternativas: proceso de aplicación visual a través de bocetos acabados, esquemas, etc.

2.4. Selección de alternativas: Objetivizar las soluciones logradas, por medio de evaluaciones funcionales, estructurales y morfológicas.

2.5. Elaboración de detalles particulares: Controlar todos los aspectos involucrados en la producción multimedial.

2.6. Prueba de maqueta o prototipo: La maqueta se somete a pruebas de experiencias con el usuario, con el fin de detectar los puntos más débiles y optimizarlos.

2.7. Modificación de maqueta: Cambios y optimización para la realización de la maqueta definitiva.

3. REALIZACIÓN DEL PROYECTO

3.1. Producción a través de multimedios: definición de las vías tecnológicas de uso.

3.2. Realización de pre-prensa, pre-serie o implementación digital: Producción de originales para sistemas de impresión o tecnología requerida. Esta etapa necesita de la información total de los medios tecnológicos en que se realizará el proyecto.

3.3. Supervisión de pre-prensa: Control de calidad (películas, pruebas de color, cromalín, match print, rainbow, etc.) o programación para hipermedios (html).

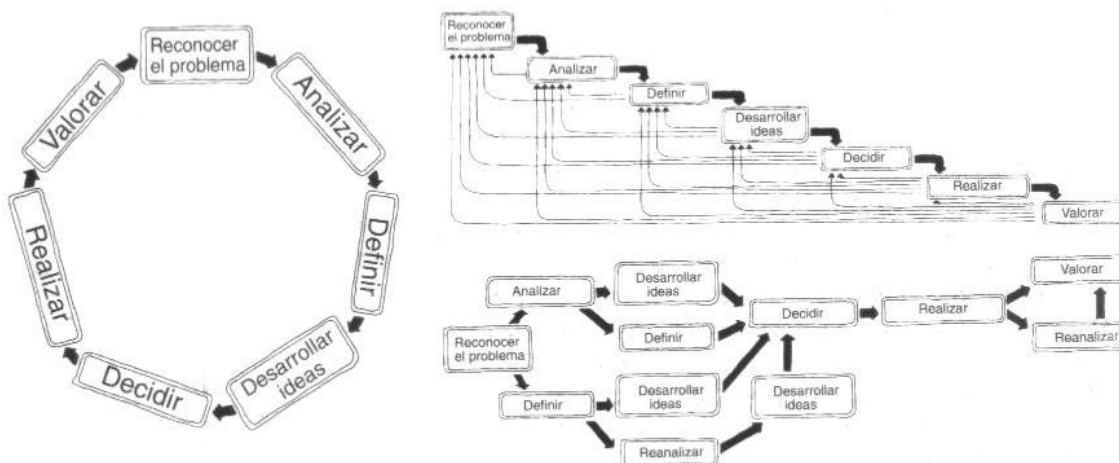
3.4. Supervisión final de tecnología aplicada: Verificación y control de calidad.

3.3.4 La guía de viajes universal

Don Koberg y Jim Bagnall publicaron su guía de viajes universal (Berlín, 1976): A companion for those on problem-solving journeys and a soft-systems guidebook to the process of design (Un compañero para aquellos que buscan soluciones a los problemas y una guía de sistemas flexibles para el proceso del diseño). Esta escrita de una forma desenfadada y estupendamente ilustrada y se sitúa en la tradición de la metodología clásica del diseño. Para los autores el proceso de programación es un viaje durante el que se van solucionando problemas. Este proceso se puede enfocar de formas muy variadas:

Se puede considerar como un proceso lineal; o como uno circular, ya que existe una continuidad, es decir, no hay ni principio ni fin; otros lo ven como un sistema retroactivo perpetuo; y, por otra parte, otros lo consideran como un sistema ramificado¹⁶.

Figura 1. Tres ejemplos de Don Koberg/Jim Bagnall, "La guía de viaje universal"



Fuente: Historia, teoría y práctica del diseño industrial. BÜRDEK, Bernhard.

¹⁶ BÜRDEK, Bernhard E. Historia, teoría y práctica del diseño industrial. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona, 1994.

3.3.5 Diferentes teorías nacidas de los conceptos forma y función

Estas ideologías parten de concepciones diferentes del diseño; expresan sistemas de producción diferentes, no siendo fácil llegar a una uniformidad de criterios. El funcionalismo, como ideología, siempre estará en contraste con los intereses del consumismo.

“Primero la función, después la forma”:

La planificación y el proceso del diseño deben nacer de la necesidad. No existe otra razón que justifique la forma que no sea la función.

“Primero la forma después la función”:

La principal preocupación es dar forma al objeto; pero forma en cuanto apariencia y presencia de aspectos visuales agradables, que inciten a la posesión o consumo del producto.

“Función y forma son una misma cosa”: la belleza de la forma sería un derivado de la función y un producto de su objetividad.

Un aspecto importante de las formas creadas por el hombre es su carácter significativo. Su relación formal con la idea o función representativa. Las cosas de la naturaleza se nos ofrecen espontáneas, naturales; sus apariencias están carentes de toda intencionalidad formal significadora. Hoy tenemos la tendencia generalizada de considerar el objeto de diseño desde un punto de vista realista, atendiendo a todos sus aspectos; no descuidando ni los derivados de la forma ni los derivados de la función.

3.3.6 Metodología biónica

En la naturaleza es posible encontrar elementos extraordinariamente complejos, que proporcionan un gran estímulo a nuestra imaginación; pero al intentar desarrollar de forma proyectual lo obtenido a partir de estos estímulos se crean ciertas limitaciones que debemos saber sintetizar y simplificar para lograr nuestro objetivo inicial.

Al momento de traspasar la información Biónica a la solución de problemas proyectuales nace la primera dificultad. Por un lado el biónico puro protege la investigación y el análisis natural, pues no le interesan los problemas de la producción, mientras que el proyectista o diseñador industrial, no quiere dedicar tiempo a la investigación biónica. Es por esto necesario intentar buscar un método de encuentro para tales intentos.

Según Carlo Bombardelli existen varias modalidades de investigación Biónica y su consiguiente aplicación a los fines proyectuales. En un análisis preliminar de los métodos más significativos verificados se podrán aclarar mejor los motivos que han determinado algunas de las elecciones para encontrar un equilibrio en la relación Biónica, proyecto y producción.

Las cinco teorías proyectuales de Carlo Bombardelli¹⁷, priorizan cada una en un aspecto diferente como son:

Primera Metodología biónica

Esta metodología contiene el siguiente orden:

¹⁷ BOMBARDELLI, Carlo. Diseñador del departamento de Biónica del Instituto Europeo di Design de Milán.

Fuente: LOZANO CRESPO, Pedro María. El diseño natural, aproximación histórica, metodologías, aplicación y consecuencias. España. : Universidad Complutense de Madrid, 2006.

Sujeto natural
Análisis Biónico integral del sujeto natural
Definición del problema proyectual
Proyecto

El análisis biónico está constituido por el estudio de los mecanismos, los materiales, la forma y las estructuras funcionales. Es difícil tener la certeza que un elemento natural a analizar va a contener aspectos útiles a aplicar posteriormente en determinado problema. Por tanto el análisis biónico se realiza con la garantía de obtener información acumulable en un desarrollo proyectual específico.

Ejemplo: DISPERSION AEREA. La capacidad de ciertas semillas para recorrer grandes distancias transportadas por el viento está garantizada por las formas de las mismas. Se analizaron varios aspectos formales y estructurales, y se llegó por tentativas experimentales a proyectar máquinas volantes inútiles como pretexto para verificar las características propias de estas semillas, con distintos materiales y dimensiones en escalas mayores.

 **Segunda Metodología biónica**

Esta metodología contiene el siguiente orden:

Problema proyectual
Investigación biónica específica
Proyecto

Existe la posibilidad de realizar una investigación biónica para un problema específico definido con anterioridad; esto se convertiría en un análisis de elementos naturales seleccionados según la necesidad, excluyendo posibilidades

de otras formas naturales que no han sido elegidas al principio de la investigación y que darían un gran aporte a esta.

Ejemplo: FORMAS EOLICAS. Lo que se quiso conseguir con ese trabajo era encontrar hélices que garantizaran la producción de energía. El objetivo principal fue individualizar tipologías que tuviesen las dimensiones de hojas de chapa de 2x1 m. En definitiva se trataba de producir energía sin necesitar una energía previa para la construcción de la hélice. El prototipo llegó a funcionar.

Tercera Metodología biónica

Contiene el siguiente orden:

Sujeto natural
Intuición Proyectual
Proyecto

Es otra forma de trabajo, donde se intuye a partir de la observación del sujeto natural, y se advierte la oportunidades de encontrar en el sujeto natural la solución a un problema. Previo a esto es necesario tener ya organizados y seleccionados los datos biónicos.

Cuarta Metodología biónica

Contiene el siguiente orden:

Argumento proyectual
Argumento biónico
Definición de los problemas proyectuales
Proyectos

Si en cambio se tiene definido el argumento proyectual a partir de este se desencadena la investigación biónica; aunque la base de datos sería de grandes dimensiones y no serían suficientes para enfrentar todos los problemas proyectuales posteriores. Es importante rescatar que el argumento proyectual sería el camino a seguir en la recolección y clasificación de datos.

Quinta Metodología biónica

Este método contiene el siguiente orden:

Problema proyectual
Investigación Biónica
Procesos metodológicos normales
Intuiciones, conocimientos biónicos
Proyectos

El equilibrio adecuado debe ser entre la investigación en el análisis biónico y el proyecto que viene siendo la biónica aplicada. Así cuando en alguna fase de desarrollo proyectual se presente un problema se tendrá a disposición el material necesario que posteriormente se selecciona específicamente.

Ejemplo: NATURO DUE. BRAZO BIÓNICO ROBOTIZADO. Fue un brazo nacido de la exigencia de dar mayores aplicaciones a la robótica como consecuencia de la incorporación de la inteligencia artificial. Su extremada flexibilidad y agilidad de movimiento era un derivado del estudio de la musculatura de la trompa del elefante y de la espina dorsal de los peces.

Ver **Anexo B**. Otras estructuras formales de métodos para el diseño

3.4 BIONICA

Biónica no significa únicamente copiar o imitar la naturaleza. Se debe partir de su estudio y de su observación para obtener datos, estudiarlos y analizarlos, en busca del entendimiento de su principio constructivo.

Esta ciencia interdisciplinaria basada en las ciencias naturales; sintetiza conocimientos acumulados en la biología, química, cibernética, física, biofísica, zoopsicología, estética, etc. Etimológicamente la palabra Biónica viene del griego “Bion” que traduce elemento de vida y del prefijo “Icos” que traduce estudios. En alemán, la segunda parte viene de “Technik”, que significa ingeniería en este contexto. Según esto, es un capítulo de la bioingeniería, nombre para la disciplina que trata de la utilidad tecnológica artificial de los resultados obtenidos por la evolución biológica natural.

Consciente o inconscientemente hemos usado la Biónica desde la prehistoria, pero no fue hasta 1960 cuando hubo una definición concreta del término que sigue siendo válida hoy en día y que acuñó el comandante Jack Steele, de la U.S. Air Force: “Análisis del funcionamiento real de los sistemas vivos, para una vez descubiertos sus trucos, materializarlos en aparatos”. Es por tanto una disciplina científica que toma los resultados obtenidos de las investigaciones biológicas y les da una aplicación técnica. La biónica estudia los principios básicos de crecimiento y desarrollo de la naturaleza, para resolver por analogía el diseño de objetos industriales.

Esta es la razón por la cual el diálogo entre los biólogos y los diseñadores es probablemente el factor más crucial para una puesta en práctica acertada y eficiente de respuestas biológicas a los problemas de la ingeniería. La biónica es la ciencia de la cooperación.

La biónica se ha convertido en una gran herramienta para conseguir innovación en el diseño por medio de la interpretación, investigación, análisis y observación de la naturaleza. Aunque no entrega una solución inmediata a un problema existente, logra ser un esquema que orienta el proceso de diseño. Los conceptos naturales aportan y contribuyen en el desarrollo de diferentes estructuras formales y funcionales posteriormente aplicables en el diseño.

Puede también contribuir en la elección y la indicación de nuevos conceptos, sobre todo en la investigación de nuevos materiales, de formas más adaptables a los productos, de estructuras más resistentes, de estructuras más ligeras y en la adopción de una nueva manera de proyectar en los aspectos biológicos, ingenieriles o estéticos.

La obtención de información mas profunda de la diversidad natural, significaría la creación de una base de datos inagotable para simular modelos naturales según cada necesidad. Por medio de la biónica y la multidiscipliridad con otras ciencias, podemos comprender cómo el hombre y su contexto natural se modifican y varían mutuamente, creando así una segunda naturaleza.

3.4.1 Biónica aplicada al diseño: elementos naturales que sirvieron de estímulo al diseño

Cada criatura natural exhibe un planeamiento muy bien pensado; incluso los humanos hacen parte de ese diseño. Las manos humanas son funcionales en un grado que ningún robot lograría. Los ojos leen con una perfección y un enfoque que no consiguen las mejores cámaras fotográficas. Lo que permite llegar a una conclusión importante: todas las criaturas en la naturaleza, incluidas las humanas, son parte de un diseño; y en un sentido amplio, donde se hagan desarrollos

tecnológicos a semejanza de los seres vivos, se están haciendo productos biónicos.

Sin embargo, estos sistemas biónicos, no fueron abordados correctamente desde un principio. Por su naturaleza computacional, la informática miró al cerebro humano antes que a cualquier otro producto biológico. La inteligencia artificial fue un campo que se desarrolló extraordinariamente en la década de los 80, sobre todo a raíz del intento japonés de crear los computadores de quinta generación. Hoy en día se acepta que el enfoque era demasiado ambicioso y poco a poco han ido abriéndose paso nuevas tendencias que pretenden atacar el problema desde abajo.

Los sistemas biónicos se dividen en dos tipos:

Sintético - Analógicos

El radar inspirado por los principios de la orientación usando el eco de los murciélagos; la luz fría o bioluminiscencia similar a la de los peces marinos; el diseño de estructuras de gran resistencia mecánica análogas a las redes de los arácnidos; el seguimiento de la luz solar en forma análoga a la usada por los girasoles.

Sintético - Compuestos

Combinan partes técnicas con partes vivas, como las neuronas que por cultivo de tejidos crecen en placas electrónicas, los marcapasos, un conductor humano conduciendo un automóvil, un humano interactuando con Internet a través de un artefacto informático, un miope usando anteojos, lentes de contacto o prótesis, un cocodrilo tragando piedras para sumergirse mejor.

El diseño de sistemas biológicos avanza actualmente por caminos muy diversos, de los que a continuación exponemos algunos ejemplos:

3.4.1.a El vuelo de las aves y el rotor

“Busquen materiales para su creación en todas partes, en todo lo que les rodea; miren los dibujos fantásticos de las nubes, las manchas de moho en la casa vecina”. LEONARDO DA VINCI

Leonardo da Vinci quería despegar en vuelo vertical y regresar a tierra de la misma forma. Intentaba inventar el helicóptero. Idea ciertamente utópica hace cinco siglos, pero de la que estaba firmemente convencido. A diferencia de Orville y de Wilbur Wright para los que a principios del siglo XX las palas de un rotor eran demasiado complicadas para llegar a ser realidad, el pintor Leonardo da Vinci ya en 1500 hizo un dibujo de su idea sobre un rotor. ¿No era evidente que la inmensa mayoría de las aves sea capaz de elevarse por los aires más o menos en la vertical? Cuatro siglos antes de Otto Lilienthal y de Clément Ader¹⁸, estudió el vuelo de las aves como nadie lo había hecho anteriormente.

El helicóptero (del griego "helix" = espiral y "pteron" = ala) de Leonardo estaba provisto de un rotor helicoidal o, mas exactamente, en forma de espiral. Visionario y meticoloso a la vez que escribía: "Si se hace girar con fuerza, la hélice se elevará por los aires y ganará altura". Su precisa descripción de la hélice es impresionante. "Su borde exterior deberá ser un filo de hierro. Creo que si el ingenio helicoidal está bien construido, es decir, si es una tela de poros obturados con almidón y se hace girar rápidamente, subirá por los aires en forma de espiral".

¹⁸ En 1890 Clément Ader (1841-1926) inventa lo que él denominó "avión".

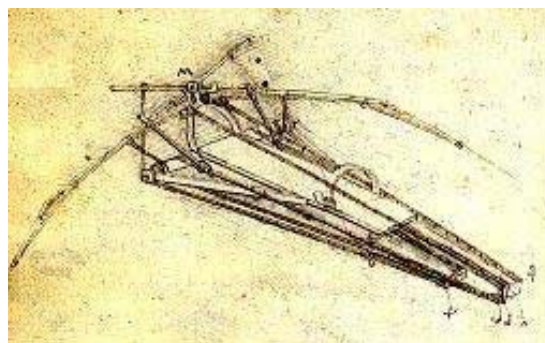
Otto Lilienthal (1848-1896) es considerado el primer hombre que fue lanzado al aire, voló y aterrizó con seguridad.

Sus diseños muestran claramente su perfecta comprensión del principio del helicóptero. El hecho de que la mayoría de sus proyectos y diseños no se redescubriesen hasta finales del siglo XIX es una de las ironías de la historia; por esas fechas, sus sucesores habían inventado ya el paracaídas y, en principio, también el helicóptero.

Toda una serie de esquemas y dibujos revelan que Leonardo tenía conocimiento de la mecánica de vuelo. Nos legó un gran número de bosquejos sobre el vuelo de las aves. Uno de los primeros proyectos de un ingenio volante propulsado por la fuerza muscular, demuestra que sabía que los músculos de los brazos y pectorales no serían suficientes para propulsar una máquina por los aires. Construyó un complicado sistema para utilizar la fuerza de las piernas mediante cables y poleas, siendo consciente ya entonces de que la fuerza muscular del ser humano es mayor en las piernas que en los brazos.

Son admirables también las alas mecánicas dotadas de manivelas; las poleas y las correas de transmisión; todo ello está integrado en el patrimonio intelectual de la humanidad. No obstante, Leonardo permaneció fiel a la idea errónea de que el hombre podría elevarse por los aires con la sola ayuda de alas. Esto explica por qué todos sus ingenios están equipados con alas móviles (ornitópteros).

Figura 2. Ornitóptero de Leonardo Da Vinci



Pero la fuerza humana, incluso con la ayuda de sistemas de correas y poleas, no es suficiente para volar con alas. Esta es la razón por la que Leonardo da Vinci no llegara nunca a construir un aparato verdaderamente capaz de volar. No es de importancia por eso que tomara como modelo, no las aves, sino mucho más interesante todavía, los murciélagos. "Recuerda que tu pájaro no deberá tener mas modelo que el murciélago, porque sus membranas [...] sirven para unir los refuerzos, es decir, los tirantes [...], que no tienen calados".

El ingeniero Leonardo da Vinci se percató muy pronto de que la estructura de "ala de murciélago" era más fácil de imitar que la de un ala emplumada. En sus primeros proyectos el piloto estaba acostado mientras que en los posteriores ya estaba de pie.

Figura 3. Bocetos del "Código de las Aves" por Leonardo Da Vinci



Leonardo da Vinci, que había estudiado las leyes de la dinámica de fluidos, intentaba traspasar grandes verdades teóricas al vuelo partiendo de los conocimientos adquiridos. No solo refutó la opinión reinante en su época, según la cual el aire no ofrece resistencia, sino que fue el primero en investigar los factores más importantes de la estabilidad de vuelo y definió antes que nadie problemas del centro de gravedad.

Dicho de otro modo, el formuló hace 500 años lo que en la actualidad todo piloto principiante ha de aprender. "Si el ave desplaza su centro de sustentación de sus alas hasta detrás del centro de su gravedad, caerá cabeza abajo".

Leonardo da Vinci ya había comprendido la función estabilizadora del plano horizontal y el funcionamiento del timón de profundidad. "El ave que cae cabeza abajo no logrará enderezarse si no dobla la cola hacia arriba". Sin embargo, no llegó nunca ni a confirmar ni a refutar sus propios descubrimientos porque jamás realizó vuelos experimentales.

Figura 4. En 1483, Da Vinci bocetó los planos de un artefacto aéreo. Su teoría de comprimir el aire para ganar altura, fue similar a la del helicóptero moderno.

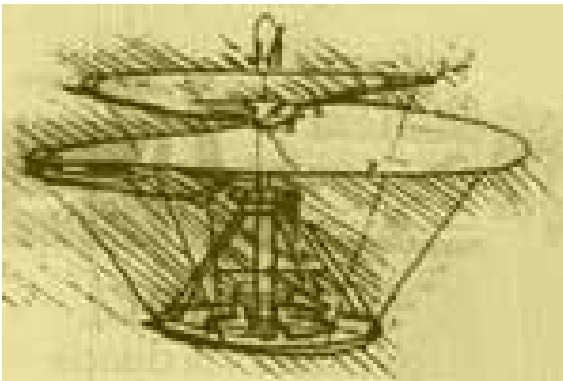


Figura 5. Maquina voladora de Leonardo Da Vinci



Por tanto las atrevidas y enteramente visionarias palabras escritas hace casi cinco siglos en su "Código de las aves", se han hecho magistral realidad en nuestros días. "La gran 'ave' volará por primera vez. Será asombro del mundo entero y llenará con su fama los tratados. Será para gloria eterna de su lugar de nacimiento"¹⁹.

¹⁹ Karl Morgensteim. En: Revista Planet Aero Space. Vol. 2. Enero-Marzo 2001

3.4.1.b Las flores del cardo alpino: velcro

La historia del descubrimiento los cierres de velcro nace a partir de un paseo por el campo protagonizado por George de Mestral. Cuando en 1941, este ingeniero suizo volvía del campo, observó qué difícil resultaba desenganchar las flores del cardo alpino de sus pantalones y del pelo de su perro. Sorprendido por la tenacidad de aquellas flores, las separó con cuidado de la ropa para observarlas en el microscopio. Fue entonces cuando descubrió el motivo por el cual se pegaban con tanta insistencia: las flores estaban rodeadas de una multitud de ganchillos que actuaban a modo de resistentes garfios y de esta forma, se adherían al pelo de los animales y a los tejidos.

Figura 6. Planta de Cardo Alpino - *Carduus defloratus*



George de Mestral como buen inventor, supo ver más allá y relacionar la experiencia de aquel paseo por el campo con la idea de lo que, con el tiempo y muchos esfuerzos, pasaría a ser un revolucionario sistema de cierre que no se bloqueaba y que superaba, por su sencillez y su resistencia, cualquier otro sistema precedente.

Figura 7. Visión estéreo microscópica del velcro



Nacida de la combinación de las sílabas iniciales de las palabras francesas Velours (bucle) y Crochet (gancho), la marca VELCRO® desde 1959, ha dado nombre a una amplísima generación de productos que han hecho más sencillas las operaciones de cierre y fijación.

Figura 8. Aplicaciones del velcro



3.4.1.c Optimización del deslizamiento en el agua

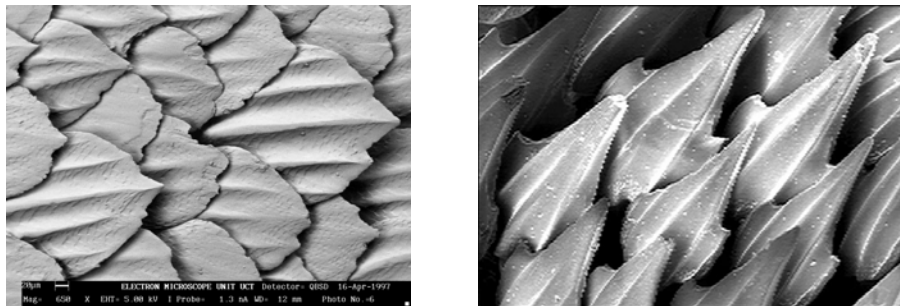
El proceso de búsqueda y desarrollo en Speedo, empezó con un nuevo estudio del tiburón; examinando la textura de su piel y el movimiento dentro el agua. El tiburón es una criatura que es rápida en el agua pero no hidrodinámica por naturaleza.



Fuente: Discovery Channel

Se atribuye la velocidad del tiburón a una piel con escamas con forma de V denominadas Dentículos, que reducen la resistencia y las turbulencias alrededor de su cuerpo, permitiendo que el agua deslice alrededor del cuerpo del tiburón con mayor eficacia. El estudio con el Museo de Historia Natural de Londres, llevó a descubrir que la forma y el tacto de los dentículos del tiburón varían a lo largo del cuerpo por optimizar el deslizamiento del agua.

Figura 9. Visión microscópica de piel de Tiburón

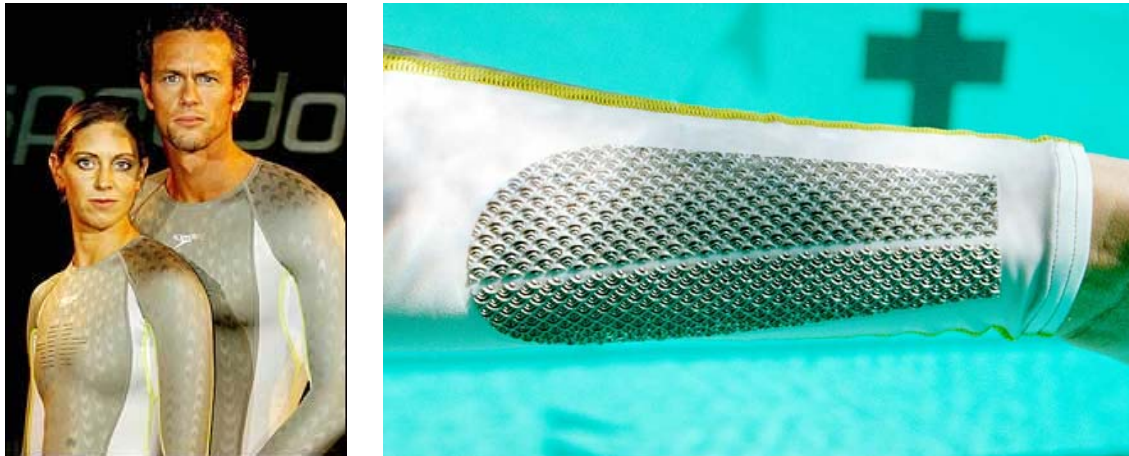


Fuente: Ralph Liedert

Debido a la resistencia que se produce cuando un objeto viaja por el agua, Fast skin está fabricado con aristas que emulan las escamas del tiburón, con unas partes más rugosas y otros más suaves que se van combinando. El modelo reduce la turbulencia y ayuda al nadador a desplazarse con más soltura porque corta la resistencia del agua. El traje tiene unas crestas de forma triangular

alineadas en paralelo a la corriente, con lo que el agua sólo toca los vértices y el contacto del nadador con el agua es menor²⁰.

Figura 10. Fast skin® FSII de SPEEDO - Traje de natación



3.4.1.d Superhidrofobicidad: el efecto loto

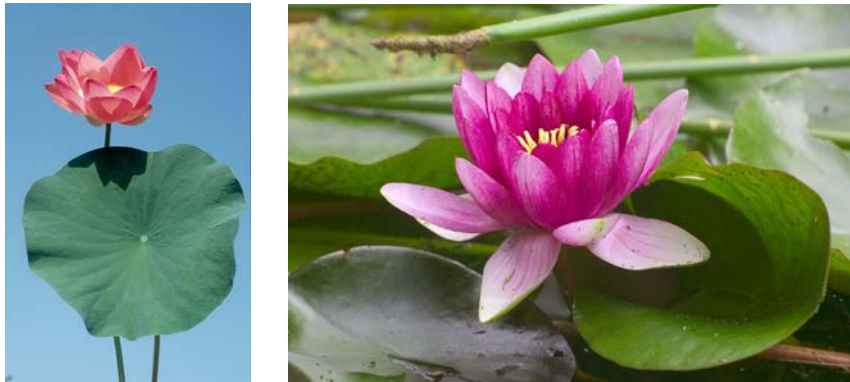
Las superficies interactúan con el medio de diferentes formas, por lo que el denominado ángulo de contacto es determinante para justificar las fuerzas superficiales, que deciden el comportamiento de las superficies en contacto. La minimización de la energía del sistema determina la capacidad de humedecer un líquido en una superficie y son las fuerzas hidrofílicas e hidrofóbicas las que explican por qué el aceite y el agua se mantienen separados.

La naturaleza utiliza la hidrofobicidad de forma exhaustiva; en los cisnes se ha observado que el ángulo que emplean para mantenerse secos es el de

²⁰ Disponible en Internet: <http://www.innovaforum.com>
Disponible en Internet: <http://www.speedousa.com>

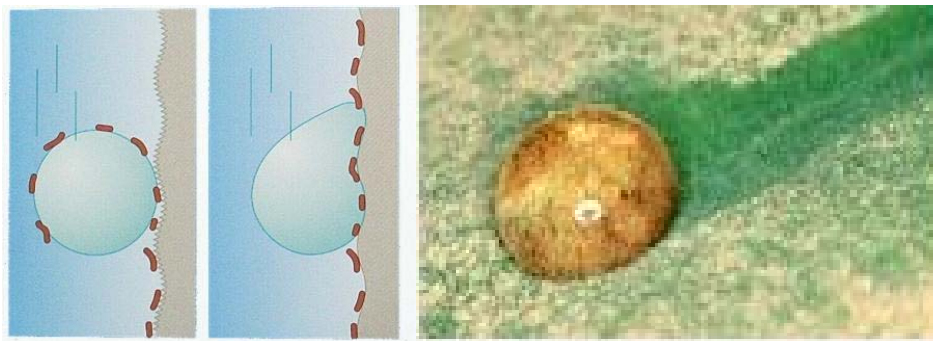
superhidrofobicidad y las hojas de loto, presentan una capa de cera que impide que se fije tanto el polvo como el agua²¹.

Figura 11. Flor de Loto (Nelumbo nucifera). Un símbolo de pureza en las religiones Asiáticas.



En los años 70, a Wilhelm Barthlott, de la Universidad de Bonn, le llamó la atención esta planta, cuyas hojas siempre están immaculadas, incluso en suelos fangosos. Bajo el microscopio electrónico, Barthlott descubrió la razón: diminutos granos de cera sobre la superficie del loto hacen que partículas de suciedad no puedan adherirse. Las gotas de agua se las llevan, la hoja se limpia a sí misma.

Figura 12. Acción del Efecto Loto



²¹ Disponible en Internet: © Deutschland magazine www.magazine-deutschland.de

Barthlott reconoció qué ventajas podía tener ese tipo de superficies para el ser humano y patentó a mediados de los años 90 la aplicación técnica del efecto loto. El primer producto que salió al mercado fue la pintura para paredes «Lotusan», de la que el agua de lluvia se lleva la suciedad.

Figura 13. Aplicaciones del Efecto Loto: Pintura para paredes - El agua de lluvia se lleva la suciedad.



Las aplicaciones del efecto son numerosas: prendas que repelen el agua, hormigones hidrófobos, parabrisas y ventanas anti lluvia, materiales de muy baja fricción en agua, etc., la lista es interminable, en especial al considerar las propiedades auto limpiadoras de los materiales con los que se construyen; aunque la denominación es impropia, puesto que en realidad no son autolimpiantes, se limpian con más facilidad.

En todas ellas, el elemento común consiste en que tienen una baja energía superficial; son hidrofóbicas, con lo que se depositan menor número de partículas que una lluvia suave es capaz de eliminar al arrastrar el polvo presente en la superficie porque las gotas no se pegan, sino que fácilmente se deslizan. Una gota que permanece pegada no se lleva el polvo, sino todo lo contrario, lo concentra cuando se evapora.

Figura 14. Aplicaciones del Efecto Loto: Binoculares que repelen el agua



Ahora, los científicos de la Universidad de Bonn sueñan con poder nadar o sumergirse en el agua sin mojarse. Para ello investigan la araña *ancylometes bogotensis*. Ésta caza peces lanzándose al agua y aturdiéndolos con una mordida venenosa. Lo interesante es que vuelve a tierra completamente seca. Ello se debe a una capa de aire que rodea su cuerpo. Para descubrir el secreto, Zdenek Cerman, director del proyecto, estudió detenidamente a la araña. Constató que el cuerpo de la araña está cubierto de diminutas cerdas que retienen el aire. Ahora, Cerman se propone producir artificialmente estructuras similares, para proteger a aparatos submarinos de la corrosión o a los nadadores del enfriamiento. Junto con el Instituto de Técnicas Textiles y Procedimientos Denkendorf, los investigadores han desarrollado ya una tela que repele el agua, con la que se podrían fabricar por ejemplo trajes de natación.

Figura 15. Araña *Ancylometes Bogotensis*



El interés en este tipo de nuevos materiales estriba en la posibilidad de evitar las corrosiones tan “inevitables” en los materiales metálicos cuando están en contacto con el agua.

3.4.1.e Anglepoise, el brazo humano hecho lámpara

Nacida en 1933, Anglepoise, fue la lámpara de mesa que más éxito tuvo en el siglo pasado. Su diseñador fue George Carwardine, un ingeniero automovilístico experto en sistemas de suspensión y balanceo mediante resortes, quien aplicó sus conocimientos y utilizó para su diseño bisagras que emulan las articulaciones del brazo humano, procurándole tres planos de movimiento.

Figura 16. Lámpara Anglepoise



Anglepoise 1227, 1938-1969



Anglepoise Type 3, 2003

Carwardine presentó el diseño en Herbert Terry & Sons, para que produjeran los resortes especiales necesarios para el armado de su lámpara. Al ver el proyecto, Terry, compró la licencia al ingeniero y comenzó a fabricar la Anglepoise 1208, que llevaba cuatro resortes, y que se convertiría en un verdadero suceso. Dos años después, la necesidad de una versión pensada para aplicaciones más domésticas, redujo a tres la cantidad de resortes, y el cambio dio lugar a la Anglepoise 1227.

Flexible, equilibrada y capaz de sostenerse en cualquier posición, es considerada un verdadero clásico²².

3.4.1.f El devenir orgánico de Luigi Colani

"El huevo representa la máxima forma de empaque de todos los tiempos" Luigi Colani.

La naturaleza es el punto de partida. Este es el concepto central en la filosofía de bio-dinámica de Luigi Colani, quien obtiene de ella mucha de su inspiración. Sus diseños consisten en formas basadas en creaciones naturales: "No hago mas que imitar las verdades que la naturaleza me revela!".

Figura 17. Canon T-90. Esta cámara no solo ganó el premio de Cámara del año en 1997, sino también sentó la tendencia de diseño de cámaras ergonómicas dominante hoy en día



Fuente: Museo CANON

Dice Colani que "las líneas rectas no existen en la naturaleza, por eso yo creo en el bio-diseño, que utiliza un vocabulario cuya inspiración proviene de las formas orgánicas, con su violencia y su sensualidad"²³.

Nacido en Berlín el 2 de agosto de 1928, en su infancia jamás recibió un juguete como regalo; en cambio fue alentado a que los construyera él mismo utilizando

²² Disponible en Internet: <http://www.anglepoise.co.uk>

²³ Disponible en Internet: www.colani.ch/

madera, papel, cartón. Estudió arte y pintura en la universidad de Berlín, y luego viajó a Francia a estudiar diseño de automóviles, manufacturas en fiberglass, al mismo tiempo que estudiaba aerodinámica en la universidad de París. El conocimiento profundo tanto del arte como de la ingeniería le proporcionó las herramientas necesarias para realizar sus innovadoras propuestas nacidas del entendimiento profundo de los principios ergonómicos y aerodinámicos, de cómo el cuerpo interactúa con el entorno y con otros cuerpos, pero sin perder de vista lo lúdico y bello que suelen no tenerse en cuenta a la hora de desarrollar proyectos tecnológicos.

Figura 18. Lounge-chair and chair. Diseño de Luigi Colani para Kusch + Co. (1969)



La silla luce como una persona inclinándose sobre sus codos con los pies elevados. Esta fuerte metáfora inmediatamente comunica el propósito, el uso y la índole del producto.

Fuente: www.colani.ch/

3.4.1.g La proa del barco y el delfín

El hocico del delfín fue tomado como modelo para las proas de los barcos modernos. En vez de la tradicional forma en "V", en los barcos que se construyen hoy día se usa una estructura similar a la del hocico del delfín. Este tipo de proa separa el agua de modo más eficiente y ayuda entonces a una navegación más veloz, con menor consumo de energía. Las proas tipo hocico de delfín ahorran hasta el 25 % de combustible.

Figura 19. La proa del barco y el delfín



Es cierto que estos mamíferos nadan a una gran velocidad con un escaso esfuerzo muscular, pero después de la observación y ensayos se llegó a la conclusión de que su velocidad no se podía deber únicamente a su perfil hidrodinámico, así posteriormente también observaron las propiedades viscoelásticas de su piel. Esta característica aplicada a los submarinos supondría reducir su resistencia al avance²⁴.

²⁴ Disponible en Internet: © Deutschland magazine www.magazine-deutschland.de

3.4.1.h El helicóptero y la libélula

Una compañía que produce armas de guerra y cohetes, ha tomado como modelo para la construcción de los helicópteros tipo BO -105, la estructura aerodinámica y estilo de vuelo de la libélula. La compañía IBM, que asistió a Sikorsky en este proyecto, introdujo un modelo de libélula en una computadora (IBM 3081), donde fueron hechas dos mil representaciones a partir de sus maniobras de vuelo y de donde salió el prototipo resultante para el transporte de personal militar y artillería.

Figura 20. La libélula y el helicóptero



Fuente: Sikorsky.com

La libélula no puede plegar las alas a los costados como el resto de los insectos. Además, la manera en que usa los músculos para moverlas también es distinta²⁵.

3.4.1.i Modular. Sistema de proporciones

En 1942, Le Corbusier comenzó su estudio y publicó El Modulor, medidas armónicas a escala humana, aplicables universalmente en la arquitectura y la mecánica. En El Modulor, Le Corbusier critica la abolición de las medidas

²⁵ Disponible en Internet: © Deutschland magazine www.magazine-deutschland.de

relacionadas con el cuerpo humano y lo absurdo de la división de sistemas de medidas entre el métrico y el inglés.

El Modulor se puede definir como un sistema de medidas que podía gobernar sobre las longitudes, las superficies y los volúmenes y mantener la escala humana en todas partes. Le Corbusier Elaboró un sistema basado en los tratados de la antigüedad, tanto arquitectónicos como matemáticos; relacionadas con mobiliario y espacios arquitectónicos tomando como altura 1.75 y 1.83 metros, principalmente, como talla promedio.

El principal trabajo donde Le Corbusier ejemplificó el empleo del Modulor fue en su Unité d' habitation de Marsella, edificada en los años 1946 - 1952. El Modulor es una herramienta para arquitectos y diseñadores, que estos usan para poder aplicar la escala humana al espacio u objeto diseñado.

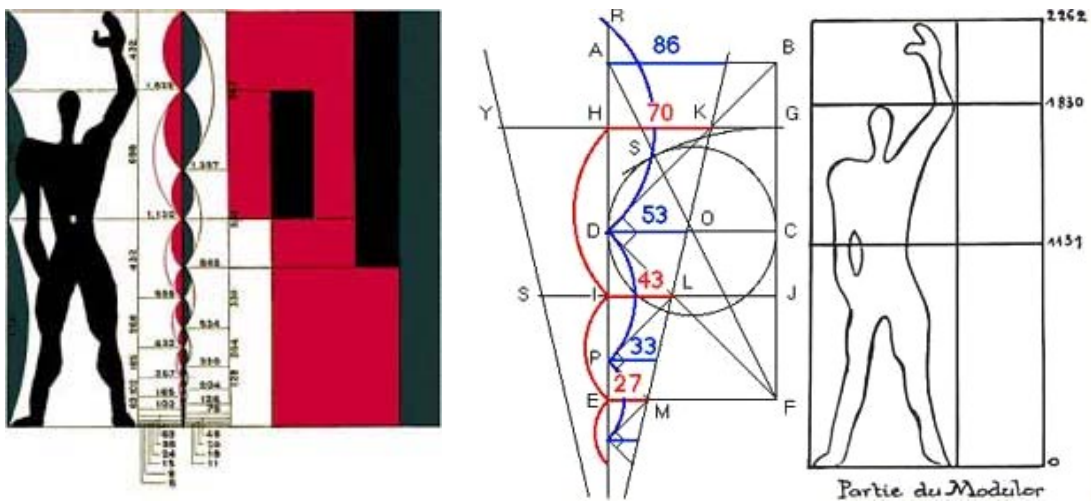
Según el arquitecto Sr. André Sive: "El Modulor no nos hará hacer arte, pero eliminará automáticamente en el transcurso del trabajo, el "más o menos" de las proporciones, las notas desafinadas en la composición arquitectónica, en el detalle y en el conjunto de las relaciones. La normalización de los elementos de la arquitectura, si se encuentra basada en el Modulor evitaría el desorden de las proporciones, la escala arbitraria y se haría al fin utilizable". En lo antes dicho, el Modulor nos sirve para dar exactitud a las proporciones y ya no dar un aproximado a alguna medida que queramos dar. También nos habla que se trabajaría con una misma escala y que no tendríamos un desorden proporcional en el espacio y los objetos.

Proporciona tres medidas: 113, 70, 43 (en cm.), que están en relación (áurea) $43+70=113$, ó $113-70=43$. Adicionadas dan: $113+70=183$ (la altura del hombre promedio según L.C.); $113+70+43=226$ (hombre con el brazo arriba). Estas tres

medidas (113, 183, 226) son las que caracterizan la ocupación del espacio de un hombre de seis pies (1.83m)

La medida 113 proporciona la sección áurea 70, esbozando una primera serie, llamada SERIE ROJA 4-6-10-16-27-43-70-113-183-296, etc. La medida 226 (113x2) proporciona la sección áurea 140-86, esbozando la segunda serie o SERIE AZUL 13-20-33-53-86-140-226-366-592, etc. Entre estos valores, o medidas, se pueden señalar los que característicamente se relacionan con la estatura humana²⁶.

Figura 21. Modulor de Le Corbusier



Le Corbusier, diseñó algunos muebles básicos para entender el mobiliario contemporáneo. El más destacado de ellos fue la Chaise Longue B306, diseñada en 1928, que supuso un punto y aparte en el concepto del diseño de mobiliario por su comodidad, fabricación, materiales e innovación tecnológica.

²⁶ GUELL, Louthoser. Arquitectura del Siglo XX. : Tashen.

Figura 22. Chaise Longue B306, diseñada en 1928 por Le Corbusier



3.4.1.j Biónica en la arquitectura

Santiago Calatrava es considerado uno de los arquitectos especializados en grandes estructuras que se caracterizan por una extraordinaria estética y armonía. Contrariamente a lo que es habitual en muchos arquitectos, que ocultan las estructuras de sus edificios, Calatrava las convierte en elementos esenciales y en obras de arte²⁷.

Figura 23. Estación de tren de Europa – Pelvis humana



²⁷ Disponible en Internet: www.calatrava.com

Figura 24. Ejemplo de la 'arquitectura viva' de Calatrava. Inspirado en la escultura de un torso humano



Calatrava concibe cada proyecto como una obra viva relacionada entre cada una de las partes que lo componen. Adquieren una gran importancia en sus obras los esqueletos humanos a la hora de diseñar sus obras como elementos estéticos y contenedores de vida.



Las leyes inmutables de la Naturaleza, las constantes de conducta de sus seres, la disposición y función de sus diferentes órganos, constituyen las premisas de las que parte el diseñador para su posterior aplicación a la creación de objetos que las circunstancias imponen en cada momento.

Otro ejemplo en esta área, es el diseño de la torre Eiffel; que se inspira en el tejido óseo del fémur humano. Mientras se diseñaba la famosa torre, Maurice Koechlin, asistente del arquitecto Eiffel, se inspiró en el fémur, el hueso más resistente y liviano del cuerpo humano. El resultado fue una estructura fuerte bien ventilada.

El fémur, la fuente de inspiración de la torre, tiene una forma de tubo alargado y una estructura interna fusiforme, es decir, estrecha en la parte media y expandida en los extremos, la cual le provee a la pieza ósea flexibilidad y levedad, sin que

pierda nada de su fortaleza. En los edificios que se construyen de esta manera se ahorran materiales y se obtiene una mayor firmeza y flexibilidad.

Tabla 1. Paralelo Fémur – Torre Eiffel

	
<p>Características Torre Eiffel</p>	<p>Características del Fémur</p>
<p>Una de las estructuras más altas del mundo</p>	<p>Esta en constante movimiento</p>
<p>Hecha de hierro y otros materiales</p>	<p>Se enfrenta a todo tipo de tensiones y torceduras</p>
<p>Vigas que no se mueven</p>	<p>Un impacto en el hueso desencadena una increíble reacción</p>
<p>Sus partes están arraigadas a un punto</p>	<p>Es uno de los huesos más fuertes del cuerpo</p>
	<p>Tiene como un panal en sus extremos</p>
	<p>La estructura de panal lo hace fuerte y liviano</p>

Fuente: DISCOVERY CHANNEL EN LA ESCUELA. Copyright © 2001 Discovery Communications Inc.

Otros muchos casos son: Transmisión hidráulica: arena. Martillo neumático: avispa. Radar ultrasonoro: murciélago. Motor a reacción: calamar. Barómetro: ranas y sanguijuelas. Pronosticador de tormentas: medusas. Analizadores de olor: perros. Contador Geiger: caracoles. Hidrotón: las moscas. Brújula solar polarizada: abejas. Depuradoras de agua del mar: pico de albatro. Sistemas de navegación: tortugas gigantes de mar. Chimenea fabril: estructura de trichophorum (junco de río). En todos ellos podemos intuir como condicionan la realidad estética de los objetos que se recrean y nacen de la realidad natural.

3.4.2 Lo que podrían inspirar los sistemas naturales

3.4.2.a Las patas de los gecónidos tienen la clave para los adhesivos autolimpiables

Para descubrir qué mecanismos utiliza un escarabajo verde para caminar por un techo o para no ser afectado por la fuerza centrífuga de un cilindro en rotación a 3000 revoluciones por minuto, Stanislav Gorb, biólogo; estudió más detenidamente las patas del insecto.

Figura 25. Insectos Gecónidos

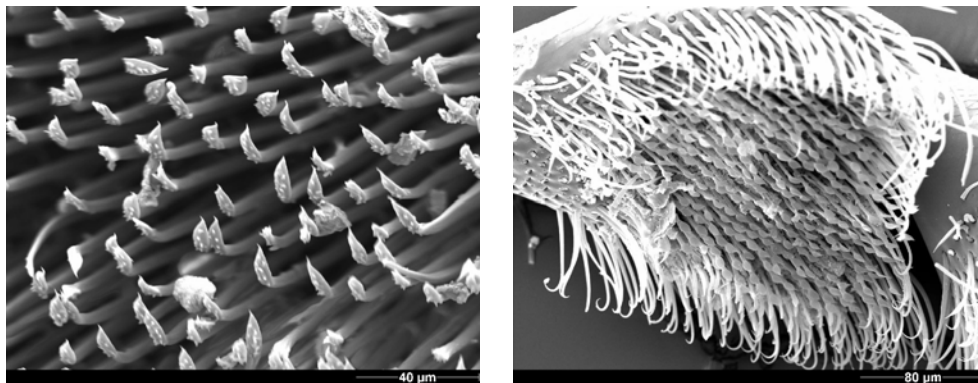


Fuente: Stefanie Geiselhardt - Freiburg University

Debajo del microscopio electrónico descubrió millones de pequeñísimos pelos, muy cerca uno de otro, lo que hace que entre sus moléculas y las del suelo surjan fuerzas de atracción, llamadas fuerzas Van der Waals. Gorb también estudió las patas de las moscas, las arañas y las salamansas, y también allí halló los pelos. Su grosor varía con el peso del animal: cuanto más pesado es, más pequeña y fina es la estructura en las patas. En el caso de la salamanesa, que pesa unos 60 gramos, 500.000 pelos por milímetro cuadrado aseguran la adherencia. Lo que sugiere que el efecto autolimpiador de los pelillos microscópicos adherentes de los pies de la salamanesa y demás gecónidos es el resultado de la geometría y no de la química.

Pero quizá lo más asombroso es la rapidez con que los pelillos se adhieren y se desprenden. Un insecto que cae sobre la hoja de un árbol, queda sujeto a ella apenas 15 milésimas de segundo después de haberla tocado. Y aquí hay que subrayar que la hoja no es un sustrato firme, como una pared, sino que se mueve por el impacto del animal. Esto significa que la adherencia tiene que ser extraordinariamente efectiva. Y también en milésimas de segundo, pueden soltarse de su asidero y seguir caminando o saltando.

Figura 26. Visión estereoscópica de los pelillos adherentes de los pies de los gecónidos



Fuente: Stefanie Geiselhardt - Freiburg University

Conocer a fondo este mecanismo, y reproducirlo por medios artificiales de manera comercialmente viable, podría conducir a la producción de cintas adhesivas que nunca perdiesen su capacidad de pegarse, o de vendajes que se desprendieran sin dejar residuos pegajosos ni producir dolor. Cómo logran las salamandras conservar sus pies limpios mientras caminan valiéndose de sus patas con efecto ventosa, ha sido siempre un misterio hasta ahora. Los gecónidos no asean sus pies, y el adhesivo en los dedos de sus patas es demasiado pegajoso para sacudir la suciedad. Los adhesivos convencionales como la cinta adhesiva se vuelven cada vez más sucios, pero las patas de los gecónidos realmente se limpian con el uso repetido.

Fue así, como en el área de investigación de materiales de la Universidad de Manchester, Gorb desarrolló una cinta adhesiva provista de diminutos pelillos de material sintético. El efecto de las patas de salamandesa también es aplicable a los robots. Gorb ya logró un primer éxito: “un pequeño robot, de unos 100 gramos de peso, que construimos, puede, provisto de ese material, subir por una pared vertical de vidrio”²⁸. Las posibilidades para aplicaciones futuras de un adhesivo seco autolimpiante son enormes, desde la nanocirugía hasta la astronáutica.

3.4.2.b Una nueva ciencia automotriz

En su búsqueda de nuevas ideas en ingeniería automotriz, una de las inquietudes del departamento de Investigaciones de DaimlerChrysler, tiene que ver con la Biónica. Los expertos han combinado la experiencia en Biología y la tecnología para diseñar un “Carro Biónico”. La materialización del concepto obedeció a profesionales de diferentes campos como Biólogos, investigadores e ingenieros automotrices, que emprendieron una extraordinaria expedición hacia el mundo animal, que rápidamente los llevó hacia aguas tropicales donde encontraron sorpresas.

Lo que ellos hicieron fue hacer increíblemente eficiente la tecnología actual, al nivel que logran recorrer 135 kilómetros con 4 litros de diesel, y emitir menos CO₂ al usar un nuevo sistema catalítico desarrollado por Mercedes-Benz llamado SCR. Lo más increíble, es que la mayor eficiencia la logran con auto increíblemente aerodinámico (coeficiente aerodinámico de 0.06) al basarse en el pez “boxfish”²⁹.

²⁸ Disponible en Internet: © Deutschland magazine www.magazine-deutschland.de

²⁹ Biónica: Nuevo Diseño Automotriz. En Revista MOTOR. Bogotá. Junio 29 de 2005. Pág. 6

Mirando sencillamente al Boxfish (Pez Caja), este le hace honor a su nombre. Es casi ridículo, que esta criatura regordeta, de ojos abultados y no más grande que el tamaño de una muñeca humana, pueda servir como modelo científico. Pero este mismo pez; fue el modelo para un vehiculo extremadamente económico y estable.

Figura 27. Boxfish, Ostracion cubicus



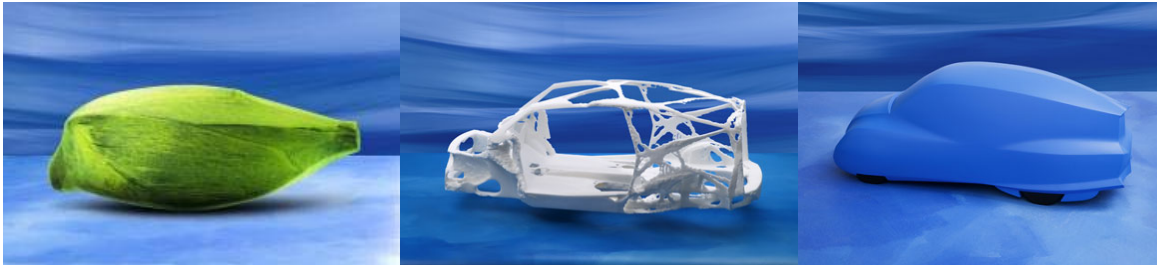
Fuente: Daimler Chrysler

El hábitat natural del Boxfish son los océanos tropicales, donde vive en lugares que se parecen mucho a tierra firme y seca; por lo que el boxfish, es obligado a conservar su fuerza y a moverse con el menor consumo de energía posible, lo que requiere de poderosos músculos y una forma aerodinámica. También precisa soportar altas presiones y proteger su cuerpo de duras colisiones, lo que demanda una piel exterior rígida; y se mueve en espacios limitados en su búsqueda de alimento, por lo que exige buena maniobrabilidad³⁰.

Su estructura ósea, le da al torso una rigidez admirable, protegiéndolo y a la vez dándole una perfecta movilidad.

³⁰ Disponible en Internet: www.bio-pro.de/en/life/magazin/01504/index.html

Figura 28. Modelos a escala real del carro biónico



Fotos: Daimler Chrysler

A pesar de todo esto, el Steel Boxfish, no es un auto de fantasía que jamás será construido. Se espera que el prototipo, sea pronto un modelo en serie.

Figura 29. Proceso aerodinámico del carro biónico

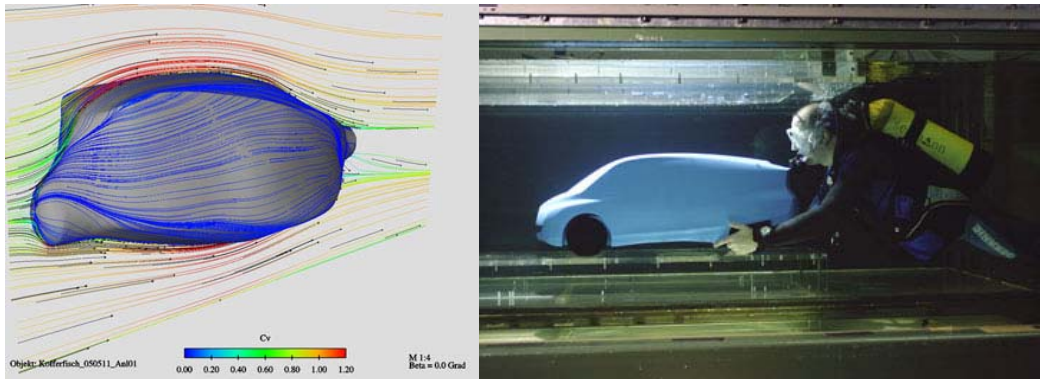


Foto: Daimler Chrysler

Figura 30. Diseño del carro biónico



Fotos: Daimler Chrysler

3.4.2.c El misterio detrás del vuelo de los insectos: Los aviones se parecen mas a las aves y los helicópteros mas a los insectos

La tecnología está ayudando al entendimiento de cómo un insecto diminuto cubre largas distancias: “Es una apacible tarde, sólo interrumpida por un mosquito que vuelve una y otra vez. Infructuosos manotazos al aire dejan en evidencia la torpeza del humano y la habilidad del insecto. Un nivel casi perfecto de evolución, que poco ha variado en 360 millones de años, justifica tal diferencia de habilidades”.

Figura 31. El vuelo de los insectos



Fuente: Base de datos etimológica BUGBIOS

Un cuerpo que puede ser más pequeño que una uña, pero nunca más grande que una mano, que puede aletear hasta mil veces por segundo, viajar seis mil kilómetros, volar a 50 Km./h. o hasta 6 mil metros de altitud, debe esconder muchos secretos. El mejor guardado: dos grupos de músculos que actúan por separado para mover las alas y un aprovechamiento de la aerodinámica digno de mostrarse en la Fidae³¹.

Un avión se mantiene en el aire por el ángulo con que sus alas enfrentan al aire. Éste fluye por arriba y por debajo del ala con una diferencia de presión; que la

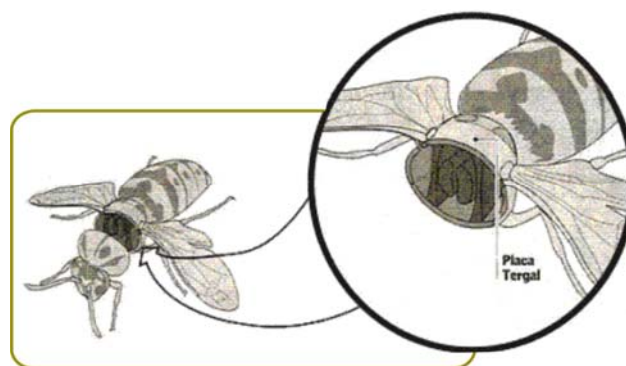
³¹ Feria Internacional del Aire y del Espacio

presión sea mayor abajo sustenta al avión. Pero, ¿por qué un avión no se mueve como un insecto si ambos vuelan?

Los insectos vuelan de manera desordenada e imprevisible y simplemente no se caen si sus alas enfrentan el aire con los ángulos más variados. Esta variación de ángulos lo distingue del rígido avión, limitado, en general, a un ángulo. Los insectos poseen un aparato de vuelo altamente sofisticado. Fuertes músculos en el tórax, hombros que transfieren esa fuerza y alas que se agitan.

A diferencia de los pájaros, los insectos tienen dos grupos de músculos en vez de uno para mover sus alas. Unos directamente conectados a las alas y otros que son como motores. Además, tienen músculos independientes para levantar y bajar las alas, o bien girarlas en un sentido o en otro, y no necesitan pensar cada aleteo, sino que su cerebro sólo proporciona la orden de partida o término del aleteo. Por eso es tan difícil atraparlo. Un solo manoteo en el aire significa para un hombre una infinidad de órdenes cerebrales.

Figura 32. Corte transversal del tórax de un insecto



Fuente: Borne on the wind: The Extraordinary World of insects in Flight. En Scientific American. Nov. 1990

Los insectos no planean como las aves. Cuando paran de aletear, paran de volar: En la parte superior del tórax, en la espalda, está ubicada la placa tergal, que

maneja dos secciones de músculos, ellas hacen una palanca que termina moviendo las alas.

Los insectos ni siquiera gastan mucha energía para respirar. No inhalan aire, sino que dejan que fluyan los gases por un sistema respiratorio traqueal, que comprende el 10% de la masa total del animal. Cuando un cuerpo corta el aire genera remolinos, vórtices, tal como la estela de un barco, que es como una cabellera. Los insectos generan vórtices y se valen justamente de ellos para lograr el vuelo.

Como en el avión, cuando el ala surca el aire lo divide en dos. Por arriba del ala del insecto el aire pasa "enremolinado" más rápido originando una diferencia de presión entre la parte superior e inferior de ésta. Esto atrae el ala hacia arriba, la empuja y la eleva.

Figura 33. Músculos especializados de los insectos



Fuente: Borne on the wind: The Extraordinary World of insects in Flight. En Scientific American. Nov. 1990

Son las aceleradas piruetas del insecto en el aire las que producen pequeños remolinos. El vórtice traga aire a tal velocidad que la diferencia de presión aumenta al mismo tiempo que la elevación. Con eso, el insecto gasta menos energía para mantenerse en el aire, o tal vez ésa sea la razón por la que logran

volar, lo que aún está en estudio. Además, con cada giro, desaceleración y vuelta al aleteo frenético para cambiar de dirección, el insecto deja una maraña de fuerzas producidas por esos golpeteos de las alas en el aire. De una forma que aún los científicos no logran entender, estos alados reciclan esos movimientos tumultuosos y los reutilizan para "reimpulsarse".

Figura 34. Estructura del ala



Figura 35. Técnicas de vuelo



Fuente: Borne on the wind: The Extraordinary World of insects in Flight. En Scientific American. Nov. 1990

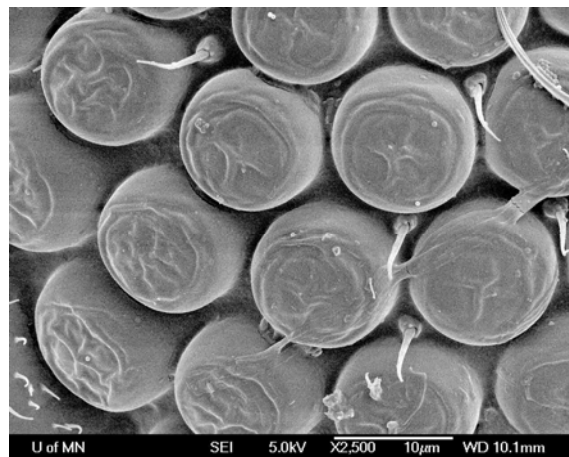
3.4.2.d Cámaras de video aprenden de ojos de insectos

Imitando la forma de ver de los insectos, un investigador de la Universidad de Adelaide, pudo producir videos digitales en los que se puede ver perfectamente cada detalle. La técnica resuelve un problema crítico en este campo, en donde la claridad de las imágenes lo es todo.

“Cuando se trata de visión”, dice el Dr. Rusell Brinkworth³², un asistente de investigación en postgrado de psicología, “incluso el cerebro de un diminuto insecto puede mejorar cualquier sistema artificial actual. Ellos pueden ver cada detalle tanto en la luz como en la oscuridad al mismo tiempo”

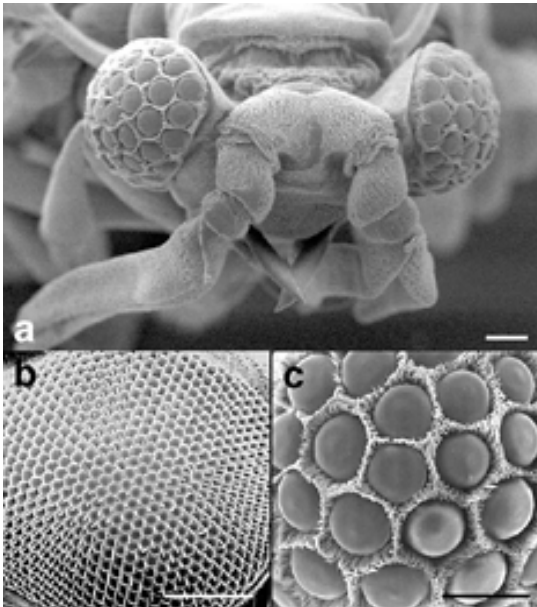
Las cámaras tradicionales usan una sencilla luz para el control del brillo de la imagen. Esto esta bien, dice el Dr. Rusell Brinkworth, si existen niveles similares de iluminación sobre toda la escena completa. Pero no es tan bueno si algunas partes son más brillantes que otras. “En la naturaleza, las células individuales del ojo se ajustan a partes de la imagen independientemente para capturar la máxima cantidad de información de la escena. Esto significa que incluso en condiciones difíciles de iluminación, como cuando una persona esta ubicada en frente de una ventana, usted puede ver la cara de la persona y el escenario exterior al mismo tiempo, algo que una manera tradicional no puede hacer”.

Figura 36. Ampliación de 2500X del ojo de un insecto. Cada pequeña parte del ojo del insecto es aproximadamente 1/6 de un cabello humano



Fuente: BBC News

³² Dr. Russell Brinkworth - Postdoctoral Research Fellow - Laboratorio de Biomimética. Disciplina de psicología, Escuela de Ciencia Molecular y Biomédica de la Universidad de Adelaida.



Fuente: Elke Buschbeck, Birgit Ehmer-Cornell University.

Figura 37. Micrográficas electrónicas que muestran:

- (a) La cabeza del insecto parásito *Xenos peckii*
- (b) El ojo de una mosca de fruta, con cientos de lentes
- (c) En la misma escala, el ojo de *X. peckii* con menos pero más grandes lentes

Trabajando con células del cerebro de los insectos, el Dr. Rusell Brinkworth y sus colegas, han demostrado que es posible determinar exactamente como funcionan los ojos de los animales, y reproducir el proceso usando software y hardware computacional.

Una cámara digital sustituye la película por un sensor CCD, que después de filtrar los colores rojo, verde y azul; transforma la luz de cada célula fotosensible en una señal eléctrica analógica. “Aprendiendo del mundo de los insectos podremos crear cámaras de video que puedan resolver detalles con luz u oscuridad, detectar objetos en movimiento, comprimir y transmitir videos a una increíble velocidad y detectar y medir la velocidad de objetos muy pequeños moviéndose a distancia”.

El software del Dr. Brinkworth ya puede desarrollar secuencias de video. “Lo que queremos hacer, es llevar esto a los sensores de las cámaras existentes - nuestro software sería inscrito en un chip ubicado entre el sensor y el convertidor digital”. Esto podría permitir el diseño de diminutos ojos, para ser usados en dispositivos

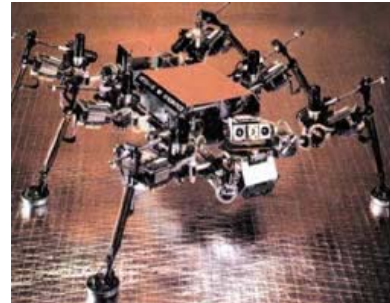
de seguridad multidireccionales, cámaras ultra delgadas o sensores de movimiento de alta velocidad, y posiblemente en el futuro podría ayudar a desarrollar retinas artificiales para los ciegos. Él esta guardándose las especificaciones de esta tecnología hasta que consiga un socio comercial, pero el equipo ya recibió apoyo del las Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos.

3.4.2.e Robots e insectos

Los científicos que trabajan en la ingeniería robótica no dejan de observar a los insectos durante sus investigaciones. Esos robots, que toman como referencia las patas de los insectos, tienen muy buen equilibrio cuando se apoyan en el suelo.

En los extremos de los "pies" tienen mecanismos de succión con los que pueden caminar por las paredes y el cielo raso, igual que las moscas.

Figura 38. Robots e insectos

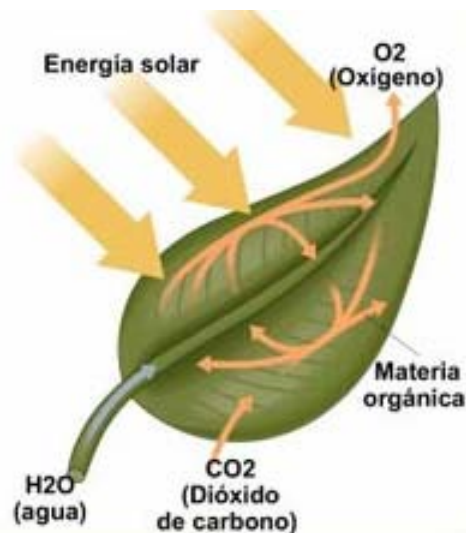


3.4.2.f Hojas inspiran células solares

Moléculas sintéticas que imiten la clorofila de las plantas podrían algún día dar las bases para crear células solares altamente eficientes, dicen investigadores australianos.

"La Naturaleza ha evolucionado este eficiente proceso durante millones de años, para recoger luz y convertirla en energía". Estamos tratando de imitar aspectos de la fotosíntesis natural. Grandes grupos de moléculas de clorofila en las hojas, son las responsables de convertir energía lumínica en energía eléctrica y luego en energía química".

Figura 39. Fotosíntesis



3.4.2.g Pez de arena

Ingo Rechenberg, de la Universidad Técnica de Berlín, investigó cómo el pez de arena, que es en realidad un pequeño lagarto, logra deslizarse por la arena sin que su cuerpo sea abrasado. Y descubrió que es la estructura de su piel la que le permite salir indemne de sus permanentes zambullidas en la arena. Diminutas traviesas cruzan su cuerpo en forma perpendicular al movimiento. Son tan pequeñas, que un solo grano de arena se desliza sobre 100 de ellas. "Las traviesas ceden, lo que protege al pez de arena de la abrasión", explica Rechenberg. Así, el peso del grano de arena se reparte en muchos puntos. "Las traviesas aseguran – al igual que en el caso de las ferrovías – una transmisión

óptima de las fuerza a la capa inferior, más blanda”. Rechenberg y sus colegas trabajan ahora para aprovechar técnicamente esa peculiaridad. Una piel artificial de pez de arena podría servir por ejemplo para cubrir la parte interior de cilindros neumáticos, como los usados en excavadoras³³.

Figura 40. Pez arena (Scincus scincus) - excavadora



Fuente: bluechameleon.org

3.4.2.h Dientes autoafilantes

Marcus Rechberger y Jürgen Bertling, del Instituto de Técnicas Ambientales, de Seguridad y Energía, de Oberhausen, fueron distinguidos por estudiar qué hace tan afilados los dientes de las ratas. Madera, hormigón o metal: casi ningún material está a salvo de sus dientes. Rechberger descubrió que los dientes de las ratas se auto afilan, gracias a su particular estructura. A diferencia de los dientes humanos, el duro esmalte de los dientes de las ratas disminuyó tanto evolutivamente, que hoy sólo queda una fina capa en forma de herradura adelante. La sustancia dental que se halla detrás se desgasta al roer. Pero como el duro canto del esmalte permanece, una y otra vez se forma un agudo filo. Para las ratas, el desgaste de sus dientes no constituye problema alguno, ya que éstos vuelven a crecer. A partir de esos conocimientos, Rechberger desarrolló un

³³ Disponible en Internet: © Deutschland magazine www.magazine-deutschland.de

cuchillo industrial que se auto afila: recubrió una hoja de metal curvada hacia afuera con una capa plana de cerámica, dos veces más dura que el metal. El prototipo de cuchilla permanentemente afilada está siendo probado ya en el laboratorio. Los científicos ya han logrado convencer también a una empresa industrial de las bondades del producto³⁴.

3.4.2.i El diseño en los huevos de las aves

La creación maravillosa de las aves no finaliza en las alas, plumas o pericia migratoria. Otro diseño extraordinario y característico de las mismas se encuentra en sus huevos.

Por simple que nos parezca, el huevo de gallina tiene alrededor de quince mil poros, semejantes a los hoyuelos de las pelotas de golf. La estructura esponjosa de los huevos pequeños, que se puede observar solamente con la ayuda del microscopio, le otorga una mayor flexibilidad y aumenta la resistencia al impacto.

Se trata de un envase con un contenido milagroso. Provee todos los nutrientes y el agua que necesita el feto en desarrollo. La yema del huevo almacena proteínas, grasa, vitaminas y minerales, mientras que la clara funciona como una reserva de líquidos y es muy rica en proteínas.

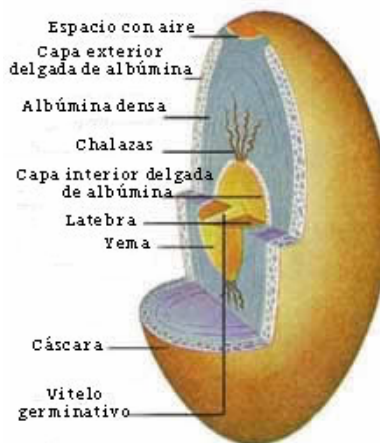
El pollito que se desarrolla necesita inhalar oxígeno y exhalar dióxido de carbono. También requiere una fuente de calor, calcio para el desarrollo de los huesos, el resguardo de sus fluidos, protección contra las bacterias y los golpes. La cáscara del huevo provee todo eso al pequeño que respira a través de una membrana que

³⁴ Disponible en Internet: © Deutschland magazine www.magazine-deutschland.de

desarrolla en el embrión. Los vasos sanguíneos en este receptáculo le llevan oxígeno y sacan el dióxido de carbono.

La cáscara del huevo es sorprendentemente delgada y fuerte, lo que permite la transmisión del calor corporal de la clueca. El huevo pierde el 16% de su contenido de agua por evaporación a lo largo de la incubación. Durante mucho tiempo los científicos creyeron que eso era perjudicial y que se producía debido a la estructura porosa de la cáscara. Sin embargo, las más recientes investigaciones nos enseñan que dicha pérdida es necesaria para que el pollito pueda emerger del huevo, ya que de lo contrario no obtiene el espacio y el oxígeno que le permiten mover bastante la cabeza y romper la cáscara.

Figura 41. Corte de un huevo



Fuente: harunyahya.com

Es crucial que la cáscara del huevo soporte ciertos impactos externos, tolere el peso de quien lo incuba, sea estable y se comporte de la mejor manera frente al aire, el agua y el calor. Un examen más minucioso revela que los huevos han sido diseñados para que conserven sus propiedades bastante tiempo. Los de aves grandes son por lo general más duros y menos flexibles que los de aves pequeñas, más delicados y elásticos.

Figura 42. Estructura de cáscara de huevo



Fuente: harunyahya.com

La cáscara es lo bastante fuerte para proteger al feto durante los veinte días de incubación. Sin embargo, también es suficientemente quebradiza para permitir que el pollito pueda ganar el exterior. Los pollitos poseen un "diente especial" que usan sólo para salir del cascarón. Se forma justo antes de ese momento y, sorprendentemente, desaparece una vez que el pollito está afuera.

Los de gallina son rígidos y ásperos, pero no se rompen al caer uno sobre otros. La cubierta dura es también una protección frente a ataques externos. Si los huevos más pequeños tuviesen la cáscara como los de gallina, se quebrarían más a menudo. Pero son fuertes y flexibles, lo cual evita que se rompan con facilidad bajo cierto tipo de golpes.

La flexibilidad, como parte de las características del huevo, sirve no sólo para proteger al pollito sino que también determina la forma en que éste lo romperá para salir. A ese efecto lo único que necesita es abrir un par de orificios en la parte más roma antes de empujar la cabeza y patas afuera. El pollito sale al mundo

levantando un pedazo de la cáscara, que adquiere forma de cúpelo al separarse siguiendo las grietas que conectan los agujeros realizados³⁵.

3.4.2.j El cráneo del pájaro carpintero

Este animalito busca su alimento en los árboles picoteando la corteza, donde halla eventualmente insectos y larvas. Con la misma técnica excava su nido en los troncos, para lo que necesita una habilidad tan buena como la de los trabajadores de la madera experimentados.

Figura 43. Golpe del pájaro carpintero - pico superior



Fuente: harunyahya.com

El pájaro carpintero manchado, de gran porte, puede realizar con su pico nueve o diez golpes por segundo, en tanto que las especies más pequeñas, como el pájaro carpintero verde, realizan el doble de percusiones, y la velocidad con la que mueven el pico puede superar los cien kilómetros por hora. Lo sorprendente es que esto no les afecta para nada el cerebro, que tiene el tamaño de una cereza. El tiempo que transcurre entre dos golpes es inferior a una centésima de segundo. Al comenzar el golpeteo la cabeza y el pico están perfectamente alineados, ya que la mínima desviación podría provocarles daños irreparables en el interior del

³⁵ Disponible en Internet: <http://www.harunyahya.com/es/naturaleza03.php>

cráneo. Ese tipo de impacto no se diferencia del de la cabeza contra un muro de cemento. Pero el extraordinario diseño del cerebro del pájaro carpintero impide que se deteriore.

Los huesos del cráneo de la mayoría de las aves están soldados y el pico funciona con el movimiento de la mandíbula inferior. Sin embargo, el pico y el cráneo del pájaro carpintero están separados por un tejido esponjoso que absorbe los impactos de su trabajo. Esa sustancia flexible opera mejor que los amortiguadores en los automóviles. La excelencia de la misma proviene de la capacidad de absorción de percusiones de muy corta duración y de volver a su estado original de inmediato, desempeño que se mantiene incluso al realizarse 9 o 10 golpes por segundo. Dicho material es muy superior a todas las imitaciones desarrolladas por la tecnología moderna. Y el notable aislamiento que realiza entre el pico y el cráneo permite que el compartimiento que contiene el cerebro se aleje del pico superior durante el golpeteo, por lo que funciona como un mecanismo secundario para la absorción de impactos³⁶.

3.5 BIOMIMETICA

Este término se está usando para denominar lo que, a nuestro entender, no es más que una actualización de la Biónica. Se origina con la publicación del libro homónimo de Janine Benyus el año 1997. El principio creativo es el mismo: observar la naturaleza y aprender las lecciones. Los matices novedosos están en un enfoque ecológico global del tema, al contemplar esta imitación de la naturaleza como un fundamento para el desarrollo sostenible y la pervivencia de la raza humana.

³⁶ Disponible en Internet: <http://www.harunyahya.com/es/naturaleza03.php>

La Biomimética ³⁷ (del BIOS, que significa vida y MIMESIS que significa imitar) es una nueva ciencia que estudia los modelos naturales y los imita o toma información de estos diseños y la procesa para resolver problemas humanos. “Es una nueva forma de ver y valorar la naturaleza. Introduce una era basada no en lo que podemos extraer del mundo natural, sino en lo que podemos aprender de él”³⁸.

Todos los organismos (plantas, animales, bacterias), deben alimentarse y reproducirse para asegurar su sostenimiento, y lo mismo se aplica para los humanos. Pero la forma en que hemos tratado de satisfacer nuestras necesidades es muy diferente a la manera en que otros organismos sobreviven, y esta ahí la raíz de nuestra crisis de sostenibilidad.

Pero no siempre fue así. Los individuos prehistóricos y las culturas indígenas siguieron de cerca las leyes biológicas, gracias a su cercana e íntima relación con la naturaleza. Estas culturas, observaron y aprendieron de estos organismos compartiendo su medio ambiente con necesidades y demandas similares. Por ejemplo, las culturas esquimales de Norte América aprendieron de los osos polares a construir casas de nieve y a usar pieles para abrigarse, la gente de la cuenca del río Amazonas observó los efectos tóxicos del veneno de la rana de flecha venenosa en sus depredadores y aplicaron este mismo veneno en sus flechas, los primitivos en África observaron a los primates para encontrar plantas comestibles.

Esta gente, que vivía dentro del contexto de su medio ambiente y las leyes biológicas, evolucionaron culturas que se han sostenido por casi 20.000 años. A

³⁷ The Biomimicry Institute. Disponible en Internet: <http://www.biomimicry.net/institute.html>

³⁸ BENYUS, Janine M. Biomimicry, Innovation Inspired by Nature. : Perennial. 1997

lo mejor la clave para su sostenibilidad fue su hábito de observar a la naturaleza para obtener ideas.

Los diseñadores podrían aprender mucho del mundo natural; lamentablemente la riqueza de la naturaleza no ha sido consultada efectivamente como fuente de información e innovación. Se podría ver como los árboles transpiran para subir cientos de pies toneladas de agua, como los manglares eliminan el exceso de sal del agua y como las termitas regulan la temperatura de sus refugios a través de diseño estructural. Afortunadamente, en un mundo de información inmediata, ya existen completas disciplinas académicas dedicadas a entender los diseños, procesos y leyes de de la naturaleza. De hecho, el entendimiento del mundo natural se duplica cada cinco años.

Pequeños pasos han sido dados en la aplicación de las leyes naturales a los diseños de sistemas humanos. Los principios de agricultura sostenible, construcción ambiental y ecología industrial están basados en sistemas naturales. Sin embargo, la información existente para el desarrollo de soluciones creativas en estas disciplinas, como en otras, no ha sido traducida a un lenguaje asimilable. Los diseñadores de esos sistemas humanos necesitan más que un breve entendimiento de los principios ecológicos. El diseño biológico debe ser procesado para su accesibilidad y aplicabilidad. Es hora de la metamorfosis de la teoría en práctica.

3.5.1 Aplicaciones de la biomimética

La concepción primordial a entender, es que la naturaleza, imaginativa por necesidad, ha resuelto muchos de los problemas con los que los humanos están luchando. Los animales, las plantas y los microbios son consumados ingenieros, que han encontrado lo que funciona, lo es apropiado y lo que permanece en la

tierra. Esta es la noticia real de la Biomimética: después de 3.8 billones de años de búsqueda y desarrollo, los que han fracasado son fósiles, y quienes nos rodean tienen el secreto de la supervivencia.

Cuando Kaichang Li, un científico y profesor de la Universidad Estatal de Oregon, estaba recolectando mejillones en la costa pacífica, se maravilló de cómo los moluscos eran capaces de aferrarse a las rocas de la costa cuando eran mecidos por las olas del océano. Luego, Li empezó a pensar acerca de cómo los pequeños mecanismos que usaban los moluscos para anclarse podían funcionar como una especie de adhesivo. Él tuvo una revelación: Los aminoácidos podían ser adheridos a semillas de soya para crear un agente natural resistente al agua.

Los humanos están imitando a los mejores y más brillantes organismos de su hábitat. Están aprendiendo por ejemplo, como hacer crecer comida como las praderas, como crear cerámicas a prueba de agua como la madreperla, a curar el cáncer aprendiendo de los chimpancés y a deducir como las células. La consciente emulación de la genialidad de la vida debe verse como una estrategia de supervivencia de la raza humana, un camino hacia el futuro sostenible. Así, la Biomimética se convertirá en una herramienta para solucionar problemas, un acercamiento a la innovación, que revelará nuevas ideas que han sido ya probadas por el tiempo.

Mirando hacia el campo de los materiales existentes, no hay nada más fuerte o resistente que el material líder en alta tecnología: el Kevlar, que se usa en ropa especialmente resistente (de protección): chalecos antibalas, equipamiento para deportes extremos y para la industria aeronáutica. Se fabrica al vaciar moléculas derivadas del petróleo en un contenedor presurizado de ácido sulfúrico concentrado, se hierve a varios cientos de grados centígrados; para luego

someterlo a altas presiones forzando las fibras a alinearse. Todo esto con resultados extremadamente tóxicos.

Figura 44. Productos elaborados con Kevlar



Figura 45. Kevlar utilizado en la propuesta de Marcel Wanders para Droog Design en su silla knotted chair. 1995.



La Naturaleza tiene un enfoque diferente. En la forma como un organismo produce materiales como el hueso o el colágeno, no tienen cabida tratamientos nocivos. Una araña produce seda a prueba de agua que puede vencer a los pantalones de Kevlar en resistencia y elasticidad y es cinco veces más fuerte que

el acero; pero que se fabrica en agua, a temperatura ambiente, sin usar altas temperaturas, químicos o presión. Lo mejor de todo es que no necesita drenar el petróleo en los mares, toma moscas y grillos mientras fabrica su material milagroso y puede hasta comerse partes de su antigua red para fabricar una nueva.

Figura 46. Seda de araña



Lo que este tipo de procesos podía hacer por la industria textil significaría materiales renovables, fibras sobresalientes y disminución de la energía y el desperdicio. Obviamente hay mucho que aprender de un organismo que ha estado fabricando seda por 380 millones de años.

La verdad es que si los organismos han logrado hacer todo lo que los humanos quieren hacer, sin combustibles perjudiciales, sin polucionar el planeta o comprometer su futuro, ¿Qué mejores modelos se podría tener?.

Tabla 2. Sistemas naturales fuente de inspiración

Sistemas Naturales	Lo que inspiraron o pudieron haber inspirado	
Colas de ballenas	Las ballenas tienen dos divisiones horizontales aplanadas en sus amplias colas. Las monoaletas facilitan un estilo de nadado similar a las ballenas, ideal para el buceo	
Nácar del mejillón (recubrimiento de madreperla)	Recubrimientos duros. Parabrisas y cuerpos de coches solares, aviones, cualquier cosa que necesite ser ligera pero resistente a la fractura. Un recubrimiento cristalino que se auto-coloca con perfecta precisión sobre plantillas proteínicas. En el mejillón es mucho más dura que cualquier cosa que pudiéramos producir.	
Cornamentas, dientes, huesos, conchas	Freeform Fabricator - Construye objetos en 3-D capa por capa utilizando CAD, tecnología de inyección de tinta, minerales comunes y los modelos de organismos vivientes. Esta construcción por capas fue inspirada por la bio mineralización que ocurre en la naturaleza.	
Atún	Robo-tuna - Un nuevo vehículo de altamar que es muy eficiente.	

3.6 TÉCNICAS DE CREATIVIDAD

“La única forma de tener una buena idea, es tener muchas ideas”. Linus Pauling.

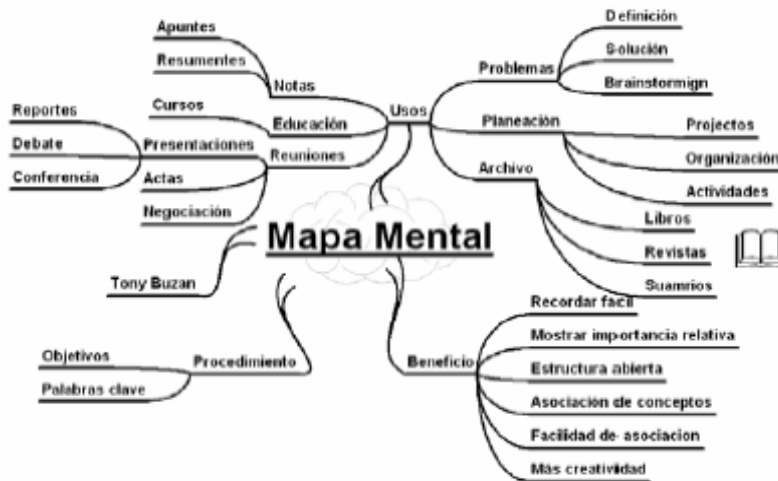
La creatividad es la disposición para crear, para producir cosas nuevas, es la capacidad de un cerebro para llegar a conclusiones nuevas y resolver problemas en una forma original. La actividad creativa debe ser intencionada y apuntar a un objetivo. Es un proceso que se desarrolla en el tiempo y que se caracteriza por la originalidad, por la adaptabilidad y por sus posibilidades de realización concreta.

Muchas veces nos preguntamos ¿Cómo no se me ocurrió antes?, cuando estamos al final de un problema; o ¿Cómo no se me ocurrió a mí?. Los seres humanos nacen con un potencial creativo que puede ser estimulado o no. Como todas las capacidades humanas, la creatividad puede ser desarrollada y mejorada. Existen muchas técnicas para aumentar y desarrollar la capacidad creativa. A continuación se exponen algunas de ellas, valorando su nivel de complejidad, así:
1 (Muy poca) - 5 (Compleja)

3.6.1 Mapas mentales. Complejidad: 3

Es una técnica creada por Tony Buzan, investigador en el campo de la inteligencia. La importancia de los mapas mentales radica en que son una expresión de una forma de pensamiento: el pensamiento irradiante. El mapa mental es una técnica gráfica que permite acceder al potencial del cerebro.

Figura 47. Estructura de un mapa mental típico



Fuente: Creatividad en la ingeniería del diseño. www.tdx.cesca.es

¿Para qué?

Es una técnica de usos múltiples. Su principal aplicación en el proceso creativo es la exploración del problema y la generación de ideas. En la exploración del problema es recomendable su uso para tener distintas perspectivas del mismo.

¿Cómo?

Para su elaboración se siguen los siguientes pasos:

1. Se toma una hoja de papel, grande o pequeña, según sea un mapa grupal o individual.
2. El problema o asunto más importante se escribe con una palabra o se dibuja en el centro de la hoja.
3. Los principales temas relacionados con el problema irradian de la imagen central de forma ramificada.

4. De esos temas parten imágenes o palabras claves que trazamos sobre líneas abiertas, sin pensar, de forma automática pero clara.
5. Las ramificaciones forman una estructura nodal.

Los conceptos fundamentales son: Organización, Palabras Clave, Asociación, Agrupamiento. Escriba las palabras clave, use colores, símbolos, iconos, efectos 3D, flechas, grupos de palabras resaltados, para ayudar a la memoria visual.

3.6.2 Arte de preguntar. Nivel de complejidad: 2

Alex Osborn, experto en creatividad y creador del Brainstorming, afirmaba que "la pregunta es la más creativa de las conductas humanas". Osborn desarrolló una serie de preguntas para el Brainstorming que puede ser aplicada en la exploración del problema y formular así todos los enfoques que sean posibles abriendo la perspectiva que se tiene del problema. También son útiles para la percepción de nuevos usos, aplicaciones o posibilidades de un producto o un servicio.

Lista de control de preguntas

¿Cuándo? ¿Qué clase de? ¿Con qué? ¿Por qué? ¿Cuáles? ¿En qué? ¿Qué? ¿Para cuál? ¿Acerca de qué? ¿Por medio de qué? ¿Con quién? ¿De qué? ¿Qué clase de? ¿De dónde? ¿Hacia dónde? ¿Para qué? ¿Por qué causa? ¿Por cuánto tiempo? ¿A quién? ¿De quién? ¿Más? ¿Para quién? ¿Cómo? ¿Más a menudo? ¿Quién? ¿En qué medida? ¿Menos? ¿Todos? ¿Cuánto? ¿No todos? ¿A qué distancia? ¿Para qué? ¿Importante? ¿Dónde? ¿De dónde? ¿Otra vez? ¿En qué otro lugar? ¿Más difícil? ¿Cuántas veces? ¿Cómo?

Tras el planteamiento de estas preguntas y sus correspondientes respuestas, la visión del problema es más abierta. Tenemos más perspectivas para abordarlo y pasar a la etapa de generación de ideas.

3.6.3 Brainstorming (Tormenta de ideas). Complejidad: 3

Es la técnica para generar ideas más conocida. Fue desarrollada por Alex Osborn (especialista en creatividad y publicidad) en los años 30 y publicada en 1963 en el libro "Applied Imagination".

El Brainstorming (también llamado torbellino de ideas, tormenta de ideas, remolí de cervells, lluvia de ideas) es una técnica eminentemente grupal para la generación de ideas. Los materiales de trabajo son: sala, sillas para el grupo, pizarra grande o cuaderno de notas para apuntar las ideas, grabadora (opcional), reloj. Los participantes son: facilitador o coordinador (dinamiza el proceso), secretario (apunta las ideas), miembros del grupo.

Etapas del proceso:

1ª Calentamiento

Ejercitación del grupo para un mejor funcionamiento colectivo.

Ejemplo: decir objetos que valgan menos de 1.000 pesos, nombrar todas las cosas blandas que se nos ocurran.

2º Generación de ideas

Se establece un número de ideas al que queremos llegar.

Se marca el tiempo durante el que vamos a trabajar.

Reglas fundamentales:

Toda crítica está prohibida

Toda idea es bienvenida

Tantas ideas como sea posible

El desarrollo y asociación de las ideas es deseable

Suspender el juicio. Eliminar toda crítica. Cuando brotan las ideas no se permite ningún comentario crítico. Se anotan todas las ideas. La evaluación se reserva para después. Se tiene que posponer el juicio adverso de las ideas. Hemos estado tan entrenados a ser instantáneamente analíticos, prácticos y convergentes en nuestro pensamiento que esta regla resulta difícil de seguir, pero es crucial. Crear y juzgar al mismo tiempo es como echar agua caliente y fría en el mismo cubo.

Pensar libremente. Es muy importante la libertad de emisión. Los pensamientos salvajes están bien. Las ideas imposibles o inimaginables están bien. De hecho, en cada sesión tendría que haber alguna idea suficientemente disparatada que provocara risa a todo el grupo. Hace falta recordar que las ideas prácticas a menudo nacen de otras impracticables o imposibles. Permitiéndote pensar fuera de los límites de lo habitual, de lo normal, pueden surgir soluciones nuevas y geniales. Algunas ideas salvajes se transforman en prácticas. Cuanto más enérgica sea la idea, mejores pueden ser los resultados; es más fácil perfeccionar una idea que emitir una de nueva.

La cantidad es importante. Hace falta concentrarse en generar un gran número de ideas que posteriormente se puedan revisar. Cuanto más grande sea el número de ideas, más fácil es escoger entre ellas. Hay dos razones para desear una gran cantidad de ideas. Primero, parece que las ideas obvias, habituales, gastadas, impracticables vienen primero a la mente, de forma que es probable que las primeras 20 o 25 ideas no sean frescas ni creativas. Segundo, cuanto más larga sea la lista, más habrá que escoger, adaptar o combinar. En algunas sesiones, se fija el objetivo de conseguir un número determinado de ideas, del orden de 50 o 100, antes de acabar la reunión.

El efecto multiplicador. Se busca la combinación de ideaciones y sus mejoras. Además de contribuir con las propias ideas, los participantes pueden sugerir mejoras de las ideas de los demás o conseguir una idea mejor a partir de otras dos. ¿Qué tiene de bueno la idea que han dicho? ¿Qué se puede hacer para mejorarla o para hacerla más salvaje? Utiliza las ideas de los demás como estímulo para tu mejora o variación. A veces, cambiar sólo un aspecto de una solución impracticable la puede convertir en una gran solución.

Los participantes dicen todo aquello que se les ocurra de acuerdo al problema planteado y guardando las reglas anteriores.

Ejemplo: ¿Qué podemos hacer para mejorar los problemas del tráfico urbano?

Respuestas: Quemar los coches, vivir en el campo, restringir los días de circulación, aumentar muchísimo el precio de los coches, aumentar muchísimo el precio de la gasolina, ir en bicicleta, ir a pie, no salir de casa, vivir todos en la misma casa, trabajar y vivir en el mismo edificio, penalizar el uso del coche, pinchar todas las ruedas.

3º Trabajo con las ideas

Las ideas existentes pueden mejorarse mediante la aplicación de una lista de control; también se pueden agregar otras ideas. Osborn recomienda el empleo de preguntas como las que siguen:

IDEA: No salir de casa.

¿Aplicar de otro modo? ¿Cómo vivir sin salir del coche? ¿Modificar? ¿Cómo salir de casa sin usar el coche? ¿Ampliar? ¿Cómo estar siempre fuera de casa sin coche? ¿Reducir? ¿Cómo salir de coche sólo una vez/semana? ¿Sustituir? ¿Cómo saber que los demás no sacan el coche? ¿Reorganizar? ¿Cómo trabajar y

vivir sin coche? ¿Invertir? ¿Cómo vivir siempre en un coche? ¿Combinar? ¿Cómo usar un coche varios desconocidos?

Tras estas etapas, se pueden utilizar las siguientes técnicas para variar la forma de trabajarlo:

El trabajo del grupo es complementado y/o sustituido por el trabajo individual o por contactos intergrupales; la comunicación verbal es complementada y/o cambiada por comunicación escrita; la reunión de ideas sin valoración es interrumpida por fases de valoración; el comienzo sin ideas ya existentes es modificado mediante un inicio con un "banco de ideas"; la reunión constructiva de estímulos es complementada por una compilación destructiva de desventajas; la integración espontánea de ideas puede ser complementada y/o sustituida por una integración sucesiva; la lista de control puede ser complementada y/o cambiada por estímulos visuales.

4º Evaluación

Tras la generación de ideas, el grupo establece los criterios con los cuales va a evaluar las ideas. Ejemplos: Rentabilidad de la idea, grado de factibilidad, grado de extensión de la idea.

3.6.4 Relaciones forzadas. Complejidad: 2

Método creativo desarrollado por Charles S. Whiting en 1958. Su utilidad nace de un principio: combinar lo conocido con lo desconocido fuerza una nueva situación. De ahí pueden surgir ideas originales. Es muy útil para generar ideas que complementan al Brainstorming cuando ya parece que el proceso se estanca.

1ª posibilidad

¿Cómo?

1. Tenemos un problema. Nuevas actividades para una casa de juventud.
2. Se recuerdan los principios de la generación de ideas. Toda crítica está prohibida - Toda idea es bienvenida - Tantas ideas como sea posible - El desarrollo y asociación de las ideas es deseable
3. Selección de un objeto o imagen. Objeto: Sombrero
4. Se pregunta al grupo: ¿Mirando esto, qué podríamos obtener para solucionar el problema?

Idea. Características del sombrero: cubre, protege, hay distintos modelos, distintos materiales, se utiliza en la magia, en películas de gánsters, para recoger votos.

5. Hacer hincapié en forzar las conexiones.

Realizar veladas nocturnas en torno a la hoguera

Cursos de magia

Cursos de fabricación de gorros y sombreros artesanales

Excursiones al campo para coger insectos y conocerlos en su ambiente

Ciclo de cine negro

Taller de escritura de novela negra

6. Compartir cada miembro sus ideas.
7. Tomar nota de todas las ideas, incluso las más tontas.

La manera de realizar la dinámica es análoga al brainstorming.

2ª Posibilidad.

La descomposición: el objeto o la situación social se descomponen en sus partes constitutivas.

Ejemplo:

1. Tenemos un problema: Un cierre de cremallera que no se enganche con la tela de determinados abrigos.

2. Se realiza la descomposición de los elementos: Cierre de cremallera: dientes, cadena, tela, pieza para cerrar, botón, cinta, pieza para cerrar.
3. Selección de la palabra de la lista de palabras al azar y se procede a conectar las asociaciones que suscita la palabra seleccionada con las características del problema.

Esta es la lista de Kent y Rozanoff de palabras para las relaciones forzadas.

Mesa Deseo Tallo Amargo Sombrío Río Lámpara Martillo Música Blanco Soñar
Sediento Náusea Bello Amarillo Blanco Hombre Ventana Pan Plaza Profundo
Áspero Justicia Mantequilla Blanco Ciudadano Muchacho Doctor Montaña Araña
Salud Ciruela Ladrón Casa Alfiler Biblia León Verde Sal Tijeras Negro Rojo
Recuerdo Alegría Cordero Dormir Rebaño Cama

Sale la palabra "Ciruela". Se descompone en elementos clave:

Hueso, pulpa, tallo, crecimiento, líquido, viscosidad, blandura, gusto, piel...

Cada uno de los elementos descompuestos se combina entre sí y se intenta hacer surgir de ahí las ideas:

- "dientes" y "crecimiento" conducen a la idea de dientes inflables de un diente de cremallera o a un cierre de cremallera inflable.
- "pieza para cerrar" y "líquido", la pieza para cerrar contiene un líquido de contacto, que se aplica al subir y que vuelve a separar la tela al bajar.

Se pueden desarrollar más ideas por medio de la asociación artificial de estos conceptos.

Fuente: SIKORA, Joachim. "Manual de métodos creativos"

3.6.5 Scamper. Complejidad: 2

Es una lista de preguntas que estimulan la generación de ideas. Alex Osborn, el creador del Brainstorming, estableció las primeras. Más tarde fueron dispuestas por Bob Eberle en este mnemotécnico:

S: ¿Sustituir?

C: ¿Combinar?

A: ¿Adaptar?

M: ¿Modificar?

P: ¿Utilizarlo para otros usos?

E: ¿Eliminar o reducir al mínimo?

R: ¿Reordenar? = ¿Invertir?

Puede ser utilizada junto a otras técnicas en el proceso divergente de la generación de ideas.

¿Cómo?

1º Establecimiento del problema.

El problema ha sido ya reformulado (ver mapas mentales, arte de preguntar) y es el momento de generar ideas para su solución. El problema planteado es: Alternativas lúdicas a los sábados por la noche.

2º Planteamiento de las preguntas SCAMPER.

Sustituir. (Sustituir cosas, lugares, procedimientos, gente, ideas...)

¿Qué pasaría si se saliera los martes? ¿Y si las fiestas son en el campo en vez de en la ciudad? ¿Qué podemos cambiar de la noche del sábado? ¿Y si cambiamos el alcohol por regalos? ¿Y si cambiamos la noche por el día?

Combinar. (Combinar temas, conceptos, ideas, emociones...)

¿Y si el sábado noche se hicieran competiciones deportivas? ¿Y si el sábado por la noche el cine fuera gratis? ¿Cómo combinar la diversión con el silencio? ¿Cómo divertirnos más días aunque trabajemos?

Adaptar. (Adaptar ideas de otros contextos, tiempos, escuelas, personas...)

¿Qué se ha hecho en otros sitios? ¿Cómo se divierte la gente en Laponia? ¿Y en Mongolia? ¿Cómo se divertía la gente hace 50 años en España? ¿Cómo nos gustaría divertirnos en el futuro: dentro de 100 años?

Modificar (Añadir algo a una idea o un producto, transformarlo)

¿Cómo salir y no beber alcohol? ¿Cómo hacer una fiesta sin ruido? ¿Cómo divertirnos sin dinero? ¿Cómo conocer gente interesante sin tener que beber?

Utilizarlo para otros usos (extraer las posibilidades ocultas de las cosas)

¿Qué hay en los parques durante la noche de los sábados? ¿Quién está en las bibliotecas la noche de los sábados? ¿Qué hay en los colegios la noche de los sábados? ¿Y en los museos? ¿Y en las escuelas de teatro, y cuenta cuentos...?

Eliminar (Sustraer conceptos, partes, elementos del problema)

¿Y si las ciudades no existieran? ¿Si todos fuéramos en silla de ruedas? ¿Si no pudiéramos beber a partir de las 11? ¿Qué pasaría si tuviéramos que salir solos? ¿Qué pasaría si el dinero de los sábados por la noche lo pudiéramos invertir en viajes en el verano, cursos de formación o bienes de consumo duraderos?

Reordenar (o invertir elementos, cambiarlos de lugar, roles...)

¿Qué pasaría si tuviéramos que trabajar los fines de semana? ¿Qué pasaría si se saliera de lunes a viernes? ¿Qué pasaría si se pudiera beber en una biblioteca?

3º Evaluación de las ideas.

Durante este proceso se han generado respuestas a las preguntas planteadas. Muchas de ellas serán ideas que deben ser evaluadas poniendo de acuerdo a unos criterios que pueden ser elaborados por los componentes del grupo o que ya han sido establecidos con anterioridad.

3.6.6 Listado de atributos. Complejidad: 3

Es una técnica creada por R.P. Crawford, ideal para la generación de nuevos productos. También puede ser usada en la mejora de servicios o utilidades de productos ya existentes.

¿Cómo?

Para que esta técnica dé resultados, primero se debe realizar un listado de las características o de los atributos del producto o servicio que se quiere mejorar para, posteriormente, explorar nuevas vías que permitan cambiar la función o mejorar cada uno de esos atributos.

Con un ejemplo se entenderá bien:

Supongamos que una empresa desea identificar algunas ideas para mejorar una batidora de alimentos (este es el problema)

Primer paso: Hacer una lista de los atributos actuales del modelo. Así:

Fabricado en acero inoxidable, mango de madera, se realiza a mano, velocidad variable, puede utilizarse por cualquier persona, se necesitan dos manos para utilizarlo (La lista se puede ampliar con otros atributos técnicos).

Segundo paso: Cada uno de los atributos se analiza y se plantean preguntas sobre la forma en que se podrían mejorar; por ejemplo:

Mangos de madera: ¿Se podrían hacer de otro material? ¿Podrían tener pequeños un mango adaptable a la mano? ¿Podrían fabricarse en diferentes colores? ¿Podrían tener un diseño completamente diferente?

Se necesitan dos manos para utilizarlo: ¿Podría fabricarse para que pudiese ser utilizado con una mano (ej., por persona con discapacidades)? ¿Se podría incorporar un dispositivo para que pudiese ser operado con una sola mano? ¿Debería tener un motor?

Y así sucesivamente. Cuantas más preguntas para cada atributo, mejor...

Tercer paso: Las mejores ideas que hayan surgido en el paso 2 se seleccionan para su evaluación posterior.

Fuente: MAJARO, Simón. "Creatividad y marketing"

3.6.7 Analogías. Complejidad: 3

Consiste en resolver un problema mediante un rodeo: en vez de atacarlo de frente se compara ese problema o situación con otra cosa. Gordon, creador de la Sinéctica (método creativo basado en el uso de las analogías) insistía en que "se trata de poner en paralelo mediante este mecanismo unos hechos, unos conocimientos o unas disciplinas distintas". Por ejemplo, un problema empresarial lo intentamos resolver buscando algún problema análogo en otras disciplinas: en la biología, en la historia, en un deporte colectivo...

¿Cómo?

1. Saber cuál es el problema

Ejemplo: Fabricar una bañera que ocupe el menor espacio posible.

2. Generación de las ideas

Esta segunda fase es la de alejamiento del problema con la imaginación. Es la fase imaginativa y producimos analogías, circunstancias comparables.

El grupo ha propuesto como analogías la cascada, el ciclón, el molino de agua...

3. Selección de las ideas

La tercera fase es la de seleccionar: tenemos una larga lista de analogías y es el momento de seleccionar las que consideremos más adecuadas y cruzarlas con el problema.

Intersección:

"Se necesita un ciclón a domicilio... una tromba de agua... vertical... las paredes serán cilindros que encajan... cuando no nos servimos de ella, formará un asiento o un elemento decorativo...en servicio será un cilindro...y los chorros de agua partirán del suelo o de las paredes y reconstruirán nuestro ciclón..."

En el trabajo que corresponde con las analogías seleccionadas, Guy Aznar propone tres hipótesis:

1. Se comprende perfectamente el contenido de la analogía y se cruza con el problema.

2. Se profundiza en la analogía a nivel intelectual: mayor conocimiento de la analogía.

3. O dedicar la atención a profundizar la analogía desde el interior: esto es, identificarse sobre la analogía.

Ejemplo tomado de "La creatividad en la empresa". Guy Aznar

3.6.8 Biónica. Complejidad: 5

El enfoque biónico en la solución creativa de problemas requiere la intervención de especialistas en varias disciplinas —biológicas y tecnológicas— con objeto de descubrir las soluciones del mundo vivo y ser capaz de trasladarlas a nuevos objetos.

¿Cómo?

1. Estudio minucioso del comportamiento de los seres vivientes que interesan, concentrando la atención en sus propiedades particulares.
2. Traducción a modelos de las propiedades de los seres vivos: modelos de carácter matemático, lógico, gráfico o simbólico.
3. Desarrollo de los modelos, ensayarlos e intentar reproducir al máximo las funciones de los seres vivos.

3.6.9 Crear en sueños (Sleep writing). Complejidad: 1

Es una técnica para crear durante el sueño. Con ella se intenta aprovechar el poder creativo del sueño. Numerosos científicos y poetas han recalado continuamente esta posibilidad. En el sueño o en los momentos de sopor es mayor la probabilidad para que las imágenes surgidas se traduzcan en ideas originales. En esos momentos, el inconsciente se manifiesta con más facilidad pues los bloqueos existentes en la consciencia desaparecen y las ensoñaciones aparecidas pueden ser el principio de la solución.

¿Cómo?

Tanto a nivel individual como en el trabajo grupal, hay un problema que reclama nuestra atención. Antes de ir a dormir, conviene dejar en una mesa cercana papel

y lápiz para anotar inmediatamente los sueños, imágenes o asociaciones que nos lleguen a la mente, antes de que podamos conciliar el sueño así como en el instante de despertar. Estas anotaciones se comentan luego en el grupo para ver si es posible extraer material que sirva para resolver el problema.

Para poder aprovecharse de esta técnica, se recomienda organizar las sesiones de trabajo del grupo por la tarde e interiorizar los elementos del problema antes de ir a dormir.

3.6.10 Método DELFOS. Complejidad: 4

Este es un método original y práctico para el análisis y la resolución de problemas abiertos. Fue desarrollado a mitad del siglo XX por la Rand Corporation. El método Delfos o Método Delphi, no es un método para grupos creativos, pues los participantes no llegan a constituir, como tal, un grupo de trabajo, aunque sí que es imprescindible la participación de varias personas. Es utilizado en marketing y prospectiva para anticiparse las tendencias del futuro.

¿Cómo?

Estructura del grupo de trabajo. Existen dos tipos de sujetos: el coordinador y los expertos. El coordinador está encargado de centralizar la labor de los expertos. Se comunica con ellos, sintetiza las respuestas de cada uno, las agrupa por categorías y se las envía a los demás. Los expertos son las personas encargadas de dar respuesta al problema planteado. Su participación es voluntaria y aceptan las normas de procedimiento. Deben ser personas que conozcan bien el problema que se les propone y si es posible, que procedan de diferentes campos, con el fin de obtener una visión más rica del problema.

Etapas:

1º Exponer el problema

Lo primero que se realiza es la exposición del problema a los expertos en el área del problema. Por lo tanto, es un problema que conocen bien y de ahí las expectativas respecto a sus aportaciones.

2º Primeras soluciones.

Las soluciones aportadas por cada experto se remiten al coordinador, quien las va pasando a los demás de forma anónima. Cada experto responde a las soluciones que les va aportando el coordinador con nuevas respuestas.

3º Cierre.

El coordinador se encarga de ir cerrando el problema tras las distintas respuestas cruzadas que se han ido obteniendo.

No precisa de la constitución formal de un grupo, ya que no permite que se reúnan en ningún momento las personas que intervienen. De hecho, no es necesario que se conozcan.

3.6.11 Análisis morfológico. Complejidad: 4

Es una de las técnicas más valiosas para generar gran cantidad de ideas en un corto período de tiempo y se desarrolló en los trabajos tecnológicos de la astrofísica y las investigaciones espaciales llevados a cabo en los años cuarenta, como resultado de los trabajos del astrónomo Fritz Zwicky.

Es una técnica combinatoria de ideación creativa consistente en descomponer un concepto o problema en sus elementos esenciales o estructuras básicas. Con sus rasgos o atributos se construye una matriz que nos permitirá multiplicar las

relaciones entre tales partes. Así pues, en su forma más básica, el Análisis Morfológico no es más que la generación de ideas por medio de una matriz.

1. Especificar el problema.

2. Seleccionar los parámetros del problema.

Para determinar si un parámetro es lo suficientemente importante para añadirlo, hay que preguntarse: ¿Seguiría existiendo el problema sin el parámetro que estoy pensando para la matriz?

3. Hacer una lista de las variaciones.

Debajo de cada parámetro hay que relacionar tantas variaciones como se deseen para ese parámetro. El número de parámetros y variaciones determinará la complejidad de la matriz. Generalmente, es más fácil encontrar ideas nuevas dentro de un marco sencillo que dentro de uno complejo. Por ejemplo, una matriz con diez parámetros, cada uno de los cuales tienen diez variaciones y produce 10.000 millones de combinaciones potenciales.

4. Probar combinaciones diferentes.

Cuando la matriz esté terminada, hay que hacer recorridos al azar a través de los parámetros y variaciones, seleccionando uno o más de cada columna y luego combinarlos de formas completamente nuevas. Se pueden examinar todas las combinaciones de la matriz para ver la manera en que afectan al problema. Si se está trabajando con una matriz que contiene diez o más parámetros, puede que sea útil examinar toda la matriz al azar, y luego ir restringiéndose gradualmente a porciones que padezcan especialmente fructíferas.

Es una técnica muy adecuada para generar ideas en un trabajo exploratorio, pero también se distingue por su complejidad para realizarla. Es muy apropiada para

nuevos productos o servicios o modificaciones a los que ya existen, aplicaciones para nuevos materiales, nuevos segmentos del mercado, nuevas formas de desarrollar una ventaja competitiva, nuevas técnicas promocionales para productos y servicios e identificación de oportunidades para la localización de nuevas unidades empresariales.

3.6.12 Solución creativa de problemas en grupo (Modelo CPS). Complejidad: 4

CPS son las siglas de Creative Problem Solving, un método para la solución creativa de problemas desarrollado inicialmente por Alex Osborn y después complementado por Sidney Partners. Ellos fueron los que crearon la Escuela de Buffalo (USA). Este método nos ofrece "un esquema organizado para usar unas técnicas específicas de pensamiento crítico y creativo" con vistas al logro de resultados novedosos y útiles. (Isaksen)

¿Cómo?

Este proceso consta de seis etapas enumeradas de la siguiente forma:

- 1º Formulación del objetivo: deseo, sueño, o lo que se desee cambiar
- 2º Recoger información necesaria para abordar el problema: datos, sensaciones, sentimientos, percepciones, etc.
- 3º Reformular el problema
- 4ª Generación de ideas
- 5º Seleccionar y reforzar las ideas
- 6º Establecer un plan para la acción

Las tres primeras etapas comprenden la preparación, construcción o formulación del problema. Esto se realiza aclarando la percepción del problema recabando información y reformulando el problema.

Cuando que el problema esta enunciado, es el momento de empezar a producir ideas que conduzcan a su solución. Para llegar a las ideas hay dos fases, una primera, divergente, de pensamiento fluido con vistas a generar el mayor número de ideas; y otra, convergente, para seleccionar las ideas que nos parecen mejores.

Las ideas más prometedoras hay que desarrollarlas para encontrar la solución al problema. Entonces, del análisis de las ideas se descubren soluciones. Es el momento de buscar recursos y también, inconvenientes, para llevarlas a la práctica.

3.6.13 Técnica clásica. Fases del proceso creativo. Complejidad: 2

Según James Webb Young esta técnica se desarrolla en cinco fases en un orden determinado; ninguna de ellas puede darse antes de que la precedente haya quedado concluida:

1. RECOGIDA DE LA MATERIA PRIMA o información relacionada con el problema.
2. TRABAJO DE LAS IDEAS RECOPIADAS. Masticación de la información.
3. INCUBACIÓN INCONSCIENTE.
4. INSPIRACIÓN o surgimiento de la idea.
5. CONFIGURACIÓN FINAL Y DESARROLLO DE LA IDEA para su utilización práctica.

Estas etapas reflejan el proceso completo a través del cual se producen las ideas. Este proceso es una técnica operativa que puede ser aprendida y controlada.

Antes es preciso considerar dos principios fundamentales:

Una idea es una nueva combinación de elementos viejos, y la posibilidad de elaborar nuevas combinaciones aumenta con la capacidad de ver relaciones.

Las etapas a través de las que se desarrolla el proceso de producción de ideas son:

1. FASE DE PREPARACIÓN: atiende tanto a la selección e identificación del problema como a la recopilación de documentación e información relacionada con el problema.
2. FASE DE TRABAJO DE LAS IDEAS RECOPIADAS: donde se manipulan y elaboran en la mente todos los materiales previamente recogidos. Es como una especie de digestión mental del material en la cabeza.
3. FASE DE INCUBACIÓN: Es el momento de la aparición de los procesos inconscientes, los cuales, un tanto al azar, conducen a la solución. Aquí hay que buscar una cierta relajación mental, reduciendo el funcionamiento racional de la inteligencia y enriqueciéndose con distracciones estimulantes de la imaginación y las emociones, como escuchar música o ir al teatro. Hay que dejar que el inconsciente digiera el problema mientras se descansa.
4. FASE DE ILUMINACIÓN O INSPIRACIÓN, donde surge la idea. "La idea surgirá de cualquier parte. Ocurrirá cuando menos se espere. Ésta es la forma en que aparecen las ideas después de que uno ha dejado de esforzarse por encontrarlas, y ha cubierto un período de descanso y distracción tras la búsqueda."
5. FASE DE VERIFICACIÓN, donde el creador comprueba y formula su creación en términos ordenados dándole su configuración final y desarrollando la idea para su utilización práctica. El creador somete su creación a las leyes lógicas para comprobar su validez y que cumple los objetivos que había establecido. Hay que

comentar la idea y someterla a todo tipo de pruebas de validación, comentarios y juicios críticos de personas competentes en la materia. Al final de esta fase puede darse que el producto obtenido sea válido. O que no sea válido, que parezca una solución pero que no lo sea. En este caso se considerará como una fase intermedia de incubación con reintegración al proceso. Algunos autores creen que existe una última fase de difusión y socialización de la creación.

3.6.14 RELAJACIÓN. Complejidad: 1

Beneficios que reportan los ejercicios de relajación:

La respiración es normal, no forzada.

Sensación de recuperación y de eliminación de tensiones.

Activación de la circulación.

Estimulación de la imaginación y la intuición.

Potenciación de la concentración y la atención.

Hipotonía muscular.

Ejercicio de relajación

El ejercicio que a realizar no representa ninguna complicación, requiere únicamente dos minutos. Se puede realizar sentado o de pie. Las presentes instrucciones están adaptadas a la posición de pie.

Pasos a seguir:

En un lugar tranquilo y silencioso colóquese de pie, con los pies un poco separados (la distancia de dos puños aproximadamente). Deje colgar los brazos sueltos, sin esfuerzo, a los costados. Cierre los ojos y elimine todos los pensamientos. Después siga los siete pasos de la relajación:

1. Relaje la cabeza partiendo desde la coronilla. Sienta cómo se relajan los músculos de la cara.
2. Relaje los hombros. Sacúdalos suavemente si es preciso.
3. Relaje el tórax y la parte delantera del cuerpo. Sienta su respiración natural.
4. Relaje la espalda. Sienta como se aflojan todos los músculos.
5. Relaje los brazos hasta la punta de los dedos. Mueva los dedos si lo desea.
6. Relaje las piernas hasta los dedos de los pies. Sienta cómo elimina la tensión (que sale) por las plantas de los pies.

Después de relajar todo el cuerpo, relájese mentalmente. Sienta que no tiene ninguna preocupación ni ningún pensamiento en la mente. Si estos vinieran déjelos pasar.

3.6.15 El pensamiento mediante imágenes: la visualización. Complejidad: 3

La característica básica de esta técnica es la preponderancia de su no verbalidad. La utilización de este método se basa en la idea de que el lenguaje estructura el pensamiento de una forma lógica para que sea posible la comunicación. Esto produce una ralentización y un control del pensamiento por su parte consciente. Pero si se da prioridad a la parte no verbal o visual sobre la verbal, se consigue mayor rapidez y versatilidad de éste.

Otra de sus aplicaciones se puede utilizar para anticipar la vivencia de sensaciones que se experimentarán en un futuro, ante una conferencia, la presentación de un proyecto o una competición deportiva. De esta forma conseguiremos reducir la ansiedad y el rendimiento será mucho mayor, ya que podremos controlar las variables ambientales que tanto influyen en estas ocasiones. También es útil para anticipar espacios futuros, es decir, orientar la imaginación hacia la producción de ideas.

Para que le sea más fácil realizarlo por primera vez. Es muy importante que intente visualizar, es decir, representar la imagen del objeto en la mente y conservarla durante todo el tiempo de realización. También es importante que sólo piense en imágenes y sensaciones. Déjelas que fluyan, no utilice su lenguaje interno.

Ejercicio básico de visualización

Póngase cómodo, siéntese en un lugar tranquilo en el que no le puedan interrumpir. Por un momento, evádase de sus problemas y concéntrese en usted mismo. A continuación vamos a percibir la naranja a través de los cinco sentidos:

Vista. Piense en la apariencia externa de la naranja. Vea su color, su forma, su tamaño, deténgase a mirar su piel. Fíjese en detalles. También fíjese en el aspecto de la naranja por dentro, cómo es el interior de la cáscara y cómo es la naranja en sí.

Oído. Piense en el ruido al quitar la cáscara de la naranja y luego en el de la separación de los gajos. También deténgase en el leve ruido que se produce al morder los gajos.

Olfato. Traiga a su memoria el aroma sutil que desprende la fruta antes de ser pelada, y después el olor más intenso cuando es partida. Trate de captar el aroma de un zumo.

Gusto. Paladee su sabor, antes y después de ser mordida. También recuerde el sabor del zumo y el de un caramelo. ¿Percibe diferencias entre los sabores?

Tacto. Palpe la cáscara y note la diferencia entre el interior y el exterior. También repare en el tacto de los gajos, la delicada fina capa de la piel. Sienta el contacto de los gajos con sus labios.

Practique con distintos objetos: conseguirá que las sensaciones sean más intensas.

3.6.16 Ideart

Es una técnica de generación de ideas (dentro del ámbito del pensamiento provocativo) que utiliza estímulos visuales, habitualmente pinturas. Fue creada en el año 2000 por Franc Ponti, profesor de EADA.

¿Cómo funciona?

Ante un determinado foco creativo, se escoge de manera intuitiva una lámina que pueda generar analogías y asociaciones. En primer lugar (tanto si la técnica se utiliza de forma individual como en equipo) se trata de describir la lámina y "jugar" con los conceptos que de ella puedan derivarse (construir historias, detectar aspectos ocultos, fabular, hacer comparaciones, etc.). Posteriormente, y como paso fundamental en la técnica, se tratará de "forzar" conexiones entre el foco creativo y la lámina. En ese momento juega un papel muy importante la capacidad analógica de los usuarios de la técnica, quienes deberán utilizar frases y movimientos creativos del tipo:

Esto se parece a nuestro problema en que...Este aspecto de la lámina o dibujo está relacionado con... ¿Y si hiciéramos como...? Nuestro nuevo producto es como...porque...

Ejemplo: Un grupo de product managers se dispone a encontrar ideas para un nuevo helado de verano, que consiga generar una fuerte demanda. El director de la sesión utiliza la lámina "Le viol", del pintor belga René Magritte. Estas podrían ser algunas de las ideas generadas a través de la visualización de la lámina. Hay que tener en cuenta que serían ideas lanzadas al vuelo de forma rápida, y que

faltaría pulirlas y concretarlas. Ojos, nariz y boca se convierten en el cuerpo de una mujer Helado que simula el cuerpo de una mujer. El cabello parece tener mucha consistencia Helado con algún tipo de pelo comestible. El cuello es extremadamente largo, parece el de una jirafa Helado-jirafa. El cuerpo es cara y la cara es cuerpo Helado reversible, se come por un lado o por otro. Inexpresividad Helado transparente pero con un fuerte sabor.

3.6.17 Triz. Complejidad: 3

"La lógica de la creatividad o la creatividad de la lógica"

Figura 48. Principio básico de la metodología TRIZ



Es la técnica para generar ideas ingeniosas especialmente ante problemas tecnológicos. Fue desarrollada por Genrich S. Altshuller (científico, ingeniero y analista de patentes). Es un método heurístico nacido a partir de la identificación de unas pautas inventivas, en las patentes, utilizadas por igual en sectores de la técnica muy diversos. Las primeras publicaciones aparecieron en los años 50, siendo de los últimos trabajos publicados por Altshuller, en el año 1985, el 'Algoritmo para la Resolución de Problemas Inventivos' o por su acrónimo ruso', ARIZ 85.

TRIZ es ante todo un método que sigue actualizándose mediante investigación de los avances en patentes aunque el enfoque de análisis se ha extendido a otras disciplinas de la actividad humana como las ciencias sociales e incluso el arte. Una simplificación de TRIZ se denomina S.I.T. o A.S.I.T.

¿Para qué?

TRIZ, recoge una serie de principios que 'la persona' debe aprender permitiéndole analizar un problema, modelarlo, aplicar soluciones estándar e identificar ideas inventivas. No obstante, la fase de análisis de problemas y la de síntesis de ideas inventivas, se ven reforzadas si se realizan en grupo.

¿Cómo?

TRIZ aporta 5 principios fundamentales:

1. Funcionalidad y sistémica: nuestro entorno está lleno de sistemas con elementos o subsistemas interrelacionados entre sí, que aportan una función a algún otro sistema. Ej. El sistema bombilla está constituido por filamento, soporte, base y bulbo, y su función principal es transformar la corriente en luz (energía eléctrica en energía lumínica). La ciencia y la tecnología se pueden organizar además de por disciplinas, por funciones, de modo que cuando un biólogo necesite realizar algo acceda también a conocimientos de la mecánica y/o la óptica, y viceversa.

2. Idealidad: lo importante de un sistema (en especial los artificiales o máquinas y aparatos) no son sus partes sino la función que aporta. Es una pauta del progreso que los sistemas tiendan a reducir sus partes e incluso a desaparecer, permaneciendo la función. Ej. El puntero del profesor, hoy ha desaparecido y hasta el puntero láser puede desaparecer ya que los cañones de video, por ejemplo, ya llevan un propio cursor que hace de puntero.

3. Uso de recursos: En la búsqueda de la idealidad, las invenciones y avances más ingeniosos son aquellos que en lugar de añadir, sustraen elementos; y aprovechan, para resolver el problema, los recursos disponibles dentro del propio sistema o en un entorno inmediato. Ej. Para desulfurar los gases de una central térmica, aprovechamos las propias cenizas resultantes de la combustión causante de tales gases.

4. Pautas acerca del origen y evolución de los sistemas y de la tecnología: El análisis de cientos de miles de documentos de patentes que dio lugar a TRIZ, identificó una serie de pautas que nos ayudan a predecir cómo puede evolucionar un sistema, así como determinadas configuraciones tecnológicas.

5. Contradicciones: Algunos problemas difíciles resueltos, tenían en común la resolución de contradicciones. En ocasiones, mejorar un aspecto o problema supone agravar otro, tenemos entonces un conflicto o contradicción. La solución habitual es la de compromiso. TRIZ aporta una serie de sugerencias para tratar de 'salvar' la contradicción. Ej. La pasteurización láctea preserva vitaminas pero no elimina todas las bacterias. Si aumentamos la temperatura (esterilización) eliminamos más bacterias pero destruimos más vitaminas. El principio inventivo aplicado es el de 'hurrying' o 'darse prisa': el sistema UHT calienta la leche a alta temperatura pero sólo durante un instante. Se eliminan las bacterias pero no da tiempo a degradar las vitaminas.

Como toda técnica de creatividad, el resultado de aplicar TRIZ para resolver problemas y generar soluciones ingeniosas, requiere cierta evaluación. Así pues, toda solución o idea debe observar los principios esenciales de TRIZ, por lo que sólo unas pocas consiguen sobrevivir, aunque suelen ser de gran calidad.

3.6.18 CRE - IN. Complejidad: 2

Basado en que se necesita creer para crear y para crecer e investigar desde el interior para innovar, CRE-IN es una metodología que permite generar en cada persona una fuerza creativa e innovadora que le ayuda a crear situaciones positivas desde su interior hacia su realidad cotidiana.

Esta metodología implica el uso de técnicas que tienen que ver con la búsqueda interna de la paz, la reflexión, el relax, la desinhibición, la concentración, la pérdida de la sensación del ridículo, la risa como expresión de alegría y el llanto como descarga necesaria frente a una situación lógica, mediante el rescate del juego (actividades lúdicas) como vehículo de nuestros sentimientos, de nuestro placer, de nuestra diversión.

Las técnicas que componen esta metodología provienen del psicodrama, la música terapia, la expresión corporal, el yoga, la gimnasia Fedora y los juegos teatrales. Asimismo, se combinan con otras técnicas tradicionales como el brainstorming, las provocaciones al azar, o el collage creativo para lograr objetivos determinados y admite la inclusión de otras técnicas en parte o en un todo para complementar las metas buscadas.

¿Para qué?

Lograr crecimiento interior de cada participante que será otro después de experimentar este permanente escudriñar en su interior.

Generar sentimientos nuevos, emociones distintas, estados de ánimo diferentes que cambiaran el modo de ver las cosas de cada grupo.

Alcanzar una óptica más imaginativa y menos estructurada. Muchos creerán que aprendieron a imaginar y a soñar como nunca antes lo hicieron, sin darse cuenta que todo lo que encontraron estaba dentro de ellos: oculto.

Permitirse la sorpresa, cuando crean que al ejercitar las órdenes o mandatos lo que hacen no tiene nada que ver con la consigna buscada, y luego ésta aparezca ante ellos con una claridad impresionante.

Ejercitar el juego y la diversión vs. el trabajo y la rutina.

¿Cómo?

Las metas u objetivos prefijados (consignas) pueden ser individuales o grupales. En los talleres o focos individuales se pueden conjugar el trabajo personal o el trabajo en equipo o grupo. En el caso grupal se organizan talleres o focos (o focus) creativos e innovadores para los miembros de una misma empresa-organización-institución.

La diferencia radica en que este foco o taller está compuesto por personas de distintas edades y diferentes o idénticas áreas de una misma empresa, es decir, tienen una misma identidad corporativa. Mientras que en el primer caso pueden formar el taller personas de diversa procedencia y desconocidas entre sí con edades desparejas y objetivos, vidas, trayectorias y actitudes diametralmente opuestas.

La innovación de esta metodología es que también pueden reunirse personas con intereses opuestos o yuxtapuestos en donde sus objetivos puedan ser netamente personales o disímiles del resto y su búsqueda absolutamente personal pero se comienza a compartir a partir de este taller o foco. Es decir, si bien las primeras experiencias fueron realizadas en empresas con grupos de vendedores y promotores o personal de atención al cliente y posteriormente con telemarketers, esta metodología ha dado buenos resultados en personas que individualmente quieren mejorar profesional o personalmente independientemente de su círculo familiar o de la empresa a la que pertenece.

CRE-IN parte de la premisa que si nos miramos hacia adentro y comparamos nuestro interior con lo que nos pasa en nuestro exterior; si podemos relajarnos y "volar" o "jugar", desestructurándonos y perdiendo el miedo a sentir y a gozar de las pequeñas cosas de la vida, seguramente nuevas ideas surgirán como un acto creativo e innovador, tal vez no por ser excepcionales o poco comunes sino porque nos renuevan o nos recrean.

Crear es Creer o podríamos decir Creer para crear. Sólo si creo en mí mismo, sólo si tengo confianza en lo que siento y lo que espero puedo alcanzar el estado óptimo para crear. La confianza y el conocimiento interior son la pieza fundamental y base de todo acto creativo. Si no creo, no me relajo. Si no creo, no veo mi interior y no dejo que lo mejor de mí salga hacia mi exterior para que me "ilumine". Innovar si no se mira desde el Interior es imposible. El incide diario otorga la oportunidad de reweer las dificultades, de reencontrarnos con nuestros mejores sentimientos. Jugar, o mejor dicho, permitirnos el juego es creer que podemos crear e innovar.

Cuanto más conflictivo es nuestro momento y cuanto más difícil sea nuestra situación coyuntural, más necesitamos recobrar nuestra fuerza interior, es mayor la necesidad de recuperar nuestra autoestima, y más tenemos que relajarnos para crear soluciones "mágicas" frente a momentos duros (Mágicas no significa ilógicas, irreales o imposibles. Mágicas es sinónimo de ideas que sólo pueden aparecer si "dejo que aparezcan"). Si esto no ocurre, nos deprimimos o nos encerramos en nuestro propio problema, el cuál empeora día a día y ninguna idea aparece.

Divertirse mientras uno trabaja o estudia. Divertirse aún frente a la tragedia. No es una postura de "hacer como que no me importa", no es "fingir que me divierto",

eso no sirve. Divertirse en momentos difíciles sólo se logra desde el Interior. Si logro encontrarme a mí misma en mi interior y puedo encontrar allí mi mejor parte, mis mejores momentos, mis fuerzas más poderosas, mi historia, mis deseos, mi gloria y mi derrota, sólo ahí podré Crecer e Investigar.

CRE-IN es la metodología que investiga en el interior para innovar pues mientras más creemos, más crecemos y también más creamos. Incentivar la imaginación, incorporar nuevas técnicas que me permitan ver la realidad desde otro ángulo, incrementar mi capacidad de creación, son parte del CRE-IN.

3.6.19 4X4X4. Complejidad: 2

Técnica grupal. El grupo produce ideas, primero individualmente y posteriormente en grupo.

Objetivos

Producción cuantitativa de ideas.

Incremento de la cohesión y la comunicación en el grupo.

Selección cualitativa de las ideas.

Desarrollo

Cada participante escribe individualmente en un papel las cuatro ideas esenciales acerca del foco creativo (Por ejemplo, "ideas para llegar a fin de mes"). Terminada esta etapa, el grupo se coloca por parejas. Cada pareja llega a un acuerdo y escribe las cuatro ideas esenciales sobre el foco creativo.

Posteriormente se colocan en grupos de cuatro, y así sucesivamente hasta que el grupo entero tiene que ponerse de acuerdo y decidir cuáles son las cuatro ideas

esenciales acerca del foco creativo o del problema. Las cuatro ideas finales son el relieve cualitativo de toda la producción anterior.

Puntos a tener en cuenta

Tiene que nombrarse un facilitador en el grupo, que es quien tiene que marcar los cambios. Estos se realizarán con una cadencia aproximada de entre 6 y 10 minutos según la experiencia de las personas que participan y según la cohesión que el facilitador encuentre en el grupo.

3.6.20 Técnica de Da Vinci. Complejidad: 2

Las mentes despiertas permiten que la información entrante se organice en racimos, dando origen a nuevas perspectivas e ideas. Una buena forma de originar nuevos racimos es por medio de imágenes. Al principio, los humanos se comunicaban por medio de ellas. El alfabeto evolucionó partiendo de las diversas técnicas pictográficas; pero esto no significa que el pensamiento verbal sea más avanzado.

Programa de Acción

Repase un problema en el que usted esté trabajando. Con los ojos de su mente examine sus diferentes aspectos. Escriba el problema en un papel y reflexione sobre él durante unos minutos: ¿Qué es lo que no encaja? ¿Cuáles son los obstáculos principales? ¿Lo desconocido? ¿Qué es lo que quiero entender? En este momento, la manera en que lo veo es...Lo que me está molestando más es...

Relájese. Cuando esté relajado verá que su consciente intuitivo utiliza con mayor libertad las imágenes y los símbolos.

Deje que su intuición le ofrezca imágenes, escenas y símbolos que representen su situación. No tiene por qué saber cómo será el dibujo o a qué se parecerá antes de dibujarlo.

Proporcione un formato para el problema dibujando un límite o frontera. Puede ser de cualquier tamaño y forma que desee, y puede dibujarlo cuidadosamente o ser sólo un bosquejo. El propósito es separar el problema de lo que le rodea y dejar que se concentre en él. Los límites también proporcionan a su dibujo su propia atmósfera o profundidad y ayudan a establecer una unidad que tiene significado en sí misma y da significado a su dibujo.

Dibuje como su mente quiere dibujar. Practique el dibujo sin una dirección consciente. (Hay gente que utiliza la mano contraria para tener un control menos consciente de las imágenes). Finja que las líneas y los garabatos son los que dictan la manera y el lugar donde dibujar. No censure lo que dibuje; el dibujo es privado y no tiene por qué enseñárselo a nadie. Deje que el dibujo fluya de usted hasta el papel. La suerte o el azar proporcionan profundidad a sus garabatos. Señala hacia un principio activo pero desconocido de orden y significado que puede interpretarse como un mensaje secreto procedente de su inconsciente.

Si un dibujo no parece suficiente, tome otra hoja de papel y haga otro, y otro, tantos como necesite.

Examine su dibujo. El dibujo es un mensaje de sus subconscientes. Contemple el conjunto de la imagen y luego las partes por separado. Son representaciones visuales de sus pensamientos. Busque en los símbolos y garabatos en busca de señales inesperadas e información nueva.

Escriba la primera palabra que le venga a la mente para cada imagen, símbolo, garabato, línea o estructura.

Combine todas las palabras y escriba un párrafo. Haga asociaciones libres escribiendo todos los pensamientos que acudan a su mente. Compare el párrafo con su dibujo. Si siente la necesidad, revise su párrafo hasta que esté convencido de que el dibujo y las palabras representan los mismos pensamientos en dos lenguajes diferentes: el verbal y el gráfico.

Piense en la manera en que lo que usted ha escrito se relaciona con su problema. ¿Ha cambiado su punto de vista? ¿Tiene ideas nuevas? ¿Nuevas percepciones? ¿Sorpresas procedentes de su subconsciente? ¿Qué partes le intrigan? ¿Qué está fuera de lugar?

Ponga una atención especial a las preguntas que aparezcan en su mente, como: ¿Qué es eso? ¿Cómo se explica? ¿Dónde está eso? ¿Qué puede significar? Si piensa que es importante encontrar la respuesta a una pregunta concreta, está en el camino de encontrar una solución rompedora.

Si es usted incapaz de provocar ideas nuevas con esta técnica o no ha conseguido obtener una percepción más profunda, siga repitiendo la técnica cada día. Cuando ya esté relajado, pregúntese: "Bueno, ¿cuál es el estado de mi problema hoy?", y repita el ejercicio.

Entender sus dibujos es como deshacer un nudo. Cuando se deshace un nudo, el cordel ha de pasar por el mismo sitio por el que pasó cuando se anudó. Cuando busca ideas en sus dibujos, pasa usted a su inconsciente, que es de donde vino el dibujo.

Las ideas no surgen de su dibujo sino de la parte más profunda de su inconsciente, el archivo secreto almacenado en el alma en el momento de nacer, y que se incrementa en todos los momentos despiertos de la vida, que tiene el poder y la visión de dejarle crear a usted algo que no había visto ni oído jamás.

Fuente: MICHALKO, Michael. "Thinker Toys"

3.6.21 Seis sombreros para pensar. Complejidad: 2 NOVEDAD

Es una técnica creada por Edward De Bono, una herramienta de comunicación utilizada en todo el mundo para facilitar la resolución o el análisis de problemas desde distintos puntos de vista o perspectivas. Se trata de un marco de referencia para el pensamiento que puede incorporar el pensamiento lateral.

¿Para qué?

El autor nos propone un método que nos permite pensar de manera más eficaz. Los seis sombreros representan seis maneras de pensar y deben ser considerados como direcciones de pensamiento más que como etiquetas para el pensamiento, es decir, que los sombreros se utilizan proactivamente y no reactivamente. Los beneficios derivados del uso de esta técnica son tres:

Fomenta el pensamiento paralelo

Fomenta el pensamiento en toda su amplitud

Separa el ego del desempeño

¿Cómo?

De Bono propone seis colores de sombreros que representan las seis direcciones del pensamiento que debemos utilizar a la hora de enfrentarnos a un problema. El método es sencillo, hay seis sombreros imaginarios que cada uno de los participantes puede ponerse y quitarse para indicar el tipo de pensamiento que

está utilizando, teniendo siempre en cuenta que la acción de ponerse y quitarse el sombrero es esencial.

Cuando la técnica es empleada en grupo los participantes deben utilizar el mismo sombrero al mismo tiempo. Los seis estilos de pensamiento representados por cada sombrero son:

1. Sombrero Blanco: con este pensamiento debemos centrarnos en los datos disponibles. Ver la información que tenemos y aprender de ella.
2. Sombrero Rojo: con él observamos los problemas utilizando la intuición, los sentimientos y las emociones. El participante expone sus sentimientos sin tener que justificarlos.
3. Sombrero Negro: haciendo uso de este sombrero pondremos en marcha el pensamiento del juicio y la cautela, poniendo de manifiesto los aspectos negativos del tema tratado.
4. Sombrero Amarillo: con este sombrero pensaremos positivamente, nos ayudará a ver por qué algo va a funcionar y por qué ofrecerá beneficios.
5. Sombrero Verde: este es el sombrero de la creatividad. Algunas de las técnicas existentes para desarrollar la creatividad pueden ser utilizadas en este momento.
6. Sombrero Azul: es el sombrero del control y la gestión del proceso del pensamiento. Con él se resume lo que se ha dicho y se llega a las conclusiones.

Esta técnica puede ser utilizada individualmente o en grupo y el orden de colocación de los sombreros puede ser diferente al expuesto.

3.6.22 Provocación. Complejidad: 2

La provocación es una técnica que requiere el pensamiento lateral, implica eliminar del pensamiento los patrones establecidos que se utilizan para solucionar

problemas normalmente. Edward de Bono popularizó la provocación usando la palabra 'Po', la 'Po' la 'operación provocativa'.

¿Cómo?

Pensamos generalmente reconociendo patrones y reaccionando a ellos, tales reacciones vienen de nuestras experiencias previas y las extensiones lógicas a esas experiencias, y no nos aventuramos demasiado a menudo fuera de estos patrones. Mientras que podemos saber la respuesta como parte de un determinado tipo de problema, la estructura de nuestros cerebros hace difícil que liguemos esto.

La técnica requiere construir pensamientos deliberadamente estúpidos (provocations), en los cuales algo que tomamos como concedido sobre la situación no es verdad. Los pensamientos necesitan ser estúpidos para dar una sacudida eléctrica a nuestras mentes fuera de las maneras de pensamiento preestablecidas. Una vez que hayamos hecho una declaración provocativa, nuestro juicio entonces se suspende y la declaración se utiliza para generar ideas. Los provocations nos dan los puntos de partida originales para el pensamiento creativo.

Por ejemplo, imagínese el pensamiento "las casas no deben tener tejado". ¡Esto no sería normalmente una buena idea! Sin embargo esto conduce a pensar en casas con las azoteas abiertas en determinadas épocas, o casas con las azoteas de cristal.

Una vez que usted haya hecho la declaración provocativa, puede utilizar esta lista de comprobación para examinar todos sus aspectos:

- Las consecuencias del pensamiento
- Las ventajas del pensamiento

- Los principios necesitaron apoyarla y hacerle el trabajo
- Cómo trabajaría de momento-a-momento
- Qué sucedería si una secuencia fuera cambiada
- Etc.

Esta técnica sirve para generar nuevos conceptos... por mucho que al principio puedan parecer estúpidos.

¿Para qué?

Esta técnica se puede utilizar de forma individual o como complemento de otras técnicas siempre que sintamos que estamos bloqueados o que no podemos salir del pensamiento lógico.

3.6.23 Programación neurolingüística. Complejidad: 3 NOVEDAD

Los expertos de la Programación Neuro Lingüística (NLP), "la ciencia de experiencia subjetiva", han producido un número de técnicas que pueden ser usadas para describir las estrategias que utilizan muchas personas con ideas creativas. Esencialmente, estas personas son estudiadas y analizadas con el fin de discernir las estrategias mentales con las que ellos suelen conseguir resultados. Una vez que las estrategias son descifradas, ellos están disponibles para mejorar la capacidad del resto.

Existen también casos de estudio de personas ya fallecidas. Este es el caso de Walt Disney. Robert Dilts (uno de los creadores de NLP) estudió sus escrituras, sus películas y se entrevistó a la gente que trabajó con él. De esto él extrajo el Modelo de Creatividad Disney, que brevemente será descrito debajo.

¿Cómo?

La estrategia que se sigue es provocar en estas personas un momento particular de desarrollo creativo para, así, poder conocer de manera más eficaz el modelo de pensamiento, la fisiología y el contexto que apoya sus procesos creativos.

Walt Disney

Dilts concluyó que Walt Disney se movía por tres estados distintos cuando producía su trabajo. Dilts los denominó Soñador, Realista y Crítico. Cada una de estas tres etapas tiene una fisiología distinta y el estudio concluye que ese mismo modelo de pensamiento puede ser empleado por los individuos que quieren mejorar su funcionamiento creativo.

Anclaje

La técnica NLP es también útil para ayudar a identificar en qué contexto las personas tienen predisposición a ser más creativos. Muchas personas requieren de un contexto determinado para ser creativas. Desde un espacio determinado a una actividad concreta. Identificando esos contextos se ayuda a las personas a recordar la necesidad de la creatividad y su capacidad en ese sentido.

Es muy útil darse cuenta del contexto en el que se encuentra cuando se está desarrollando de manera eficiente la capacidad creativa. Así, ante la necesidad del desarrollo creativo, se puede buscar ese contexto en un futuro. Incluso otra posibilidad es realizar una grabación, ya sea en audio o vídeo, de sus procesos creativos. Y si se encuentra con más personas, existe la posibilidad de que le expliquen sus actos. Todos los datos son útiles con el fin de recrear ese mismo contexto en el futuro.

3.6.24 Do it. Complejidad: 2 NOVEDAD

Do It, traducido "hágalo" se basa en los siguientes conceptos:

+ Definir + Abierto + Identificar +Transformar

Esto viene a significar la necesidad de definir problemas, abrirse a muchas soluciones posibles, identificar la mejor solución y luego transformarlo en acción con eficacia.

Definir el problema

Es necesario que el problema esté correctamente identificado. Se trata de definir el problema. Los pasos son:

Foco de Mente Se debe preguntar por qué el problema existe. Esto puede conducir a una más amplia declaración del problema. Intento de subdividir el problema en más pequeños problemas. Esto puede conducir a una nueva exposición más estrecha del problema.

Apretón de Mente Anote al menos dos palabras del objetivo del problema. Seleccione la combinación de las palabras que mejor representa el problema exacto que quiere solucionar. Use esto para escribir una nueva exposición nueva, más óptima y eficaz del problema.

Extensión de Mente Catalogue los objetivos y criterios que la solución del problema ha de satisfacer. (Piense en los obstáculos que deben ser vencidos.)

Abrirse a soluciones

Ábrase para considerar muchas ideas de solución. Catalogue cualquier idea que está sobre su mente.

Pregunte a otra gente. Use sus soluciones como promotores para sus propias ideas.

Sorpresa. Liste ideas ridículas. Úselas para provocar más razonablemente.

Mente Libre: Estimule ideas frescas forzando semejanzas entre su problema y cosas que lógicamente no estén relacionadas con su problema. Anote el nombre de un objeto físico, cuadro, planta o animal. Catalogue sus características detalladamente. Use las características catalogadas para estimular ideas.

Identifique soluciones

Identifique la mejor solución al problema y modifíquela hasta que usted esté listo a transformar su idea en acción.

Integra. Repase sus objetivos y los criterios y seleccione así la mejor de las ideas que le surjan.

Refuerza. Catalogue los aspectos negativos de su idea. Intente reducirlos.

Estimula. Exagere lo peor y la mejor consecuencia potencial que podría ser resultado de la puesta en práctica de su solución.

Transforme idea en acción

Transforme su idea de solución en acción.

3.6.25 Estratal. Complejidad: 2 NOVEDAD

Un estratal es una serie de enunciados paralelos que se consideran como una totalidad. No es necesario que los enunciados tengan entre sí conexión alguna. Tampoco se pretende entenderlos. No se intenta abarcar todo los aspectos ni ser descriptivo. No se intenta ser analítico.

Así como se usa una palabra al azar simplemente porque uno quiere usarla, los diferentes enunciados se colocan juntos en un estratal simplemente porque se

desea colocarlos juntos de ese modo. El propósito de un estratal es la sensibilización de la mente para que puedan aparecer ideas nuevas.

¿Cómo?

Un estratal podría constar de cualquier número de líneas de texto, pero para su formalización he establecido que las líneas sean cinco. Cinco es suficiente para tener cierta riqueza de posibilidades, pero no tanto como para que no se pueda considerar el estratal como un todo. Cada línea debe ser una frase o enunciado, no una sola palabra.

Ejemplo: Un estratal sobre la cerveza:

Bebida consumida sobre todo por hombres.

Fácil de consumir.

Difícil establecer diferencias entre marcas.

Casi siempre comprada por mujeres en supermercados.

Valor de mercado de los nuevos consumidores.

De aquí surge la idea de vincular ciertos tipos de cerveza a ciertos tipos de comida. Por ejemplo, establecer que con el pollo debe beberse Heineken o que con pescado y marisco hay que beber Guinness. Detrás de esto está el concepto de desarrollar el mercado de la "cerveza con comida", que ofrece la ventaja de abrir el mercado femenino.

Un estratal es un proceso reflexivo. Uno lo confecciona y después lo lee una y otra vez hasta que empiezan a perfilarse algunas ideas. Evidentemente no tiene sentido si elaboramos un estratal amoldándolo a una idea prefijada. Confeccionar estratales requiere práctica, la que se tiende a comprender y, por lo tanto, a vincular los enunciados entre sí, hecho que hay que evitar porque lo que tiene

valor es precisamente su cualidad aleatoria y arbitraria. Cuanto más inconexas sean las capas del estratal, más amplia será la sensibilización.

Hay que pensar en los estratales como en las partes húmedas del papel antes de pintar con acuarela. Cuando se llega a las partes húmedas, la pintura fluye y forma nuevos diseños.

3.6.26 Método 635. Complejidad: 2 NOVEDAD

Ideada por Warfield, parece más sencilla y fácil de controlar que el Brainstorming, siendo al mismo tiempo igualmente eficaz y mucho menos espectacular.

Claves

Seis personas, se reúnen alrededor de una mesa para generar ideas relativas a un tema previamente planteado. Se da a cada una de ellas una hoja en blanco.

Tres ideas, son las que tendrá que escribir cada participante en su hoja, de manera concisa y breve ya que sólo dispone de cinco minutos para escribirlas; un vez transcurridos, cada uno pasará su hoja al compañero de al lado y se repetirá el proceso de escribir tres nuevas ideas en otros cinco minutos, después de haber leído las ideas de los participantes anteriores, que servirán a su vez como fuente de nueva inspiración.

Al completar el ciclo de seis intervenciones de cinco minutos, en el que se habrán hecho circular todas las hojas, ordenadamente y una sola vez para cada uno de los participantes, se podrá disponer de dieciocho ideas en cada hoja, lo que puede suponer ciento ocho ideas en sólo media hora.

Habrá algunas de repetidas, sobre todo al principio de cada hoja y unas cuantas absurdas: diviértete analizándolas y alégrate al darte cuenta de cuan fácil ha sido ser tan creativo.

Una variante de esta técnica es la de técnica Brain writing desarrollada en el Batelle Institute, que permite mantener el anonimato de quien hace las aportaciones y no limita ni el número de participantes, ni el número de ideas aportadas ni el tiempo para cada turno de escritura, con la que se obtienen resultados parecidos.

4. DISEÑO DEL MODELO METODOLÓGICO

La investigación llevada a cabo al iniciar el proyecto, se fundamentó en diversas fuentes sobre temas como metodologías de investigación, modelos metodológicos para diseño y procesos proyectuales; métodos científicos, fundamentos de diseño, estrategias de creatividad, así como también otros procesos de investigación en biónica: morfología de insectos, características anatómicas de los insectos ortópteros alados, biónica, biomimética, bioforma, estructuras naturales, proporciones y conceptos básicos del diseño.

Del mismo modo se estudiaron técnicas e instrumentos que apoyarían el análisis de los insectos objeto de estudio al realizar el trabajo práctico; como fotografías, muestras entomológicas, herramientas de captura y observación, modelado, etc. El compendio de la información fue la base para el planteamiento del marco teórico, el desarrollo de la investigación y el diseño del modelo metodológico presentado a continuación, siendo el factor primordial encontrar los aspectos comunes y divergentes de las diferentes prácticas y teorías utilizadas hoy como base para los procesos proyectuales.

La información obtenida en este proceso es asumida y utilizada posteriormente como un recurso que guía el ejercicio y que permite determinar las fases del nuevo método.

4.1 ANTECEDENTES

Si investigar según Beer es ocuparse de problemas cuya respuesta nadie sabe, diseñar es lo mismo. Lo único que varía es la modalidad de la intervención. Los resultados de la investigación se manifiestan en conocimientos; el modo de operar es observar, describir, analizar, explicar y verificar fenómenos existentes. Los

resultados de la proyectación o del diseño, en cambio se manifiestan en productos, estructuras y sistemas que antes no existían³⁹.

Aunque dentro del marco teórico señalado anteriormente se proporcionó información acerca de las teorías que le dan significado a esta investigación, es pertinente en este punto, hablar de metodología científica con el objeto de tener un marco de referencia para la introducción del lector en la creación del modelo.

4.1.1 Metodología científica

La metodología científica⁴⁰ es la ciencia que estudia los métodos y técnicas de investigación que pueden garantizar la máxima aproximación a la verdad objetiva y permitir un control lógico de los resultados, para lograr conocimientos apreciables sobre las leyes y teorías que regulan estudios de varias ciencias.

Esta metodología siempre ha desenvuelto las funciones necesarias para ordenar el proceso de búsqueda y garantizar, en el límite de lo posible, la validez objetiva de los resultados. Entre otros, ha desenvuelto el papel de determinar los objetivos (como, por ejemplo, descubrir la causa primera de un fenómeno y sus características más importantes), planear el proceso de análisis, prever los eventuales instrumentos de registro, aclarar los criterios de verificación y el contraste de los resultados encontrados, sacar las conclusiones finales, estudiar los procedimientos de demostración para comprobar las hipótesis científicas, las leyes, las teorías y demás. Los métodos científicos tienen que ser válidos y

³⁹ RODRIGUEZ, Gerardo. Manual del diseño industrial, curso básico. UAM. Pág. 52.

⁴⁰ EYSSAUTIER DE LA MORA, Maurice. Metodología de la investigación, desarrollo de la inteligencia. 4ª Ed. : Ecafsa Thomson Learning.

fiables, además se deben desarrollar según procedimientos lógicos y objetivamente verificables.

El método de investigación se caracteriza, a si mismo, por proceder según fases y pasos planeados a priori, éstos deben garantizar, respectivamente, la previsión y el seguimiento de las distintas etapas del trabajo en todos sus detalles, y la consecución y verificación de los puntos estratégicos de la investigación.

El método científico, como procedimiento general de la ciencia, comprende las siguientes fases: Problema, hipótesis, observación, experimentación, ley y teoría. Dichas fases no se desarrollan en un orden rígido, sino que son flexibles de acuerdo con el problema que se investiga.

Aquí, el problema representa la fase fundamental de la investigación, porque condiciona todo el trabajo. Hay quien afirma que una correcta definición del problema representa ya la mitad de su posible solución. Una característica interesante del problema es que se puede plantear como un interrogante. De todos modos, debe resultar claro y lineal. Para que el planteamiento del problema sea correcto es necesario tomar en cuenta las siguientes reglas generales:

- Identificar los componentes explicando las relaciones entre ellos
- Ubicar el problema dentro de un marco conceptual
- Analizar el problema desglosándolo en sus unidades más simples
- Simplificarlo eliminando la información redundante
- Investigar estudios análogos consultando la literatura existente
- Plantear el problema en la forma más viable para poder investigarlo

Todo esto con la finalidad de plantear una hipótesis, que en su acepción general, constituye una idea que puede exaltar la solución del problema al que se refiere.

Mientras en las ciencias se limita a distinguir un enunciado, susceptible de poderse comprobar o rechazar al final de la investigación. Su función principal dentro del método científico es la de orientar la búsqueda y circunscribir el campo que interesa.

4.1.2 Metodología proyectual

Esta metodología, es aplicable a cualquier disciplina de carácter proyectual, y lo que pretende es entregar un sistema que permita evitar el comportamiento errante al estructurar proyectos de alta, mediana y baja complejidad. A la vez entrega instrumentos y herramientas que logran objetivizar el proceso de toma de decisiones, señalando el por qué un proyecto ha llegado a determinadas soluciones y no a otras, es decir, fundar argumentos.

La metodología proyectual se propone, sistemáticamente ir desarrollando etapas de trabajo, en donde los objetivos serán alcanzados gradualmente. Se considera como el campo de estudio para el planteamiento y la organización eficiente de los procesos de invención tecnológica y de su producción. Su fin fundamental es favorecer una producción optimizada en relación a sus funciones, procedimientos, maquinarias y materiales, seguridad, distribución, reestructuración o reconversión, recuperación y reciclaje, costos, de energía, de tiempos y demás asuntos prácticos.

El esquema general de las proyectaciones técnicas está constituido por las siguientes fases:

- Proyección (definición de problemas, recolección de las informaciones, objetivos, etc.)
- Incubación

- Verificación
- Comunicación

El elemento que más caracterizó y que sigue marcando la pauta de la metodología proyectual es la economía en todos sus aspectos, incluida la rentabilidad financiera, siendo esta la más cercana al mundo mercantil, y de la producción de bienes de intercambio y consumo.

En este método se pueden plantear unas cuantas fases procesales, y que estas pueden intercambiarse en el orden que se había preestablecido, dependiendo de las exigencias que se encontrarían, y algunas de ellas incluso se podrían eliminar si no vendrían al caso directamente durante el desarrollo del proyecto.

Algunas teorías metodológicas tienden a ocuparse del entero proceso cíclico de proyectación desde la necesidad, al proyecto, y hasta su producción, distribución, uso y recuperación del desecho, como por ejemplo: la del ciclo producción-consumo de Morris Asimov , en la que explica que el problema del agotamiento de los recursos y la presión del inquietante crecimiento demográfico exige al diseñador no solo interesarse de las necesidades de la producción, distribución y consumo, sino también de la recuperación de los productos desechados u obsoletos, para contar cada día menos con el problema de su eliminación, en cuanto que ese problema tiene también una implicación económica.

4.2 CARACTERIZACION DEL MODELO METODOLOGICO

En el campo científico el fin fundamental de la investigación es el descubrimiento de algo desconocido o la aclaración de lo que aparece como inexplicable. En el campo de la proyectación el fin principal es crear un objeto o un artificio nuevo que pueda resultar, de alguna forma, útil y económico para una comunidad definida.

La pregunta es entonces por que crear un nuevo modelo metodológico, si en función deberá ser parecido al método proyectual o equivalente al método científico?

Si bien es cierto que el método científico no se aparta mucho del proceso proyectual de diseño, John Christopher Jones⁴¹, insiste que “con el método científico se tiene la impresión de que puede resolverse el problema de diseño con matemática certeza, pero que, en realidad, lo bueno es combinar racionalidad e intuición, algo mucho mas difícil que ser solamente racional o solamente creativo”. Jones agrega que lo realmente bueno acerca de los métodos de diseño es que se debe ser más consciente de cómo organizar el propio proceso de diseño y no verse confundido por él. Por esto, por más racional y lógico que sea un método, siempre será particular para cada trabajo, ya que deberá combinar variables diferentes, delimitadas por las situaciones de cada problema.

La propuesta que se presenta, no propone la desaparición de los métodos de diseño, como tampoco su unificación en uno solo; busca establecer una plataforma para obtener lo mejor de los distintos métodos. El propósito entonces es caracterizar el modelo con una técnica apropiada, que conforme a la investigación biónica que se pretende desarrollar y con los métodos tradicionales como base, constituya un nuevo instructivo; dentro de muchos otros existentes, que pueda ser asimilado y permita la posibilidad de ser reproducido.

El modelo propuesto tiene como finalidad conducir el conocimiento lógico y organizado a generar soluciones de diseño desde la Biónica, pero siguiendo un

⁴¹ JONES, Op. cit., p. 29

proceso basado en la acción reflexión que puede producir conocimientos que transformen el resultado que a obtener.

Integrando la premisa básica de la que parte este proyecto, que se refiere a la necesidad de orden en el proceso de diseño, pero un poco en contradicción a la linealidad del “método científico”, el modelo permite cierto albedrío en cuanto a los pasos generales del procedimiento, pero que aun así son precisos para llevar a buen fin el plan proyectual previsto.

A este punto de la investigación, fue preciso tener conciencia que el esquema básico del modelo podía llegar a variar, cuando basados en la aplicación del mismo y en las opiniones y experiencias de estudiantes y profesionales del diseño industrial a los que se accedió indagando por la utilización de metodologías proyectuales y a cerca del modelo de indagación biónica en particular (Ver **Anexo C. Encuesta**), fuera necesario modificar o añadir otros pasos distintos de los que se habían ya planteado; lo que enriqueció la visión de la autora y como se suponía originó cambios en el esquema presentado. En el capítulo siguiente, se podrá apreciar el modelo que se ha elaborado conforme a lo que la investigación evidenció.

4.2.1 Generalidades del modelo

Asumir que el Diseño tiene una esencia proyectual, involucra la idea de estar ligado a un método de accionamiento, así que para lograr cambiar o desarrollar conductas en los usuarios, debemos anticiparnos a esas acciones; debemos prever el cómo lograr esos resultados.

La necesidad de una herramienta que ofrezca la posibilidad de aplicar cierto orden a esta actividad proyectual, ha estructurado metodologías dirigidas hacia la

exploración de posibilidades. Estas metodologías, han establecido ciertos parámetros que han sido tomados como teorías; y que han guiado la actividad proyectual y su método de enseñanza, pero no por esto, los métodos de diseño, deben verse como formularios rígidos cuya aplicación debe seguirse religiosamente para generar resultados óptimos; en lugar de esto, deben concebirse como procedimientos que han de adaptarse a las circunstancias y los fines.

La adaptación incluye las cambiantes dinámicas de los usuarios, incluso se sabe que los propios autores de los métodos de diseño tradicionales, han cambiado de parecer con respecto a sus teorías; pero aún así, nosotros seguimos tomándolos como guía. Esto no implica que los métodos ya no se puedan aplicar, sino que el autor, en su evolución, está buscando otras teorías.

El modelo que se presenta debe verse como una fusión de disciplinas en la que lo primordial es la concepción y el desarrollo de proyectos que buscan la solución de problemas derivados del diseño; y que determinan la secuencia de acciones y procedimientos específicos de macro y micro estructura⁴². Por otra parte, intenta estimular la reflexión crítica de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje y la construcción de sus conceptos de diseño.

Tener en cuenta la influencia de las acciones que podrían afirmar el aprendizaje de un estudiante de diseño, ha permitido identificar los requerimientos que para el caso de estudio en particular, se entienden incuestionables, y que permiten encontrar un punto de entrada, para de allí partir hacia la creación del modelo metodológico. A continuación se enumeran.

⁴² Macro estructura: son las fases principales por las que pasa el diseñador para resolver un problema.
Micro estructura: se refiere al quehacer detallado en cada una de las diversas etapas.

4.2.1.a Fundamentos de diseño

“El Diseño industrial determina la configuración objetual con argumentos formales, estéticos, ergonómicos, funcionales, simbólicos además de materiales y procesos de manufactura, resultando de este proceso productos de alta calidad estética y funcional que retoman un criterio racional en cierto modo minimalista, pues los objetos de diseño industrial no toleran lo superfluo, sus formas se sacuden de aquellos elementos innecesarios tras una depuración que les confiere coherencia y armonía.

Pero las formas, no aparecen de manera casual ni son producto del azar, las formas se construyen de manera controlada, se argumentan conceptualmente desde el punto de vista estético y funcional. Son formas de gran riqueza estética, con criterios de coherencia intra e inter formal, que le brindan al consumidor una excelente interfase para su confort y goce estético.

Los fundamentos del diseño son universales, ofrecen grandes posibilidades de acción para planteamiento de alternativas objetuales de solución. Todos los productos de Diseño industrial retoman conceptos básicos que permiten su configuración y argumentación”⁴³.

4.2.1.b. Reconocimiento o análisis de contextos

Freire⁴⁴ subraya que comprensión y acción son de naturaleza correspondiente; en otras palabras, las acciones y decisiones del diseñador dependen de su capacidad y calidad en la observación, descripción y análisis de contextos.

⁴³ GUEVARA MELO, Eduardo Serafín. Fundamentos de configuración en Diseño Industrial. :Ediciones Universidad Industrial de Santander.

⁴⁴ FREIRE, Paulo. Educador y pedagogo brasileño que aún hoy es reverenciado por muchas personas como una de las autoridades más relevantes de la historia de la pedagogía mundial.

El punto de partida del Diseño es una búsqueda de información que incluya estudio, investigación y análisis, lectura, discusión, e incluso asesorías y argumentos de terceros que dilaten el conocimiento del diseñador, para encontrar la comprensión del contenido de cualquier proceso proyectual.

4.2.1.c. Estimulación de la creatividad

Son diferentes estímulos los que pueden producir y encaminar el proceso de creatividad. En la práctica del diseño, la creatividad es quien crea la conexión entre la experiencia del diseñador y sus diseños. Es decir, el diseño requiere creatividad y la creatividad se estimula en las referencias y experiencias visuales, en la interacción social, cultural y profesional. Todo esto encaminado a reconocer oportunidades o a reestructurar las existentes.

4.2.2 Incorporación de la biónica con el método

Las disciplinas de perfil científico han desarrollado algunas teorías que se han propagado hacia otras áreas de conocimiento sin distinción, en realidad resulta difícil pensar hoy día que un saber se responde a sí mismo en forma autosuficiente. Este es el argumento de las interdisciplinas que ha permitido la ampliación de los dominios de conocimiento de las profesiones actuales. Tal vez una de las líneas de pensamiento más llamativas y útiles a la hora de intentar aprehender de un fenómeno es precisamente la observación y análisis del fenómeno, cosa que evidentemente, va desde las cosas cotidianas hasta los grandes problemas universales. Bajo esta idea ha surgido la Teoría de Sistemas⁴⁵,

⁴⁵ Teoría General de los Sistemas. La teoría de la organización y la práctica administrativa han experimentado cambios sustanciales en años recientes. La información proporcionada por las ciencias de la administración y la conducta ha enriquecido a la teoría tradicional. Estos esfuerzos de investigación y de conceptualización a veces han llevado a descubrimientos divergentes. Sin embargo, surgió un enfoque que puede servir como base para lograr la convergencia, el enfoque de sistemas, que facilita la unificación de muchos campos del conocimiento. Dicho enfoque ha sido usado por las ciencias físicas, biológicas y sociales, como marco de referencia para la integración de la teoría organizacional moderna. El primer expositor de la Teoría General de los Sistemas fue Ludwing von Bertalanffy, en el intento de lograr una metodología

con diversas líneas de trabajo, pero que apunta a los mismos objetivos, resolver problemas.

La idea de incorporar a la práctica del Diseño otras disciplinas, fue impulsada desde principios del siglo pasado. Surgió esta nueva perspectiva en una época en que se experimentaba la etapa pre científica del diseño basada en procedimientos figurativos emocionales. Los métodos y procedimientos de que dispone actualmente el diseñador responden sobre todo a presiones económicas que obligan a la racionalización de sus procesos. Esto ha generado numerosas propuestas de modelos para proyectar.

Estas teorías y argumentos de ciencias y disciplinas afines, cercanas a nuestros intereses y a nuestra postura profesional frente al mundo, nos ayudan a exponer cómo el Diseño puede cambiar nuestro entorno. A través de la exploración de estas disciplinas, podemos idear nuevos escenarios de acción del diseño; valiéndonos de las herramientas y datos que estas nos proporcionen. Es así como nos serviremos de la Biónica para dar origen al modelo a formular.

La interpretación, investigación, análisis y observación de la naturaleza, no entregan una solución inmediata al problema existente, pero logran orientar el proceso de diseño.

integradora para el tratamiento de problemas científicos. La meta de la Teoría General de los Sistemas no es buscar analogías entre las ciencias, sino tratar de evitar la superficialidad científica que ha estancado a las ciencias. Para ello emplea como instrumento, modelos utilizables y transferibles entre varios continentes científicos, toda vez que dicha extrapolación sea posible e integrable a las respectivas disciplinas.

5. PROPUESTA DEL MODELO METODOLOGICO DE INVESTIGACION

Si partimos del quehacer del diseño como la resolución de problemas, y si entendemos, que un problema es, "la distancia entre una situación dada y la deseada" ⁴⁶, concluimos que la solución se hace presente mediante un acumulado de procedimientos concretos que intervienen dentro de esa distancia. Procedimientos, que los diferentes métodos de diseño se han encargado de formular. Todos estos métodos plantean un esquema descriptivo, que fue analizado en este proyecto, para que en síntesis; y desde el punto de vista biónico, resultaran aplicables en el modelo a continuación propuesto.

5.1 TITULO

Modelo de Indagación Biónica

5.2 OBJETIVOS

- ☞ Reconocer en la Biónica nuevos recursos como medio de generación de ideas dentro de los procesos de diseño.
- ☞ Explorar los elementos naturales y sus relaciones forma-función, forma-estructura y entorno para la aplicación creativa de los mismos.
- ☞ Generar propuestas de diseño a partir de un proceso intuitivo racional
- ☞ Desarrollar capacidades de autoaprendizaje y aplicación de conocimientos.

⁴⁶ MERCADO SEGOVIANO, José Luís. AKOFF - Ergonomía y diseño de Productos. : Universidad de Salamanca.

5.3 ESTRUCTURA DEL MODELO DE INDAGACIÓN BIÓNICA

Es importante recordar que “el método debe adecuarse a las condiciones particulares de cada problema y no al contrario, pues cada objeto de diseño posee un conjunto de posibilidades de pertinencia variada y en ocasiones complejas; por lo que la importancia de generar métodos radica en permitir que el diseñador pueda sentirse libre para concentrarse en solo una parte pequeña del problema a la vez, posibilitar que tenga medios para comunicar la esencia de sus imágenes mentales, facilitar sus posibilidades de realizar juicios rápidos de factibilidad de detalles críticos, y permitir realizar juicios con suficiente objetividad”⁴⁷.

Anteriormente se pensaba, que los procesos de Diseño respondían a un sistema de "caja negra" en donde lo que sucedía al interior era irrelevante y sólo importaba el producto final ajeno a su proceso de análisis. Actualmente lo que se procura, es desarrollar un sistema que permita controlar los procesos de conceptualización en favor de soluciones de diseño efectivas; lo que condujo a que los diseñadores comenzaran a formular sus propias teorías, en búsqueda de un pensamiento contemporáneo alejado de la búsqueda de principios absolutos.

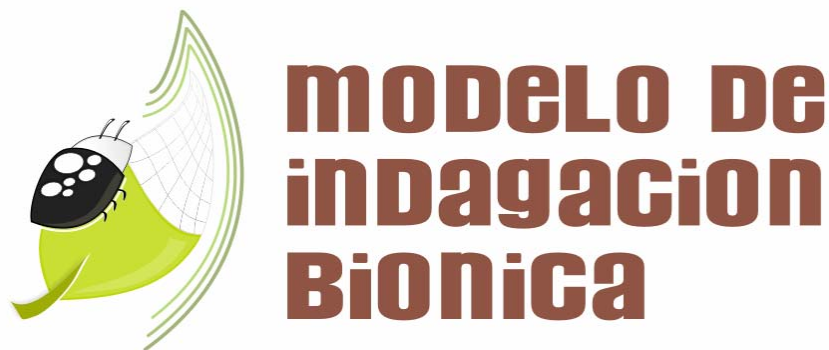
Algunos de los aspectos fundamentales de las teorías y los modelos metodológicos existentes, se emplean en estricto apego en el modelo metodológico propuesto, siendo la intención, unir el conocimiento probado a estructuras lógicas y facultades creativas, para evadir acciones que desvíen el curso de los proyectos; queriendo con esto, lograr un procedimiento que permita

⁴⁷ Artículo MÉTODO Y DISEÑO. En Revista PRESENCIA.

establecer relaciones entre los datos proporcionados por la biónica para constituir la premisa general del trabajo de proyectación.

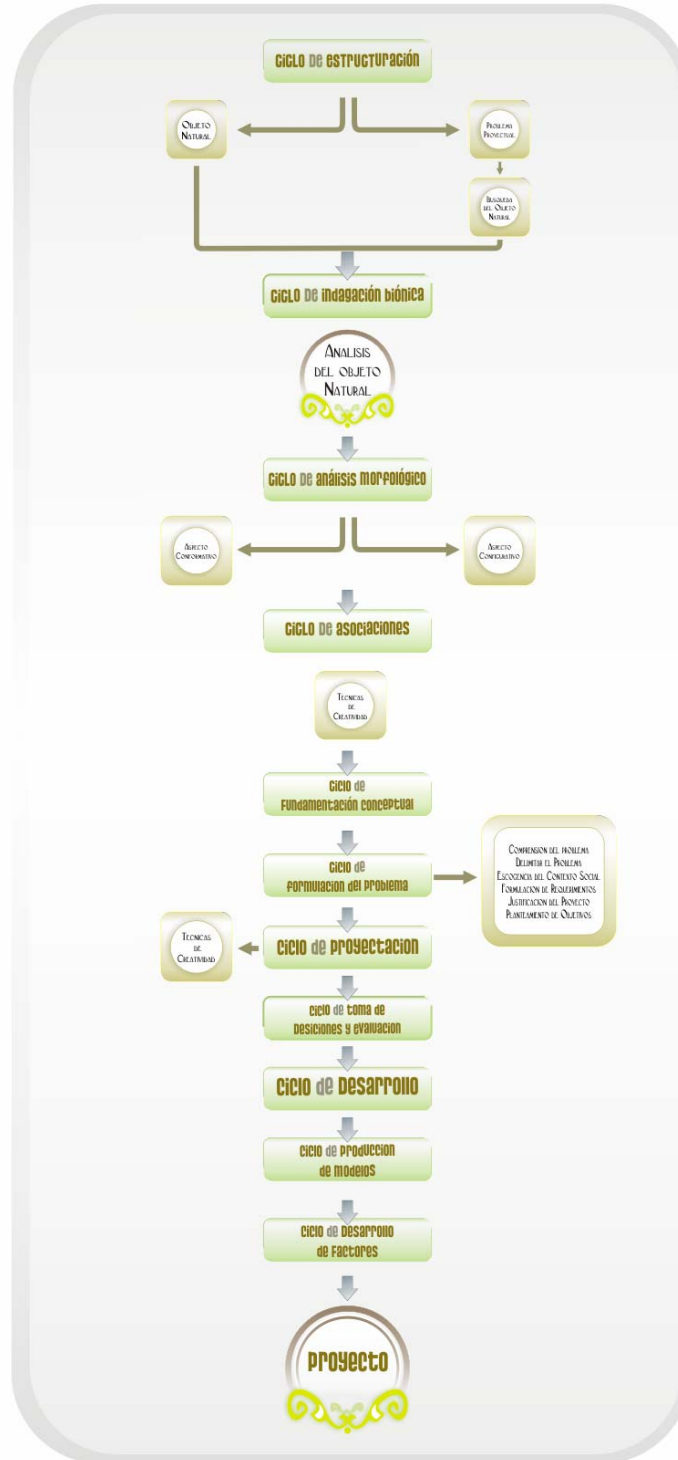
La estructura del Modelo de Indagación Biónica, nombrado así por su carácter investigativo, se sugiere elaborando etapas interrelacionadas que de forma continua se van complementando y con las que de forma gradual se alcanza el desarrollo del diseño, razón por la cual se ha resuelto darle a estas etapas la denominación de Ciclos Conceptuales. El modelo está integrado por once ciclos conceptuales. Así mismo, el organismo fuente de inspiración será referido como Objeto Natural.

Figura 49. Logo MODELO DE INDAGACION BIONICA



A continuación, se describen los ciclos que estructuran el modelo metodológico, precisando el alcance de cada uno de ellos.

Figura 50. Estructura del Modelo de Indagación Biónica



Fuente: Autor

5.3.a. Ciclo de Estructuración

El modelo, en un principio, depende de la naturaleza del proyecto a realizar; lo que exige planear el punto de inicio del proyecto. La Indagación Biónica admite dos opciones, para el desarrollo de la determinada situación:

Partiendo del objeto natural

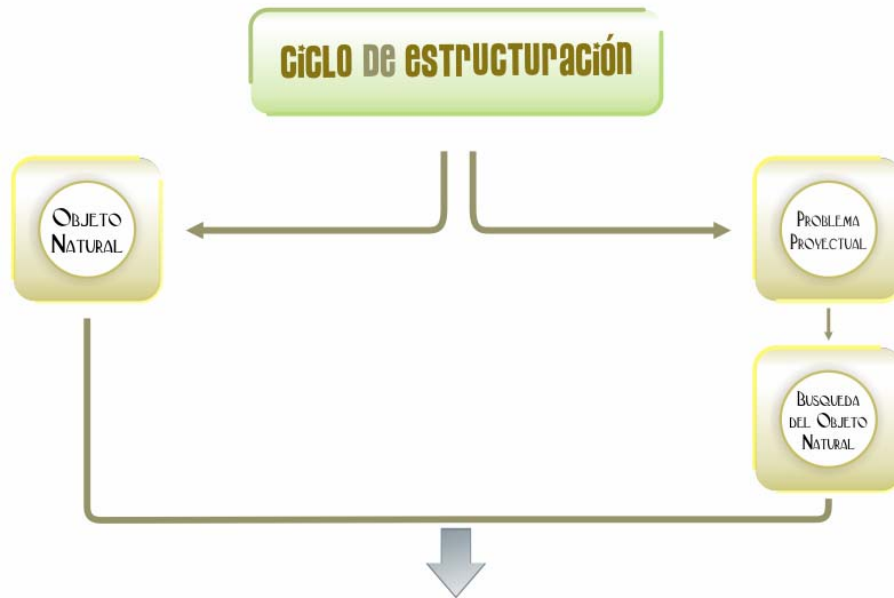
Se aborda el proceso desde la escogencia de un objeto natural, que se convierte en el medio de inspiración para el diseño. Posteriormente, y por medio de su análisis, se evidencian las oportunidades que presenta para la determinación del problema de diseño. Son inciertos los aspectos útiles que el objeto de estudio aportará en el problema aún sin establecer. De esta iniciativa puede resultar una gran cantidad de novedosas alternativas.

En este procedimiento, lo que algunos llaman intuición o imaginación debe tener prioridad. Los objetivos y el límite del problema son inestables y tentativos, en este punto la razón debe ser usada como soporte, no para destruir iniciativas creativas.

Partiendo del problema proyectual

Bajo la descripción de una situación de diseño particular, se examina el entorno natural, buscando algún sistema que por analogía o sencillamente por decisión del diseñador, solucione las pretensiones del problema, eligiendo entonces el objeto natural de estudio según la necesidad. En este caso es relevante anotar que el estudio de los objetos naturales podría dilatarse, ya que el espacio de búsqueda es suficientemente amplio; y se corre el riesgo de nadar en la gran cantidad de información y perder el curso o de no tomar en cuenta opciones que podrían aportar soluciones viables. e.g. diseño de una silla para niños.

Figura 51. Ciclo de estructuración



Fuente: Autor

Una vez se ha estructurado el problema, siguiendo las vías ya sea del objeto natural o bien del problema proyectual, los dos procesos se encuentran y se adelanta el siguiente ciclo.

5.3.b. Ciclo de Indagación Biónica

Los conceptos empíricos son imprecisos e inciertos y pueden ser generados por ideas preconcebidas, por lo que esta fase es de vital importancia para el desarrollo del proceso proyectual. El conocimiento empírico se convierte en científico al examinarlo con métodos y herramientas precisas.

Figura 52. Ciclo de Indagación Biónica



Fuente: Autor

Este ciclo, cuya acción da nombre al modelo propuesto, precisa de la búsqueda de información a cerca del objeto natural de estudio seleccionado por el diseñador para inspirar el proceso creativo. La investigación, es un suceso obligado por la Indagación Biónica, para asimilar datos que faciliten el conocimiento sobre la esencia, el comportamiento y las posibilidades de los objetos naturales, que permitirán comprender, deducir y evidenciar aquellos datos útiles para el desarrollo proyectual.

Es evidente que cuanto más se conozca el tema, el proceso de afinar la idea será más eficiente y rápido, pero teniendo en cuenta lo extenso del diseño natural, el diseñador puede no llegar a conocerlo en su totalidad, por lo que deberá delimitar el área de estudio, y hacer todo lo posible para su entendimiento, teniendo presente que no siempre toda la información sirve para el proyecto.

Los tres puntos importantes a investigar en la Indagación Biónica de cualquier organismo natural son en su orden:

5.3.b.1 Forma

Nos permite conocer como esta formado de manera básica cualquier ser vivo.

5.3.b.2 Estructura

El análisis de la disposición natural de un organismo, permite determinar por qué y cómo no colapsa un ser, tanto de manera estática como dinámica, el manejo de cargas, su textura tanto visual como táctil.

El análisis estructural parte de las diferentes ordenaciones que les concede la naturaleza a los organismos para su eficiente funcionamiento y que derivan en formas y módulos emulando geometrías que guiarán al diseño, no solo a nivel formal sino funcional y estructural.

5.3.b.3 Contexto de referencia de un organismo y su relación con el mismo

De este punto se deducen y aclaran las dudas a cerca de los comportamientos y procesos de los seres vivos.

La indagación del objeto natural debe realizarse con instrumentos de ayuda, que permitan una comprensión detallada de cada parte del objeto natural y la obtención de información completa acerca de los factores mencionados anteriormente.

Instrumentos para la obtención de datos⁴⁸

Técnica documental

El objetivo de la investigación documental es elaborar un marco teórico conceptual para formar un cuerpo de ideas sobre el objeto de estudio. Con el propósito de elegir los instrumentos para la recopilación de información es conveniente referirse a las fuentes de información.

Fuentes primarias de información

Estas fuentes son los documentos que registran o corroboran el conocimiento inmediato de la investigación. Se hallan libros de tipo general, libros de texto, libros especializados, monografías, revistas, informes técnicos, diarios y periódicos, tesis, búsquedas en Internet.

Fuentes secundarias de información

Incluye las enciclopedias, los anuarios, las bibliografías y los índices, entre otros; los datos que integran las fuentes secundarias se basan en documentos primarios.

Técnica de campo

El instrumento de observación se diseña según el objeto de estudio. Se puede recurrir a cámara fotográficas, estereoscopio, escáner, diagramas, software, modelos bidimensionales, modelos tridimensionales, videos, entrevistas, cuestionarios, captura o recolección del elemento natural objeto de estudio (si es posible).

⁴⁸ INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACION SUPERIOR. Curso especializado en la modalidad a distancia sobre investigación en las ciencias sociales - Modulo 3: Estrategias de recolección de información. Teoría y lecturas complementarias. : ICFES, 2002.

A continuación se describen algunas sugerencias que el Modelo de Indagación Biónica cree oportunas a la hora de recolectar información cuando a las técnicas de campo se refiere.

Recolección de muestras e imágenes

Muestreo

Previamente conviene hacer la documentación correspondiente al objeto natural, para encontrar algunas explicaciones de su biología o comportamiento. Así va a costar menos tiempo lograr buenas indagaciones.

Para examinar la anatomía o forma externa del objeto natural, cualquiera que sea; es importante disponer de fotografías o imágenes de calidad de la especie para poder estudiarlas y analizar sus características.

Lógicamente algunas de las características externas serán fácilmente reconocibles a simple vista, por lo que no es necesario llevar los organismos al laboratorio o en el caso de los animales, matarlos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Observación directa

Consiste en examinar los puntos claves donde habitualmente se encuentran ejemplares.

Red Entomológica (Cazamariposas)

Sirve para capturar toda clase de especies diurnas o nocturnas con capacidad de volar, para así poder observarlos de cerca sin que se escapen.

Consiste en una red de tela sintética muy fina, en forma de embudo. En la abertura del embudo y a través de una guía, se introduce un anillo de aluminio, el cual es sujetado a un mango de 90 - 120 cm., que sirve para poder coger la manga con comodidad y atrapar el insecto sin aproximarse excesivamente.

Figura 53. Red entomológica



Fuente: entomofauna.com

Manga de Barrido

Es una manga parecida a la anterior, más resistente y a veces de mayor tamaño, que se usa para realizar barridos sobre la vegetación, hierba o arbustos, de forma que en ella quedan atrapadas las diversas especies de insectos que los habitan.

Paraguas Japonés (Vibrado de ramas)

Consiste en colocar un recipiente, lona o paraguas japonés de color claro bajo una rama o una planta. Después se da un golpe seco con un palo para que caigan los insectos que viven en ella.

Trampa U.V.A

La trampa U.V.A. está formada por una regleta que sostiene dos fluorescentes de 8W productores de luz negra o actínica. Los fluorescentes se alimentan con una batería de 12 V y 7 A. Ésta regleta se sitúa sobre un trípode o soporte que la sostenga elevada. En el suelo, se pone una sábana blanca para que los insectos

que sean atraídos por la luz sean fácilmente visibles. Algunas trampas prefabricadas tienen, en la parte inferior del fluorescente, un embudo que desemboca en una caja opaca, que se rellena de cartones rugosos (cartones de huevos) para que los insectos que caigan, puedan posarse sin revolotear. El tiempo de exposición de la trampa oscila entre un mínimo de 2h a un máximo de 6 h. Los insectos que no sean necesarios para el laboratorio, deberán liberarse cuanto antes, para evitarles molestias y desperfectos en las alas. También son útiles los sitios bajo un punto de alumbrado público.

Figura 54. Trampa de luz UVA



Fuente: entomofauna.com

Trampa de Intercepción (Pit fall)

Consiste en enterrar un recipiente de boca ancha, de forma que su borde esté al mismo nivel que el suelo. Sobre el recipiente, se pone una piedra suficientemente grande para evitar la caída de agua de lluvia, o bien la entrada de roedores u otra clase de depredadores que pudieran entrar para comerse los insectos que caigan en él. Algunos insectos corren para esconderse bajo la piedra, y entonces caen en el recipiente. A veces, se pone agua jabonosa en el recipiente, para evitar que los insectos se coman los unos los otros, o bien que se peleen, y rompan algunas de sus estructuras alares o corporales.

Trampa de Cebo

Consiste en distribuir por el área de estudio y de forma equidistante, diversos recipientes que contengan alguna clase de alimento potencial para los animales. Los recipientes se colocan semienterrados en el suelo, de forma que los insectos puedan entrar en ellos con facilidad.

Figura 55. Trampa de cebo



Fuente: entomofauna.com

Microscopio Estereoscópico

Lupa binocular o microscopio estereoscópico: la luz transmitida permite una imagen luminosa y nítida que proporciona aumentos del objetivo. El iluminador de fibra óptica es muy útil cuando se trabaja a gran aumento, porque produce más luz sin calentar la muestra. Los objetivos zoom son más cómodos que los intercambiables y los trioculares permiten acoplar una cámara fotográfica o de vídeo para reproducir lo que se observa. En el caso de los estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, se puede recurrir al laboratorio de entomología de la escuela de Biología.

Figura 56. Microscopio Estereoscópico



Fuente: entomofauna.com

Para la disección son necesarios algunos instrumentos:

Instrumentos de micro disección

Para preparar los insectos es útil disponer de:

Frasco de anestésico: anestésico los insectos, de modo que mueran sin quedarse rígidos, permite examinarlos con más facilidad y comodidad. El frasco de anestésico es un frasco de cristal o de plástico (resistente al acetato) con cierre hermético, en el cual se introduce un pañuelo de papel que se moja con Acetato de Etilo.

Tabla de preparación: consiste en una tabla de corcho, donde se prepararán los insectos que se hayan recogido. Una vez tenemos al insecto atravesado, procederemos a clavarlo en la tabla de preparación, de modo que el alfiler quede totalmente vertical, y que nos queden 5-10mm del alfiler por encima del insecto.

Alfileres: el alfiler tiene la misión de sostener al insecto para manipularlo cuantas veces se quiera, sin que para ello se le tenga que tocar, lo cual podría suponer un grave riesgo de rotura o de pérdida de los colores originales. El alfiler, debe atravesar el cuerpo del insecto de arriba abajo, sin deteriorar las partes importantes, de manera que normalmente se clava en el lado derecho del

ejemplar, para permitir que el lado izquierdo quede intacto. Es un instrumento muy útil, en caso de tratarse de un objeto natural con alas.

Pinzas: es cómodo ayudarse de unas finas y delgadas para manipular las patas, de otras más gruesas para sostener los alfileres y unas planas y suaves, para manipular las alas sin romperlas.

Papel pergamino: se usa en el caso de insectos con alas, para ponerlo sobre ellas cuando están en el extendedor. Las alas quedan mucho mejor y en éste papel no se pegan las escamas de las mariposas.

Es vital que las muestras que se hayan recogido con las técnicas de campo se disequen a fin de conservarlas durante algún tiempo, para poder consultarlas cuando sea necesario revisar sus características a lo largo del proyecto, en caso de no contar con fotografías o imágenes de soporte.

Productos conservantes

Los productos conservantes más utilizados hasta hace poco, eran la Naftalina (Paradiclorobenceno) y la Esencia de Mirbana (Nitrobenceno). No obstante, los últimos estudios publicados sobre la posible toxicidad de estos productos para la salud humana, han revelado que a cierto grado de exposición, estas dos sustancias son potencialmente cancerígenas.

Por ello, se ha optado por abandonar éstos productos y probar un método, consistente en congelar las muestras, para lo que se introducen en bolsas de plástico, lo que duerme y mata al insecto, para posteriormente (48 horas después) retirarlo y dejarlo descongelar; lo que permite que recupere la movilidad perdida por el enfriamiento.

En el caso de encontrar insectos ya muertos, se logra el mismo efecto ubicándolos sobre un papel absorbente humedecido con agua, durante aproximadamente 5

horas dentro de un recipiente tapado. Sin embargo este método debe ser constantemente supervisado debido a la posible aparición de hongos en la muestra.

También se puede disecar insectos inyectándoles 1 cm³ de alcohol comercial en su cavidad torácica.

Fuentes: Escuela de Biología – Universidad Industrial de Santander
Entomofauna.htm

Para la obtención de las imágenes que guiarán al diseñador para conocer al objeto natural de estudio, se puede recurrir a imágenes existentes; aunque lo más apropiado sería crear algunas propias, con el fin de detallar aquello que le interesará mayormente al proyecto.

Toma de Fotografías

La fotografía digital al igual que la analógica, consiste en la grabación de imágenes mediante una cámara. La única diferencia es que en esta última las imágenes quedan grabadas sobre una película y se revelan posteriormente mediante un proceso químico, y en la fotografía digital las imágenes son capturadas por un sensor electrónico que dispone de múltiples unidades fotosensibles y desde donde se archivan en otro elemento electrónico.

Aunque si hablamos de costos, el de la fotografía digital, es considerablemente menor. Esto considerando que se pueden realizar muchas tomas y elegir e imprimir sólo las mejores fotografías. Sin embargo, la información detallada a continuación es válida en ambos casos.

Equipo fotográfico

👁️ Cámara

👁️ Lentes y objetivos



Existen en el mercado infinidad de tipos de lentes suplementarias, que se pueden adecuar a nuestra cámara fotográfica. Siempre considerando que nuestra cámara es del tipo REFLEX, es decir de objetivos intercambiables.

Lentes de aproximación: la menor distancia a la que se suele poder fotografiar un objeto está entre 50 y 90 cm. del objetivo. Incluso a esa distancia, los objetos muy pequeños aparecen de tamaño demasiado reducido en la foto. Para obtener fotografías de objetos muy próximos lo que tendríamos que hacer es aumentar la distancia entre la película y el objetivo. En las cámaras antiguas esto era posible, debido al fuelle extensible. Nuestras cámaras están concebidas para una distancia normal entre 1m. e infinito.

Macroobjetivos: Estos permiten disminuir la distancia focal, para tomar instantáneas de objetos muy próximos al objetivo. Un buen objetivo macro permite fotografiar motivos a tan solo 1 cm. de la lente. Se utilizan en fotografía especializada, biología, etc.

Accesorios

Anillos de extensión	Tubo de extensión
Fuelle	Lentes de aproximación
Cable disparador	Trípodes

Trípode

El trípode se usa para un alto porcentaje de las situaciones, puesto que proporciona una inmediata mejora de la calidad de la foto, especialmente con sujetos estáticos o flores. También da buenos resultados con telas de araña, orugas y mariposas a primera hora de la mañana.

Por norma general, con los insectos vivos, es bastante difícil utilizarlo. La mayoría de los insectos huyen cuando ven cables o reflectores montados a 25 cm. de ellos. Lo que exige arrastrarse por el suelo hasta llegar a ellos y apoyar la cámara sobre los codos, lo que le da una estabilidad suficiente para utilizar el flash.

Figura 57. Posición para la toma de una fotografía y su resultado



Fuente: Carles Solá

Figura 58. Trípode con columna central invertida para poder captar planos muy cercanos al nivel del suelo.



Fuente: Fran Nieto

Filtros

Filtros UV

Polarizador, Destellos.

Iluminación

Flash

Regleta Metz con soporte de antorcha para flash

Regleta para flashes casera para macro

Películas

Son recomendables películas de diapositivas de baja sensibilidad, 25 a 100 ASA, aunque para trabajar en el campo con animales o en circunstancias de poca luz puede ser útil usar películas de 200 ASA, las de sensibilidad superior son poco adecuadas para su uso en macro debido a la evidente aparición de grano.

Negativo	Kodacolor Gold 100
	Fuji Superia 100
Diapositiva	Ektachrome-Iso100
	Fuji Sensia II-Iso100
	Fuji Velvia-Iso50
Uso general	Ektachrome Iso100 / Kodachrome 100
	Sensia II 100
Macro de insectos y flores	Fujichrome Velvia 50
Macro y paisaje	Velvia 50

Técnica

Velocidades y diafragmas

Es el método que regula la apertura de luz de la cámara. Suele ser un disco o sistema de aletas dispuesto en el objetivo de una cámara de forma tal que restringe el paso de la luz, generalmente de forma ajustable. Las progresivas variaciones de apertura del diafragma se especifican mediante el número f , que es la relación entre la longitud focal y el diámetro de apertura efectivo. Esta relación da lugar a una escala normalizada en progresión de $\sqrt{2}$ (1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22, 32, 45, etc.). El número más pequeño indica la mayor apertura de diafragma. Cada valor inmediato superior de diafragma, supone una entrada de luz de la mitad que en el valor anterior. El salto de un valor al siguiente se llama un paso. El valor mínimo que puede tener el número f es 0,5. Aunque este valor es inalcanzable en la práctica.

Figura 59. Diferentes aperturas del diafragma



La velocidad de disparo (obturador) tienen los siguientes valores: T - P - 1 - 2 - 5 - 10 - 25 - 50 - 100 - 250 - 500 - 1000. Esto son fracciones de segundo: 1 significa 1 segundo, 2 significa 1/2 segundo, 1000 significa 1/1000 segundo. La T significa Tempus y quiere decir que cuando se pulsa el disparador el objetivo se abre y no se cierra hasta que se pulsa de nuevo. La P significa Pose y quiere decir que cuando se pulsa el disparador el objetivo se abre y no se cierra hasta que se suelta. Existe una relación perfecta entre la abertura de diafragma y el tiempo de exposición. A mayor abertura de diafragma, menor tiempo de exposición:

Gran abertura = Corta exposición
 Pequeña abertura = Larga exposición

Así, con una iluminación diurna normal y película 100 ASA, los valores serían estos:

Diafragma	2,8	4	5,6	8	11	16	22
Exposición	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/50	1/25	1/10

Cuando se trabaja en el campo y sin trípode, es bueno utilizar una velocidad alta para evitar las vibraciones del insecto o de la cámara (1/ 60-250), así como un diafragma cerrado (f /11-16) para ganar en profundidad de campo, lo que junto al uso de bajas sensibilidades, obliga a disparar con el uso de Flash.

No es conveniente usar los diafragmas más cerrados ni los más abiertos, porque la imagen pierde resolución.

Control de la profundidad de campo

Para que un insecto o flor muestren toda su belleza es conveniente que estén estrictamente enfocados, de forma que esto permita ver sus pelos, patas o antenas con gran nitidez. Para ello, a parte de usar un diafragma adecuado al volumen del insecto a fotografiar, se debe enfocar en el punto correcto.

Fondos

Con frecuencia, un sujeto correctamente expuesto y bien enfocado, resulta difícil de apreciar por tener un fondo posterior muy cargado y nítido. Para macrofotografía pues, es de suma importancia la simplificación de los fondos, para obtener una buena visión de los detalles. La técnica más usada de forma general es la de poner un diafragma abierto para que el reducido plano focal produzca un fondo desenfocado. En macrofotografía son necesarios los diafragmas cerrados, para obtener una buena resolución en los detalles.

Así pues, si el fondo no se halla suficientemente lejos del sujeto como para salirse del plano focal, la solución consiste en producir un fondo oscuro. Con el uso de

flash y velocidades altas (125 / 250) se consigue que la luz del fondo no llegue con suficiente intensidad a la película, obteniendo un fondo oscuro y en ocasiones negro. Si no se dispone de flash, será necesario un trípode.

Figura 60. Macrofotografías

Nikon D70; MicroNikkor 105 mm 1:2.8 a vel 125 y f/11.



Nikon D70; MicroNikkor 105 mm 1:2.8 a vel 125 y f/11. Flash.



Fuente: Fran Nieto

Entonces, en la parte posterior de la flor o del insecto se puede hacer sombra con una tela o una sombrilla. Se toma la lectura puntual sobre el sujeto, se ajusta la velocidad de obturación, y se dispara.

Figura 61. Contraste: fotografía con y sin flash



Fuente: Fran Nieto

Sensibilidades de la película

La película Standard es la de 21° DIN / 100 ASA o al menos es la más utilizada y la más vendida.

Para diafragma fijo:

17° DIN	Diafragma 8	1/100 seg.
20° DIN	Diafragma 8	1/250 seg.
14° DIN	Diafragma 8	1/50 seg.

Con sensibilidad fija y variando el diafragma:

17° DIN	Diafragma 8	1/100 seg.
17° DIN	Diafragma 5,6	1/250 seg.
17° DIN	Diafragma 11	1/50 seg.

La superficie sensible de una película se ennegrece con la luz, de forma más rápida, cuanto más sensible es. La luz de una vela, debe actuar durante 4 segundos sobre una película 11° DIN, mientras que sobre una película 23° DIN, solo necesita 1/5 de segundo.

Las películas de alta sensibilidad están formadas por granos gruesos, con lo que al ampliar la foto nos daremos cuenta de que el poder de resolución es mucho más basto que al utilizar películas de baja sensibilidad cuyo grano es finísimo.

Para fotografía de insectos se necesita una elevada nitidez, que solamente proporcionan las películas de grano pequeño. Ésta característica coincide con la baja sensibilidad del producto, suponiendo un serio inconveniente dado que los insectos suelen ser muy inquietos.

Figura 62. Macrofotografía de insecto muerto (diafragma f:22. Escala 10:1)



Fuente: Fran Nieto

Para fotografiar insectos vivos, es importante fotografiar por las mañanas, cuando los insectos están fríos y hambrientos, hará que estén adormecidos buscando sol para calentarse, y además, el hambre les hará estar largos ratos sobre las flores.

Poner un cebo atraerá a los insectos. La mezcla de zumo de frutas, cerveza, plátano maduro triturado, un poco de algún licor y un poco de sal, triturado y macerado durante toda la noche bien tapado, se puede esparcir al día siguiente por encima de un tronco, para que los insectos, en especial las mariposas, acudan a comer atraídos por el perfume del licor, con el que además quedan relajados para tomarles fotos.

Fuente: Fran Nieto: Fundamentos de la fotografía.

Disponible en Internet: <http://personales.ya.com/franniето/cursos/cusomacro/cusomacro.htm>

Entomología y fotografía de la naturaleza. Carles Solá

Imágenes con derechos de autor: Carles Solá ©

Digitalización

Escáner

Adobe Photoshop

Por buena que sea una cámara pocas tomas existen que no se puedan mejorar con un buen programa de edición. El programa de retoque por excelencia: Photoshop. Existen programas otros como Corel Photo paint o el Paint Shop Pro que son más intuitivos. El objetivo es eliminar elementos indeseados, cambiar el tono de la fotografía, mezclar imágenes, todo lo que nos pueda ayudar a desplegar los conceptos del proyecto en desarrollo.

Formatos de archivos gráficos

Un formato gráfico define la manera en que se guarda una imagen y toda la información relacionada con la misma. Los más frecuentes son:

BMP: Es el formato nativo de Windows. Cualquier aplicación será capaz de reconocerlo. Admite hasta 16,7 millones de colores pero el tamaño de los archivos que genera es enorme para casi cualquier uso.

GIF: Formato muy utilizado en Internet gracias a su pequeño tamaño, su inconveniente es que admite tan sólo 256 colores.

TIFF: Es el formato elegido para los trabajos de gran calidad de imprenta. Admite compresión sin pérdida de calidad y es leído tanto por sistemas PC como Mac.

JPEG: Es el formato de compresión de imágenes más eficiente de la actualidad. Al guardar una imagen en este formato debemos de especificar la cantidad de compresión a emplear. Cuanto mayor sea ésta, mayor pérdida de información tendremos, pero los archivos serán menores. Incluso en relaciones de compresión bajas existe pérdida de calidad, aunque esta suele ser inapreciable en los monitores e impresoras actuales.

Características de las imágenes digitales

Un píxel es pues una unidad de información, pero no una unidad de medida, ya que no se corresponde con un tamaño concreto. Un píxel puede ser muy pequeño (0.1 milímetros) o muy grande (1 metro).

Resolución: indica el número de píxeles que contiene la imagen. Así una cámara que tenga una resolución de 1024 x 768 quiere decir que tiene 1024 píxeles de ancho por 768 de altura. Evidentemente cuanto mayor resolución tenga una imagen más información contendrá y será mucho más detallada. No se debe olvidar que la calidad de las lentes determinará la capacidad del equipo para hacer distinciones entre diferencias sutiles de color y determinará el contraste de la imagen tomada.

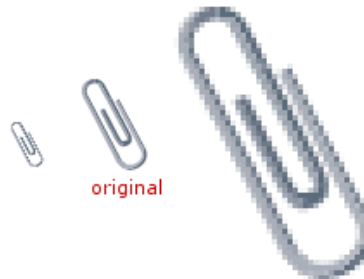
Profundidad de píxel: este dato define el número de colores que puede mostrarse en cada píxel. Una imagen de un bit puede visualizar blanco o negro. Con 8 bits podemos visualizar 256 colores. Una profundidad de 8 bits por color, o sea de 24 bits totales (Rojo-Verde-Azul) nos permite representar 16.8 millones de colores, que son algunos más de los que puede apreciar el ojo humano. Las cámaras más modernas permiten trabajar con 12 bits de profundidad por color, 36 en total, lo cual mejora los resultados.

Parece que la mejor opción sería trabajar siempre con profundidades altas, pero el tamaño que ocupan estos archivos hace que sea mejor optar con aquella profundidad que aporte suficiente información para los fines pertinentes. Una imagen de 20 x 30 cm. a 300 ppp ocupa 24 Megas, mientras que en escala de grises únicamente 8.

Digitalización

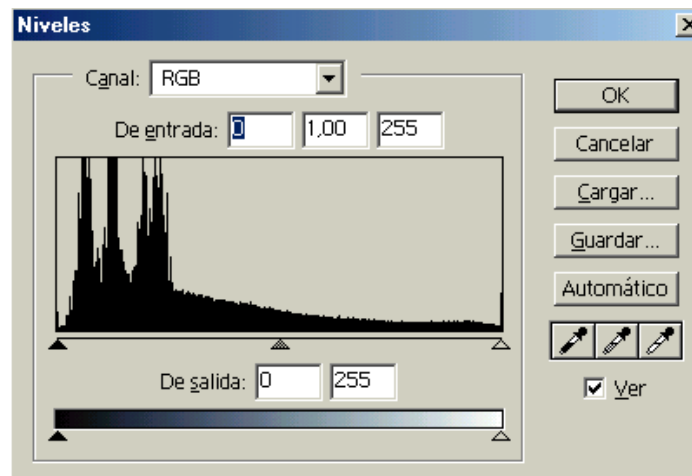
A la hora de arreglar una imagen se debe tener en cuenta el fin al que se destina y qué tamaño se necesita para el mismo. A las imágenes digitales se les puede reducir el tamaño o resolución, pero aumentarla no sirve de nada, pues los programas actuales todavía no son lo suficiente inteligentes para reinventar la realidad.

Figura 63. Cambio de tamaño en un mapa de bits



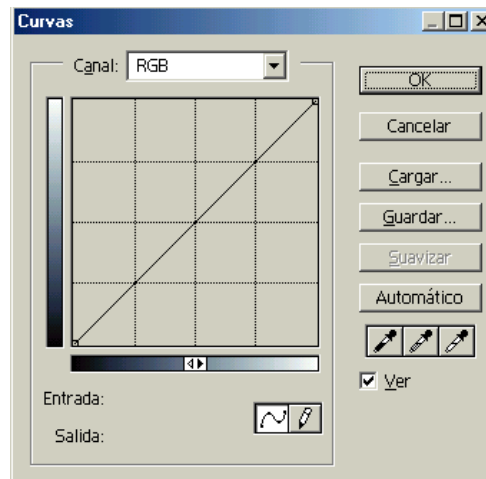
Una vez obtenida la imagen será necesario ajustarla para que se parezca todo lo posible al original. A continuación se presentan algunas de las herramientas más comunes:

Figura 64. Herramienta Niveles Photoshop



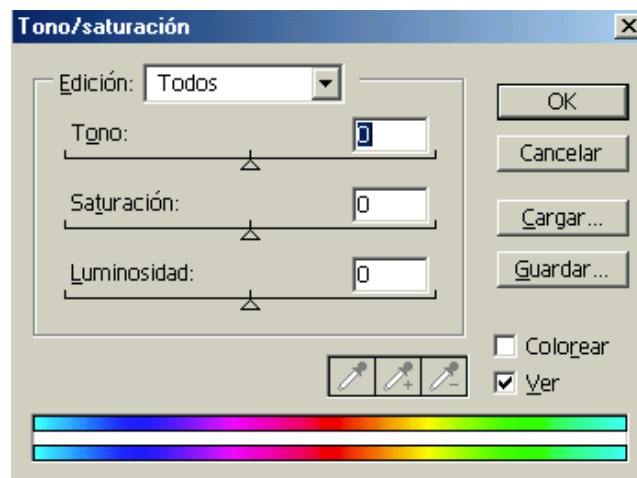
(Imagen/ Ajustar/ Niveles). El triángulo derecho ajusta los blancos de la imagen y el de la izquierda los negros, el del medio los tonos medios (el gamma).

Figura 65. Herramienta Curvas Photoshop



(Imagen/ Ajustar/ Curvas). Una forma más exacta y cómoda de ajustar la imagen son las curvas. En el gráfico se puede mover la línea hacia arriba para aclarar o abajo para oscurecer cualquier gama de color de la imagen. Podemos ajustar luces, sombras, medios tonos, y de cualquier color con independencia del resto.

Figura 66. Herramienta Tono/saturación Photoshop



(Imagen / Ajustar /Tono y saturación). El siguiente paso es ajustar el tono saturación y luminosidad para cada uno de los colores de la imagen si lo precisan.

Una vez realizados estos cambios podemos ajustar el brillo y contraste. El brillo corresponde a la cantidad de blanco que posee la imagen, el contraste a la diferencia que existe entre las partes oscuras y claras de la imagen. Es normal que después de ajustar uno de ellos sea necesario modificar el otro, hasta encontrar el equilibrio perfecto. Imagen /ajustar /Brillo y contraste.

Observación:

El modelo concibe los medios de recolección de datos como algo flexible, que se utiliza mientras resulte efectivo, y que se cambia de acuerdo la marcha de la investigación y de las circunstancias. En este apartado debe sintetizarse la información que el diseñador considere aplicable al desarrollo de su proyecto, analizar todos los datos recogidos; organizarlos, interpretarlos y jerarquizarlos.

Al usar las diferentes fuentes de información; el alcance de este ciclo se dará al haber obtenido toda la información necesaria para brindar al diseñador el conocimiento necesario en relación al objeto natural y sus procesos de los cuales se instruye el proceso creativo.

5.3.c. Ciclo de Análisis Morfológico

El ciclo de Análisis Morfológico⁴⁹, permitirá que la naturaleza, nos muestre una serie de elementos conceptuales acoplables al diseño. Las estructuras y los principios mecánicos de las formas vivas, nos pueden acercar a la generación de

⁴⁹ Morfología. Disciplina que estudia la generación y las propiedades de la forma. Se aplica en casi todas las ramas del Diseño. Aunque es una actividad creativa que se desarrolla en un ámbito exclusivamente industrial y suele intervenir en el desarrollo de productos no sólo a nivel formal sino también estructural y de comunicación operativa.

empalmes, acoplamientos, articulaciones, torsiones, tracciones, compresiones, flexiones, tenso estructuras, distribución de masas, pesos y fuerzas. La eficiencia de las formas naturales aporta características como la resistencia, dureza, flexibilidad y equilibrio, y cada elemento visual de las diferentes ordenaciones que les concede la naturaleza a los organismos para su eficiente funcionamiento se puede explorar y evaluar, en busca de inspiración que guíe al diseño a nivel formal.

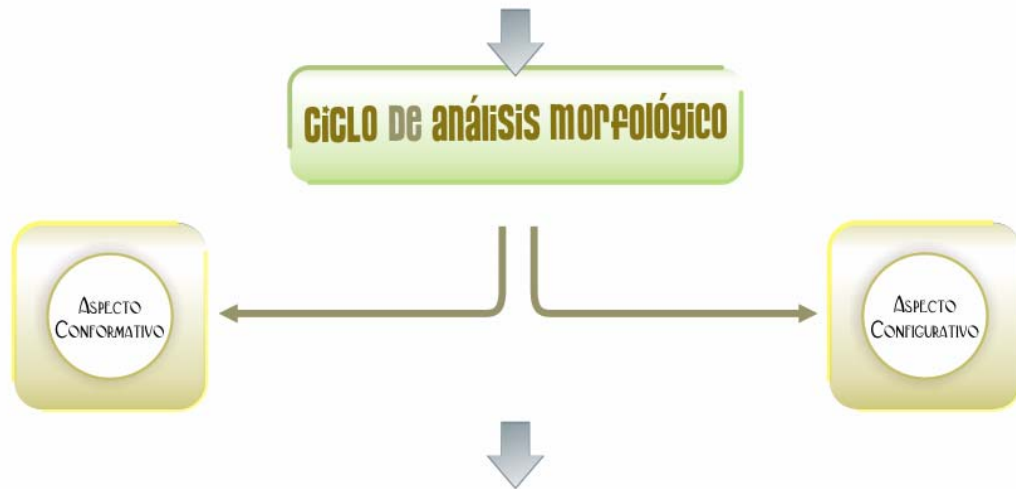
Las formas que crean los diversos elementos naturales no son geoméricamente perfectas o regulares, aunque contienen relaciones entre las dimensiones de sus lados y una legible metodología en la construcción de las formas con la utilización de conceptos básicos del diseño⁵⁰. Aquí se deben analizar aspectos conformativos del diseño; como punto, línea, plano, volumen; y así mismo, recursos de diseño como forma, repetición, estructura, similitud, gradación, radiación, anomalía, contraste, concentración, sección áurea, polimorfismo, la escala y el tamaño, construcción controlada de la forma, coherencia formal, etc. También se involucran los aspectos configurativos del diseño, que hacen que la forma sea percibida táctil y visualmente y comuniquen su función operativa; como el color, textura, brillos, transparencias, etc.

Los aspectos morfológicos se pueden evolucionar; planteando composiciones bidimensionales que le permitan al diseñador ser conciente de aquellos valores que eventualmente considere menos ó más importantes, con el objeto de aproximarse al desarrollo del proyecto. Estas adaptaciones, se logran por medio de abstracciones de la morfología del sistema natural; geometrizando (depuración

⁵⁰ WONG, Wucius. Fundamentos del Diseño. 5ª Ed. Barcelona. : Editorial G.G. S.A., 2002.
GUEVARA, Eduardo. Fundamentos de configuración en Diseño Industrial. : Ediciones Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2004.

y simplificación de formas) y desarrollando la composición de sus formas, enmarcando las imágenes logradas con trazos sutiles, libres de rasgos distractores; para resaltar sus estructuras esenciales.

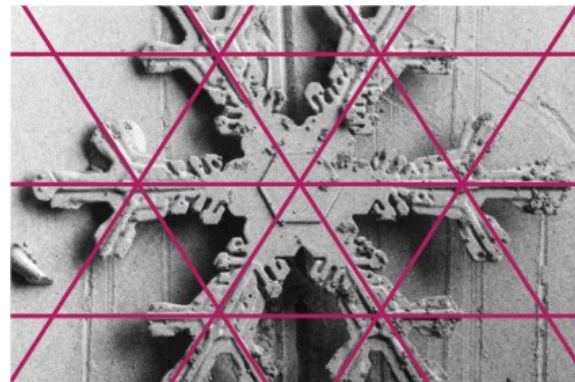
Figura 67. Ciclo de Análisis Morfológico



Fuente: Autor

Ejemplos de Análisis Morfológicos

Simetría enearia: cristal de nieve



Simetría bilateral - Equilibrio

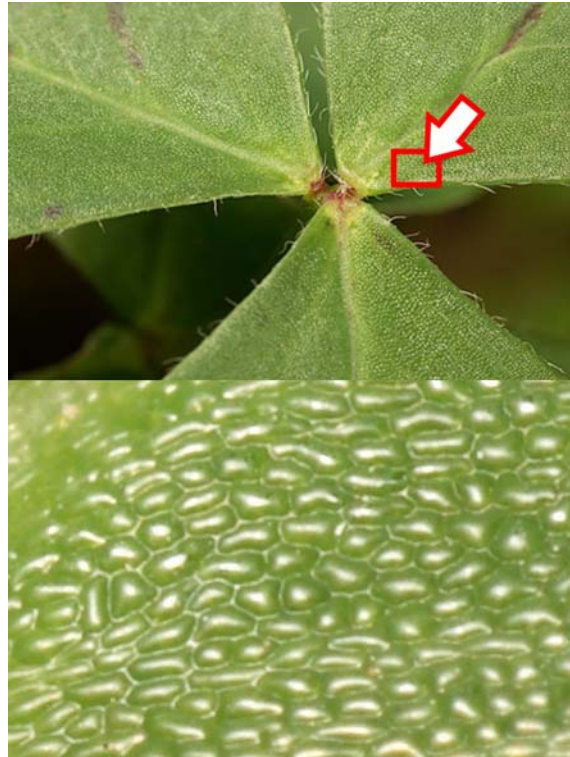


Simetría radiada o poli simetría

Radiación - disposiciones concéntricas equivalentes

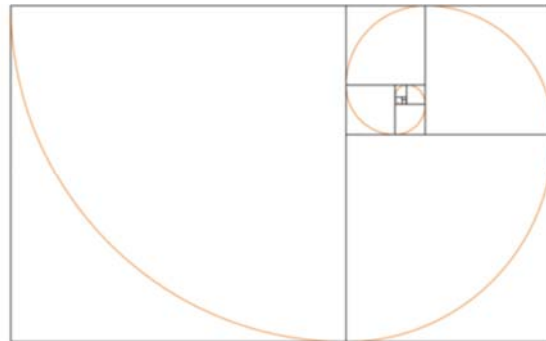


Textura

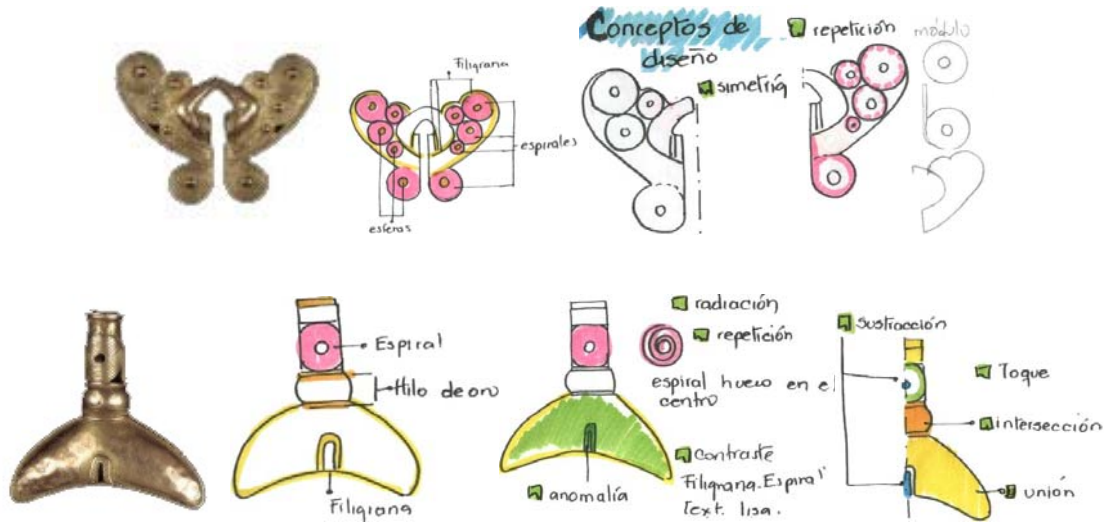


Fuente: Juan Antonio Guerrero. Fotografía de la naturaleza

Proporciones

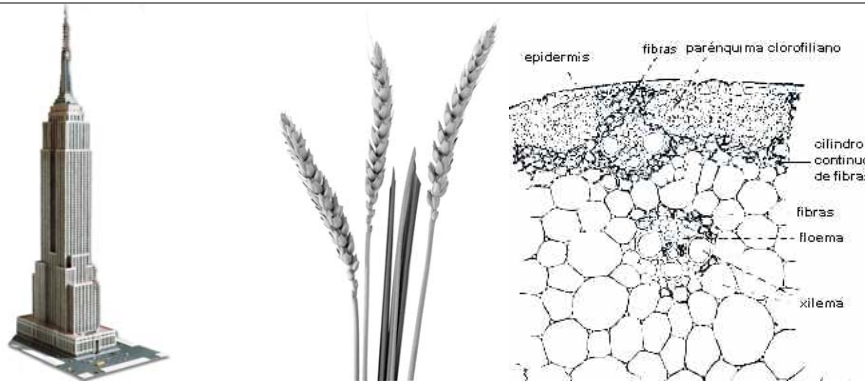


Abstracción – conceptos de diseño



Fuente: SERRANO LUNA, Lilibana Patricia⁵¹.

Escala - Tamaño ⁵²



⁵¹ SERRANO LUNA, Lilibana Patricia. DEFINICION DE PARAMETROS DE DISEÑO PARA JOYERIA CON IDENTIDAD COLOMBIANA, BASADOS EN LA CULTURA ORFEBRE SINU, UTILIZANDO LA ESMERALDA. : Universidad Industrial de Santander. Escuela de Diseño Industrial. Tesis pregrado. Bucaramanga, 2001.

⁵² LOZANO CRESPO, Op. cit., p. 45. El grosor del Empire State Building, no es menor en proporción a su tamaño que el de un tallo de trigo. Un medio de contrarrestar los efectos de la escala consiste en ordenar el material de acuerdo con una configuración más efectiva retirándolo de los puntos en los que no es necesario y añadiéndolo en aquellos en que se precise. Esta estrategia del diseño natural puede ser apreciada en cavidades de frutos, tabiques y ordenación del espacio interno de elementos naturales como pimientos, productos que tiene un menor peso que si fueran sólidos, pero poseen una resistencia equivalente.

Observación:

Este ciclo permitirá analizar el objeto natural en todos sus aspectos, lo que permitirá un mayor control sobre las variables que participarán en el adelanto del proyecto.

Para este momento, no se conocerá la forma definitiva del diseño, pero se podrán establecer ciertas pautas de cómo enfrentar el proyecto y la dirección hacia la cual dirigirse, tal vez soluciones solamente conceptuales, por medio de analogías formales en la naturaleza.

5.3.d. Ciclo de Asociaciones

Gozando de los resultados obtenidos en el Ciclo de análisis morfológico, se traspasan los conceptos encontrados a ideas potenciales para la generación de soluciones.

La analogía como método lógico, consiste en deducir la semejanza de algunas características entre dos objetos. Así, podremos integrar lo abstracto a lo concreto y lograr alternativas de solución para la situación de diseño que se planteó, por medio de analogías entre la situación de diseño y el objeto natural.

La forzada comparación de un campo con la de otro, tiende a obtener una expresión novedosa de un problema. Alexander Graham Bell recordaba: "Me llamó la atención que los huesos del oído humano fueran tan voluminosos, en comparación con la delicada y endeble membrana que los accionaba y se me ocurrió que si una membrana tan delicada podía mover huesos relativamente tan voluminosos, por qué no iba a poder un trozo de membrana más grueso y voluminoso mover mi pieza de acero. Y fue concebido el teléfono".

Figura 68. Ciclo de Asociaciones



Fuente: Autor

Para materializar este ciclo, el modelo plantea encontrar relaciones análogas entre el objeto natural de estudio y la forma, la estructura o la función del objeto a diseñar. Al buscar las analogías, es importante tener en cuenta todos los aspectos relevantes del objeto natural en observación en términos de función o apariencia. Por ejemplo, el ala de los pájaros además de proporcionar la elevación, permite la regulación termal, el control y el señalar sexual.

Podemos encontrar numerosas analogías en algunos códigos humanos en relación con estructuras animales. Por ejemplo el triángulo hacia arriba indica peligro siguiendo un código de circulación vial, al igual que lo indica la cabeza triangular de las serpientes venenosas⁵³. Gutenberg asoció una prensa de vino y una máquina de acuñación, y descubrió la imprenta. Dalí unió sueños y arte y creó el surrealismo. Newton pensó en los movimientos y la caída de una manzana y descubrió la gravedad. Darwin unió los desastres de la humanidad con la

⁵³ LOZANO CRESPO, Op. cit., p. 45

proliferación de las especies y descubrió la selección natural. Hutchins asoció una alarma a un reloj e inventó el despertador.

Figura 69. Analogía directa: Smart Fish. Concepto de aeroplano inspirado en las capacidades de virar del pez atún. Suiza

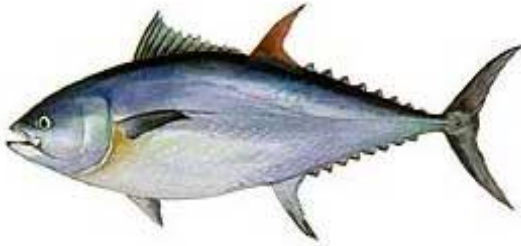


Figura 70. Analogía simbólica: Escarabajo y volkswagen



Para llevar a cabo la función de este ciclo, se aconseja recurrir a las múltiples técnicas de creatividad existentes, para lograr una visión más clara del proyecto. “La creatividad reemplazará a la idea intuitiva, vinculada todavía a la forma artística romántica de resolver un problema. Así pues, la creatividad ocupa el lugar de la idea y procede según su método. Mientras la idea, vinculada a la fantasía, puede proponer soluciones irrealizables por razones técnicas, materiales o económicas, la creatividad se mantiene en los límites del problema, límites

derivados del análisis de los datos y de los sub problemas”⁵⁴ (Ver 3.6. TÉCNICAS DE CREATIVIDAD).

Observación:

Naturalmente, cuando el proyecto parte de un problema proyectual específico (Ciclo de estructuración), las asociaciones no buscan encontrar el problema proyectual a solucionar, sin embargo permiten llegar a una idea más cercana de la intención final.

5.3.e. Ciclo de Fundamentación conceptual

Este ciclo se trata del filtrado de las ideas logradas en el ciclo precedente, para encontrar las bases del problema proyectual. Esencialmente, en el ciclo de fundamentación conceptual se decide que es lo que se va a abordar como proyecto, cuál es la necesidad que se va a solucionar de algún ámbito de acción humana, que presente algún tipo de carencia o posibles ineficiencias. Aún así, como ya se ha mencionado; el modelo también pudo haberlo resuelto en su primer ciclo estructural.

Figura 71. Ciclo de Fundamentación Conceptual



Fuente: Autor

⁵⁴ BONSIEPE, Gui. Op. cit., p. 39

5.3.f. Ciclo de Formulación del Problema

“Son seis mis fieles servidores, me enseñaron todo lo que sé. Sus nombres son: Por qué y cuándo, quién y cómo, dónde y qué”. RUDYARD KIPLING

El Modelo de Indagación Biónica propone fortalecer esta etapa del proceso de diseño. La formulación del problema, es uno de los ciclos que requiere mayor exploración, ya que es aquí donde la innovación empieza a presentarse, buscando una diferencia desde la esencia del diseño.

En este punto ya se concluyó cual será el problema específico a solucionar; y hasta ahora, el procedimiento se mantuvo abierto a todas las posibilidades probables, en espera que la mas efectiva surgiera del estudio de los datos, pero, ahora lo que se necesita es cerrar el problema para comenzar a determinar las soluciones mas viables.

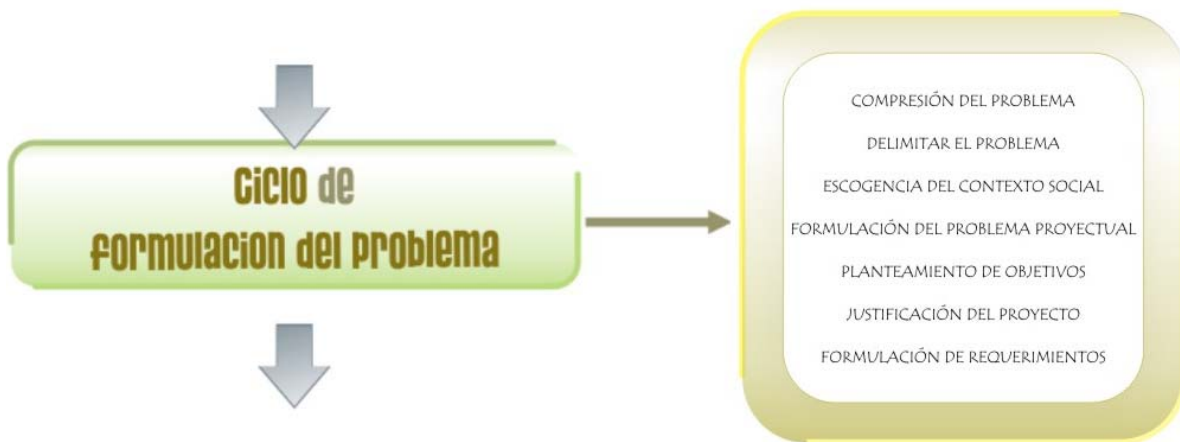
Esta fase tiene por objeto introducirnos al problema, a su planteamiento y justificación. ¿Qué voy a diseñar, por qué, para quién, dónde, cómo? Los diseñadores suelen recurrir a sus experiencias para encontrar estas respuestas, pero lo apropiado es llevar a acabo una investigación, tanto de las soluciones planteadas por otros para problemas o situaciones similares, como de las variables y restricciones del sector que contiene al proyecto, para ampliar la visión del mismo.

Un problema correctamente planteado está parcialmente resuelto, así que a mayor exactitud, más posibilidades de obtener una solución satisfactoria. Es importante saber lo que se desea hacer y así poder comunicarlo. Se deben tener en cuenta las variables tradicionales y las nuevas necesidades; hoy en día, es imposible

diseñar solamente a partir de valores funcionales negando las nuevas necesidades del usuario.

Este ciclo se convierte en la descripción de las condiciones específicas a cubrir por el proyecto.

Figura 72. Ciclo de Formulación del Problema



Fuente: Autor

🌀 **Comprensión del problema**

Busca reunir conocimientos generales propios del campo de desempeño, lo que facilita la proyectación, puesto que ayuda a descubrir los pequeños problemas particulares que se ocultan tras los problemas, y que permiten proyectar con mayor seguridad. En la medida de sus posibilidades, intervenir en el entorno es importante para el diseñador, también en la búsqueda de procesos o situaciones que ocurran con los usuarios involucrados, buscando una correcta aproximación y mejor entendimiento del problema. Posteriormente las respuestas empezarán a presentarse como consecuencia de las experiencias de participación directa.

Delimitar el problema

La definición del problema obliga a precisar los aspectos que incluye, lo que evita las frecuentes divagaciones y centra la atención en los elementos fundamentales del problema de investigación.

Se deben observar las situaciones que se desarrollen en el medio seleccionado y escoger una de ellas para ver la posibilidad de intervención del diseño industrial.

Escogencia del contexto social

“El diseño industrial es una actividad creadora que tiende a la constitución de un ambiente material coherente para subvenir de una manera optima a las necesidades materiales y espirituales del hombre”. Tomas Maldonado, 1969.

Se deben detallar los usuarios involucrados en el ámbito seleccionado y determinar a cual de ellos en particular va a dirigirse el proyecto. Es esencial estudiar etnográficamente al consumidor, para entenderlo y con él, sus gustos y necesidades. Al respecto, Löbach afirma: “El concepto de los estratos sociales posibilita una clasificación diferenciada de grupos sociales que se encuentran en una situación social igual o parecida, influida por los distintivos de la formación escolar, profesión, ingresos, riqueza, tipo de consumo, zona habitada, tipo de casa y por la clase de uso de productos”⁵⁵.

La importancia de ubicar al usuario, es contextualizar el diseño y así comprenderlo. Aquí tienen cabida encuestas o entrevistas que ayuden a comprender al usuario correctamente.

⁵⁵ LÖBACH, Bernd. Bases para la configuración de los productos industriales. : Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1981.

Formulación del problema proyectual

Esta instancia se enuncia la expresión que dará significancia al proyecto, y que incluye las determinaciones tomadas en los pasos anteriores.

Los términos utilizados para la formulación, deben ser lo bastante claros para permitir que cualquier persona, con sólo leer el problema, se ubique en lo que se pretende estudiar.

Planteamiento de Objetivos

Objetivo general: se construye tomando como base el alcance de la investigación, y deben considerarse los interrogantes Quién, Qué, Cómo, Cuándo y Dónde.

Objetivos específicos: deben plantearse varios, con diferentes grados de complejidad, que reflejen la perspectiva del proyecto.

Justificación del proyecto

Busca exponer las razones por las cuales se aspira realizar el proyecto. Debe explicar porque es conveniente su realización y qué o cuáles son los beneficios que proporcionará el diseño obtenido. Para qué servirá y a quién, su relevancia social, trascendencia, utilidad, beneficios e implicaciones prácticas.

Deberá estar debidamente relacionado con los antecedentes obtenidos en los ciclos anteriores y las observaciones que producen dichas etapas.

Formulación de Requerimientos

La realización de los requerimientos⁵⁶ que el proyecto debe satisfacer, es el acto de convertir un problema complicado en uno simple decidiendo en que se quiere enfatizar y que obviar. Es una guía, un conjunto de recomendaciones para actuar.

⁵⁶ El término requerimiento es sinónimo de restricción, especificación, consideración, variable.

Estos se establecerán cuantitativa o cualitativamente, con base en el análisis realizado hasta este punto del proyecto. Es importante mencionar que no todos los requerimientos aplican en todos los proyectos. Ampliando la propuesta de Bonsiepe, los criterios en cuanto a requerimientos son:

○ **Requerimientos de Uso**

Son aquellos que por su contenido se refieren a la interacción directa entre el producto y el usuario.

- Practicidad:** la funcionalidad en la relación producto usuario.
- Conveniencia:** óptimo comportamiento del producto en cuanto a su relación con el usuario.
- Seguridad:** el producto no debe entrañar riesgos para el usuario.
- Mantenimiento:** los cuidados que el usuario deberá brindar o tener con el producto.
- Reparación:** la posibilidad del usuario de obtener refacciones compatibles en el mercado para corregir la anomalía sufrida por el producto.
- Manipulación:** la adecuada relación producto usuario, en cuanto a su biomecánica.
- Antropometría:** la adecuada relación dimensional entre el producto y el usuario.
- Ergonomía:** la óptima adecuación entre un producto y el usuario en cuanto a los límites de ruido, temperatura, iluminación, fatiga, peso, vibración, palancas, etc., aceptadas por él mismo, sin detrimento de su salud.
- Percepción:** la adecuada captación del producto o sus componentes por el usuario.
- Transporte:** fácil cambio de ubicación de un producto.

○ **Requerimientos de función**

Son aquellos que por su contenido se refieren a los principios físico-químico-técnicos de funcionamiento de un producto.

Mecanismos: los principios que darán funcionalidad al producto, pudiendo ser mecánicos, eléctricos, de combustión, etc.

Confiabilidad: la confianza manifestada por el usuario en el funcionamiento de un producto.

Versatilidad: la posibilidad de que el producto o componentes del mismo puedan desempeñar distintas funciones.

Resistencia: los esfuerzos a soportar por el producto, sean éstos de compresión, tensión o al choque.

Acabado: las técnicas específicas para proporcionar una apariencia final exterior a un producto, sus componentes o partes.

○ **Requerimientos estructurales:**

Son aquellos que por su contenido se refieren a los componentes, partes y elementos constitutivos de un producto.

Número de componentes: la cantidad de componentes, partes y elementos de que constará el producto.

Carcasa: el medio de protección de los mecanismos en el producto.

Unión: el sistema de integración que emplearán los distintos componentes, partes y elementos de un producto para constituirse en unidades coherentes.

Centro de gravedad: la estabilidad funcional que presenta un producto en su estructuración.

Estructurabilidad: las consideraciones de funcionalidad de los distintos componentes, partes y elementos que conforman un producto.

○ **Requerimientos técnico productivos**

Son aquellos que por su contenido se refieren a los medios y métodos remanufacturar un diseño.

Bienes de capital: los útiles, herramientas, máquinas y autómatas que requiere la producción de un producto.

Mano de obra: el tipo de trabajo humano específico que exige la producción de un producto.

Modo de producción: la organización del trabajo requerida para la producción de un producto, sea ésta artesanal, manufacturada o industrial.

Normalización: la consideración de las medidas comerciales de las materias primas y elementos semi transformados, para su máximo aprovechamiento en la producción, evitando su desperdicio.

Estandarización: la modulación de los elementos por producir para simplificar la producción y/o darles la posibilidad de versatilidad funcional.

Prefabricación: la inclusión en el concepto de diseño por producir de elementos semi transformados adquiribles en ciertos comercios para agilizar y simplificar su producción.

Lay out: la organización de los bienes de capital dentro de la empresa en que se producirá el diseño.

Línea de producción: la secuencia de procesos de transformación que sufrirá el producto durante su producción.

Materias primas: las características y especificaciones de los materiales que se emplearán en la producción del producto.

- Tolerancias:** los límites máximo y mínimo que en cuanto a capacidad de los equipos o caracteres de las materias primas permite la planta productiva.
- Control de calidad:** las pruebas de producción que se llevan a cabo en los productos en planta para comprobar su funcionalidad.
- Proceso productivo:** la manera peculiar de llevar a cabo la fabricación dentro de un modo de producción determinado.
- Estiba:** la manera peculiar de almacenar o estibar el producto terminado.
- Embalaje:** cualquier medio material destinado a proteger una mercancía en su manejo, almacenaje y transporte, hasta llegar al punto de venta. Asimismo el contenedor que encierra varios envases o empaques unitarios.
- Embalar:** los actos o serie de procedimientos necesarios para hacer bultos o paquetes: empacar, atar, encintar, marcar uno o varios productos en general.
- Costo producción:** el valor de producción del producto con base en el costo de mano de obra directa, material directo, gastos de fábrica y generales así como la utilidad respectiva.

○ **Requerimientos económicos o de mercado**

Son aquellos que por su contenido se refieren a la comercialización, distribución y demanda potencial del producto por parte de compradores individuales o institucionales.

- Demanda:** la cantidad solicitada del producto.
- Oferta:** la cantidad de productos producidos para ser suministrados a los usuarios.

- Precio:** la fijación del valor del producto ante los consumidores, tomando en cuenta su costo de producción y los gastos de distribución así como la ganancia correspondiente al distribuidor y productor.
- Ganancia:** la diferencia entre el precio de un producto y sus gastos de producción y distribución.
- Medios de distribución:** el sistema de transportación empleado en el reparto de los productos.
- Canales de distribución:** los conductos que cada empresa escoge para la distribución más completa, eficiente y económica de sus productos o servicios, de manera que el consumidor pueda adquirirlos con el menor esfuerzo posible (mayoristas y/o minoristas).
- Centros de distribución:** los lugares específicos de venta de los productos.
- Empaque:** el medio por el cual se protege, dosifica, conserva y presenta el producto al consumidor.
- Propaganda:** todas aquellas actividades mediante las cuales se dirigen al público mensajes visuales u orales con el propósito de informarle sobre el producto fabricado.
- Preferencia:** la inclinación que hacia ciertos productos manifiestan los consumidores por su funcionalidad o valor de uso.
- Ciclo de vida:** la duración que se da a un producto en el mercado.
- Competencia:** la preferencia que el público presenta en función de productos similares al que se diseñará.

○ Requerimientos formales

Son aquellos que por su contenido se refieren a los caracteres estéticos de un producto.

- Estilo:** la apariencia que manifiesta el producto por el tratamiento que se ha dado a sus caracteres formales.
- Unidad:** la cualidad en la forma de un producto que hace que a las personas les agrade instintivamente, lo cual se logra fundamentalmente a través de otros factores: simplicidad en la forma, relación entre las partes componentes (proporción), repetición de los elementos.
- Interés:** el uso de los elementos formales de tal manera que atraigan y mantengan la atención visual de los usuarios, lo cual exige imprimir en el diseño énfasis, contraste y ritmo.
- Equilibrio:** la estabilidad visual que por el manejo de elementos formales proporciona el producto diseñado (simetría).
- Superficie:** la percepción de un producto que por la imagen de su carcasa o cubierta tendrá el usuario, relacionándose sobre todo con los conceptos de color y textura.

○ **Requerimientos de identificación**

Son aquellos que por su contenido se refieren a las presentaciones bidimensionales o tridimensionales que tendrá el producto, ya sea para identificarse, o dar a conocer las operaciones que tiene que ejecutar el usuario para su accionamiento, mantenimiento y reparación.

- Impresión:** la manera peculiar en que se pretende plasmar la representación bidimensional o tridimensional en el producto diseñado.
- Ubicación:** la posición que tendrá la representación en el producto diseñado.

○ Requerimientos legales

Son aquellos que por su contenido se relacionan con las leyes que emanan del régimen constitucional del país donde se genera el producto, protegiendo los derechos de autor del mismo o determinando como debe ser.

Patente: la certificación jurídica que otorga el estado a los inventores.

Norma: los caracteres que por disposición oficial deben cumplir determinados productos.

Fuente: RODRÍGUEZ, Gerardo. Manual del Diseño Industrial, curso básico. UAM.

Además de los requerimientos tradicionales, el Diseño actual debe preocuparse del proceso de desmaterialización que están sufriendo los productos, que hace que se presente un nuevo movimiento en donde son de mayor estimación las formas intangibles, los conceptos, las ideas.

La desmaterialización de elementos como estos, hace que se empiece a abandonar la idea de que poseer objetos materiales es el recurso indispensable para satisfacer las necesidades y deseos del mundo capitalista en renovación, y se pase a una nueva era en la que el uso y el servicio priman sobre la posesión. Es una nueva era en la que el control de las ideas es más poderoso que el del espacio y el capital físico, y en donde el usuario ya no quiere llenarse de objetos y productos materiales.

Tales concepciones hacen que también los objetivos del diseño experimenten un nuevo giro, lo que obliga al diseñador a darle un nuevo enfoque a su trabajo, a ubicarse en medio de todos estos nuevos conceptos y a que se detenga a evaluar

un poco todo ese mundo productivo que ha creado, lo conceptualice y lo lleve a esos revolucionarios niveles de desmaterialización que plantean las nuevas sociedades industriales y consumidoras.

La respuesta es entonces, ver al diseño ya no solamente como esa actividad planificadora de soluciones, sino más bien como una actividad global que, además de solucionar problemáticas, también propone unas nuevas y se encuentra ubicado en la totalidad del proceso como actividad estratégica⁵⁷.

Observación:

En todo proyecto de diseño, existen un sin número de variables que siempre deben ser tenidas en cuenta. Por esto, la recopilación de datos y el análisis de los mismos debe hacerse de la manera más exhaustiva posible, para no generar desorden y por tanto una tendencia hacia la entropía⁵⁸. Así, la búsqueda de la solución, tomará un camino que irá perfilando la configuración final.

5.3.g. Ciclo de Proyección

Proyectar es realizar una cadena de acciones y procedimientos que permiten designar un conjunto de características a algo, un objeto, un concepto o proceso. Lo que se busca es llegar a la solución de una problemática planteada.

Así, que después de alcanzar una clara consciencia del problema, es necesario saber trasladar ese conocimiento de lo conceptual a la práctica, de una forma eficaz y atractiva.

⁵⁷ SERNA USME, Dagoberto. Sobre el diseño y los tres mitos de su naturaleza. Fuente disponible en Internet: <http://www.disenovisual.com>

⁵⁸ Tendencia natural de la pérdida del orden.

Figura 73. Ciclo de Proyección



Fuente. Autor

Hay que tener presente que la inspiración que llevará a la realización del proyecto de la manera adecuada, será obra de la investigación previa, combinada con las técnicas precisas de generación de ideas; síntesis que ha de llevar a la fusión óptima de todos los componentes⁵⁹.

Con la ayuda de lo establecido en el ciclo de Análisis Morfológico, se deben lograr bocetos que visualicen las ideas; ya de forma figurativa, de la solución al problema de diseño. Consecuentemente al proceso que se ha planteado, se busca alcanzar propuestas que relacionen conceptualmente las alternativas con las estructuras y formas naturales.

En este ciclo no es aconsejable excluir nada⁶⁰, para no descartar ideas que podrían resultar realizables. Se recomienda realizar estas alternativas con el sistema o la técnica que mejor se domine (dibujos, modelos en diferentes materiales, modelados virtuales, etc.), para lograr dar libertad al desarrollo de

⁵⁹ SOSA. Creatividad en la ingeniería del diseño - Capítulo 3: Debido a la diversidad de criterios aplicados para proponer una definición de creatividad, se puede afirmar que la creatividad es un sistema complejo y adaptativo, en el que actúan muchos elementos con un efecto emergente.

⁶⁰ COUÉ, Emile. Los ejercicios cerrados de clase (elección múltiple, correcto/falso) hacen pensar que sólo hay una respuesta. Cuando aparece una, la gente no sigue buscando otras. Cuando no se está seguro de que existe una respuesta, encontrarla puede ser difícil. Pero si se piensa que puede haber muchas soluciones, la búsqueda puede ser fácil. "Piense que lo que tiene que hacer es fácil, y resultará así".

ideas. También es importante incluir actividades que vayan más allá de su experiencia y que lo obliguen a aprender.

Diseño e Innovación son dos conceptos que no pueden separarse, e indudablemente para este ciclo es importante retomar las técnicas de creatividad expuestas en el marco teórico de este proyecto (Ver 3.6. TECNICAS DE CREATIVIDAD), ya que cuando se habla de creatividad en Diseño, también se habla de innovación. Se propone observar las facilidades y dificultades creativas que cada uno posee (facilidades para generar ideas o concretarlas, bloqueos ante la pagina en blanco, etc.), y decidir que tipo de técnica se utilizará.

La naturaleza es una inagotable fuente de información, un importante instrumento para el diseño o incluso para el rediseño de los objetos. Complementariamente, a las alternativas de diseño, se deben registrar todas las ideas verbales y conceptuales que se tengan, relacionadas con las primeras racionalizaciones.

Con fundamento en las diferentes teorías nacidas de los conceptos forma y función, se mantendrán las posibilidades de adaptar el propio criterio ante la decisión del orden este ciclo, lo cual se desprenderá la naturaleza de las alternativas propuestas:

- ☞ Las alternativas nacen de la funcionalidad. “Primero la función, después la forma”.
- ☞ Las alternativas nacen de los aspectos visuales. “Primero la forma después la función”.
- ☞ El aspecto estético como derivado de la función. “Función y forma son una misma cosa”.

La tendencia generalizada es atender a todos los aspectos; no descuidando ni los derivados de la forma ni los de la función.

En este punto es importante recordar que el modelo de Indagación Biónica, está pensado como un desarrollo continuo que admite cierta autonomía de parte del diseñador. Se busca que cada fase del modelo, se pueda entender de forma independiente; lo que permitiría cómodamente intercambiar el orden de las mismas, con el fin de personalizar el modelo y ajustarlo al desarrollo del proyecto, para incluso eliminar o sustituir partes, conforme sea el interés del diseñador.

5.3.h. Ciclo de Toma de decisiones y evaluación

Una vez la creación de alternativas se finaliza, se deberán depurar las ideas y elegir aquella que resulte más prometedora y viable en relación a los objetivos establecidos, aplicando un sistema de evaluación⁶¹.

El control en la toma de decisiones se deriva de tener claros los objetivos y el marco conceptual del problema, Kenneth Starr señala, "El problema de la decisión consiste en escoger la estrategia que mejor satisfaga el objetivo del que toma la decisión. Si el diseñador no sabe qué objetivos perseguir, entonces, únicamente mediante una selección fortuita puede tener éxito"⁶².

⁶¹ LOZANO CRESPO, Op. cit., p. 53 : "La toma de decisiones es uno de los aspectos fundamentales en el proceso de Diseño, constantemente se decide por una u otra forma, en la mayoría de los casos con algún juicio de valor drástico. La toma de decisiones en Diseño pasa principalmente por colocar sobre la mesa la descomposición del sistema, de tal forma de reflexionar sobre cada una de sus variables y sus interrelaciones. La objetividad en este proceso es el ideal utópico que permitiría asegurar el éxito de la solución final. Esto significa responder constantemente al "por qué" de una solución y no otra, sin arbitrariedades y con responsabilidad ética"

⁶² STARR, Kenneth. Diseño de productos y teoría de la decisión.

Figura 74. Ciclo de Toma de Decisiones y Evaluación



Fuente: Autor

El uso de los sistemas de evaluación (Ver **Anexo D**. Métodos de selección y evaluación de alternativas de diseño) no garantiza una óptima solución, así; si concluido este ciclo, y en una primera exploración, los resultados no logran la efectividad esperada, se deberá repetir la escogencia de la idea dirigente, para conseguir el nivel de aceptabilidad necesario.

5.3.i. Ciclo de desarrollo

En las alternativas de los ciclos precedentes se pueden dar aspectos muy generales de las mismas, por lo que ahora hay que ocuparse de aspectos cada vez más particulares para definir la idea que dará origen al diseño final; desarrollando la alternativa escogida y tal vez añadiéndole mejoras de otras ideas aprovechables en parte, pero desechadas.

Figura 75. Ciclo de Desarrollo



Fuente: Autor

En este punto, ocurren procesos que le exigen al diseñador integrar conocimientos, teoría del diseño y percepciones⁶³, para convertirlos en un objeto o producto.

El diseño a proyectar; consecuentemente con el modelo propuesto, debe seguir la estética de la naturaleza, ya sea una estética formal o funcional. Lógicamente, la estética de un insecto es diferente a la de una planta, porque las funciones son diferentes, así que es la ocupación de este ciclo es desarrollar la estética de la alternativa seleccionada.

Durante este ciclo, se deben buscar las soluciones para los intereses del proyecto; determinar todos estos factores que concretamente y de forma interrelacionada, permitirán que el diseño emerja. En esta etapa habrá que solucionar; además de todo lo hasta ahora enunciado, los aspectos básicos para la creación de toda pieza de diseño: desde la relación entre sus piezas, su estructura básica, sus dimensiones y texturas; hasta la imagen corporativa, empaque y estrategias de comercialización.

Para terminar con el desarrollo del diseño, se deberán determinar todos los aspectos involucrados en la producción del mismo. Detalles particulares; donde se dimensionan los distintos componentes, se establecen detalles de unión, características, etc., y se realizan nuevos bocetos, para ajustar las imágenes a la nueva configuración y acercarse al máximo a la idea terminada.

Se desea resaltar la existencia de programas modeladores en tres dimensiones, que además permiten animar los objetos diseñados, aportando unas

⁶³ Ver **Anexo E**. Psicología Gestalt

características de realismo insuperables y mostrando el objeto diseñado antes de tomar presencia en la realidad física. Estos programas pueden constituirse como las herramientas necesarias para analizar cada objeto o espacio, sin la limitación de materiales o costos inmediatos, lo que permite reducir notablemente el periodo de desarrollo tanto formal como funcional de los diseños, posibilitando un trabajo más rápido y simplificando el desarrollo del proyecto. Esta rapidez de creación y proyectación que nos aporta el computador ha hecho grandes aportes al diseño natural, ya que permite redefinir conceptos y explorar en el proyecto a gran velocidad.

5.3.j. Ciclo de producción de modelos

Siguiendo la propuesta y las especificaciones técnicas establecidas en el ciclo precedente, se debe producir una versión del diseño (bien sea en tamaño real o a escala), que permita descubrir su realidad física, examinando las posibles deficiencias, para resolverlas si se cree conveniente. Los modelos pueden evidenciar una correcta selección de materiales, un deficiente análisis estructural, ayudar a la experimentación y comprobación de los requerimientos del problema o sencillamente a comunicar las debilidades y fortalezas de la propuesta. Estos modelos pueden ser construidos con diferentes materiales; desde el cartón o la arcilla hasta el material real propuesto para el diseño.

Se aconseja presentar el modelo a un determinado número de probables usuarios y pedirles que emitan un juicio sincero sobre el objeto en cuestión. Sobre la base de estos juicios se realiza un control del modelo para ver si es posible modificarlo, siempre que las observaciones posean un valor objetivo. Así, al proceder a la construcción perfeccionada del prototipo si es el caso, se partirá con la seguridad de un margen de posibles errores aún más reducido.

Figura 76. Ciclo de producción de modelos



Fuente: Autor

En este período, es donde tienen cabida las comprobaciones ergonómicas, técnicas, de material, de manipulación por parte del usuario, etc.; propuestas para realizar el diseño final y poder pronosticar y solucionar posibles fallas en los estados futuros de los diseños que solo se pueden comprender haciendo este tipo de pruebas.

5.3.k. Ciclo de desarrollo de factores

El ciclo concluyente, se aborda con una investigación indicadora de los materiales y las tecnologías de las que se dispone para realizar ese proyecto en particular.

Los cálculos de materiales y su desperdicio, transformación y manufactura de productos o la tecnología de los procesos utilizados en la fabricación del diseño (elaboración de diagramas o cartas de producción), son las variables a analizar en este ciclo, por cuanto la industria no siempre dispondrá de ciertos materiales que determinarán la viabilidad de fabricación de la propuesta.

Figura 77. Ciclo de desarrollo de factores



Fuente: Autor

Este ciclo es el comisionado también, de la elaboración de planos técnico productivos, dimensionados y acotados en donde se puedan apreciar las distintas proyecciones (horizontal, vertical, lateral derecha o izquierda) de los distintos componentes del instrumento, los detalles constructivos, el análisis de costos de producción (costos directos e indirectos) y el establecimiento del precio de venta (costo de producción+utilidad) y la relación con el usuario del modelo desarrollado; así como también la proyección isométrica y un potencial modelado virtual o animación, para finalizar con la construcción del nuevo diseño.



Es importante, que como producto adicional de este ciclo, se presente una ficha de análisis del producto, que servirá de guía de consulta para futuros usuarios u espectadores del diseño.

Se ha determinado utilizar la ficha de Análisis elaborada por Bruno Munari por su simplicidad y claridad para ser aplicada, junto con su plenitud en el estudio de las características de un objeto, y que ha sido mejorada en el libro “El diseño natural, aproximación histórica, metodologías, aplicación y consecuencias” de Pedro María Lozano Crespo, sin embargo, se han suprimido algunos elementos que la autora cree innecesarios en el desarrollo de proyectos académicos, pero que podrán ser modificables de acuerdo al carácter del proyecto.

Tabla 3. Ficha de Análisis

Nombre del objeto	
Autor	
Dimensiones	
Materias primas	
Peso	
Técnicas	
Costos	
Embalaje	
Funcionalidad	
Mantenimiento	
Ergonomía	
Acabado	
Usabilidad	
Duración	
Estética	
Mecanismos empleados	

- **Nombre del objeto:** un objeto de diseño biónico debe tener su propio nombre que lo identifique y sirva como primera diferenciación como individuo objetual.
- **Autor**
- **Dimensiones:** las dimensiones de un objeto deben ser las adecuadas para su función. El buen funcionamiento del mismo depende de su manejabilidad. El tamaño y las dimensiones inadecuadas de un producto pueden conducirlo a su extinción. De hecho, podemos ver como los diseños actuales tienden a reducir considerablemente sus dimensiones atendiendo a las necesidades de espacio y las características aportadas por las nuevas tecnologías. Un ejemplo de extinción en la naturaleza es el de los dinosaurios y en el mundo industrial los computadores.
- **Materias primas:** según la función existe un material apropiado para el objeto. Cuando un producto tenga más de un material habrá que estudiar los comportamientos entre éstos y las diversas funciones que tengan que realizar.
- **Peso:** ocurre algo parecido que con las dimensiones. El diseñador debe tender a simplificar y a reducir el peso del objeto siempre que esto sea posible. Pues supondrá un ahorro de material en la realización del producto y un ahorro de energía en la fabricación y utilización de éste.
- **Técnicas:** deben ser estudiadas las técnicas de producción tanto si son industriales como artesanales, para la correcta realización del producto, ya que una técnica inadecuada tendrá como resultado un objeto equivocado, con lo que todo el proceso proyectual será fallido al no aportar una verdadera solución.
- **Costos:** el diseño biónico aplicado a la industria debe aspirar a aminorar los costes de fabricación, producción, distribución y almacenaje. Lo cual no excluye la realización de determinados productos basados en un soporte de producción artesanal que rocen el espacio del arte. El diseño biónico debe estar presente en todos los ámbitos sociales.

- **Embalaje:** el diseño de embalajes es un sector muy importante para el diseño biónico. A partir de una investigación biónica podemos llegar a soluciones altamente rentables a nivel funcional, estructural e incluso económico. Los embalajes sobre todo deben proteger correctamente al contenido, dependiendo de las características innatas o necesidades de éstos, como pueden ser la durabilidad, toxicidad, apilabilidad, ventilación, etc.
- **Funcionalidad:** es obvio que el objeto de diseño biónico debe funcionar correctamente. Las partes mecánicas deben estar simplificadas al máximo, no por una mayor mecánica el objeto va a funcionar mejor sino que dará más problemas de mantenimiento. La disminución del esfuerzo humano gracias al funcionamiento del objeto es fundamental.
- **Mantenimiento:** el diseño biónico debe aspirar al menor mantenimiento posible y de forma que las actuaciones sobre el objeto como la limpieza del mismo se realicen de la forma más cómoda posible. En el caso de que el mantenimiento del objeto requiera el cambio de determinadas piezas o elementos consumibles, se debe realizar de la forma más cómoda posible.
- **Ergonomía:** es un factor fundamental en el diseño biónico. Los sistemas de cómo regular la función de un objeto atendiendo al peso, textura y esfuerzo de utilización, de cómo proteger las partes peligrosas del objeto, etc., son una de las bases de inicio en todo proceso de proyectación natural.
- **Acabado:** el acabado de un objeto debe ser preciso, es decir deben estar claramente definidos todos los elementos como: tornillos, fijaciones, juntas, articulaciones, etc.
- **Usabilidad:** debemos tener siempre en cuenta en la fase de proyectación, sobre todo en objetos de grandes dimensiones, el hecho de que en algún momento de su existencia se deban transportar, por lo que debemos encontrar soluciones que permitan el transporte con facilidad. En la manejabilidad también se deberán tener en cuenta factores que indudablemente se relacionan con conceptos ergonómicos y antropométricos, como la forma de

coger el objeto, cómo se le da la vuelta en el caso de ser necesario, cómo se abre y se cierra, etc.

- **Duración:** el objeto debe estar proyectado con la intención de perdurar atendiendo a durabilidad declarada, es decir, debe aspirar a cumplir al máximo la vida lógica del objeto; por lo que se deberán estudiar los materiales, las uniones y relaciones que se establezcan entre los mismos, e incluso las condiciones ambientales de su uso.
- **Estética:** la estética es un valor fundamental en el diseño biónico. Debe existir en el modo coherente en el que las partes del objeto formen el mismo.
- **Mecanismos empleados:** el objeto de diseño biónico debe ser esencial para su función, no debe tener más elementos que los necesarios y todas sus partes deben ser esenciales para su correcto funcionamiento.

5.4 ALCANCE DEL MODELO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

Se consideró una etapa experimental final, que permitirá verificar y validar la propuesta, para solucionar cada uno de los conflictos que puedan generar las soluciones encontradas anteriormente.

El método se idea con el objetivo de crear nuevos recursos morfológicos para la conformación de objetos de uso. Su aplicación está dirigida la Diseño industrial como disciplina que soluciona problemas a partir de objetos, para lo que se realizó la investigación perteneciente que se tradujo como la propuesta del modelo metodológico de investigación logrado.

La pretensión es utilizar el método logrado en esta investigación para llegar a un objeto aplicando la biónica del saltamontes, e ilustrar la utilización del modelo; lo que completa la intención del trabajo, sin desconocer que para corroborar y validar el método se debería experimentar con un número significativo de proyectos, que

comprueben los resultados positivos o negativos de la técnica propuesta, lo que requeriría de tiempo y recurso humano, por lo que la calidad experimental de este proyecto plantea que próximos diseñadores interesados en retomar el proyecto, manipulen el Modelo de Indagación Biónica, para llegar a nuevos resultados y conclusiones validadas. El resultado de la aplicación lograda en este proyecto se presenta en el siguiente capítulo de la tesis.

Las situaciones de Diseño para las que el Modelo de indagación Biónica sería útil, es en aquellos en que el diseñador pretenda conformar objetos basados en la riqueza morfológica existente en la naturaleza.

Se espera que el modelo logre ser comprendido por cualquier diseñador, como un instrumento personalizable, apropiado para sus necesidades proyectuales. Las fases del método, se plantean como procedimientos flexibles, en donde los espacios de acción y sus consecuencias, estén sujetos a los cambios que el proceso genere.

6. APLICACIÓN BASADA EN EL MODELO METODOLÓGICO PROPUESTO

6.1 CICLO DE ESTRUCTURACIÓN

Desde un principio, para la aplicación del modelo Metodológico de Indagación Biónica propuesto en este proyecto, se decidió utilizar la biónica del saltamontes, así que el Ciclo de Estructuración se comienza con la escogencia del objeto natural.



6.2 CICLO DE INDAGACIÓN BIÓNICA

La información recolectada para el proyecto, fue obtenida de libros especializados, búsquedas en Internet y consultas con especialistas del campo de la biología y entomología. A continuación se presenta el compendio de la indagación ejecutada:

Tabla 4. Clasificación científica del saltamontes

Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Orthoptera
Suborden:	Caelifera
Superfamilia:	Acridoidea
Familia:	Acrididae

○ Filo arthropoda

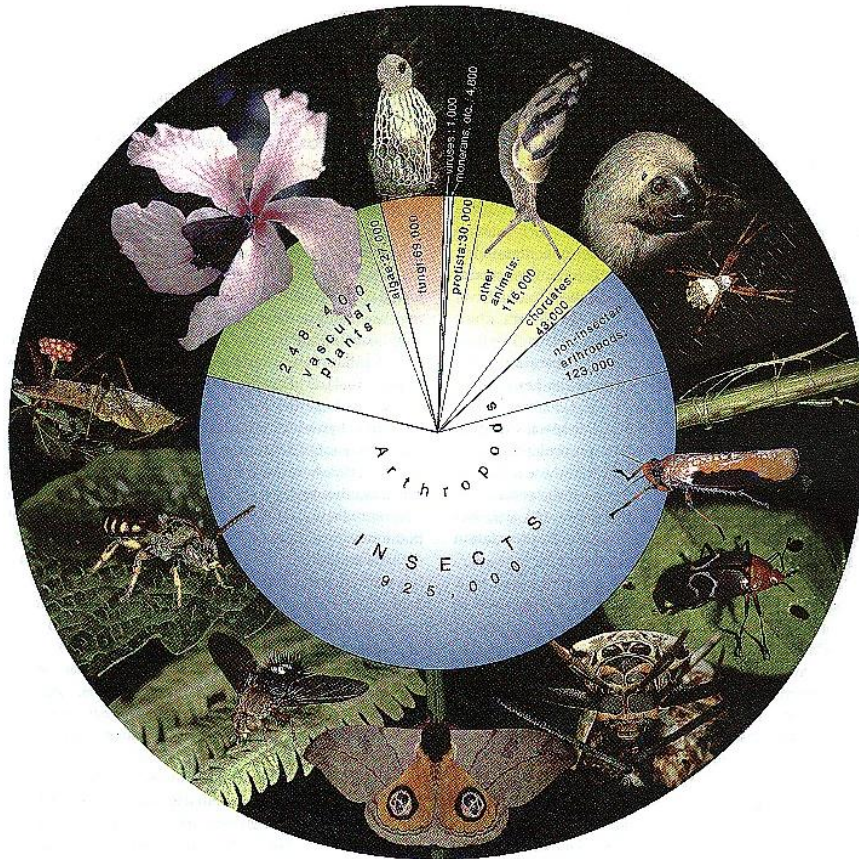
(Artrópodos) patas articuladas (del griego arthron: 'articular' y podos: 'pie').

Por muy diversos motivos, el hombre conoce muy bien a los artrópodos. Insectos como mariposas, escarabajos, saltamontes, etc., llaman la atención por su relativo gran tamaño, sus vivos y llamativos colores y porque son los únicos invertebrados capaces de volar gracias a que tienen uno o dos pares de alas

○ Clase insecta

Los insectos componen la mayor clase del mundo animal, representando del 75 al 80% de todos sus integrantes, ganando en número a todos los demás animales. Se han descrito al menos 900.000 especies, y se cree que quedan por descubrir otras tantas o más. La clase está distribuida por todo el mundo, desde las regiones polares hasta los trópicos, y engloba especies que viven en tierra firme, agua dulce y salada. No obstante, los insectos alcanzan un número y variedad máximos en los trópicos.

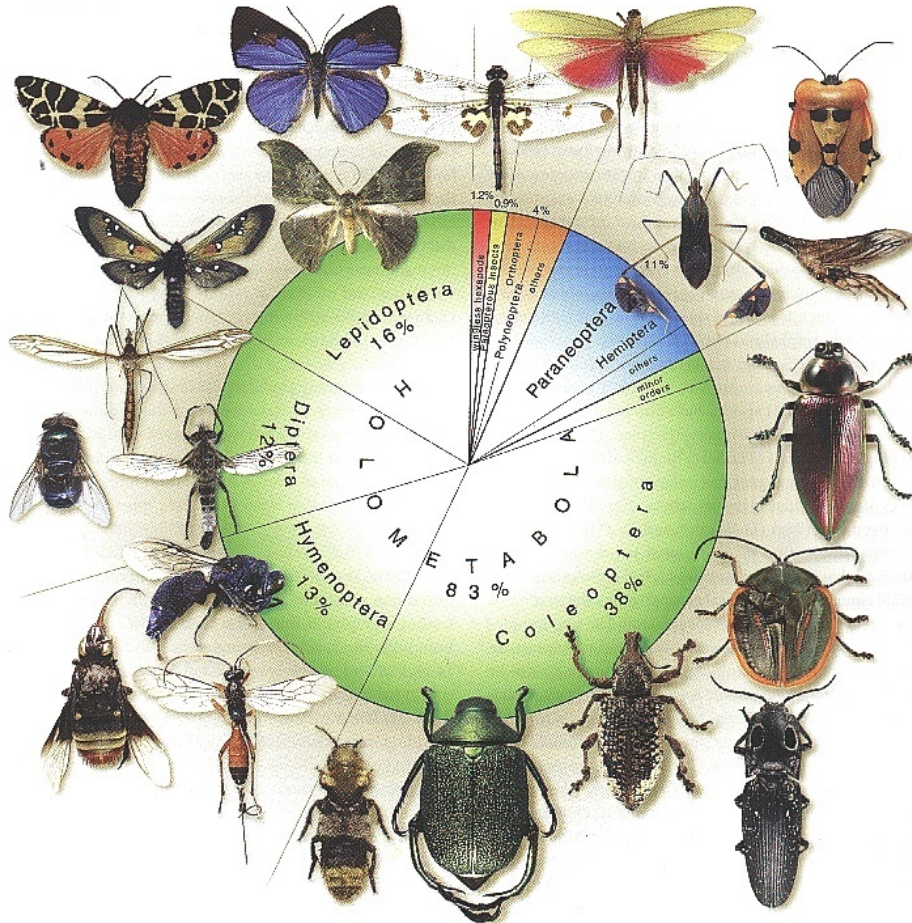
Figura 78. La diversidad de vida mostrada en proporción al nombre de las especies



Fuente: GRIMALD, David, ENGEL, Michael. Evolution of the insects. Cambridge University Press

En lo que se refiere a su tamaño, exhiben también grandes variaciones. Algunos insectos parásitos pequeños miden menos de 0,25 mm. de longitud, pero se sabe que al menos una especie fósil emparentada con las actuales libélulas, tenía una envergadura de más de 60 cm.

Figura 79. Clasificación de insectos



Fuente: GRIMALD, David, ENGEL, Michael. Evolution of the insects. Cambridge University Press

● Subclase pterygota

Reúne generalmente insectos alados o que poseen en su parte interior de los pleurones torácicos, estructuras relacionadas con el desarrollo de alas. Algunos pterygotas carecen de alas, pero esta condición es secundaria, los pterygota sin alas han evolucionado de ancestros alados.

○ Orden orthoptera

El orden Orthoptera⁶⁴, cuyo nombre significa "ala recta" en griego, contiene los insectos más grandes y bien conocidos. La mayoría son comedores de plantas y algunos son muy destructores de vegetación, unos pocos son depredadores y otros algo omnívoros en su alimentación. Los ortópteros pueden ser alados o ápteros. Las formas aladas generalmente tienen cuatro alas, las alas anteriores son generalmente largas y angostas, con muchas venas, y relativamente gruesas y se les conoce generalmente como tegmina (singular de tegmen). En la familia Tetrigidae las alas anteriores están reducidas a pequeñas estructuras escamiformes, las alas posteriores son membranosas y anchas, con muchas venas y durante el reposo son generalmente plegadas como abanico bajo las anteriores. En los diferentes órdenes las alas varían muchísimo en forma y apariencia y son estructuras muy importantes en la clasificación de los insectos. Su cuerpo es cilíndrico y alargado, con la cabeza grande y en general con antenas en forma de filamentos.

Son insectos caracterizados por poseer las patas posteriores muy desarrolladas y adaptadas para el salto. Dentro de este Orden se agrupan unas 15.000 especies, que se distribuyen en zonas templadas y tropicales, y que se dividen en saltamontes y langostas; de antenas cortas, y chicharras y grillos; de antenas largas.

Métodos de captura y preservación

Los ortópteros son abundantes, y la mayoría son relativamente fáciles de atrapar. La mayoría de las especies se pueden atrapar golpeando el follaje con una red.

⁶⁴ La mayoría de los nombres de los insectos terminan en ptera, que significa ala.

También se pueden atrapar con trampas con carnada. Los especímenes se pueden congelar o ser colocados en un jarro para matarlos. Los especímenes adultos se deben poner en alfileres luego de la captura. El método de colocación en el alfiler cambia de familia en familia. Adultos de cuerpo blando deben ser preservados en alcohol.

○ **Especie saltamontes**

Hacia el año de 1920, el doctor Uvarov⁶⁵, quien se ocupaba del estudio de los saltamontes, mantenía en su laboratorio saltamontes enjaulados para su posterior análisis; después de un tiempo descubrió que en la jaula había saltamontes de color oscuro; seguro de no haber cometido un error en la recolección de los objetos de su estudio, descubrió que al mantener los saltamontes; caracterizados por ser tranquilos y solitarios, en grupos se convierten en las conocidas langostas, gregarias, voraces y activas.

Los saltamontes, bajo los efectos de aglomeración (cuando se juntan grandes grupos de individuos de su misma especie); liberan hormonas que desencadenan procesos que conducen al gregarismo, apropiadas para activar las alas y de esa manera poder desplazarse a otros territorios, evitando la competencia intraespecífica por el alimento, situación en la que pueden transcurrir varios años, hasta que las condiciones cambien ligeramente. Por tanto no se trata de especies diferentes, sino de una sola que se presenta bajo dos aspectos diferentes, hoy conocidas como saltamontes y langosta en su fase solitaria y en su fase gregaria.

⁶⁵ UVAROV, Borís (1888-1970). Naturalista británico de origen ruso. Especialista en el estudio de los ortópteros. Sus investigaciones sobre la langosta permitieron un nuevo enfoque en la lucha preventiva contra las plagas de insectos migradores.

Figura 80. Diferencias entre langosta y saltamontes



Uvarov comprobó también que las langostas pueden revertir a la fase solitaria cuando están sometidas a condiciones de baja población, y que existen también individuos que están en una fase intermedia. La transición entre las dos fases lleva por lo menos tres generaciones, lo que permite también entender la desaparición de las plagas.

Metamorfosis

Son insectos heterometábolos (con metamorfosis incompleta) y paurometábolos (las formas jóvenes tienen la misma alimentación que las adultas). El animal pasa por tres estados: huevo, ninfa y adulto.

Los saltamontes miden entre 3 y 13 cm. de longitud cuando son adultos. Las crías se parecen a los adultos, pero carecen de alas. La fase ninfal de los saltamontes comprende entre 4 y 6 mudas, completando su desarrollo en 30 días, antes de convertirse en adultos.

Figura 81. Metamorfosis de un saltamontes

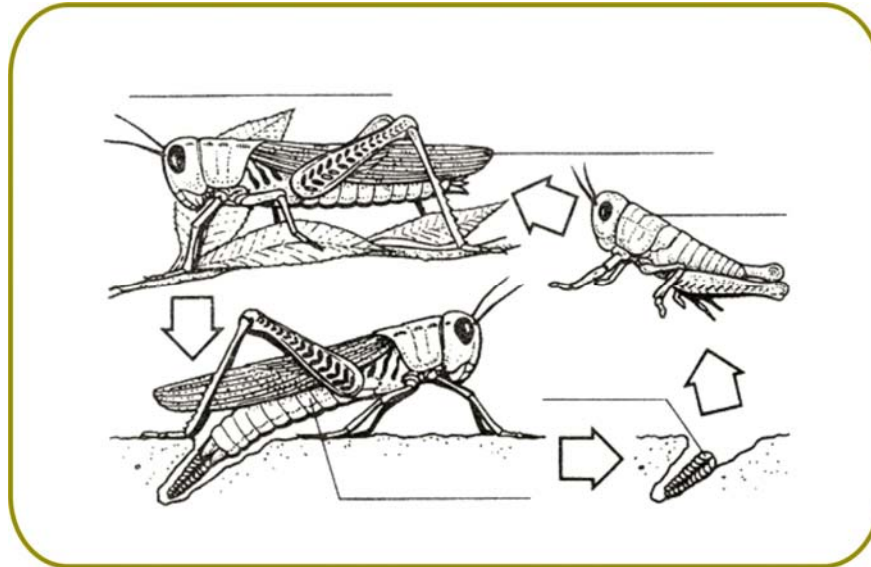






Tabla 5. Apariencia en las fases ninfales de un saltamontes

	Largo del cuerpo	Largo del fémur	Segmentos de antena
<p>Primera fase</p> 	5.7 - 6.6 mm	2.9-3.1 mm	13-14
<p>Segunda fase</p> 	6.8-8 mm	4.3-4.6 mm	17-18.

<p>Tercera fase</p> 	<p>9.5-10.4 mm</p>	<p>5.8-6.3 mm</p>	<p>20-21</p>
<p>Cuarta fase</p> 	<p>12-16 mm</p>	<p>7.9-10.2 mm</p>	<p>22-24.</p>

Fuente: Departamento de agricultura de los Estados Unidos

En cada muda las alas van creciendo cada vez más. Algunas especies experimentan cambios de color estacionales y son verdes en ciertos momentos y rojas o color castaño en otros.

Figura 82 . Muda de saltamontes

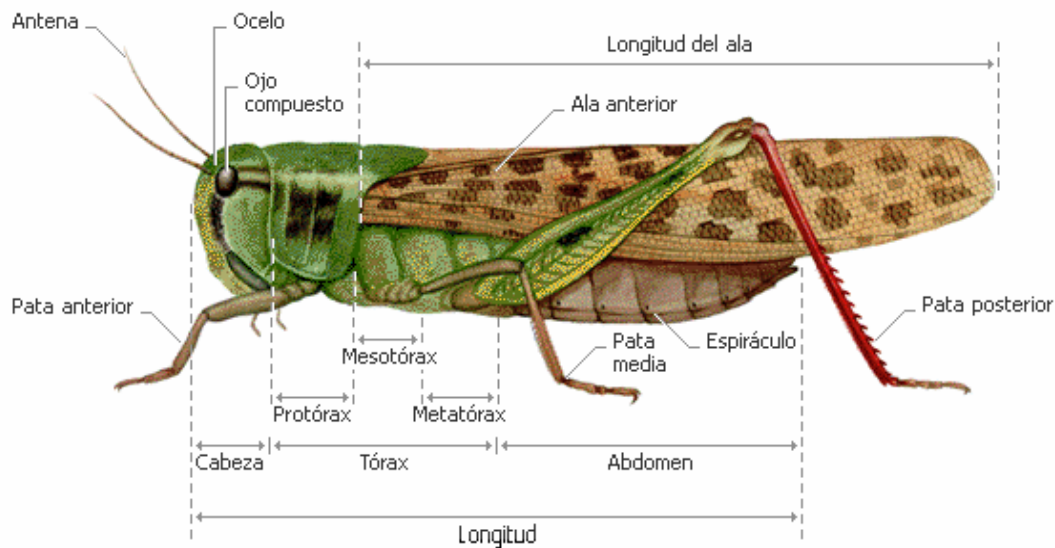


Fuente: Carlos Tovar

Anatomía

El cuerpo de todos los saltamontes adultos se compone de tres partes: cabeza, tórax y abdomen. Cada una de estas partes se compone de una serie de segmentos. La cutícula de cada segmento está formada por cuatro placas o escleritos: una dorsal (tergo), otra ventral (esternito) y dos laterales (pleuras).

Figura 83. Anatomía de un saltamontes



Fuente: Enciclopedia Encarta 2006 ©

○ Cabeza

Su cabeza tiene un aspecto impresionante: grandes ojos múltiples y antenas delicadas. Las antenas, que por lo general salen de la parte delantera de la cabeza, son segmentadas. Los saltamontes reales tienen antenas cortas. Los "saltamontes" cuyas antenas son tan largas o más que su propio cuerpo son en realidad grillos de matorral o saltamontes de antenas largas (también conocidos como katydids).

Figura 84. Cabeza de un saltamontes



Las antenas presentan órganos olfativos, además de órganos del tacto. Las piezas bucales están formadas por un labro, un par de mandíbulas, un par de maxilas que presentan un palpo cada una, un labio (que también dispone de un par de palpos) y una hipofaringe. Las mandíbulas son grandes y pesadas y se encuentran a ambos lados de la boca. Se cierran horizontalmente y se emplean para aferrar la comida y triturarla. Las maxilas son de estructura más ligera. Sus bocas están adaptadas para perforar y chupar, más que para morder.

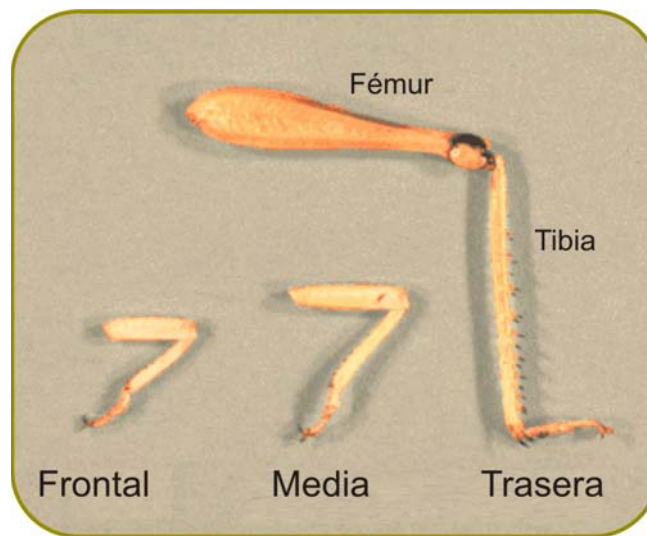
Los ojos son de dos tipos, compuestos y simples. Cada uno de los dos ojos compuestos que, por regla general, se encuentran detrás de las antenas, está compuesto por entre 6 y 28.000 estructuras fotosensibles (llamadas omatidios) agrupadas bajo una lente o córnea compuesta por igual número de facetas en forma de prisma hexagonal. Estas estructuras sólo permiten el paso hasta las terminaciones nerviosas de luz paralelas a sus ejes, lo que les permite construir una imagen óptica. Los ojos simples u ocelos, que suelen encontrarse entre los ojos compuestos. Los entomólogos creen que los ojos compuestos están

adaptados para ver objetos que se mueven muy rápido, mientras que los ojos simples sirven para percibir objetos cercanos y fluctuaciones en la intensidad de la luz.

○ Tórax

El tórax está formado por tres partes que, de adelante hacia atrás, se llaman protórax, mesotórax y metatórax. Cada una de estas partes cuenta con un par de patas, que se componen de cinco partes denominadas coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso.

Figura 85. Pares de patas provenientes de un mismo ejemplar

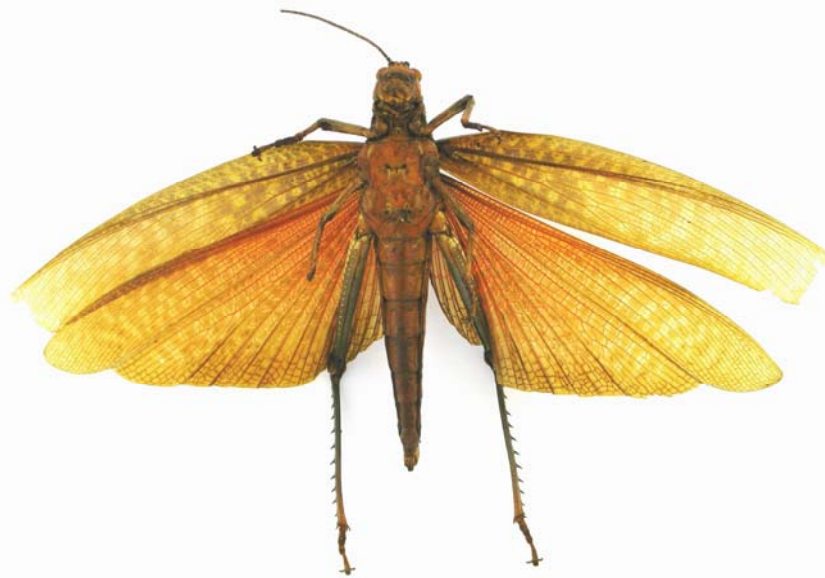


Para su desplazamiento, los saltamontes suelen caminar moviendo tres patas a la vez, pero no todas de un lado, sino la primera y posterior de un lado, al mismo tiempo que la segunda del lado opuesto, cambiando el orden al siguiente movimiento. La forma de las patas varía dependiendo de sus usos. Las anteriores son cortas y las posteriores alargadas y dispuestas como un resorte a punto de saltar. De ahí su nombre vulgar de saltamontes. Las patas posteriores son muy fuertes y robustas, lo que les permite dar grandes saltos. El mantener sus

extremidades posteriores en constante tensión, les proporciona la habilidad de saltar en el momento preciso que la condición lo exige.

Muchos saltamontes son capaces de producir sonidos frotando sus patas y algunos también frotando sus alas. Las alas crecen en el tórax, dos en el mesotórax y otras dos en el metatórax. Las membranas superior e inferior de las alas cubren una red de tubos endurecidos, llamados nervios o venas, que les aporta rigidez a éstas.

Figura 86. Alas de un saltamontes

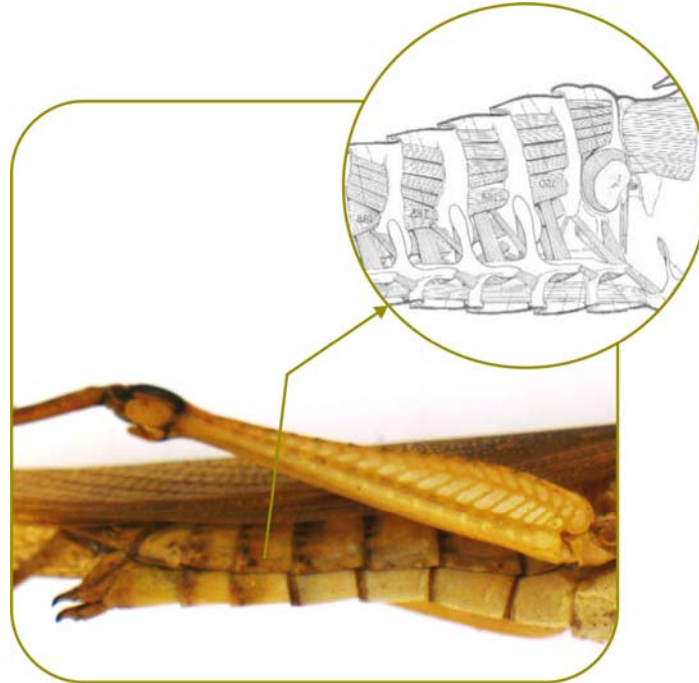


Fuente: Autor

○ Abdomen

Está compuesto de 9 a 11 segmentos muy definidos; cuando existe el segmento decimoprimeros está reducido a un par de cercos (apéndices presentes en el segmento posterior). En todos los casos, la abertura anal se encuentra en el último segmento. Los órganos sexuales surgen a partir de los segmentos abdominales octavo y noveno.

Figura 87. Musculatura abdominal de un saltamontes

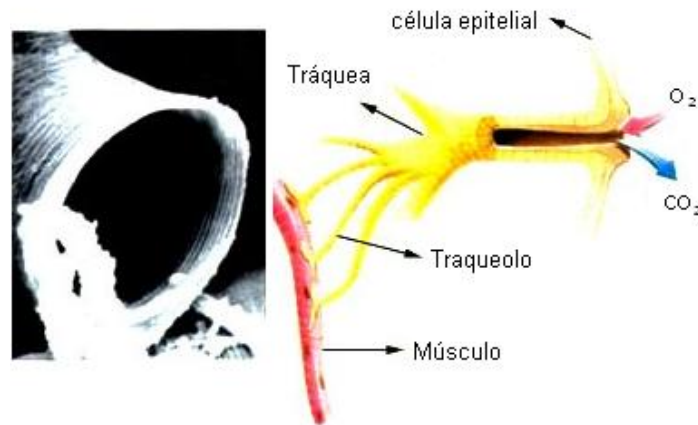


Los saltamontes tienen esqueleto externo. Este exoesqueleto es un tegumento duro formado por el endurecimiento de la capa exterior del cuerpo por impregnación con pigmentos y polimerización de proteínas, proceso conocido como esclerotización. El esqueleto no se esclerotiza en las articulaciones, por lo que permanece flexible.

Respiración

El sistema respiratorio de esta especie, denominado sistema traqueal, consiste en una red de túbulos o tráqueas que transportan el aire por todo el cuerpo hasta otros túbulos menores o traqueolas que abastecen a todos los órganos del cuerpo.

Figura 88. Traquea de un saltamontes



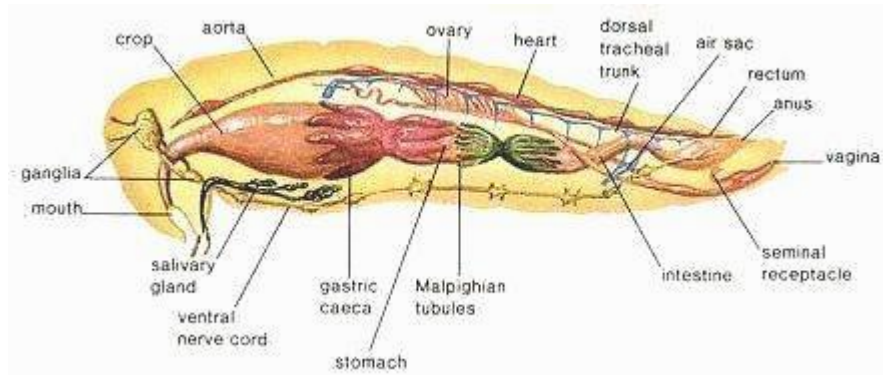
Fuente: HARUN, Yahya. The Design in Nature

En las traqueolas, el oxígeno procedente del aire se difunde en el torrente sanguíneo, mientras que el dióxido de carbono de la sangre se difunde en el aire. Las aberturas exteriores de las tráqueas se llaman espiráculos. Los espiráculos se encuentran en los costados del insecto y suelen ser 20 (10 pares), 4 en el tórax y 16 en el abdomen.

Circulación

El sistema circulatorio de un saltamontes es sencillo. La totalidad de la cavidad corporal está llena de sangre, que permanece en circulación gracias a la actividad de un corazón sencillo. Se trata de un corazón tubular, abierto en ambos extremos, que recorre toda la longitud del cuerpo debajo del exoesqueleto y a lo largo del dorso del insecto. Las paredes del corazón pueden contraerse para impulsar la sangre hacia delante a través de la aorta dorsal.

Figura 89. Sistema circulatorio, digestivo y nervioso de un saltamontes



La sangre de los insectos no se parece en nada a la humana, pero en algunos este líquido vital es tan abundante que representa la quinta parte del peso del animal. Aunque el sistema circulatorio esté reducido a un vaso central a modo de corazón, numerosos tubos irrigan todos los tejidos del insecto.

Digestión

El tracto digestivo se divide en una parte anterior (boca), un estómago o parte media y una parte posterior (intestino, recto y ano). La digestión tiene lugar fundamentalmente en el estómago y los productos de la misma son absorbidos en éste y en el intestino. Los residuos pasan a la parte posterior del tracto digestivo para su eliminación. Conectados a la parte delantera del intestino posterior hay un gran número de pequeños tubos (llamados túbulos de Malpigio). Los extremos libres de estos túbulos flotan en la sangre de la cavidad corporal. Los desechos de la sangre atraviesan las paredes de los túbulos y penetran en el intestino, a través del cual son eliminados.

Sistema nervioso

El sistema nervioso se centra en un cordón nervioso que va de la cabeza al abdomen a lo largo de la cara inferior del cuerpo. Por lo general, el cordón cuenta

con un par de ganglios o centros nerviosos por cada segmento del cuerpo. El cerebro, que se encuentra justo encima del esófago, consta de tres ganglios fusionados en uno. El cerebro recibe estímulos de las antenas y los ojos. Los órganos sensoriales de son: los ojos, los órganos auditivos, los del tacto, los del olfato y los del gusto.

Los ojos simples u ocelos tienen una lente simple que recubre una serie de elementos nerviosos fotosensibles, todos los cuales están conectados al cerebro por un único nervio. Las membranas auditivas están situadas a ambos lados del primer segmento del abdomen. Detrás de estas membranas hay espacios llenos de líquido que transmiten los impulsos sonoros a terminaciones nerviosas que se proyectan en su interior. Otros tipos de saltamontes tienen órganos auditivos en las patas, debajo de las articulaciones de las rodillas. Estos órganos son unas membranas con cámaras de aire en la parte de abajo que comunican con el aire del exterior a través de hendiduras que hay en sus paredes, equipadas con terminaciones nerviosas. Los órganos del tacto de los insectos parecen pelos y se encuentran en varias partes del cuerpo y en las antenas.

Presentan también órganos auditivos y estriduladores. Los órganos auditivos o timpánicos pueden aparecer en las tibias o bien en el primer segmento del abdomen. Los órganos estriduladores sirven para producir sonido. Se cree que pudieron ser los primeros animales terrestres en utilizar el sonido para comunicarse.

El canto típico que producen al frotar los fémures contra unas nerviasiones de los elitros o alas anteriores endurecidas. En la base de estas alas se halla una formación circular, a modo de membrana vibrátil capaz de ampliar el sonido por el roce anteriormente citado. Estos insectos a pesar del ruido que producen son amantes del silencio.

Atracción entre insectos

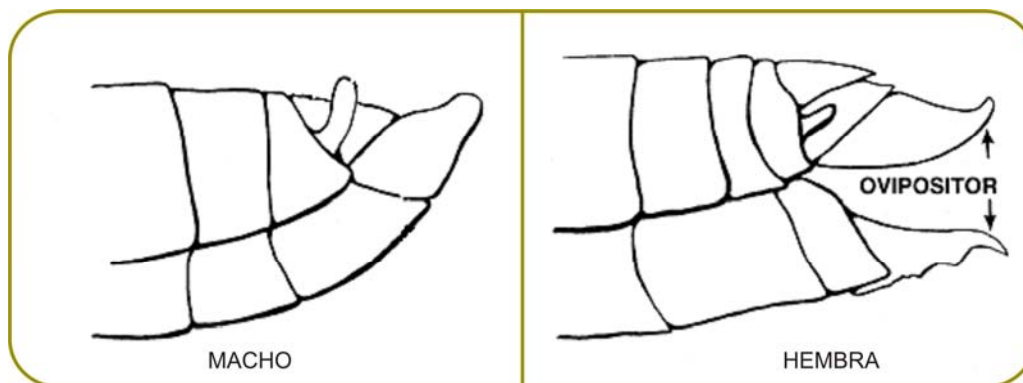
La atracción entre miembros de sexo opuesto se realiza por medios auditivos. Los machos emiten un sonido de llamado para atraer a las hembras, que responden produciendo un suave sonido de respuesta. Los machos tienen canciones especiales para el cortejo (estacionaria, de avance y de monta) y para la defensa.

Figura 90. Tamaño del cuerpo según género



La copulación de esta especie dura 30 minutos, después de los cuales el macho desmonta y se aleja. En los saltamontes hembra contiene un órgano para poner los huevos (u ovopositor) que puede modificarse en forma de aguijón, sierra o taladro para efectuar la puesta en los tejidos internos de plantas o animales. Los machos tienen estructuras para la cópula.

Figura 91. Órganos reproductores de un saltamontes



Alimentación y comportamiento

En general, los insectos están muy adaptados al medio ambiente en el que viven, y muchas especies dependen de una única variedad de planta, alimentándose casi siempre de una parte específica de la misma, como las hojas, el tallo, las flores o las raíces. Al saltamontes le basta con alimentarse poco durante una semana para poder sobrevivir. La relación entre el insecto y la planta generalmente es necesaria para el crecimiento y reproducción de la segunda, como ocurre con aquellas plantas que dependen de los insectos para su polinización.

Los saltamontes rojo y azul reciben este nombre por la coloración interna de sus alas posteriores que es roja y azul, respectivamente. Estos saltamontes son prácticamente invisibles en reposo pues imitan perfectamente el ambiente circundante gracias al color grisáceo de sus libreas. Cuando se avecina un peligro realizan un salto, al tiempo que despliegan sus alas posteriores. El destello repentino de color logra desorientar al enemigo.

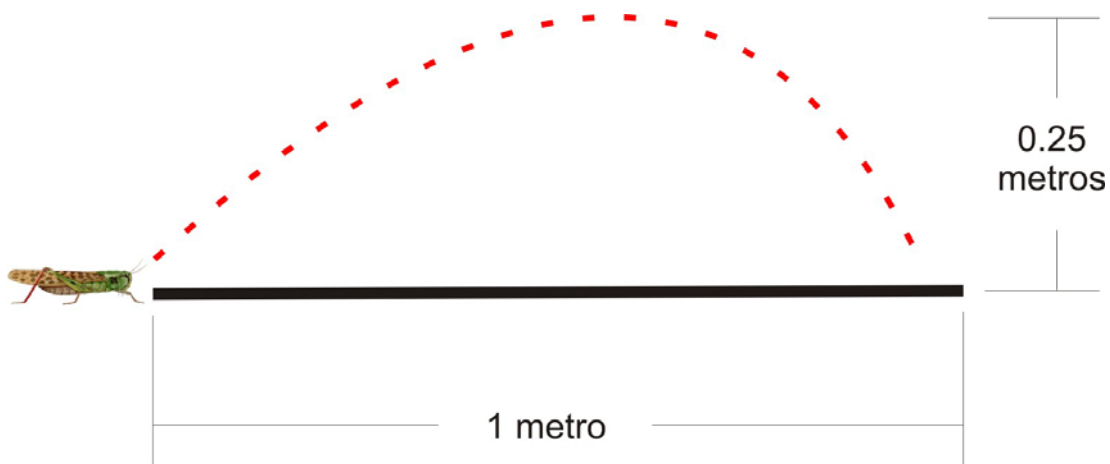
Figura 92. Camuflaje



El saltamontes es un insecto diurno, que desarrolla su actividad cuando sube la temperatura. Cuando la temperatura cae en la tarde, el saltamontes se cobija debajo de la vegetación y se camufla.

En cuanto al salto, que es la característica más especial de este insecto, se puede afirmar que varía con respecto a la especie y al género del animal, pero un saltamontes común, puede hacer un salto largo de cerca de un metro, alcanzando una altura de cerca de 25 cm.

Figura 93. Longitud del salto de un saltamontes



Cuando un saltamontes salta, primero se encoge durante un momento, en el que la demora es crucial para el salto y después salta. Si la habilidad del salto fuera comparable con la humana, en una escala comparativa, un humano debería poder saltar cerca de 40 metros.

Fuentes: registradas en el apartado bibliográfico de este documento.

Toma de muestras

Las capturas realizadas para el análisis y observación de los saltamontes fueron hechas con ayuda de una red entomológica fabricada. Se obtuvieron 5 muestras, de diferentes tamaños y colores, capturadas en 3 sitios diferentes; que se mantuvieron con vida por algunos días para el estudio de su comportamiento, y posteriormente fueron disecadas y preservadas inyectando alcohol en medio de las patas anteriores (ejemplares 1 y 2) y por medio de la refrigeración del insecto (ejemplares 3, 4 y 5). También se recurrió a los ejemplares de propiedad del laboratorio de entomología de la Universidad Industrial de Santander (ejemplares 6 y 7), que permitieron una observación mas detallada de la extensión de las alas de los saltamontes.

Figura 93. Ejemplar 1



Figura 94. Ejemplar 3



Figura 95. Ejemplar 6



Figura 96. Ejemplar 7



Imágenes digitalizadas en Corel PHOTO-PAINT

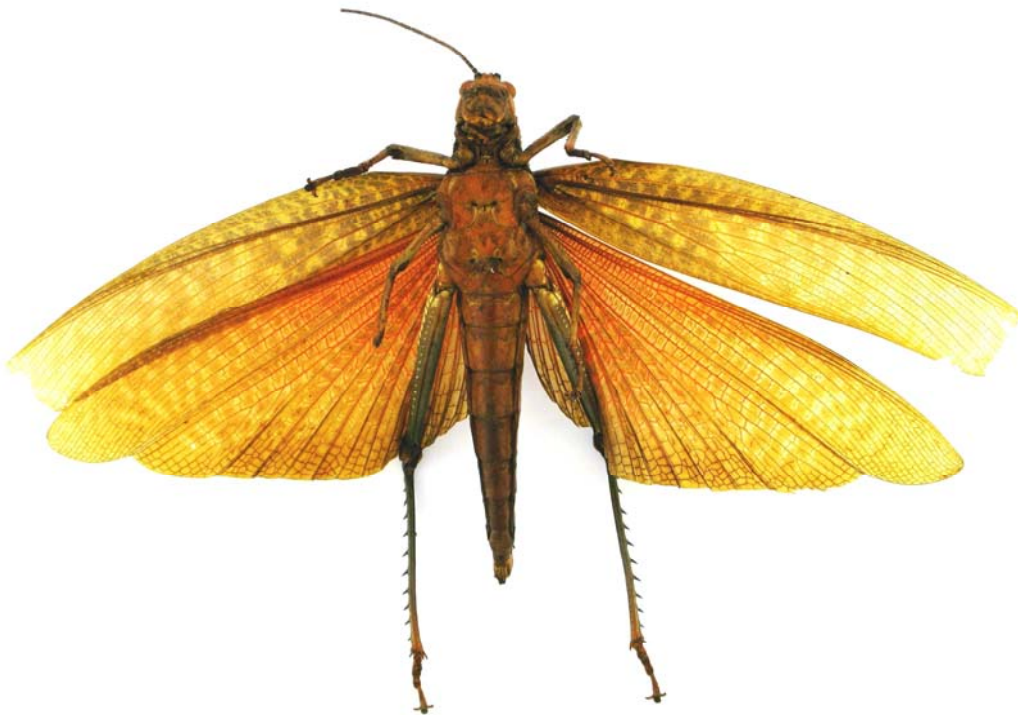
Para la observación de los detalles del insecto, se acudió al laboratorio de Entomología de la escuela de Biología de la Universidad Industrial de Santander, cuyo microscopio estereoscópico cuenta con un lente ocular con zoom de 6.3x que ofrece campos de aumento de 0.63, 1, 1.6, 2, 5 y 4. La toma de fotografías fue efectuada con la ayuda de una cámara digital compacta CANON Power shot A640 de 10 mega pixeles, con pantalla LCD giratoria de 2,5" de ángulo variable, objetivo zoom óptico 4x, lente de 7.3 a 29.2 mm. y abertura máxima de f/2,8 (angular) y de f/4,1 (tele).

Las imágenes fueron tomadas con velocidad $1/160$ y diafragma f.4,1; zoom 7.1x, lente macro, sin flash pero con el apoyo de una caja con control de luz marca Gesswein (Gesswein Imaging System) con trípode superior; utilizada en fotografía de joyas, y digitalizadas para su mejor observación con Photoshop.

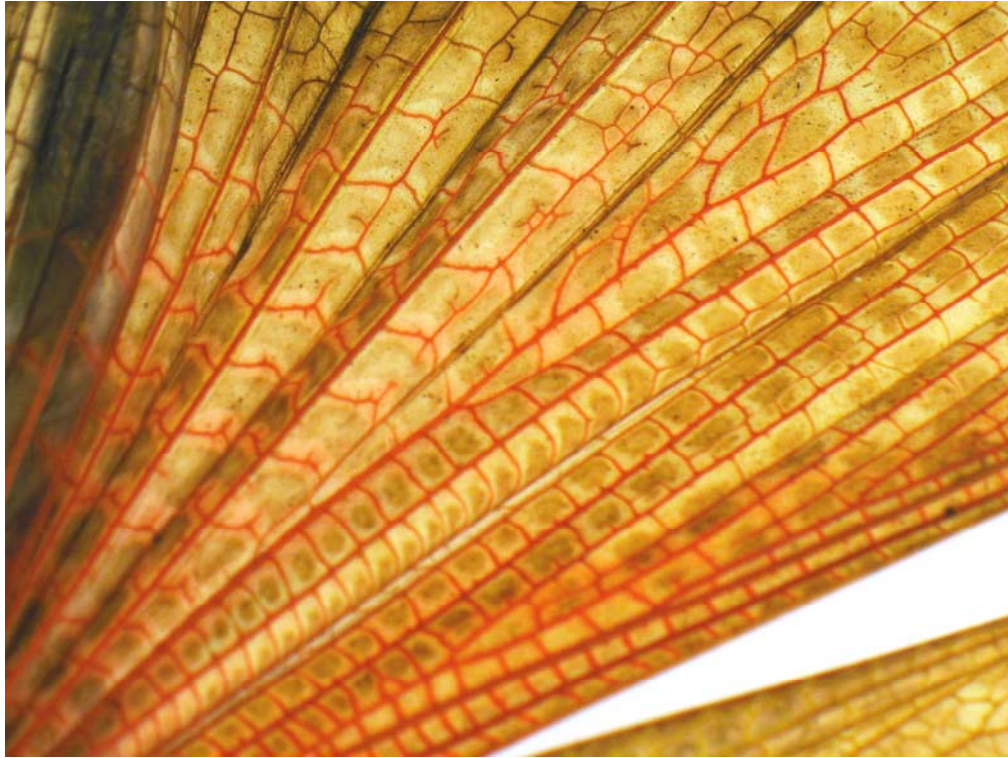
Figura 97. Gesswein Imaging System



A continuación se presentan algunas de las imágenes logradas para este proyecto en particular.













También se utilizaron imágenes obtenidas en bases de datos de imágenes personales tomadas por profesionales dedicados a la fotografía macro, a los cuales se contacto vía email, y a quienes se pidió autorización expresa para su uso académico.

Ninfa de saltamontes egipcio (*Anacridium aegyptium*)



Paco Alarcón © 2001

Nikon F50

Sigma 105 mm macro

Flash + reflector

Kodak Elitechrome 100

Saltamontes verde (*Tettigonia viridissima*)



Paco Alarcón © 2001

Nikon F50

Sigma 105 mm macro

Tubos de extension

Flashes

Kodak Elitechrome 100

Ortóptero



Paco Alarcón © 2001

Nikon F50

Sigma 105 mm macro

Falsees

Fuji Velvia

Así mismo se obtuvieron imágenes en diferentes sitios web dedicados al estudio y análisis de esta especie.



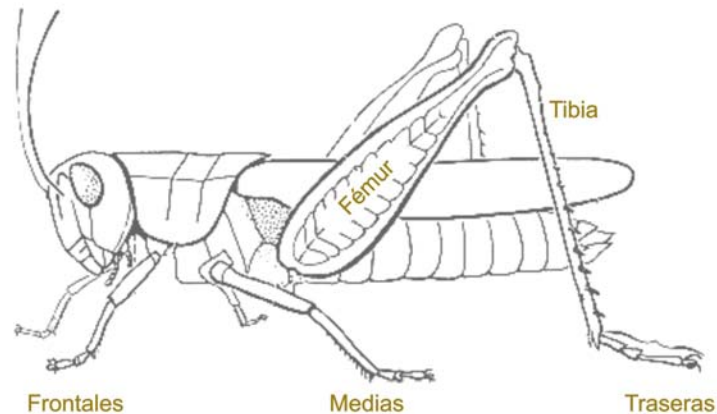
Fuentes: registradas en el apartado bibliográfico de este documento.

6.3 CICLO DE ANÁLISIS MORFOLÓGICO

6.3.1 Análisis dinámico

Una de las características más importantes de los saltamontes, es su capacidad de salto. La explicación se encuentra en sus patas traseras, que casi doblan el largo de las delanteras o medias, lo que aumenta la distancia que puede saltar.

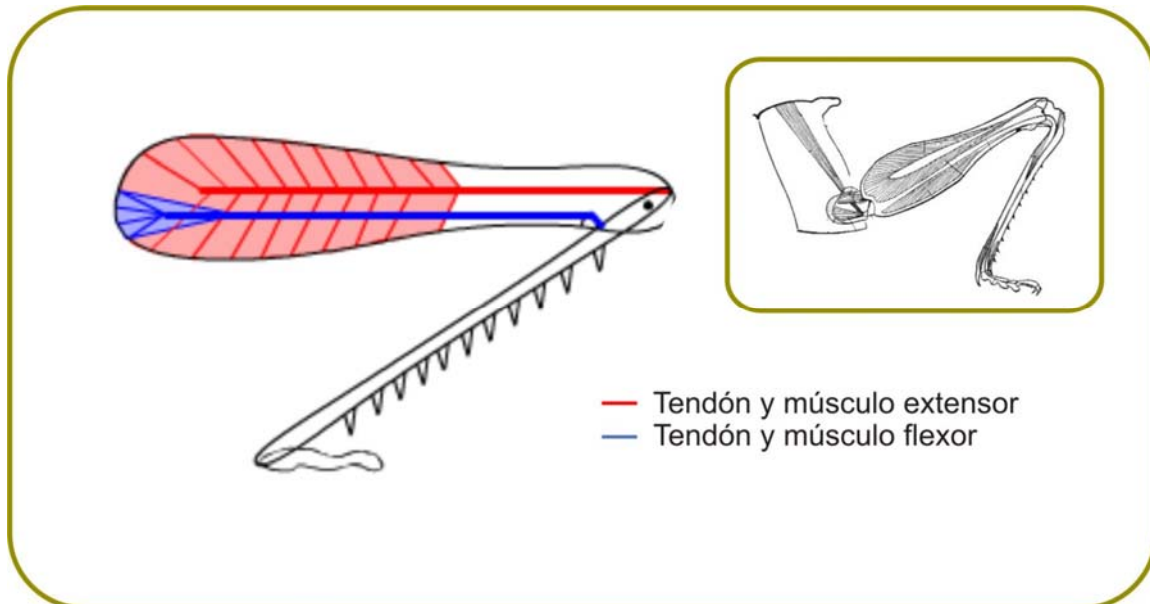
Figura 98. Proporción patas saltamontes



La parte ancha de la pierna (fémur) contiene los músculos que hacen que la parte angosta baja de la pierna (tibia) se mueva. Los dos músculos principales son el músculo extensor de la tibia que causa la extensión de la pierna y el músculo flexor de la tibia que hace que la pierna se extienda. Estos músculos halan tendones que están unidos a la tibia en ambos lados del pivote de la articulación.

El tendón flexor no tiene una línea directa de arrastre, sino que rota sobre la estructura del fémur. Cuando uno de estos músculos se contrae, hala su tendón y mueve la tibia en una dirección, cuando el otro músculo se contrae mueve la tibia en la otra dirección.

Figura 99. Músculos flexor y extensor



Fuente: HEITLER, W. J. How Grasshoppers Jump.

Ambos músculos funcionan por medio de una palanca (la tibia), lo que significa que la fuerza producida por el músculo extensor es mucho mayor que la fuerza con la que el pie al final de la tibia presiona el suelo. El pie tiene garras afiladas, que le dan al saltamonte un buen agarre. Así que una contracción del músculo extensor es convertida en un empujón en el suelo. El músculo extensor es muy fuerte. Una de las razones para su fuerza es simplemente su tamaño, otra es su estructura.

Una propiedad fundamental de los músculos, es que si se contraen muy despacio, se obtiene su máxima fuerza, al contrario, si se contraen muy rápido, no se obtendrá mucha fuerza. Sin embargo los saltamontes dan buenos saltos y un buen salto requiere alta fuerza y alta velocidad de movimiento.

Figura 100. Diagrama de salto de un saltamontes

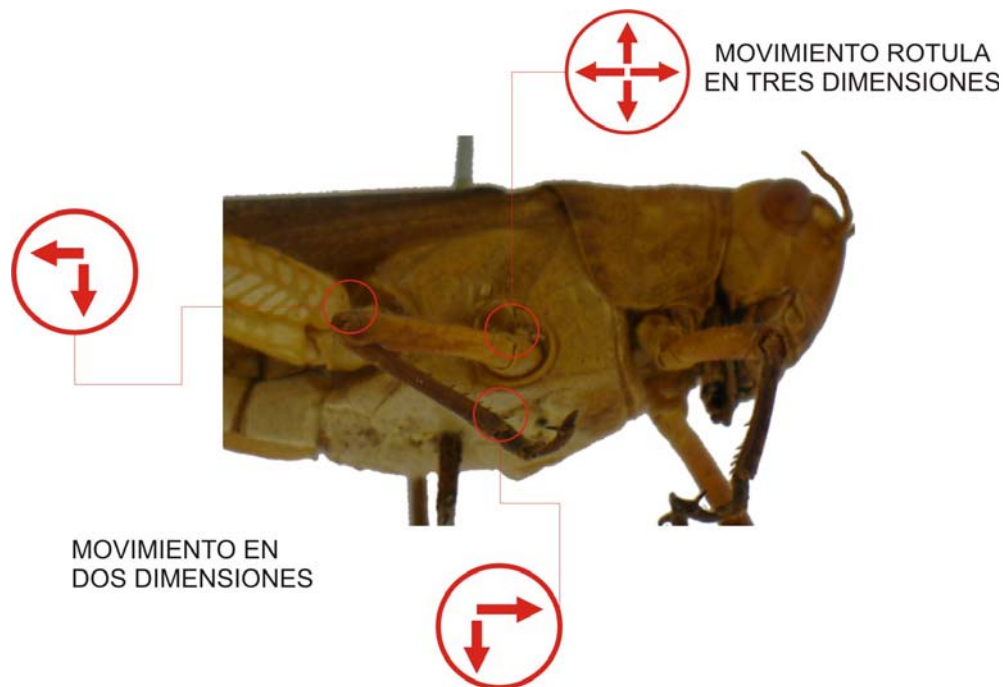


Fuente: HEITLER, W. J. - Autor

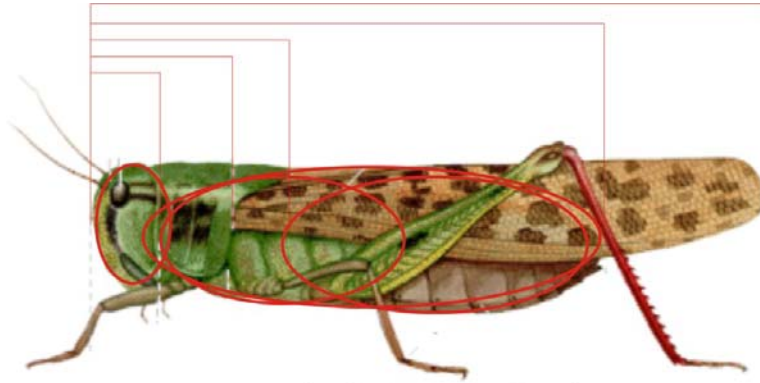
1. **Flexión inicial:** lo primero que ocurre es que las piernas traseras se flexionan completamente gracias a la contracción del músculo flexor. La flexión completa es un prerequisite para el salto.

2. **Coactivación:** los músculos flexor y extensor se contraen juntos. La contracción del músculo flexor mantiene la tibia en la posición completamente flexionada, para que la contracción simultánea del músculo extensor curve la cutícula en la articulación, en lugar de extender la pierna. La contracción del músculo extensor es muy lenta y significa que el músculo se puede contraer con su fuerza máxima.

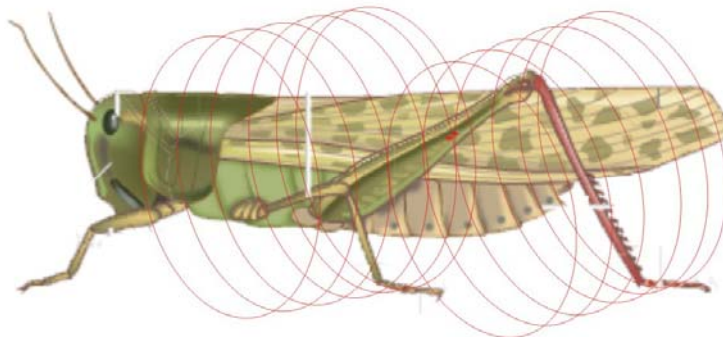
3. **Relajación gatillo del flexor:** la extensión de la pierna es gatillada por una relajación repentina del músculo flexor. Esto permite a la pierna extenderse rápidamente y con fuerza.



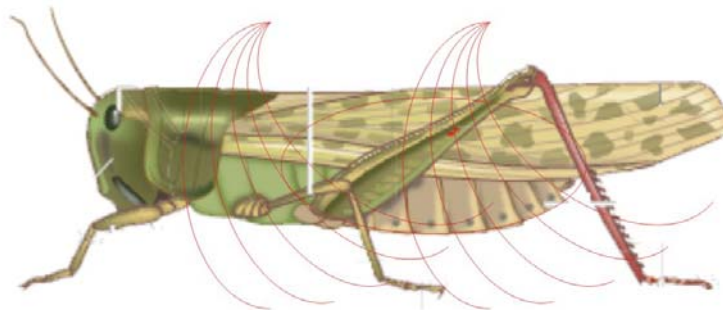
6.3.2 Análisis aspectos conformativos



Análisis proporcional

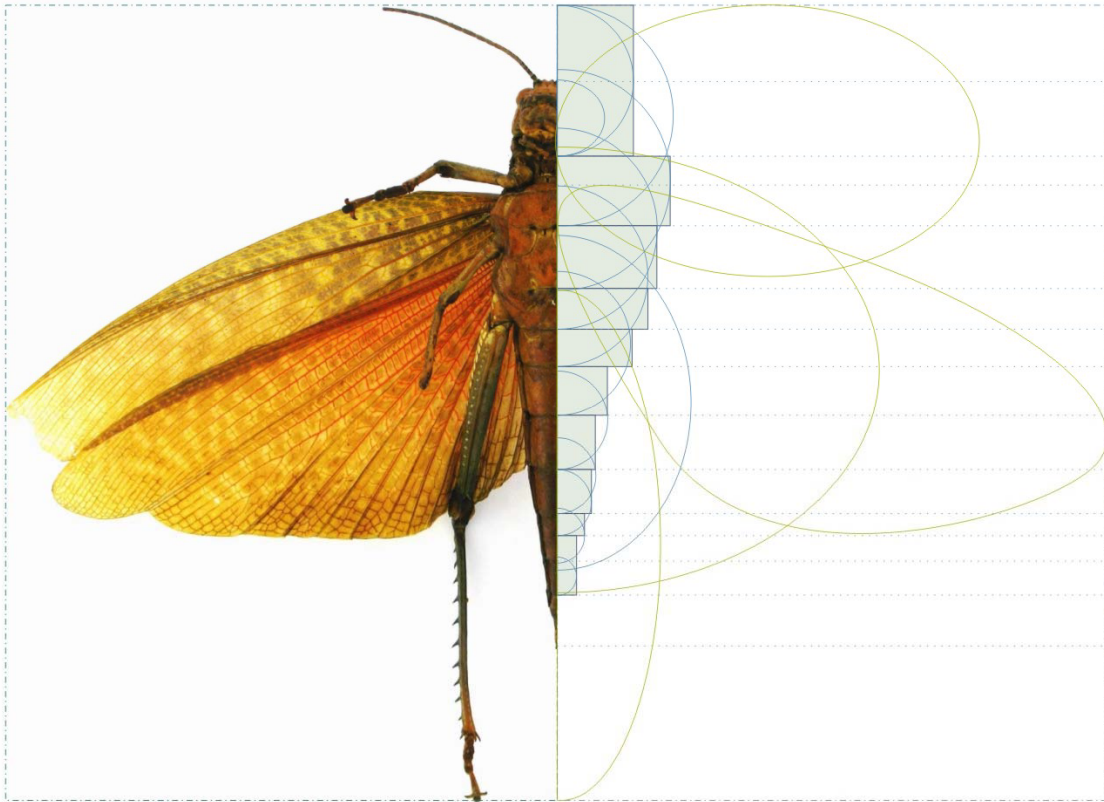


Radiación concéntrica. Repetición estructural.

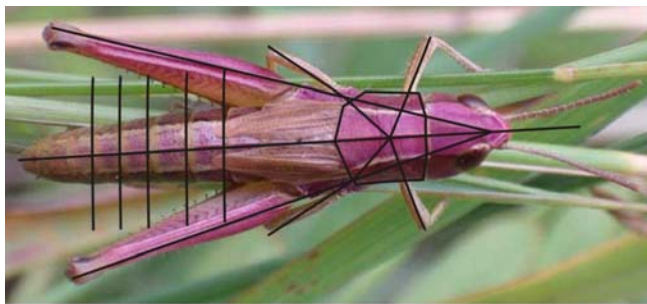


Formas en repetición y gradación de tamaño. Ritmo.

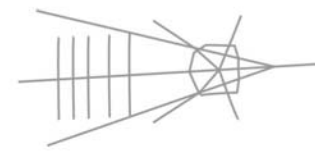
Análisis proporcional del cuerpo del saltamontes



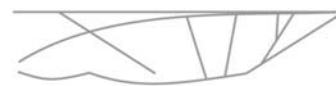
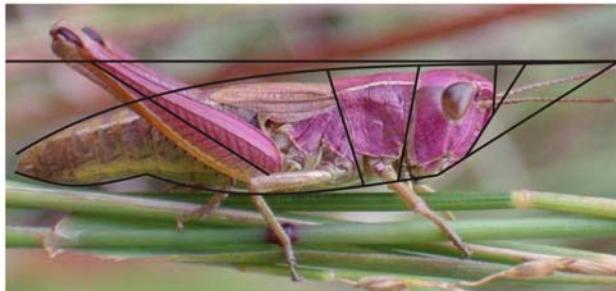
Reflexión simétrica



Análisis proporcional

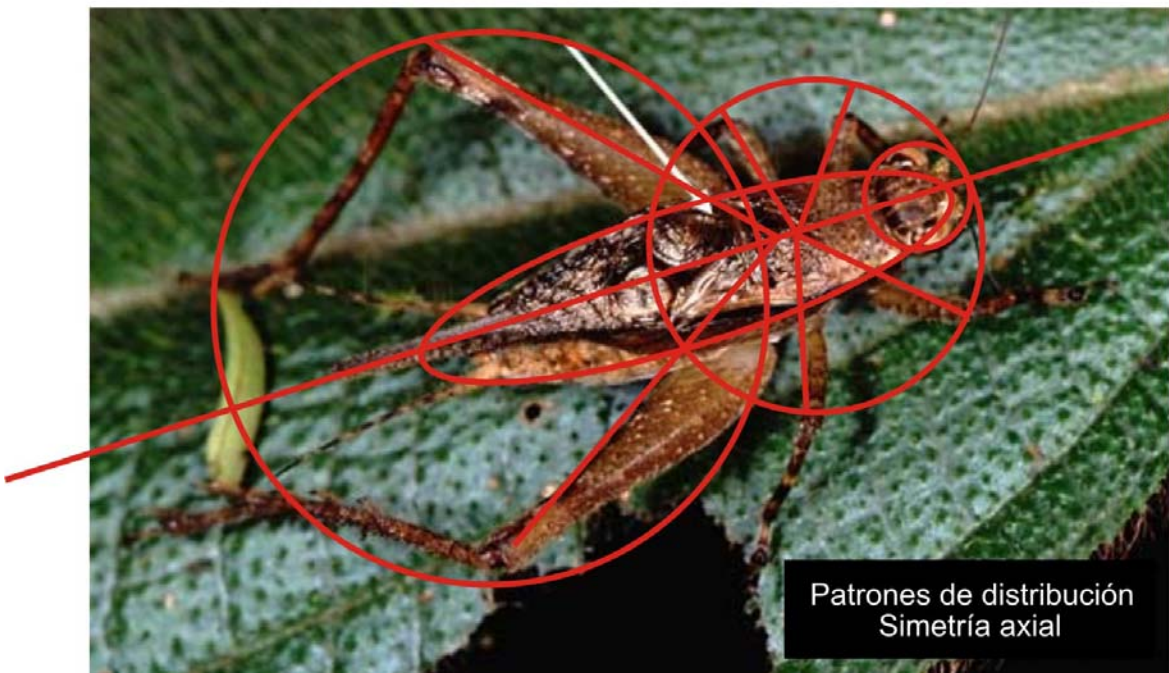


Simetría bilateral



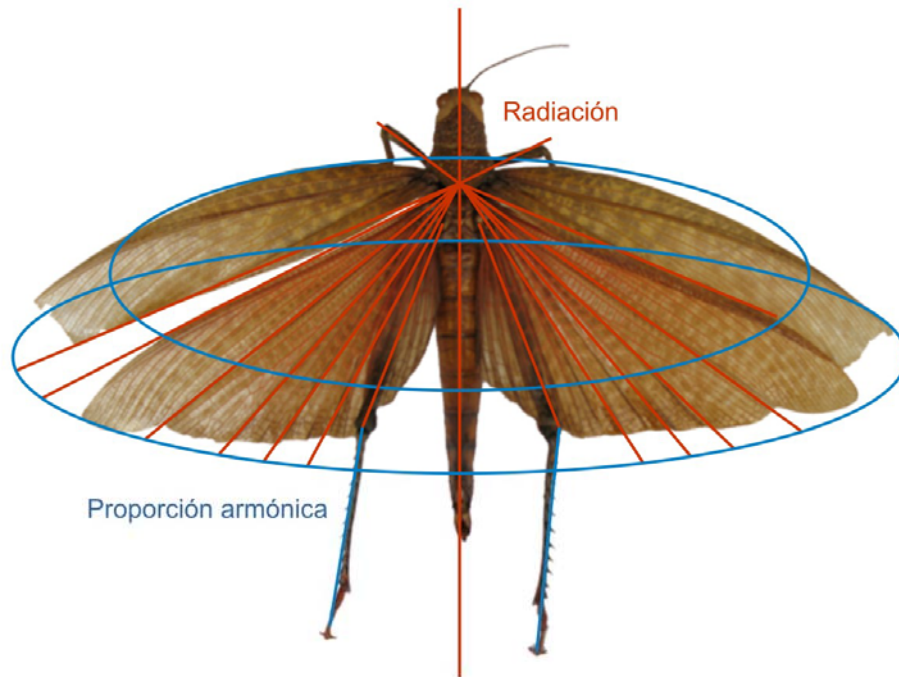


Radiación. Interrelación de formas.

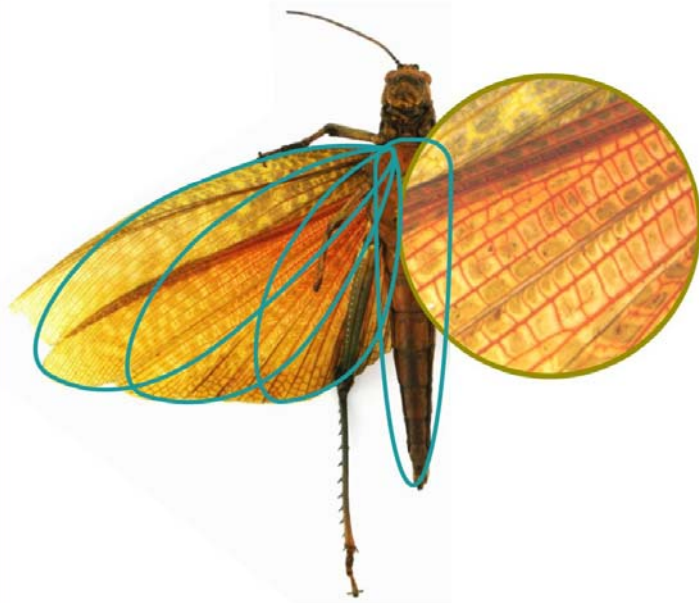


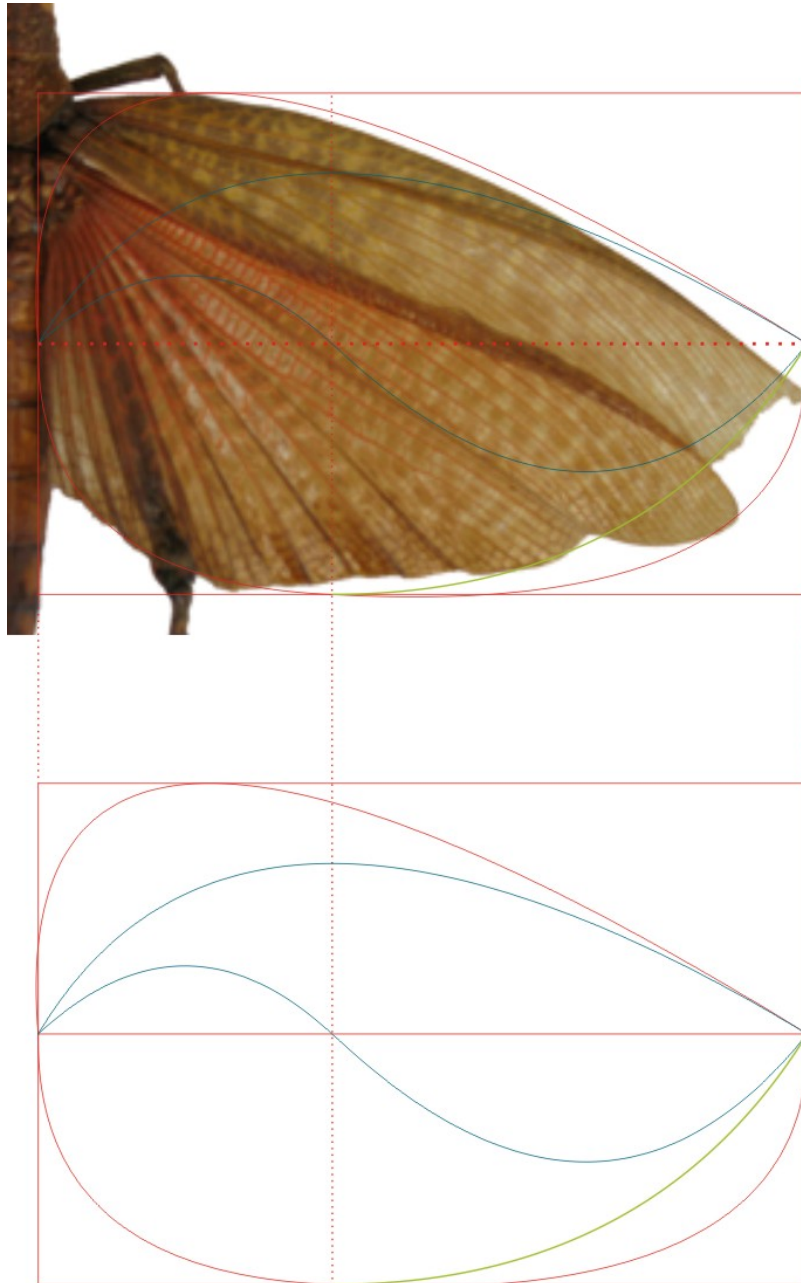
Patrones de distribución
Simetría axial

Etapas de crecimiento que comparten los mismos angulos y proporción



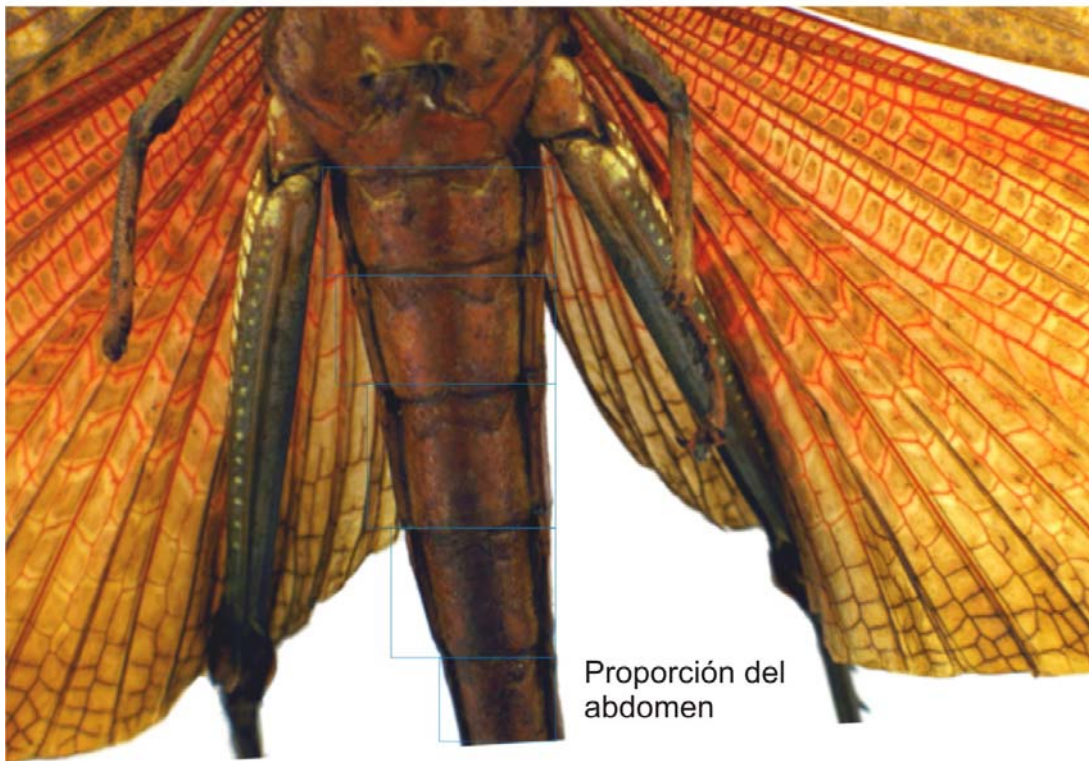
ABSTRACCION DE LA FORMA DEL ALA



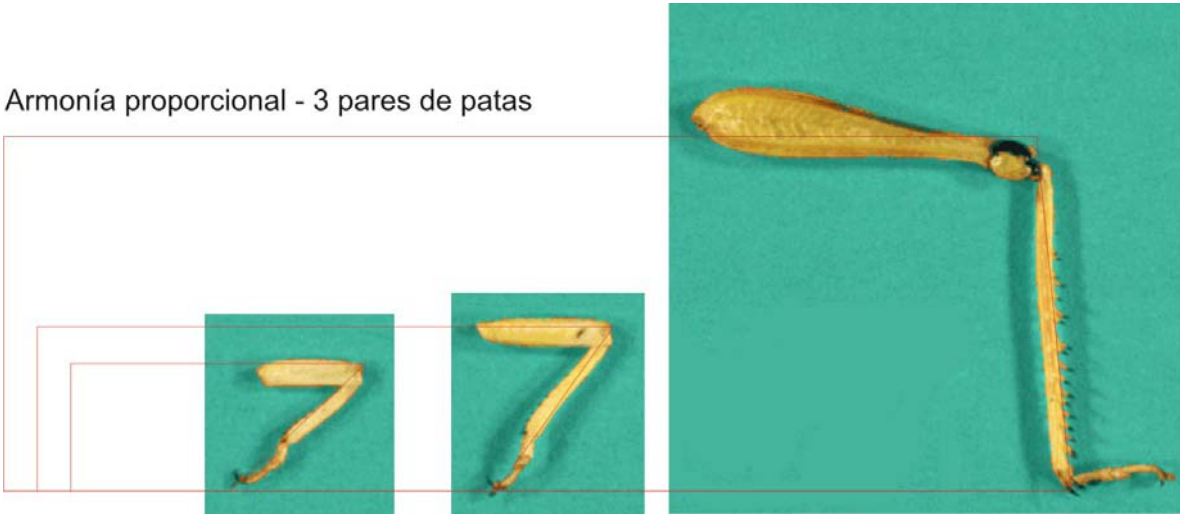




Repetición de patrón rectangular y gradación de tamaño en crecimiento.



Armonía proporcional - 3 pares de patas



6.3.3 Análisis aspectos configurativos

COLORES



TEXTURAS visual y táctil



6.4 CICLO DE ASOCIACIONES

Manejando la lluvia de ideas (Brainstorming) y las analogías, como técnicas de creatividad; se encontraron semejanzas entre la anatomía y funciones del saltamontes y posibles objetos de uso a diseñar. A continuación se presentan las ideas obtenidas, así como los bocetos que inicialmente guiaron el desarrollo del proyecto.

LLUVIA DE IDEAS

SALTO



JUEGOS
JUGUETES
ZAPATOS DEPORTIVOS
AMORTIGUACION

ARTICULACIONES



MOBILIARIO
JUNTAS ARTICULADAS
PROTESIS

ORGANOS AUDITIVOS



SEÑALIZACION AUDITIVA
PRODUCCION DE SONIDO
MUSICA

LLUVIA DE IDEAS

TEXTURAS
COLORES



ILUMINACION
MOBILIARIO
ACCESORIOS
VESTUARIO
JOYERIA

ANATOMIA



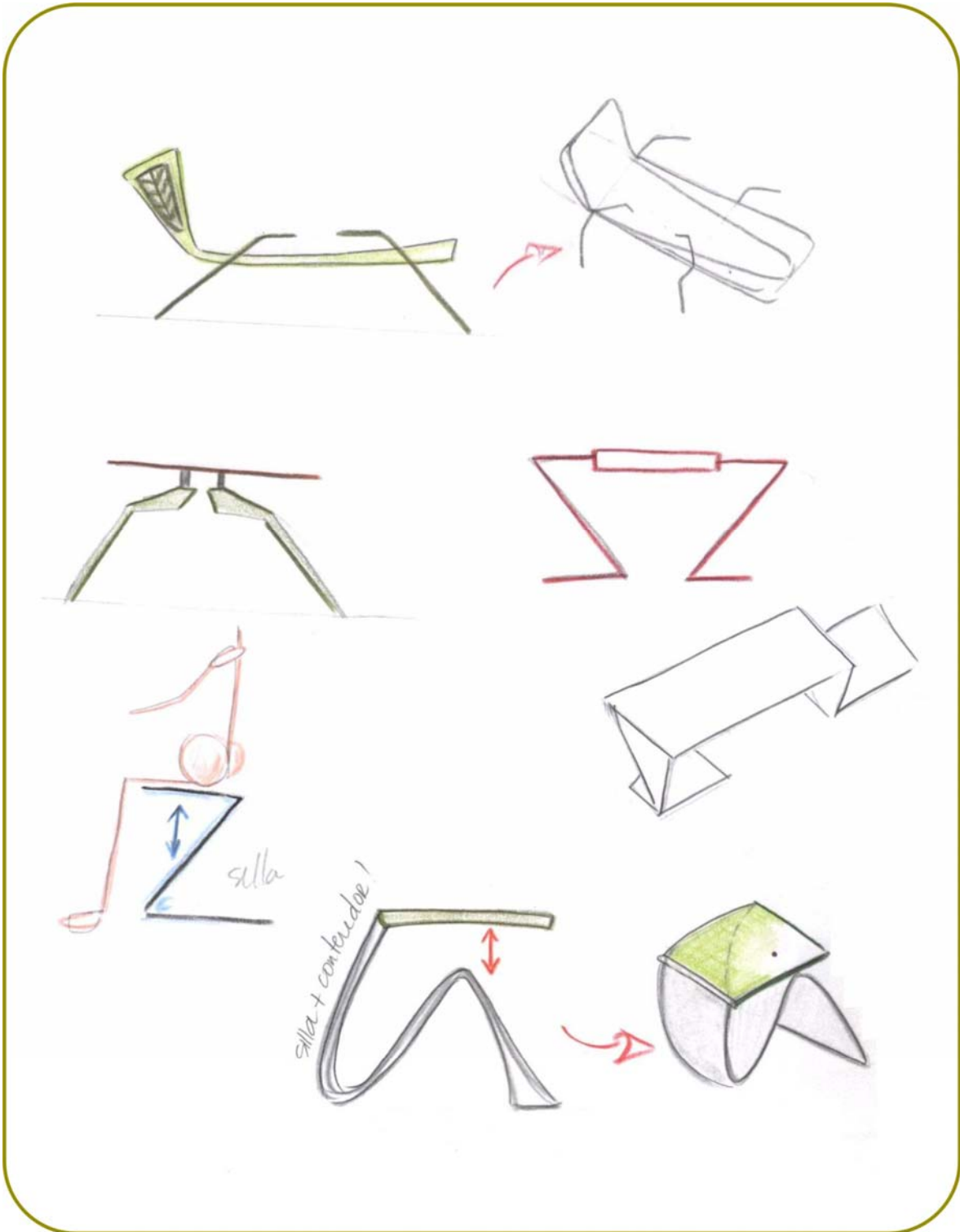
MOBILIARIO
ALMACENAJE
ORTOPEDIA
PROTECCION

FUNCIONES VITALES

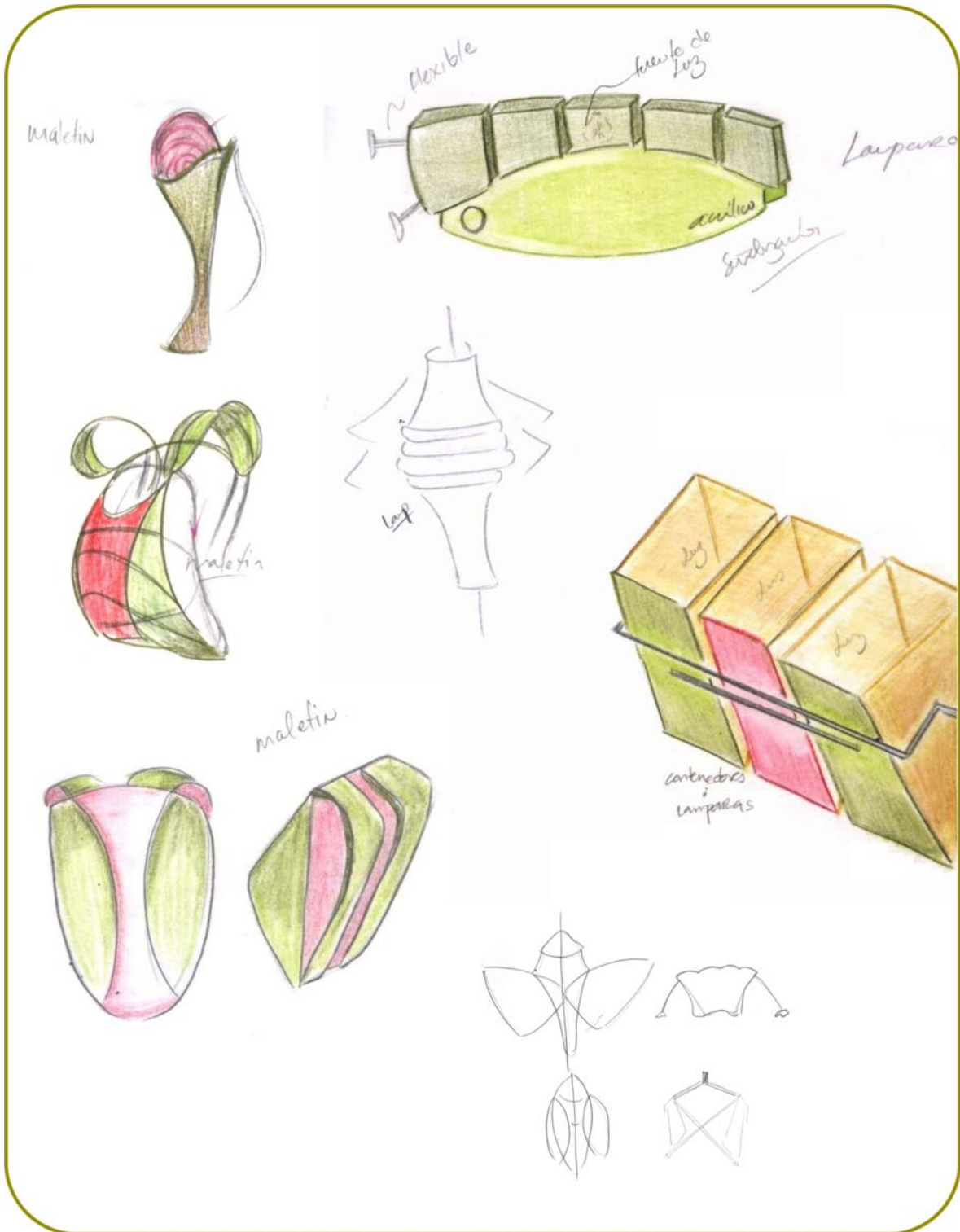


ALMACENAJE
ORGANIZACION
HERRAMIENTAS JARDINERIA
ELEVACION Y SALTO

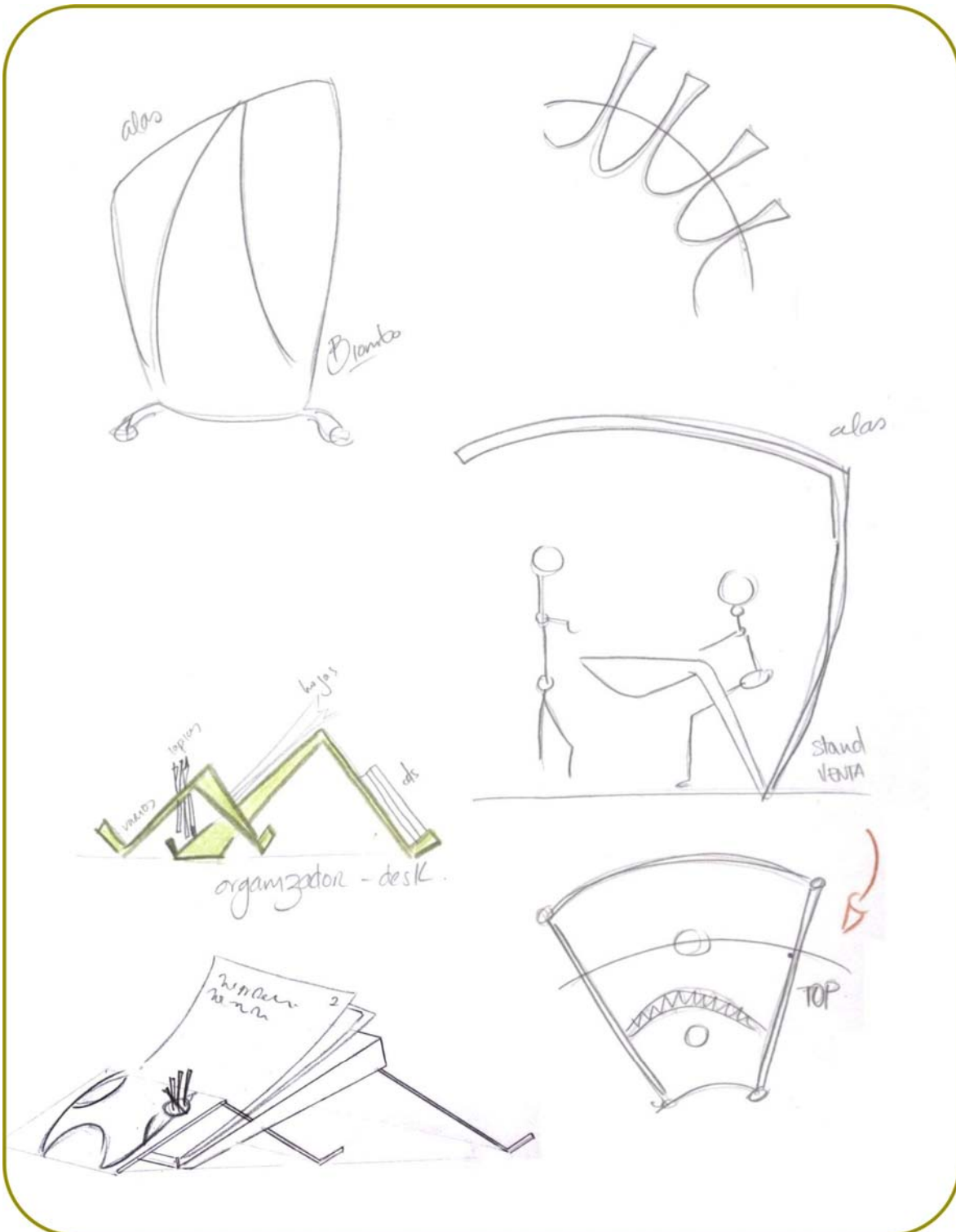
Una vez perfilados los sectores en que podría aplicarse la biónica del saltamontes, se procedió a elaborar ideas de cómo enfrentar el proyecto; planteando soluciones temporales que se desarrollarán más adelante.



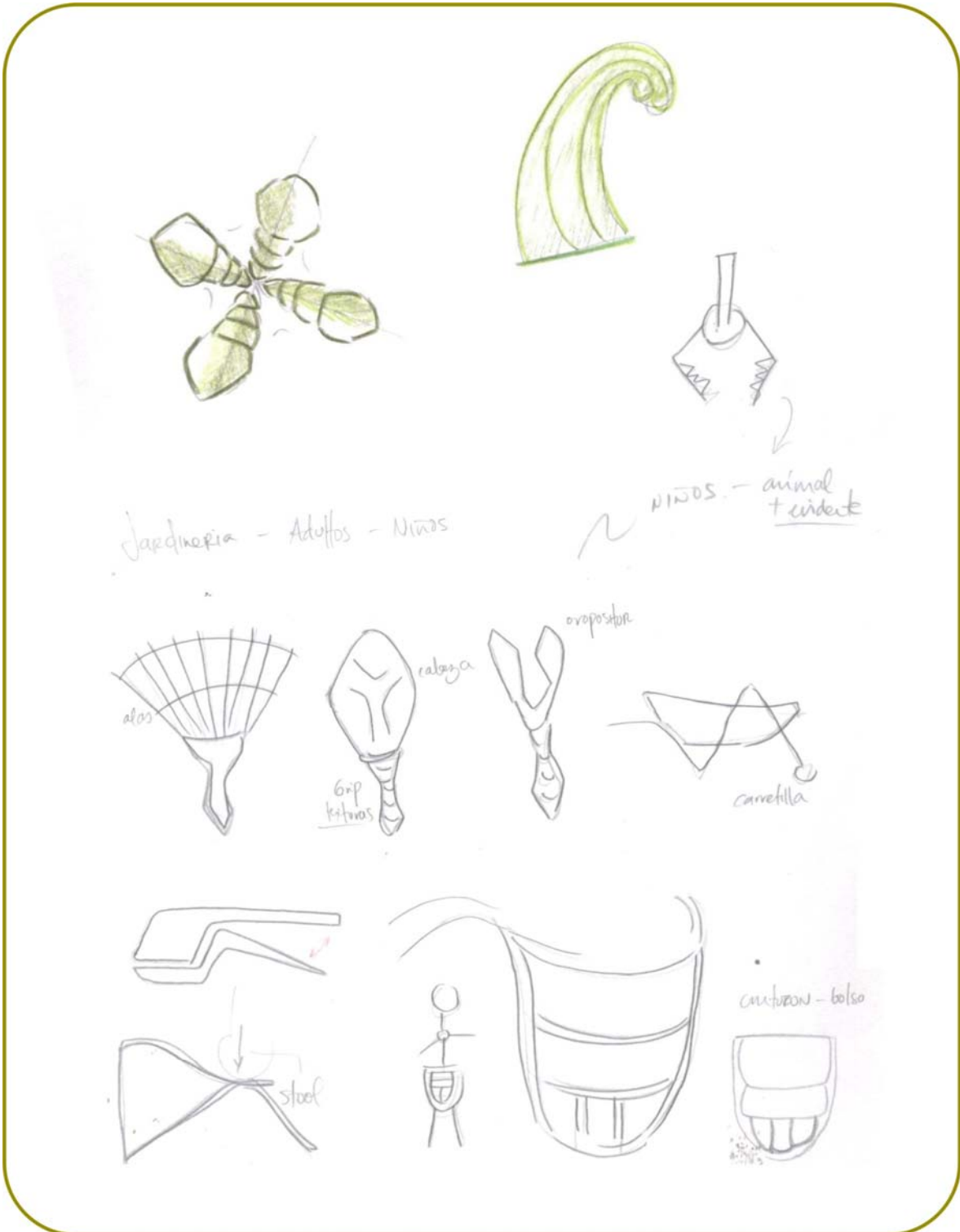
Alternativas de diseño - Bocetos



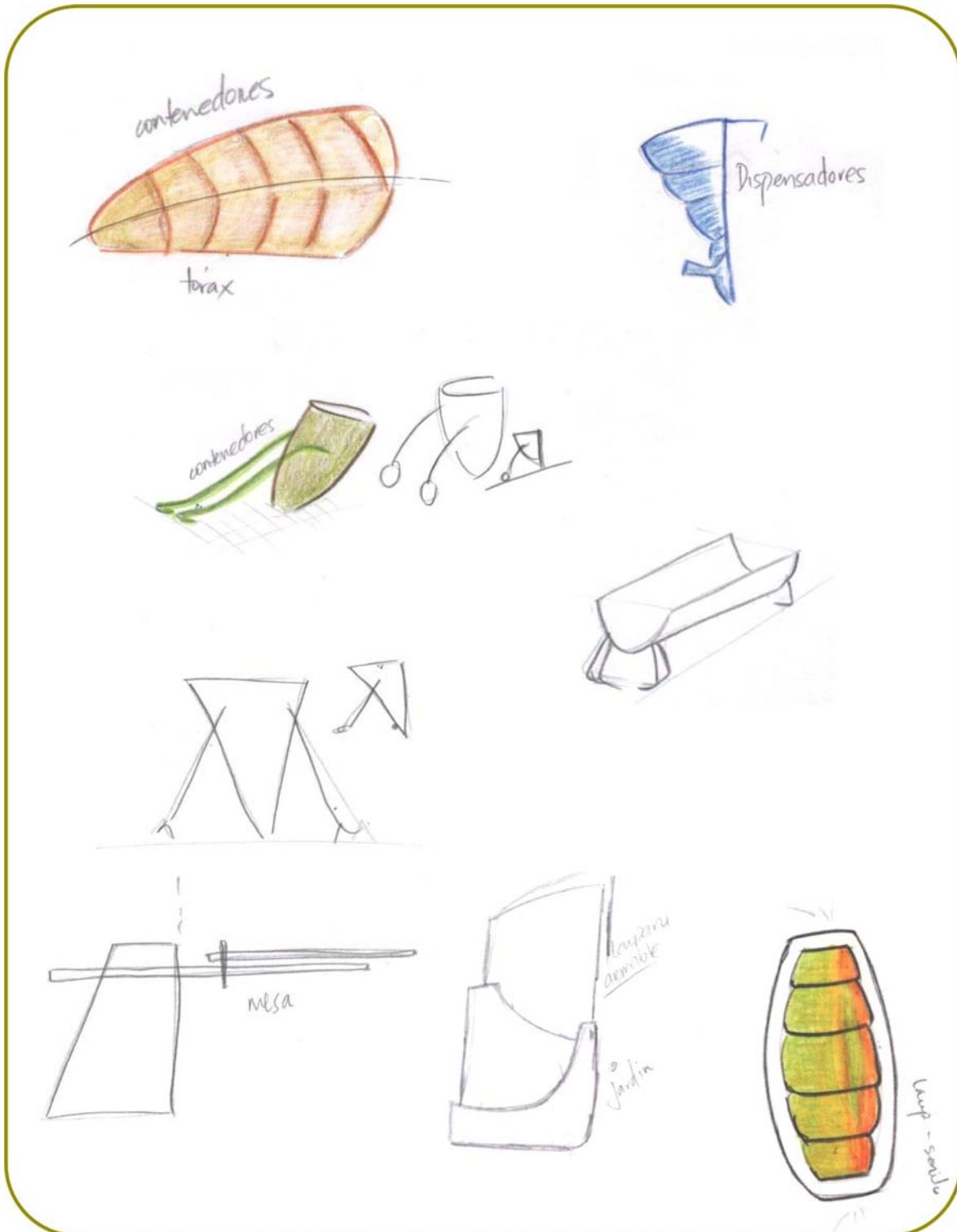
Alternativas de diseño - Bocetos



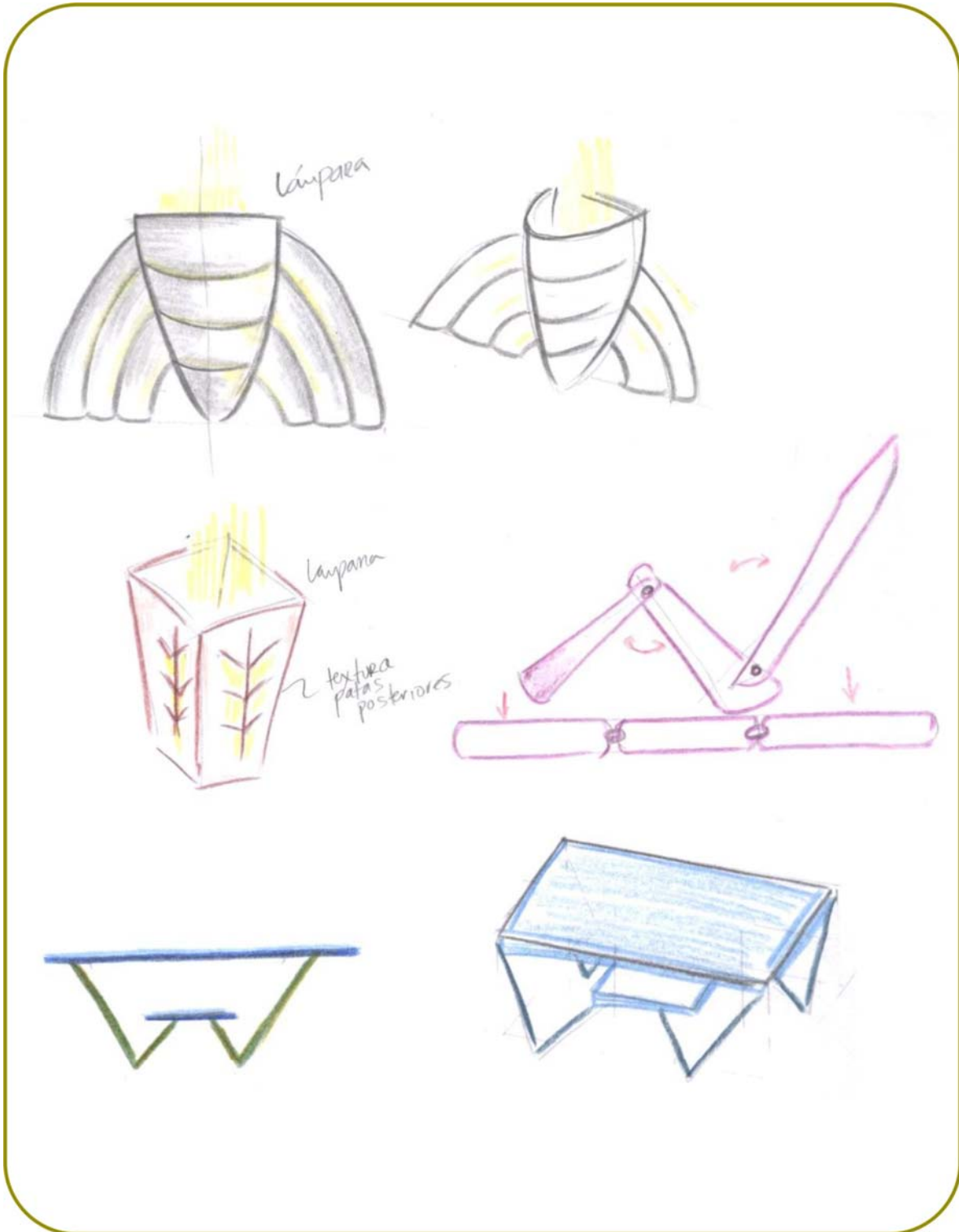
Alternativas de diseño - Bocetos



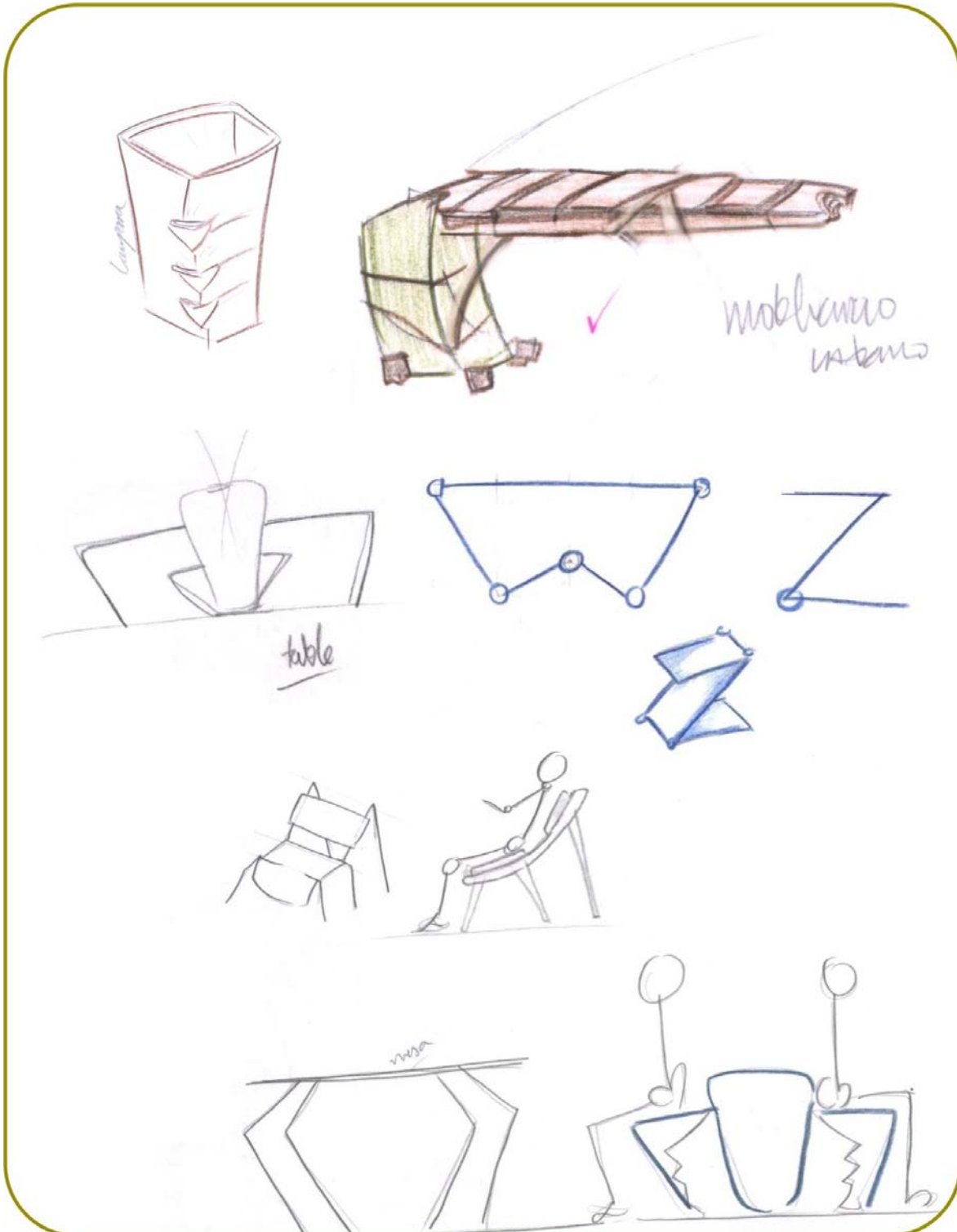
Alternativas de diseño - Bocetos



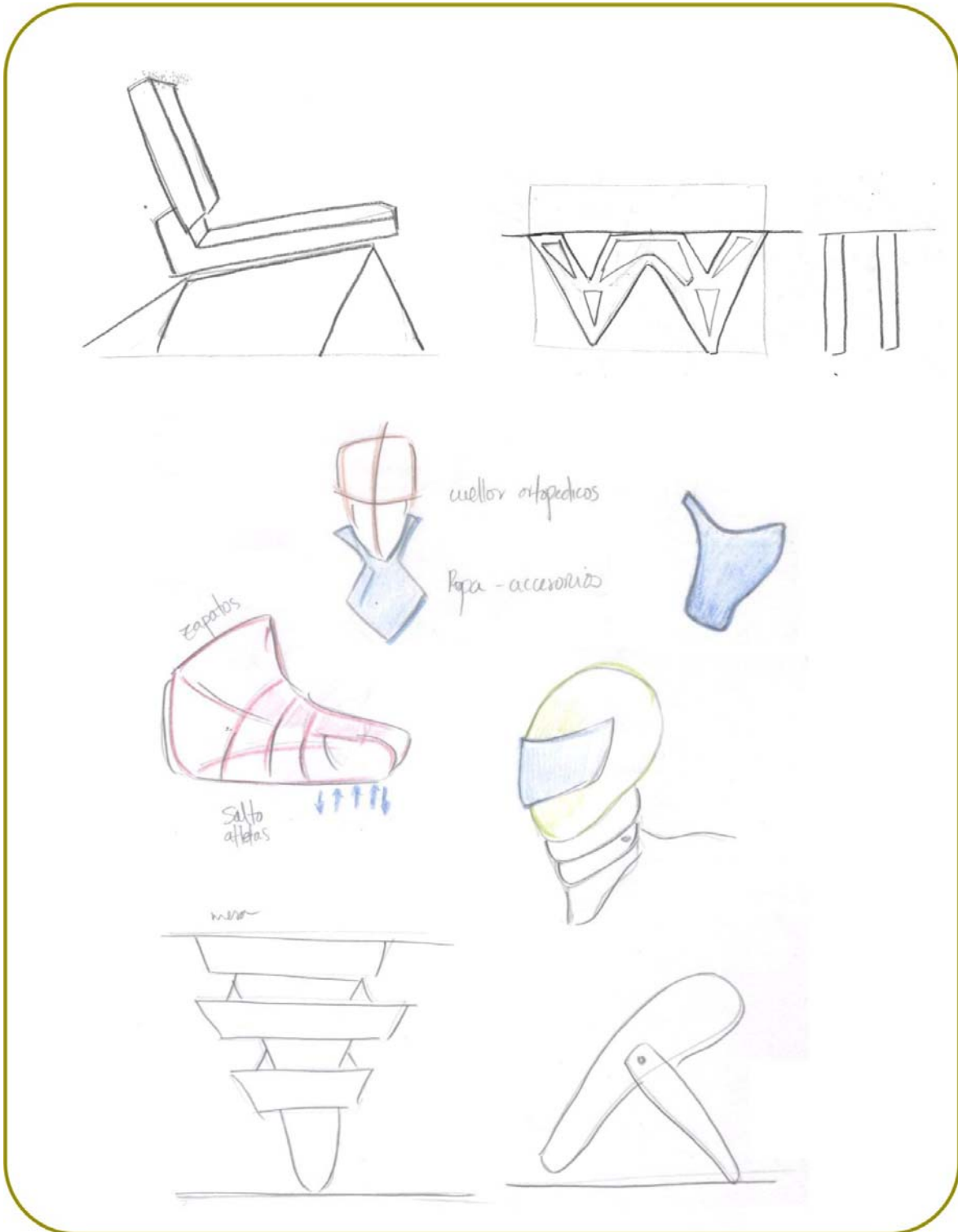
Alternativas de diseño - Bocetos



Alternativas de diseño - Bocetos



Alternativas de diseño - Bocetos

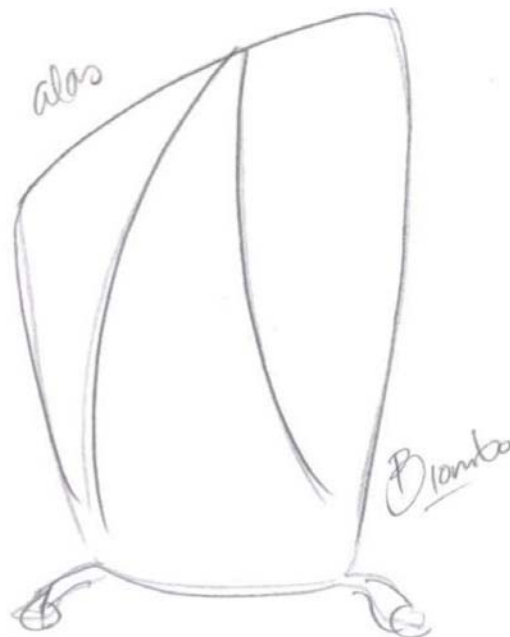


Alternativas de diseño - Bocetos

6.5 CICLO DE FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

Partiendo de las alternativas presentadas en el ciclo anterior, teniendo en cuenta el tiempo disponible para el desarrollo del proyecto y el objetivo del mismo; el cual se planeó como una sencilla aplicación del modelo metodológico propuesto; se tomó la decisión de desarrollar la alternativa de biombo del sector mobiliario decorativo a partir de la configuración del ala del saltamontes. Pero pensar en solo muebles o decoración, no presenta un problema real; por lo que se analizan las alternativas propuestas en la lluvia de ideas para encontrar un problema social que resolver. El resultado de esta búsqueda da lugar a cuestionamientos como; ¿Cuáles con los problemas de las viviendas actuales? ¿Está el espacio habitable cada vez mas disminuido? ¿Qué solución puede ayudar a aprovechar mejor el espacio disponible? En el siguiente ciclo se ampliará el análisis del problema.

Figura 101. Alternativa escogida



6.6 CICLO DE FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Una vivienda, además de proporcionar a sus habitantes protección del medio ambiente y seguridad estructural, debe permitirles experiencias de intimidad y privacidad, y esto está en relación directa tanto con el tamaño de los espacios de la vivienda como con la manera en que ésta esté distribuida⁶⁶.

Anteriormente, se procuraba que las viviendas estuvieran distribuidas de manera que se contara con espacios individuales para las diferentes actividades cotidianas, pero es un hecho que en las últimas décadas las dimensiones de las viviendas se han reducido. Los actuales espacios habitacionales, que se limitan a los 50 ó 60 metros cuadrados, albergan una gran diversidad de tipos de familia, las cuales deben amoldar su vida cotidiana a un espacio sin posibilidades de crecimiento en función de la optimización del espacio.

Debido a que cada sociedad y cada cultura tienen distinta percepción del espacio, no existen normas con validez internacional en cuanto a las dimensiones de los espacios de vivienda. El Gobierno colombiano expidió una norma que prohíbe que se construyan viviendas de menos de 35 metros cuadrados con lo cual se pretende frenar este tipo de fenómenos en el país, sin embargo; hay que tener una mirada evolucionada y reflexiva para entender que el mundo cambia los hábitos de las personas, en especial en las grandes ciudades, en donde ellas pasan más horas en el transporte y en su trabajo que en la casa. Así mismo, la dinámica de ciudades como Bogotá, termina por sacar a los miembros del hogar en sus pocos ratos libres, a interactuar socialmente en espacios comunes como salones, vías,

⁶⁶ Fuente disponible en Internet: <http://www.prosoc.com.co>

parques e incluso, en el caso de los niños a los parqueaderos de los conjuntos residenciales⁶⁷.

Todo lo anterior obliga a las personas a incrementar la funcionalidad de cada uno de sus espacios, optimizando hasta el último centímetro con soluciones creativas y prácticas.

6.6.1 Comprensión del problema

○ Recursos para dividir espacios

Paredes: son la forma usual de cerrar o delimitar un espacio.

Piso: demarcan áreas de distinto uso en un mismo espacio, utilizando desniveles, distintos materiales o jugando con la combinación de colores.

Muebles: pueden actuar como separadores parciales del espacio.

Vitrinas: por su material (cristal), permiten el paso de la luz; lo que mantiene la sensación de amplitud en espacios pequeños y dependiendo de los objetos ubicados en ella puede actuar como cortina.

Cortinas: generan divisiones virtuales con innumerables posibilidades de diseños, colores y texturas.

Biombos: dividen sin separar y tienen la ventaja de ser muy versátiles, funcionales, adaptables a cualquier estilo y permitir gran variedad de materiales y diseños.

Plantas: el verde separa y otorga un toque decorativo en los espacios.

⁶⁷ Fuente disponible en Internet: <http://www.avanza.org.co/index.shtml?apc=clasificados;;;1;&x=314031>

○ El concepto de biombo

La palabra biombo proviene del latín *bis* y *ambula* o *umbella* (que da sombra por dos lados); aunque también se cree derivada del japonés *Byobu-Byo*, "pantallas de protección contra el viento", que se refiere al propósito original del biombo, el cual era evitar que el viento soplara en los cuartos. Básicamente son pantallas que se doblan y que están conformadas por varios paneles unidos.

Originadas en China, como prototipos, los primeros encontrados fechan del periodo de la dinastía Han. El biombo como se conoce hoy en día, fue introducido en Japón en el octavo siglo, cuando los artesanos japoneses comenzaron a hacerlo influenciado altamente por los patrones chinos ya establecidos.

Tipología

Existen diferentes tipos de biombos, determinados principalmente por el número de paneles:

Tsuitate	Biombo de un solo panel, eran el primer formato disponible.
Nikyoku byou ó imaiori byou	Biombo de dos paneles. Son a menudo de 60 CMS. de alto y los 85 CMS. de ancho.
Yonkyoku byobu	Biombo de cuatro paneles.
Rokkyoku byobu ó Rokumaori byobu	Pantallas del seis paneles, en el encontramos el formato más popular, midiendo aproximadamente 1.5 mts. de alto por 3.7 mts. de anchura.
Jukyoku byobu	Pantallas de 10 paneles son de un formato relativamente reciente, usado como contextos en ajustes grandes tales como pasillos del hotel y centros de convención.

Origen del biombo

En el año 1400, durante las guerras civiles en Japón, la popularidad de los biombos fue en ascenso, y fueron encontradas en muchas residencias, dojos, y tiendas. El biombo de dos paneles era común, y las bisagras de papel traslapadas sustituían al metal de Zenigata, que las hizo más ligeras para llevar, más fácil doblar, y más fuerte en los empalmes. Esta técnica permitió que las pinturas en el biombo estuvieran ininterrumpidas por las fronteras verticales del panel, que incitaron al artista a pintar suntuoso, los paisajes a menudo, monocromáticos, temas de la naturaleza y los paisajes locales japoneses famosos. Las bisagras de papel, aunque absolutamente fuertes, requerían que la infraestructura del panel fuera tan ligera como fuera posible. Los enrejados de la madera blanda fueron contruidos usando los clavos de bambú especiales, que permitieron que el enrejado fuera cepillado a lo largo de sus bordes para ser rectos, cuadrado, y el mismo tamaño que los otros paneles del biombo. Los enrejados estuvieron cubiertos con unas o más capas de papel estiradas a través de la superficie del enrejado como una cabeza del tambor para proporcionar un forro plano y fuerte para las pinturas que serían montadas más adelante en las pantallas. La estructura que resultaba, era ligera y asombrosamente articulada, con todo aún absolutamente vulnerable. Después de las pinturas y del brocado fueron unidos por un marco de madera laqueado (típicamente negro o rojo oscuro) fue aplicado para proteger el perímetro externo del biombo, y las técnicas de adorno del metal (tiras, ángulos rectos, y pernos prisioneros) fueron aplicadas al marco para proteger la laca.

○ Análisis de soluciones existentes

Tabla 6. Análisis de soluciones existentes

ALTERNATIVAS	MATERIALES	FORMA	VALOR COMERCIAL	DIMENSIONES (cm.)
	Paneles de ratán quemados a mano	3 paneles Necesita ensamblaje	\$ 180.000	177.8 x 20 x 134.6 Peso 36 libras
	Paneles de fibra natural Marco de metal con acabado de peltre	3 paneles No necesita ensamblaje	\$ 360.000	182.9 x 127
	Madera de roble	Divisor de espacios con contenedor Necesita ensamblaje	\$ 450.000	91.4 x 182.9 x 30.5

	Polietileno corrugado, paneles de resina, marco de acero inoxidable	3 paneles No necesita ensamblaje	\$ 800.000	182.9 x 182.9
	Hierro forjado	3 paneles	\$ 675.000	180.3 x 137.2

En la producción de divisores de espacios, se han desarrollado tecnologías que promueven distintos tratamientos en cuanto a materiales y acabados, que aportan notablemente al producto. Paralelamente, el resurgimiento de materiales tradicionales, como la madera y el bambú son muy frecuentes en las opciones que presenta el mercado actual. También se utilizan otros materiales naturales como tela, papel, cueros, tejidos o tapizados que le aportan al diseño texturas, colores y superficies de gran impacto visual.

En cuanto a su diseño, los divisores generalmente presentan formas planas compuestas por líneas rectas, que generan módulos o paneles divisorios similares entre sí, lo que unifica el diseño. Estas divisiones aportan una completa independencia espacial para los paneles individuales. Generalmente su estructura utiliza un orden vertical que demuestra una fuerte sensación de regularidad.

6.6.2 Delimitar el problema

¿Qué voy a hacer?

El problema surge de la consideración del espacio en las viviendas actuales; así que para encontrar una solución que responda con máxima funcionalidad a esta necesidad, el proyecto plantea diseñar un divisor para espacios en el hogar, que permita jugar con la composición de las diferentes áreas en las viviendas, permitiendo el paso de iluminación y ventilación.

¿Por qué lo voy a hacer?

Las restricciones de espacio en las viviendas actuales, excluyeron a las paredes como única opción para demarcar ambientes. Cuando se vive en espacios estrechos, la búsqueda de límites virtuales dentro de un mismo espacio genera la creación de nuevas alternativas. Es por esto que las “paredes móviles”, que permiten continuidad visual sin sacrificar la amplitud del espacio, se convierten en la mejor opción.

¿Para que?

Proyectar una alternativa práctica de divisor de espacios; que proteja la intimidad de los usuarios, sin dejar de lado sus características estéticas, inspiradas en la biónica del saltamontes y que se adecue a las necesidades y dimensiones arquitectónicas de las viviendas actuales.

6.6.3 Escogencia del contexto social

¿Para quién?

El diseño no está orientado a un usuario específico discriminado por género o edad; en su lugar, está dirigido a usuarios con necesidades generalizadas de optimización de espacios. Sin embargo, se piensa en un usuario potencial con un

estilo moderno, dispuesto a considerar la distribución de hogar como un aspecto cambiante.

6.6.4 Formulación del problema proyectual

Diseño de un divisor de espacios inspirado en la biónica del saltamontes.

6.6.5 Planteamiento de Objetivos

Objetivo general

Diseñar un divisor de espacios para el hogar, que refleje las características morfológicas del saltamontes.

Objetivos específicos

- Utilizar la biónica del saltamontes como fuente de inspiración para el diseño de un divisor de espacios.
- Consolidar un diseño que permita al usuario interactuar con su espacio habitacional modificando la distribución de las diferentes áreas.
- Diseñar una propuesta que permita al usuario intervenir libre y cómodamente con su entorno.

6.6.6 Justificación del proyecto

La práctica occidental de saturar las viviendas con muebles, cuadros y objetos variados, contrasta con la costumbre oriental; en donde la vinculación entre interior y exterior es lo que elimina la claustrofobia y hace que el individuo se sienta “entre

la naturaleza”, incluso cuando está en casa.⁶⁸ Complementariamente, la proxémica⁶⁹ apunta que vivir en un espacio muy reducido, podría llevar a la neurosis.

Con estas teorías como apoyo, el presente proyecto tiene como propósito, impedir que los ya reducidos espacios habitaciones se cierren aún mas con paredes, encontrando la forma de hacerlo funcionar, pero dejándolo lo mas abierto posible. Las posibilidades de transformación que ofrecerá el diseño pretenden hacer que todo el espacio sea habitable sin desperdiciarlo; y dándole la posibilidad al usuario de modificarlo o transformarlo vinculando espacios a su gusto.

6.6.7 Formulación de Requerimientos

○ Requerimientos de Uso

- Practicidad:** debe mejorar las características físicas de un espacio.
- Conveniencia:** es necesario que la iluminación o ventilación del lugar no se vean afectadas al utilizar el objeto.
- Seguridad:** deben considerarse elementos con tamaño y volumen que permita la interacción con varias personas. Así mismo, se debe contemplar la eliminación de ángulos agresivos, filos o cualquier otro elemento que pueda lastimar a los usuarios.
- Mantenimiento:** no debe requerir mantenimiento excesivo por parte del usuario.

⁶⁸ MUNARI, Bruno. Op. cit., p. 2

⁶⁹ **Proxémica:** es el conjunto de las observaciones y teorías sobre la utilización humana del espacio. Estudia la relación entre el individuo y su ambiente, las situaciones de contacto o de no contacto entre las personas, examina las “distancias personales” que se establecen automáticamente entre grupos de personas. MUNARI, Bruno. Op. cit., p. 2

Manipulación: el peso del objeto no debe superar los 20 kg., para facilitar su instalación y traslado, y así impedir esfuerzos extremos.

Antropometría: se debe atender a las dimensiones antropométricas de la estatura promedio humana; para establecer proporciones y relaciones de uso adecuadas.

Percentil en cm.		B	C	D	E	F	G	H	I
95	H	188.6	120.9	87.4	86.4	224.8	94.0	65.4	52.9
	M	172.8	108.7	80.6	96.5	213.4	94.0	62.0	46.8
5	H	168.2	105.5	74.3	73.7	195.1	81.3	56.4	44.4
	M	152.3	96.5	67.7	68.6	185.2	68.6	53.3	38.6

B: Estatura

E: Alc. Lateral brazo

H: Largura nalga-rodilla

C: Altura codo

F: Alc. Vertical asimiento

I: Anchura de hombros

D: Alc. Punta mano

G: Largura nalga-punta pie

Ergonomía: se debe inscribir dentro de los valores del campo de visión máximo para percibir la separación del espacio y la distribución del área.

Transporte: se debe contemplar el fácil cambio de ubicación.

○ Requerimientos de función

Mecanismos: es posible que el diseño necesite la asistencia de ejes de rotación para ajustarlo a las dimensiones de entornos particulares.

Confiabilidad: si fuera el caso, los sistemas de ensamble, deben simplificar al usuario la instalación del objeto.

Versatilidad: se debe contemplar la posibilidad de que el objeto pueda desempeñar distintas funciones (decoración, iluminación, etc.).

Resistencia: se debe solucionar la presencia de potenciales esfuerzos compresión o tensión.

○ Requerimientos estructurales

Número de componentes: es importante prescindir de elementos que puedan confundir al usuario.

Unión: detallar, si el objeto fuera desarmable; los ensambles y uniones que permitirán su armado.

Centro de gravedad: incluir la ubicación del centro de gravedad dentro de la estructura del diseño, tiene una gran importancia para generar la estabilidad que el tipo de objeto exige.

Estructurabilidad: el diseño de una estructura sólida que no se oponga a los requerimientos de conveniencia, con firmeza y estabilidad. Se debe considerar la posibilidad de agregar peso en la base del objeto.

○ Requerimientos técnico productivos

Materias primas: debe considerarse que la materia prima a emplear tenga una relación cercana tanto con la función como con la fuente de inspiración.

Bienes de capital: dependiendo de las materias primas definidas, se concretarán los bienes de capital a utilizar.

Modo de producción: el objeto debe ser desarrollado y construido con procesos de producción y tecnología regional.

Proceso productivo: igualmente depende de las características del diseño a desarrollar.

○ **Requerimientos económicos o de mercado**

Ciclo de vida: el ciclo de vida de un separador de espacios obedece a la correcta utilización por parte del usuario y a la calidad de los materiales utilizados.

○ **Requerimientos formales**

Unidad: el objeto debe comunicar claramente la función del objeto, y evocar la fuente de inspiración, que en este caso particular es la biónica del saltamontes.

Equilibrio: debe captar la atención de los usuarios para agrandar; sin embargo no podrá intervenir como distractor dentro del espacio.

○ **Requerimientos de identificación**

En el caso particular de este proyecto, no se tuvieron en cuenta los requerimientos de identificación, puesto que no se llevará el diseño hasta su etapa de comercialización.

6.7 CICLO DE PROYECTACIÓN

Teniendo en cuenta el análisis de datos y las posibilidades técnicas y de material, los requerimientos establecidos, los elementos psicológicos, ergonómicos y

prácticos; se intentará realizar alternativas de diseño que armonicen todas estas condiciones. Lo que se busca, es hallar soluciones de fácil montaje y transformación, dentro de una estructura ligera pero sólida, y fortaleciendo aspectos visuales, que logren agradar al usuario.


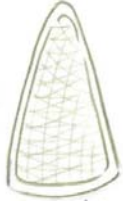




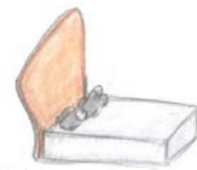






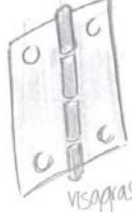

6.7.1 Alternativas de diseño

Para el planteamiento de alternativas, se empleará el método de Análisis morfológico. (Ver 3.6.11 Análisis morfológico), que plantea identificar combinaciones novedosas de elementos o componentes individuales del objeto, y presentar un listado de soluciones que pueden combinarse para crear una alternativa.

Procedimiento

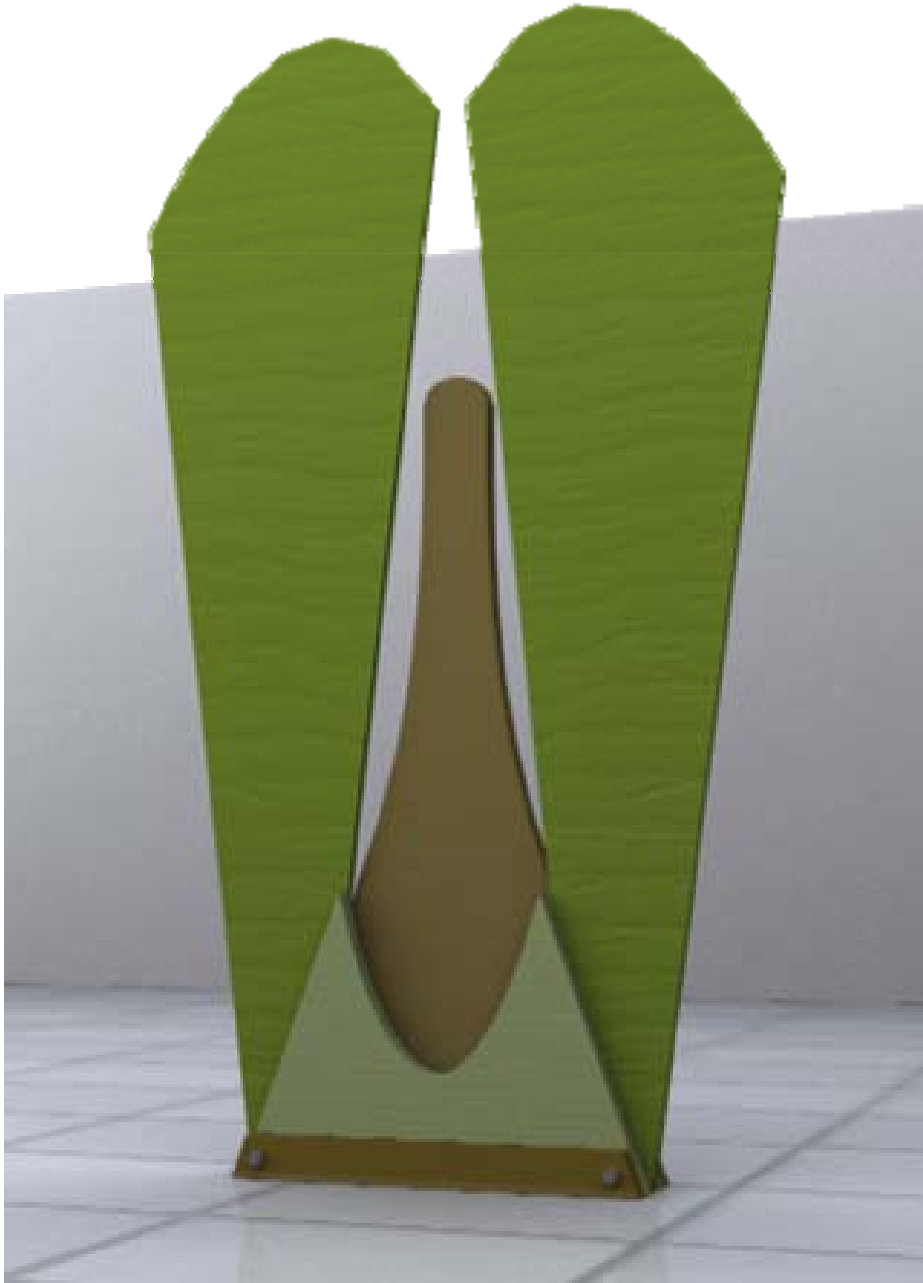
- Hacer una lista de las características esenciales a cumplir por el objeto de diseño (formulación de requerimientos).
- Registrar las posibles soluciones que permitan cumplir cada característica. En este caso particular se establecerán 3 posibles soluciones para cada requerimiento.
- Elaborar una tabla que contenga las soluciones posibles.
- Identificar las combinaciones de soluciones probables. Se utilizaron 3 combinaciones que se diferencian por medio de colores.
- Proponer alternativas según cada combinación. Igualmente se desarrollarán 3 alternativas.

Tabla 7. Alternativas de diseño

Requerimietno	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Conveniencia	 <p>Panels abiertos (base total de luz)</p>	 <p>tejidos (paso personal de luz)</p>	 <p># Elementos MOCTOS (paso controlado de luz)</p>
Unidad			
Versatilidad	 <p>No uso - como cabezera de cama.</p>	 <p>iluminación</p>	 <p>Diseño</p>
Estructurabilidad	 <p>Arca de apoyo continua</p>	 <p>2 puntos de apoyo</p>	 <p>3 puntos de apoyo</p>
Unión	 <p>ejes de rotación</p>	 <p>visagras</p>	 <p>Estructura</p>

6.7.2 Desarrollo y definición de alternativas

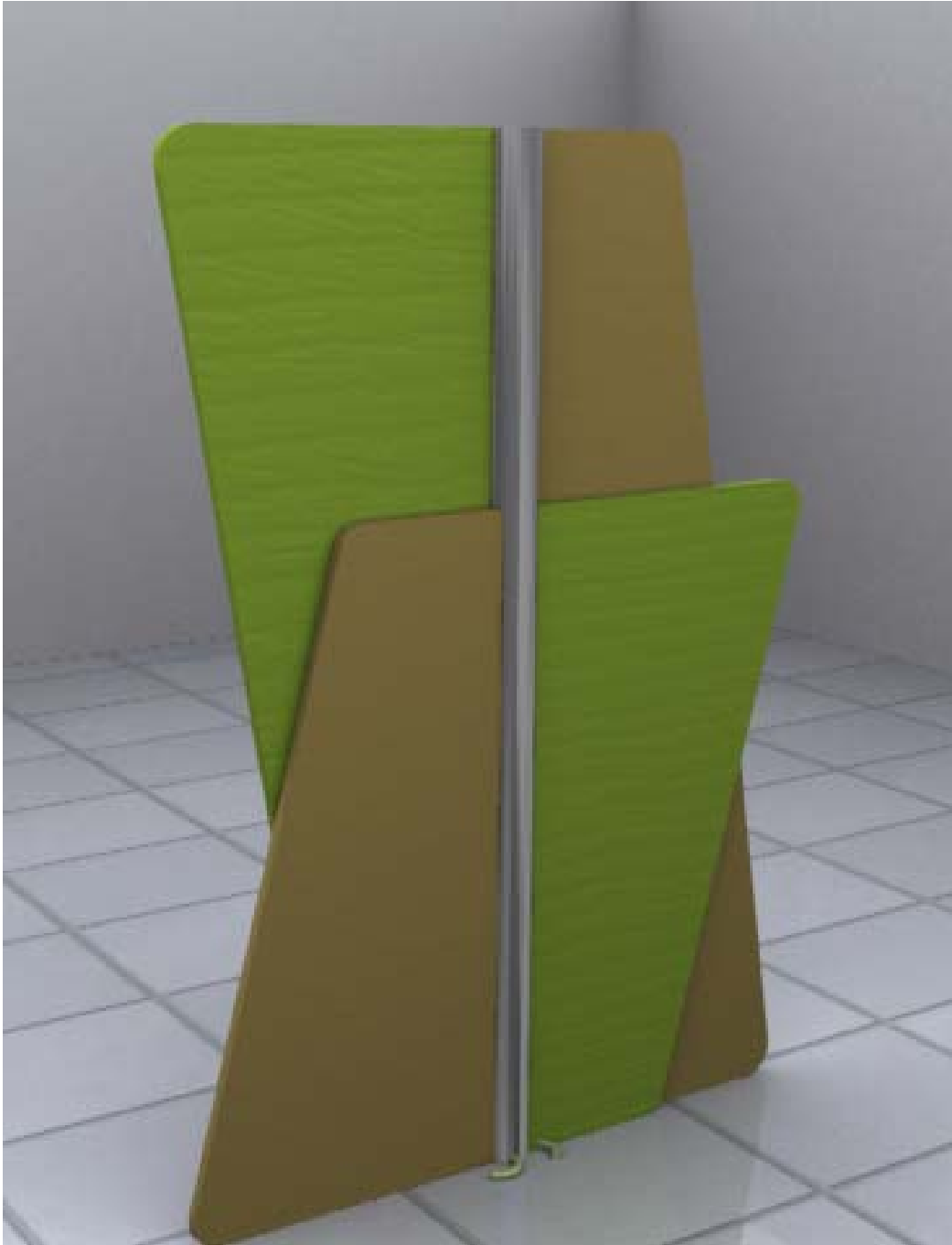
Alternativa 1



Alternativa 2



Alternativa 3



6.8 CICLO DE TOMA DE DECISIONES Y EVALUACIÓN

Para seleccionar la propuesta final a desarrollar, las diferentes alternativas de diseño serán valoradas mediante la confrontación con los requerimientos establecidos, utilizando el método de objetivos ponderados (Ver **Anexo D.** Métodos de evaluación de alternativas de diseño).

Requerimientos de diseño

- | | |
|------------------|-----------------------|
| a. Practicidad | f. Ergonomía |
| b. Seguridad | g. Percepción |
| c. Mantenimiento | h. Resistencia |
| d. Manipulación | i. Acabados |
| e. Antropometría | j. Modo de producción |

La inclusión de la biónica del objeto natural (saltamontes), no se toma en cuenta como requerimiento; puesto que fue esta quien dio origen a las alternativas de diseño, así que se considera implícita dentro del mismo.

Orden de los requerimientos

0: si es menos importante que el requerimiento con el que confronta

1: si es más importante que el requerimiento con el que confronta

Tabla 8. Comparación sistemática de pares de requerimientos

Requerimiento	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Resultado
A	--	0	1	½	0	0	1	0	1	1	4.5
B	1	--	1	1	½	½	1	½	1	1	7.5
C	0	0	--	0	0	0	½	0	½	0	1
D	½	½	1	--	½	½	½	0	1	1	5.5

E	1	0	0	½	--	½	½	0	1	1	4.5
F	0	0	1	0	½	--	0	0	1	1	3.5
G	1	0	1	0	1	1	--	0	1	1	6
H	1	½	1	½	1	1	1	--	1	1	8
I	0	0	1	0	0	0	0	0	--	1	2
J	0	0	1	0	0	0	0	0	0	--	1

Resultados

- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1. Resistencia | 6. Antropometría |
| 2. Seguridad | 7. Ergonomía |
| 3. Percepción | 8. Acabados |
| 4. Manipulación | 9. Mantenimiento |
| 5. Practicidad | 10. Modo de producción |

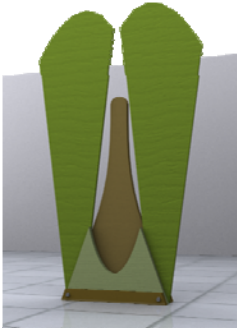
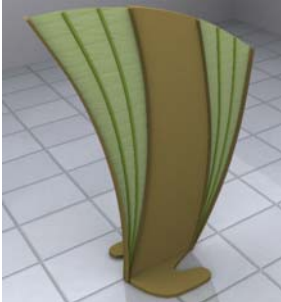
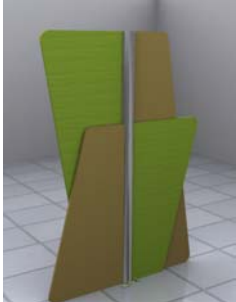



Ponderación relativa de los requerimientos

Resistencia	18%	Antropometría	10%
Seguridad	17%	Ergonomía	8%
Percepción	14%	Acabados	5%
Manipulación	13%	Mantenimiento	2%
Practicidad	10%	Modo de producción	2%

Parámetros de rendimiento de los requerimientos

- 0: No cumple
- 1: Cumple medianamente
- 2: Cumple
- 3: Cumple satisfactoriamente

Tabla 9. Valores de utilidad relativa de las alternativas de diseño

		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
							
							
Requerimientos	Peso	Calificación	VALOR	Calificación	VALOR	Calificación	VALOR
Resistencia	18%	1	18	2	36	1	18
Seguridad	17%	2	34	3	51	2	34
Percepción	14%	2	28	3	42	3	42
Manipulación	13%	2	26	3	39	2	26
Practicidad	10%	2	20	3	30	3	30
Antropometría	10%	3	30	2	20	2	20
Ergonomía	8%	3	24	2	16	2	16
Acabados	5%	2	10	3	15	2	10
Mantenimiento	2%	3	6	3	6	2	4
Modo de producción	2%	3	6	2	6	3	6
TOTAL			202		261		206

Para la evaluación de las características de las diferentes alternativas, se elaboraron modelos a escala que permitieron tener una percepción más cercana de su conducta.

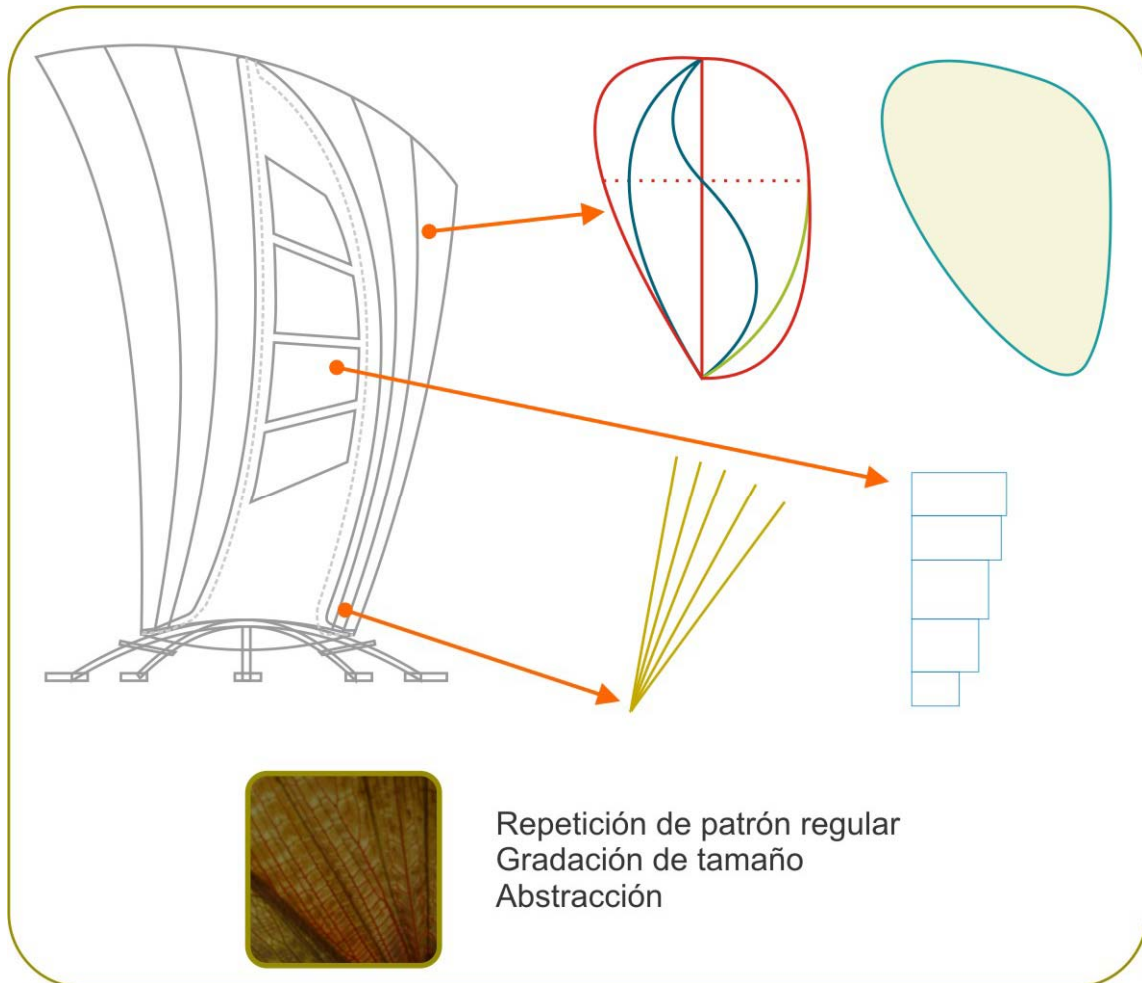


Modelos a escala de las alternativas de diseño

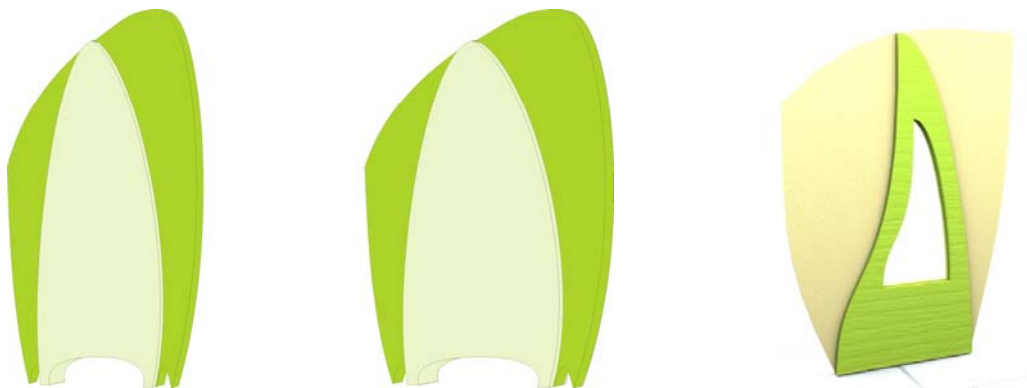
6.9 CICLO DE DESARROLLO

El resultado de la evaluación, apuntó hacia la Alternativa 2, como la propuesta más viable. A continuación se lleva a cabo el desarrollo de la propuesta.

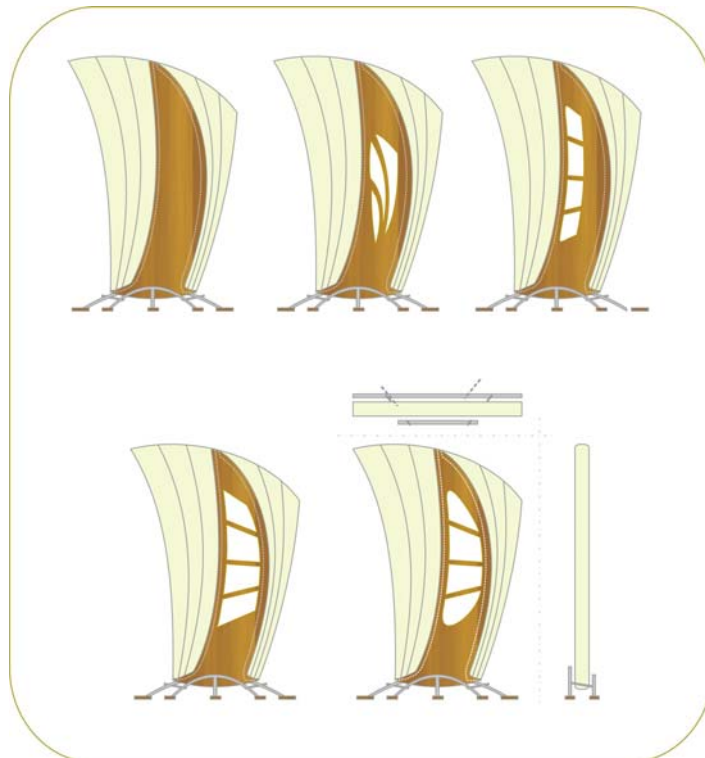
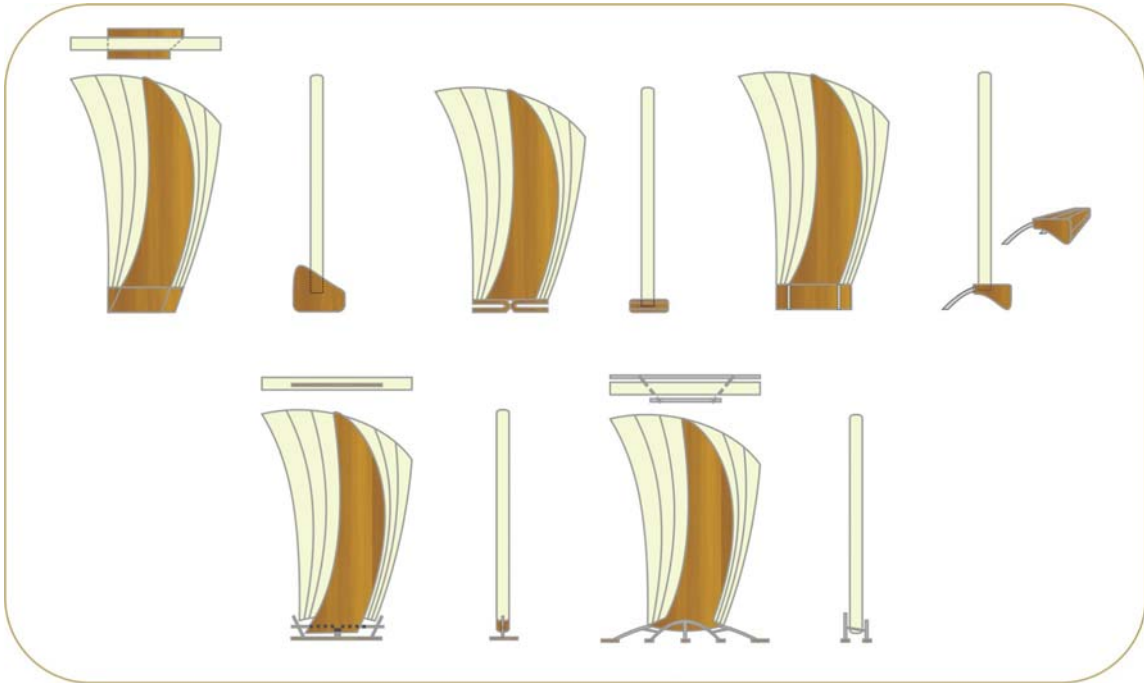




Proporciones y conceptos utilizados para el desarrollo del diseño



Evolución y depuración de las formas



Desarrollo de alternativas de soporte y detalles



Determinación de las formas finales del diseño



Despiece del divisor de espacios



Detalle del eje de giro superior y base

La propuesta maneja los valores funcionales de los biombos tradicionales, sin embargo, adicional a esto, sus proporciones y potenciales composiciones, aumentan el valor de uso del objeto, permitiendo su adaptación.

Los biombos disponibles en el mercado, se limitan a formas geométricas ensambladas por bisagras que dividen los espacios; pero no les aportan movimiento visual o inhiben la ventilación e iluminación del entorno, es por eso que las formas orgánicas del diseño resultan atractivas de una forma ligera que no crea conflictos con el resto de mobiliario existente. Igualmente, la característica del biombo de no manejar superficies frontales o posteriores, admite que la percepción del objeto se logre desde cualquier ángulo de observación.

Los vacíos que contiene la estructura del módulo base logran quitarle peso visual a la misma. La base le da el modernismo presente en los objetos de mobiliario actuales pensados para espacios más limpios.

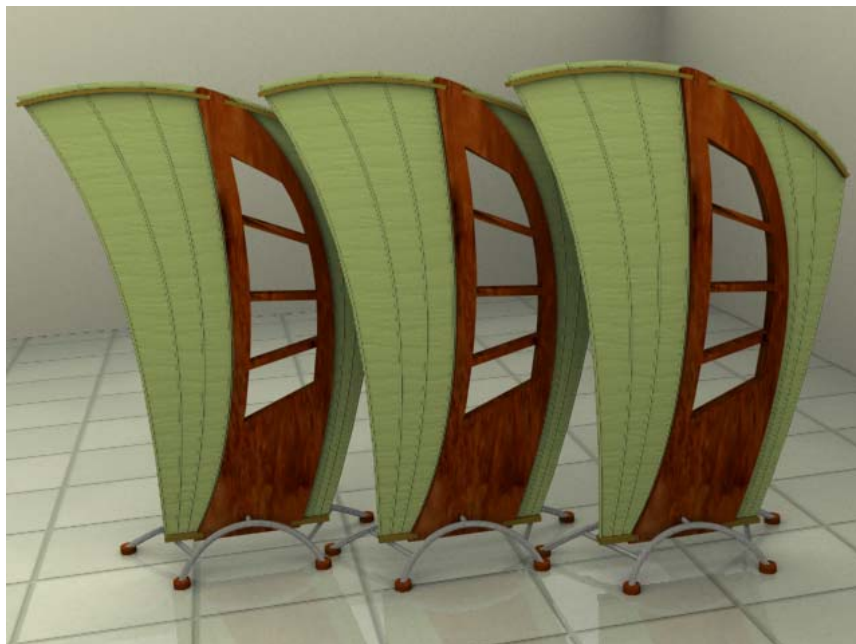
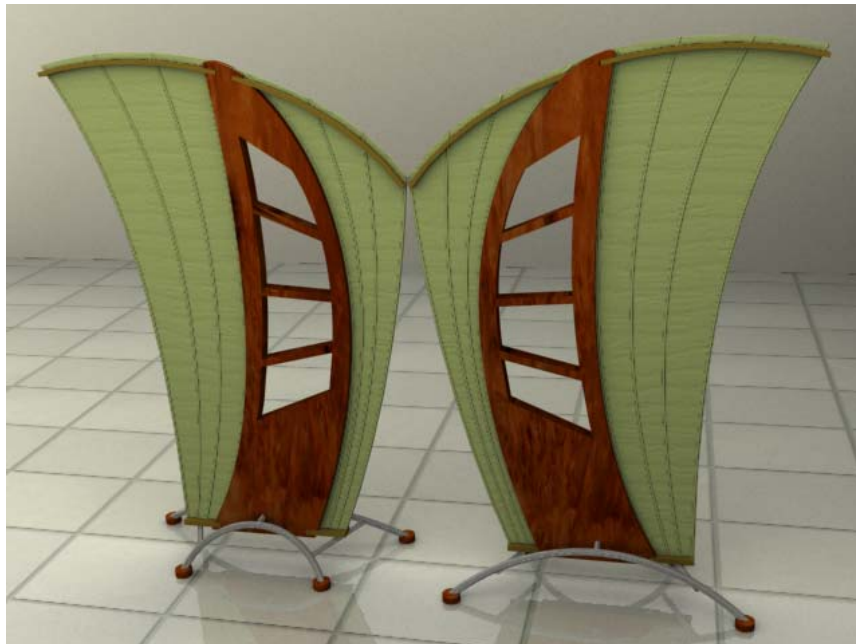


Las materias primas buscan evidenciar el vínculo con la naturaleza que pretende el diseño. La utilización de madera, metal y tejidos suaves, fortalecen los atributos del producto. Así mismo, los colores neutros armonizan con diferentes ambientes, que combinados además con techos interiores blancos, aumentan la luminosidad y crean una mayor sensación de amplitud visual respecto a la altura de las paredes.



Los paneles del biombo son determinantes a la hora de establecer la situación del divisor de espacios. Si la necesidad lo exige; a causa de un mayor número de personas o el requerimiento de un área restringida, se podrá convertir un espacio en dos, lo que genera multifuncionalidad y cambios dimensionales en los espacios y por lo tanto en el campo de visión permisible por él.

Las posibilidades de utilización del biombo aumentan si el espacio es amplio y permite la utilización de más de un elemento, logrando con esto composiciones que dan carácter a espacios amplios y desnudos como salones de reuniones o eventos.



6.10 CICLO DE PRODUCCIÓN DE MODELOS

Para evaluar la realidad física del diseño, se elaboraron diferentes modelos con materiales aproximados a la realidad concluyente, que determinaron cambios en la estructura y base del biombo. Los modelos permitieron experimentar la solidez de la estructura y el acoplamiento de las piezas.



6.11 CICLO DE DESARROLLO DE FACTORES

En el proceso de proyectación del diseño dirigido a la creación del divisor de espacios, no se registraron todos los apartes que el Modelo de indagación Biónica plantea; debido principalmente a la extensión del proyecto y al carácter ilustrativo de la aplicación planteada. Responde también a esta razón, el hecho que la construcción del proyecto se restringiera a un modelo a escala que permita ver el comportamiento del diseño.



Proporciones y relación con el usuario

Materias primas

Los materiales que se han determinado para la producción del diseño están determinados por la posibilidad que presentan en cuanto a acabados y resistencia estructural

Madera de cedro: el cedro se destaca su color claro, que permite el barniz, teñido y pintado en diversos colores. Por su buena resistencia estructural permite retener solidamente clavos y tornillos.

Tubo de aluminio: el aluminio es un metal ligero y blando pero resistente. Es muy maleable y dúctil y es apto para el mecanizado y la fundición. Debido a su elevado estado de oxidación se forma rápidamente al aire una fina capa superficial de

óxido de aluminio permeable y adherente que detiene el proceso de oxidación proporcionándole resistencia a la corrosión y durabilidad.

Lona sintética: son fibras de bajo encogimiento, cuyas propiedades le confieren atractivos como ser antialérgica, inodora, resistente al moho y a la polilla, no desprende polvo ni otros materiales desagradables; es de fácil lavado y secado y posee muy buena resistencia al uso.

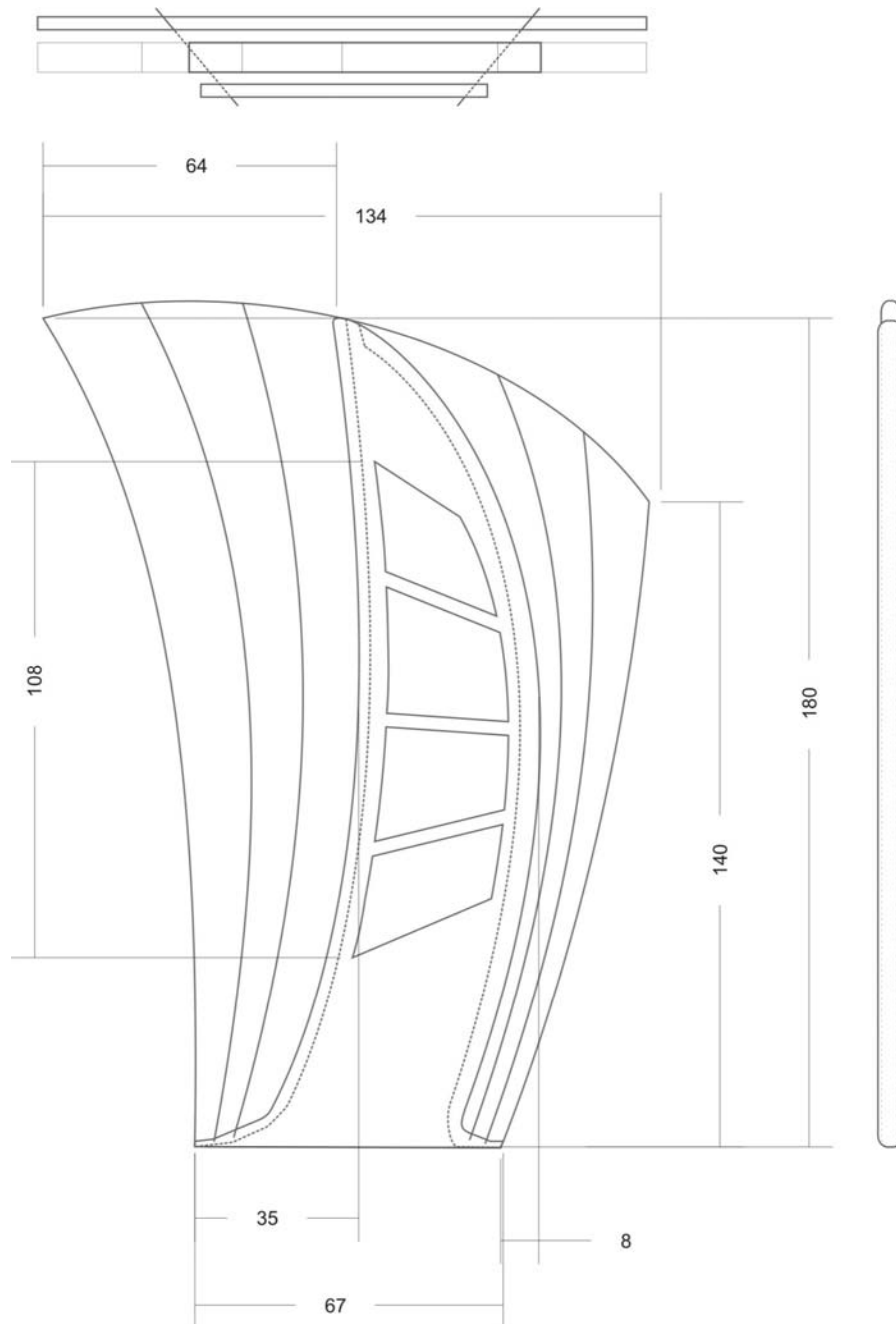
6.11.1 Ficha de Análisis

Nombre del objeto	Divisor de espacios Ninfa
Autor	DISEÑADOR
Dimensiones	60 x 180 cm. grosor 5 cm.
Materias primas	Madera de cedro, tubo de aluminio y lona sintética.
Funcionalidad	La funcionalidad se desprende de la posibilidad de desplazamiento.
Mantenimiento	Es una estructura ligera, donde el depósito de suciedad se limita a las superficies limpiables de madera.
Ergonomía	Adecuada
Usabilidad	Los movimientos del objeto son fáciles y seguros.
Mecanismos empleados	Las uniones entre las distintas partes que integran el objeto, son sencillos ensambles con un mínimo elementos y operaciones mecánicas.

PLANOS GENERALES

Divisor de espacios

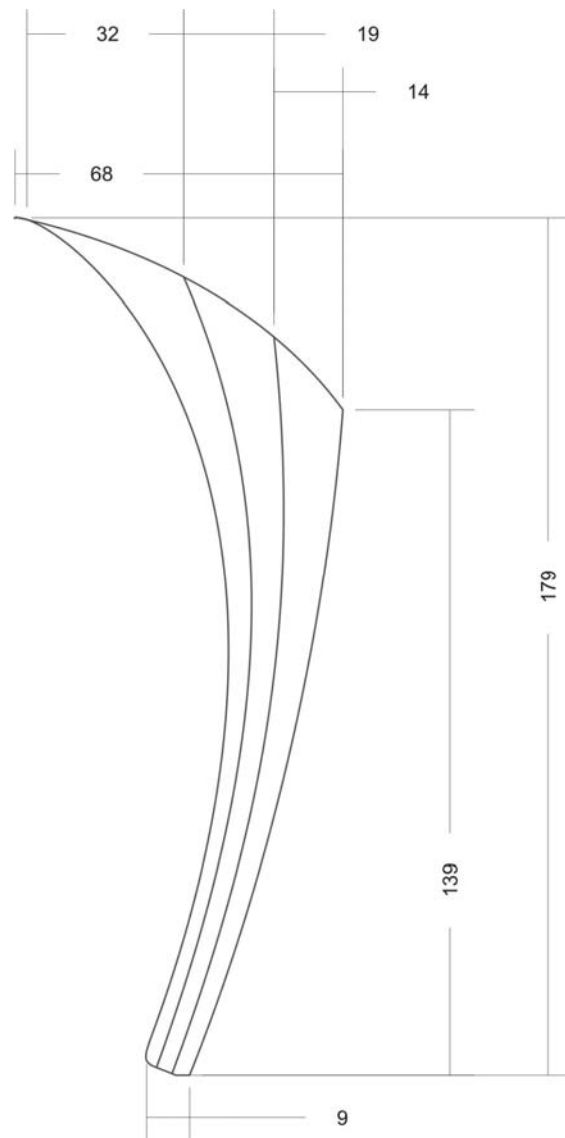
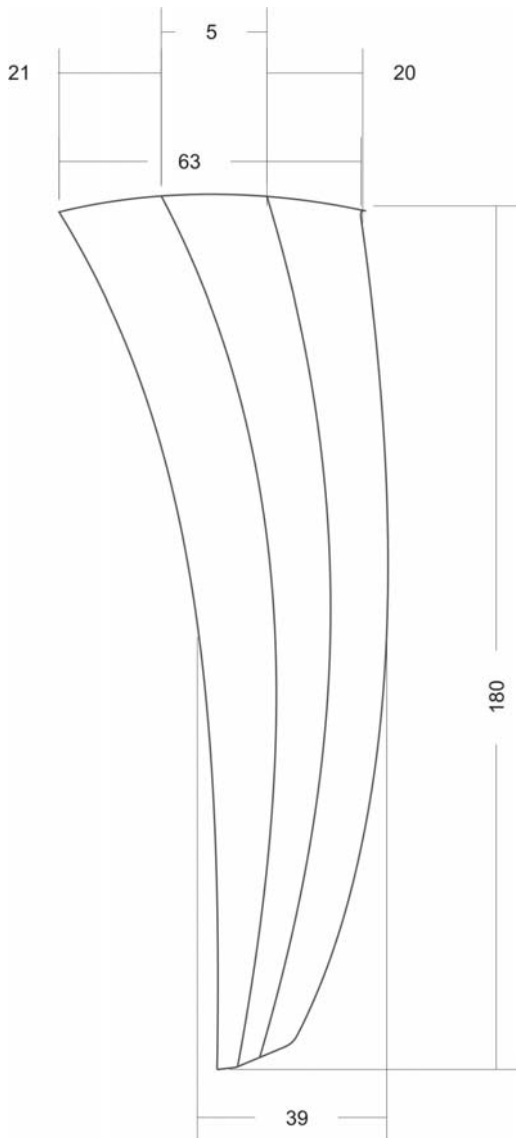
Dimensiones en centímetros



PLANOS GENERALES

Divisor de espacios

Dimensiones en centímetros



PLANOS GENERALES

Divisor de espacios

Dimensiones en centímetros

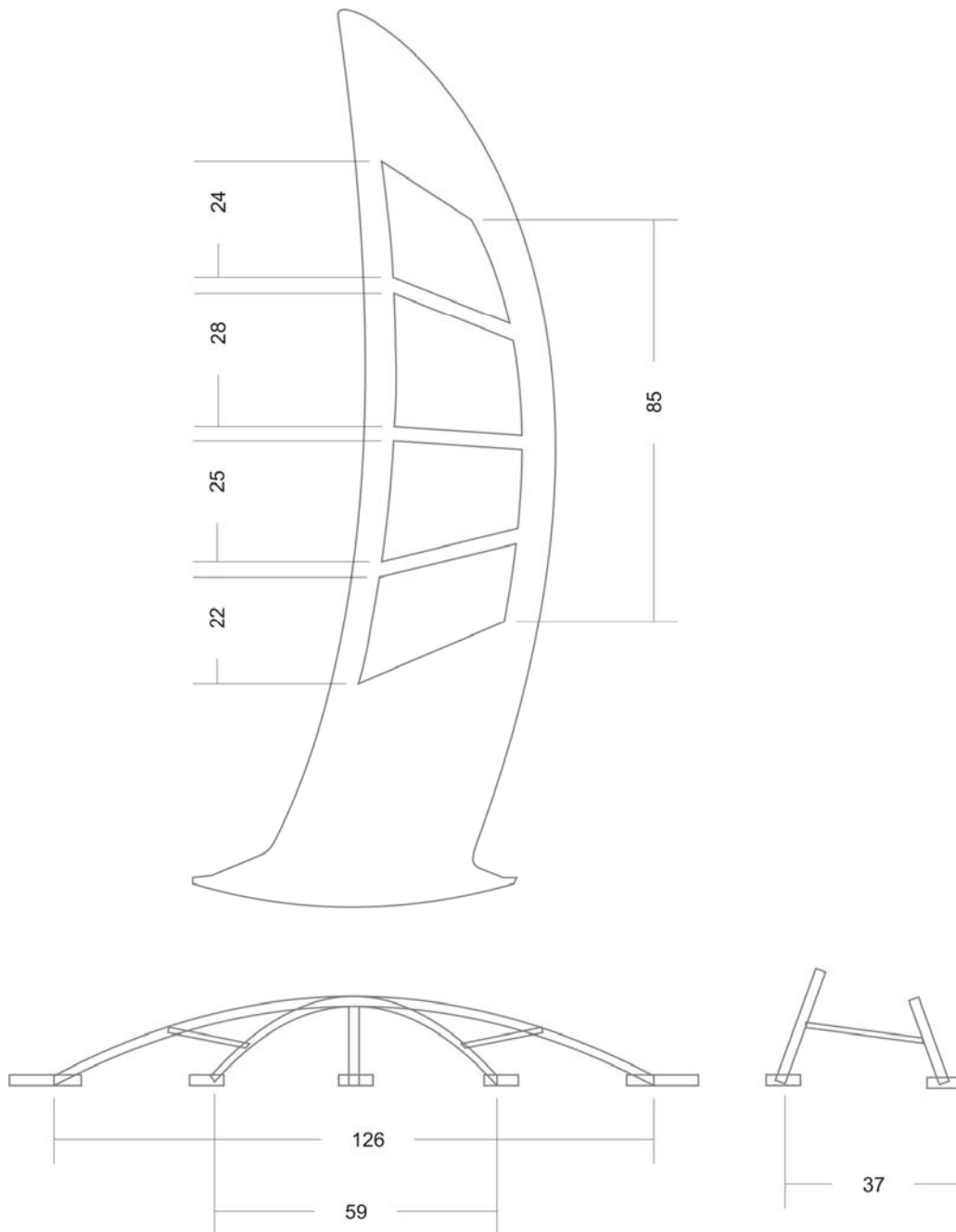




Figura 102. Modelo Final

7. CONCLUSIONES SOBRE LA TESIS EXPERIMENTADA Y SUGERENCIAS

Es innegable la necesidad de organizar el trabajo metodológicamente para aprovechar mejor el tiempo y solucionar de forma efectiva los problemas proyectuales; pero la experiencia académica en cuanto a las metodologías de diseño que se acumula en los años de estudio; aunque es estimulante tiende a convertirse, como se planteó a lo largo del proyecto, en un método propio para cada diseñador, no impuesto por el orden de una metodología tradicional; sin embargo, esto no se logra sin el conocimiento de las mismas, lo que se debe básicamente y a diferencia de los procesos en las ciencias exactas, a que es un acto creativo irrepetible, por lo que es irreal generalizar reglas sin la respectiva flexibilidad.

Dentro de las metodologías de desarrollo de productos de diseño industrial, tiene lugar una investigación teórica relevante, pero en la biónica, las ayudas que los estudiantes usan para documentar sus proyectos no se limitan a los textos o investigaciones ligeras; en su lugar, el uso de herramientas de indagación como fotografías descriptivas y observación de comportamiento de los objetos naturales, son muy útiles para la evolución y desarrollo de los problemas proyectuales, llevándolos a una etapa más evolucionada y siendo de gran apoyo para el proceso de aprendizaje.

Durante el desarrollo del proyecto, se hicieron evidentes aspectos que influenciaron el proceso. Para empezar, se considera que un recurso interminable como la biónica, no se aprovecha al máximo en la solución de problemas proyectuales. Mientras los biólogos se dedican a la investigación y el análisis natural encaminado al conocimiento de su entorno; el diseñador industrial, desaprovecha a este tipo de profesionales y el aporte que podrían significar dentro del proceso proyectual. La interacción, generada por el trabajo colaborativo entre

biólogos y diseñadores podría generar grandes propuestas; por lo que se hace necesario intentar lograr un método de aplicación para tales intentos.

Este proyecto, enmarcado dentro de la primera etapa del grupo de Investigación Biónica de la Escuela de Diseño Industrial, propone el primer paso en la obtención de una base de datos, como etapa subsiguiente del naciente grupo. La idea es que en el momento en el que se presente un problema proyectual de cualquier naturaleza, el diseñador tenga el material necesario, fruto de relaciones colaborativas de equipos multidisciplinares, para tener acceso a la información y así llegar a nuevas conclusiones formales o estructurales. Con este proyecto, se deja abierto el camino para que otros diseñadores, con el mismo interés acojan nuevos proyectos que adelanten la validación del Método de Indagación Biónica.

A pesar de que el producto del trabajo no desarrolló este aspecto, puesto que no se encuentra dentro de los objetivos de este proyecto en particular; se considera importante dentro de una metodología de diseño analizar las etapas posteriores a la realización de los productos; el ciclo de vida del producto, administración después de su uso, reciclaje, análisis de resultados; lo que implica una evaluación final que confronte si el objeto diseñado cumplió con los objetivos propuestos o si tiene lugar un rediseño del mismo.

BIBLIOGRAFIA

BARFILL, J.C. Food, habits and ecology of grasshoppers in the Seven Devils Mountains and Salmon River Breaks of Idaho. 1973

BARRIENTOS, L. Ortópteros, plaga de México y Centro América. Brasil. 1991.

Bionics, Nature's patents. Muenchen. : Pro Futura Editions.

BENYUS, Janine M. Biomimicry, Innovation Inspired by Nature. : Perennial. 1997

BONSIEPE, Gui. Diseño industrial, artefacto y proyecto. Feltrinelli editore, Milano, 1975. Edición en castellano: Alberto corazón editor, España.

_____. El diseño de la periferia, debates y experiencias. : Editorial Gustavo Gili S.A., 1985.

BROADBENT, G. y otros autores. Metodología del diseño arquitectónico. : Editorial Gustavo Pili, S.A. Barcelona, 1971.

BÜRDEK, Bernhard E. Historia, teoría y práctica del diseño industrial. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona, 1994.

CHOATE P. Introduction to the identification of Insects and Related Arthropods. 2004.

CORONADO, R. y Márquez, P. Introducción a la entomología. Morfología y taxonomía de los insectos. México. : Limusa, 1985.

CONSUEGRA, David. En Busca del Cuadrado. 1ª Ed. Bogotá. : Editorial Universidad Nacional, 1992.

DOCZI, György. The Power of Limits, Proportional Harmonies in Nature, Art and Architecture. Boston. : Shambhala, 2005.

DORFLES, Gillo. El diseño industrial y su estética. 2ª Ed. : Editorial Labor, S.A., Barcelona, 1973.

EYSSAUTIER DE LA MORA, Maurice. Metodología de la investigación, desarrollo de la inteligencia. 4ª Ed. : Ecafsa Thomson Learning.

FIELL, Peter. Industrial Design A-Z. Italia. : TASCHEN, 2000.

FUNDACIÓN MAPFRE. Manual de Ergonomía. 2ª Edición. 1997.

GRIMALDI, David y ÁNGEL, Michael. Evolution of the insects. : Cambridge University Press.

GRINYER. Diseño Inteligente, productos que cambian nuestra vida. : Mc. Graw Hill, 2002.

GUELL, Louthoser. Arquitectura del Siglo XX. : Tashen.

GUEVARA MELO, Eduardo Serafín. Coherencia Formal. Publicaciones UIS. 1995.

_____. Fundamentos de configuración en Diseño Industrial. : Ediciones Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2004.

HEITLER, W. J. How Grasshoppers Jump. School of Biology, University of St Andrews. Scotland, UK.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION. Tesis y otros trabajos de grado. Bogotá. : ICONTEC, 2006.

INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACION SUPERIOR. Curso especializado en la modalidad a distancia sobre investigación en las ciencias sociales - Modulo 3: Estrategias de recolección de información. Teoría y lecturas complementarias. : ICFES, 2002.

JONES John Christopher. Diseñar el Diseño. : Colección GG Diseño.

_____. Métodos de Diseño. 3ª Ed. Barcelona. : Editorial Gustavo Gili S.A., 1982.

LÖBACH, Bernd. Bases para la configuración de los productos industriales. : Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1981.

LOZANO CRESPO, Pedro María. El diseño natural, aproximación histórica, metodologías, aplicación y consecuencias. España : Universidad Complutense de Madrid, 2006.

MAJARO, S. "Creatividad y marketing". Editorial Díez de Santos. Madrid.

MARÍN, R. y DE LA TORRE, S. "Manual de la Creatividad". Barcelona. : Editorial Vicens Vives, 1991.

MERCADO SEGOVIANO, José Luís. AKOFF - Ergonomía y diseño de Productos. : Universidad de Salamanca.

Metodología del Diseño. : Centro de Estudios de Diseño Industrial UIS.

MORALES CORREA, Martha Patricia. Manual de Metodología. Bogotá Compendio de Investigación científica, 1994.

MUNARI, Bruno. Manual del Diseñador Industrial. : Mc. Graw Hill, 2000.

_____. ¿Cómo nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual. : Editorial G.G. S.A. Barcelona, 1983.

NIETO, Fran. Curso de fotografía. 2003.

PIJOÁN, José. Enciclopedia Summa Artis: Historia General del Arte, Arte del Japón. : Editorial Espasa Calpe. Madrid, 1999.

RIZZO, Nicola. Aportaciones lingüísticas y experimentales al campo de estudios sobre metodología artística. : Universidad de GRANADA Facultad de Bellas Artes. 1996.

RODRÍGUEZ ROJAS, Claudia. Caracterización de los agentes de riesgo no ergonómico para el factor humano laboral del sector alfarero en las poblaciones de Ráquira, Tunja y Sogamoso. : Convocatoria 180 COLCIENCIAS 2003.: "Proyectos para la iniciación en la investigación Científica y Tecnológica en el nivel de pregrado: tema problemas territoriales"

RODRÍGUEZ, Gerardo. Manual del Diseño Industrial, curso básico. UAM.

SALINAS FLORES, Oscar. Historia del diseño industrial. : Editorial Trillas, 1992.

STRAUSS, Anselm y COROIN, Juliet. Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. : Editorial Universidad de Antioquia, 2002.

WILHIDE, Elizabeth. Terence Conran: Design and Quality of life. New York. : Watson-Guptill Publications, 1999.

WONG, Wucius. Fundamentos del Diseño. 5ª Ed. Barcelona. : Editorial G.G. S.A., 2002.

PONENCIAS DE CONGRESOS

Memorias del Primer Encuentro Nacional de Investigación en Diseño.: UNIVERSIDAD ICESI. Cali 8 y 9 de Octubre de 2004. Disponible en Internet: <http://www.icesi.edu.co/disenohoy/memorias/disenosw>

CONSULTAS DE INTERNET

Metodología

Disponible en Internet: <http://www.isopixel.net/recursos/metodologia.rtf>

Disponible en Internet:
<http://www.isopixel.net/archivos/2003/08/metodologa-proyectual-de-diseo/>

Disponible en Internet: <http://www.wolkoweb.com.ar/apuntes/apuntes.html>

Disponible en Internet: <http://www.aibarra.org/investig/default.html>

Ortópteros

ALARCON, Paco. Mundo Invisible, Fotografía de acercamiento y macro. Disponible en Internet: <http://www.andalucia.net/natura/fotografia/inicio.htm>

Disponible en Internet: <http://www.aragonesasi.com/natural/fauna/ortopter.htm>

Disponible en Internet:
http://insects.oeb.harvard.edu/Caribbean_espanol/Orthoptera.htm

Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ort%C3%B3ptero>

Disponible en Internet: <http://www.insectariumvirtual.com>

Disponible en Internet:

http://www.sidney.ars.usda.gov/grasshopper/ID_Tools/F_Sheets/meadow.htm

Biónica

Disponible en Internet: <http://www.scq.ubc.ca/?p=321>

Disponible en Internet:

http://es.geocities.com/siderio_orion/QuesBionica/QuesBionica.htm#_top

Disponible en Internet: <http://cms.3m.com/cms/DE/de/1-1/llrFEX/view.jhtml>

Disponible en Internet: <http://www.ciencias.uma.es>

Disponible en Internet: <http://www.biokon.net/bionik/bionik.html.en>

Disponible en Internet:

<http://www.encuentros.uma.es/encuentros31/biomimetica.html>

Disponible en Internet:

<http://www.baquia.com/noticias.php?idnoticia=00002.20040922>

Disponible en Internet: <http://www.biomimicry.net/intro.html>

Disponible en Internet: <http://www.arturosoria.com/eprofecias/art/bionica.asp>

Disponible en Internet:

<http://www.monografias.com/trabajos/cibernetica/cibernetica.shtml>

Disponible en Internet:

http://www.biologie.uni-freiburg.de/biomimetik/english/e_home.htm

Disponible en Internet: <http://www.contionline.com/>

Disponible en Internet: <http://ivanrosales.blogspot.com/2005/12/biomimtica.html>

Disponible en Internet: http://www.magazine-deutschland.de/issue/Bionik_3-05_SPA_S.php

Disponible en Internet: <http://club.telepolis.com/ohcop/bionica.html>

Disponible en Internet: <http://www.dw-world.de/dw/article/0,2144,1526632,00.html>

Disponible en Internet: http://www.innovaforum.com/tecnica/bionica_e.htm

Disponible en Internet: <http://www.rdg.ac.uk/Biomim/origins.htm>

Disponible en Internet:
http://es.geocities.com/siderio_orion/QuesBionica/QuesBionica.htm#_top

Disponible en Internet: <http://www.facmed.unam.mx/historia/Electricidad.html>

Disponible en Internet: <http://cires.htmlplanet.com/BioG.htm>

Disponible en Internet: <http://www.aviacionulm.com/leonardo.html>

Disponible en Internet: <http://www.pagina12.com.ar/diario/contratapa/index-2003-10-28.html>

Disponible en Internet:
http://www.polivalencia.com/numeros/mostrar_articulo.asp?IdArticulo=122

Disponible en Internet:
<http://www.guerrillero.co.cu/variados/2005/julio/elhombre.htm>

Disponible en Internet:
<http://www.lavanguardia.es/multimedia/gaudi2002/simbolos.htm>

Disponible en Internet: http://www.gaudiclub.com/esp/e_vida/mobiliario.asp
<http://www.gaudieste.com/textos/textos27.htm>

Disponible en Internet: <http://www.harunyahya.com/es/naturaleza01.php>
<http://www.educarchile.cl/ntg/mistareas/1607/propertyvalue-39202.html>

Disponible en Internet: <http://www.disenovisual.com/temas/temas.php?id=31>

Disponible en Internet: <http://www.stnews.org/ts-2497.htm>

Disponible en Internet: <http://www.arabespanol.org/islam/disenio.htm>

Disponible en Internet:
http://www.portaldearte.cl/educacion/7to_basico/disenio/naturaleza.htm

Disponible en Internet: <http://jamillan.com/factoria.htm>

Disponible en Internet: <http://www.colani.ch/>

Disponible en Internet: <http://www.designer.com/architecture/news-es4132.html>

Disponible en Internet:

http://www.enofilos.com.ar/news.cgi?accion=vernew&id_pedido=&id=787

Técnicas de creatividad

Disponible en Internet: <http://sardis.upeu.edu.pe/~alfpa/creatividad1.htm>

Disponible en Internet: <http://www.neuronilla.com/pags/tecnicas/default.asp#menu>

Otros

Disponible en Internet:

<http://www.consejopromotor.org.mx/investigacionydestec/bionica.html#t4>

Disponible en Internet: <http://www.dw-world.de/dw/article/0,2144,1526632,00.html>

Disponible en Internet: <http://club.telepolis.com/ohcop/biomimet.html>

Disponible en Internet: <http://es.geocities.com/>

Disponible en Internet: <http://www.arturosoria.com/>

Disponible en Internet:

http://www.naturalhistorymag.com/0206/0206_biomechanics.html

Disponible en Internet: www.dw-world.de

Disponible en Internet:

http://www.technologyreview.com/BioTech/wtr_16168,306,p1.html

Disponible en Internet: <http://www.materialstoday.com/>

Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org>

Disponible en Internet: <http://theomai.unq.edu.ar>

Disponible en Internet: <http://www2.udec.cl>

Disponible en Internet: <http://cimac.org.mx>

Disponible en Internet: <http://www.biomimicry.net>

Disponible en Internet: www.biokon.net

Disponible en Internet: <http://www.esa.int/gsp/ACT/biomimetics>

Disponible en Internet: www.correodelmaestro.com

Disponible en Internet: <http://elcarmelo.aldeae.net>

Disponible en Internet: <http://es.encarta.msn.com>

Disponible en Internet: www.aragonesasi.com

Disponible en Internet: www.dw-world.de

Disponible en Internet: www.diccionariosdigitales.com

Disponible en Internet: <http://www.icograda.com>

Disponible en Internet: <http://degraaff.org/attic/design-methods.html>

ASESORIAS

Ivonne Janeth Garzón Orduña - Bióloga UIS. igarzn@uno.edu

Jorge Villamizar. Encargado Laboratorio de Entomología de la Escuela de Biología. Universidad Industrial de Santander.

GLOSARIO DE TERMINOS

AUTOPOIESIS: concepto que viene de la biología y que se entiende como el modo o mecanismo que hace de los sistemas vivos sistemas autónomos. El ser y el hacer de una unidad autopoietica son inseparables y esto constituye su modo específico de organización. Los seres vivos como unidades autopoieticas generan en su operar fenómenos que dependen de su organización y de como esta se realiza, y no del carácter físico de sus componentes que solo determinan su espacio de existencia. Cf., autoorganización, retroalimentación, recursividad.

BIÓNICA: (de "biología y "técnica") Nueva ciencia, iniciada en 1960, que estudia los órganos especializados de los seres biológicos para utilizar los principios de su funcionamiento o sus peculiares formas y estructuras, como fuente de inspiración para fines artísticos, industriales y militares. No obstante, desde siempre los hombres se han inspirado en la naturaleza para solucionar sus problemas (aunque no lo hayan hecho de manera sistemática) y también muchos pensadores, investigadores, poetas y artistas "históricos" como Leonardo da Vinci. Hoy en día también muchos proyectistas se inspiran a la biología utilizando la metodología de esta nueva ciencia.

CAPACIDAD CREATIVA: (del l. capacítas y creáre) Aptitud para inventar y realizar por primera vez una obra válida y eficaz; hacerla nacer o darle vida (en sentido figurado).

CAPACIDAD ELECTIVA: (del l. eligere) Aptitud intelectual a elegir libremente y de manera razonada con respecto a las leyes, a las exigencias cívicas y sociales, y a las libertades de los demás.

CAPACIDAD PROFESIONAL: (del l. professus, partic. del verbo profiteri, declarar) Talento relativo al magisterio de una ciencia, arte u oficio.

CONCEPTUALIZAR: forjar conceptos acerca de algo.

DISCIPLINA PROYECTUAL: que se rige según metodología de desarrollo de proyecto.

ENTOMOLOGÍA: (del gr. ἔντομον, insecto, y logía). f. Parte de la zoología que trata de los insectos. Rama de las ciencias biológicas. Etimológicamente, la palabra entomología proviene de entomon: 'insecto' y logos: 'estudio, tratado o acción', por lo que significa: 'estudio de los insectos'. El término insecto, viene a su vez del término latino insectum, que significa cortado en, lo que describe con gran acierto a estos animales ya que su cuerpo está dividido, 'cortado', en segmentos generalmente bien diferenciados (Coronado, 1985).

LANGOSTA: las langostas o saltamontes son insectos ortópteros de la familia de los acrídicos (lat. Acrididae), caracterizado por su gran facilidad para migrar de un sitio a otro y, en determinadas circunstancias, reproducirse muy rápidamente llegando a formar devastadoras plagas capaces de acabar con la vegetación de grandes extensiones de terreno. Se denomina langosta a cada uno de los miembros que componen los grandes grupos de saltamontes. Los saltamontes generalmente no vuelan mucho a pesar de que disponen de alas. Solo cuando se juntan grandes grupos de individuos de la misma especie liberan las feromonas apropiadas para activar durante el desarrollo la conducta migratoria y un crecimiento mayor de las alas y de esa manera poder dispersarse por otros territorios, evitando la competencia intraespecífica por el alimento.

MACROFOTOGRAFÍA: se llama macrofotografía a la fotografía de objetos en una relación de ampliación entre el objeto real y su representación en la fotografía superior a 1:10, aunque en las relaciones entre 1:10 y 1:4 se suele hablar de fotografía de aproximación, reservándose propiamente el nombre de macrofotografía para las ampliaciones iguales o superiores a 1:1. Para realizar fotos con una relación superior a 1:4 se necesitan aparatos específicos (anillos de extensión, lentes de aproximación, objetivos macro, etc.).

MÉTODO: (del lat. methōdus, y este del gr. μέθοδος).

1. m. Modo de decir o hacer con orden.
2. m. Modo de obrar o proceder, hábito o costumbre que cada uno tiene y observa.
3. m. Obra que enseña los elementos de una ciencia o arte.
4. m. Fil. Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN: son métodos que buscan acrecentar o profundizar nuestros conocimientos.

MÉTODO LÓGICO: es cuando los datos o los hechos son presentados en orden de antecedente y consecuente, obedeciendo a una estructuración de hechos que van desde lo menos hasta lo más complejo.

MORFOLOGÍA: disciplina que estudia la generación y las propiedades de la forma. Se aplica en casi todas las ramas del Diseño. Aunque es una actividad creativa que se desarrolla en un ámbito exclusivamente industrial y suele intervenir en el desarrollo de productos no sólo a nivel formal sino también estructural y de comunicación operativa.

ORTÓPTERO: relativo a un orden de insectos masticadores con metamorfosis incompleta, cuyas alas membranosas presentan pliegues rectos, como la langosta, el saltamontes y el grillo.

PSICOLOGÍA GESTALT: (del al. gestalt, forma y estructura) Corriente filosófica-psicológica nacida en Alemania, en los primeros decenios de este siglo, que considera al hombre como un ser único, no divisible, y que como tal, o sea como unidad orgánica, percibe incluso cualquier elemento que entra en su campo visual, entonces para entender correctamente su personalidad es preciso examinarlo en su complejidad integral y con métodos de análisis orgánicos apropiados.

El Enfoque Gestáltico (EG) es un enfoque holístico; es decir, que percibe a los objetos, y en especial a los seres vivos, como totalidades. En Gestalt decimos que "el todo es más que la suma de las partes". Todo existe y adquiere un significado al interior de un contexto específico; nada existe por sí solo, aislado.

SISTEMÁTICO: (del lat. *systematicus*, y este del gr. *συστηματικός*).

1. adj. Que sigue o se ajusta a un sistema.
2. adj. Dicho de una persona: Que procede por principios, y con rigidez en su tenor de vida o en sus escritos, opiniones, etc.
3. f. Biol. Estudio de la clasificación de las especies con arreglo a su historia evolutiva o filogenia.

TAXONOMÍA: (del griego - *táxis* clasificar y el sufijo también griego -*nomos* que significa ley pero se usa para formar sustantivos abstractos como astronomía, economía, etc.) y clasifica a los seres vivos en ciertos grupos. Actualmente se usa la clasificación de Linneo modificada, que se debe al científico Carlos Linneo. Este dividió a los seres vivos grandes categorías a las que denominó reinos y que en

aquel entonces eran Animal y Vegetal . Luego subdividió cada categoría en categorías progresivamente más pequeñas. Este sistema se basaba en las similitudes en la estructura del cuerpo y se desarrolló en el S. XVIII, actualmente se reconoce a Carlos Linneo como el fundador de la taxonomía moderna.

Forma de clasificación

El sistema de clasificación inventado por Linneo y usado todavía hoy en día es un sistema jerárquico. Consiste en una serie de grupos más pequeños que se originan en grupos más grandes. El sistema jerárquico para la clasificación de los organismos incluye ahora siete categorías mayores y varias subcategorías.

Un reino es un grupo de filum estrechamente relacionados, un filum (llamado a veces división al nombrar las plantas) es un grupo de clases estrechamente relacionadas; una clase es un grupo de órdenes estrechamente relacionados; un orden es un grupo de familias estrechamente relacionadas; una familia es un grupo de géneros estrechamente relacionados. Una especie es un grupo de organismos de un tipo particular que pueden entrecruzarse y producir crías fértiles en condiciones naturales.

ANEXOS

Anexo A. Las cuatro reglas del método cartesiano

Las cuatro reglas del método cartesiano

“La primera era no aceptar nunca nada como verdadero que no hubiese dado pruebas evidentes de serlo: es decir, evitar cuidadosamente la precipitación y la prevención; y no incluir en mis juicios nada más que lo que se presentase tan clara y distintamente a mi inteligencia que excluyese cualquier posibilidad de duda.

La segunda era dividir cada problema en tantas pequeñas partes como fuese posible y necesario para resolverlo mejor.

La tercera, conducir con orden mis pensamientos, empezando por los objetos más sencillos y más fáciles de conocer, para ir ascendiendo poco a poco, como por peldaños, hasta el conocimiento de los más complejos; y suponiendo un orden también entre aquellos en que los unos no preceden naturalmente a los otros.

Por último, hacer en todo momento enumeraciones tan completas y revisiones tan generales que me permitan estar seguro de no haber omitido nada”⁷⁰.

René Descartes, 1637.

⁷⁰ Fuente: MUNARI, Bruno. ¿Cómo nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual. : Editorial G.G. S.A. Barcelona, 1983.

Anexo B. Otras estructuras formales de métodos para el diseño

A continuación se presenta un resumen de diferentes estructuras metodológicas que atienden a la actividad del diseño:

○ CHRISTOPHER JONES

Caja negra:

Entradas-Proceso-Salida

El diseñador es capaz de dar respuestas en las que confía, y que frecuentemente tienen éxito, sin que pueda explicarse como la obtuvieron. Cuando los misterios de la creatividad están expresados de esta manera, se puede intuir que son solo casos especiales de la naturaleza humana en la que se producen acciones sin una posible explicación. Quizá no sea tan importante la cuestión de ser o no creativo, sino el estar bendecido o maldecido por la combinación correcta de experiencia y neurosis, capaz de resolver el tipo concreto de conflicto existente en una situación de diseño.

Caja transparente:

Problema – Divergencia – Transformación – Convergencia – Evaluación

Se supone que el proceso de diseño es totalmente explicable, incluso aunque el diseñador sea incapaz de dar razones convincentes para todas las decisiones que toma.

○ BRUNO MUNARI

Problema, Definición del problema, Definición y reconocimiento de sub problemas, Recopilación de datos, Análisis de datos, Creatividad, Materiales-Tecnología, Experimentación, Modelos, Verificación, Dibujos constructivos Solución.

○ MORRIS ASIMOW

Fase primaria:

Necesidad - Estudio de factibilidad - Proyecto preliminar - Proyecto detallado

Fase del Ciclo Producción - Consumo:

Planeación de distribución - Planeación del consumo - Planeación del retiro
(Análisis, síntesis, evaluación y decisión, optimización, revisión, implementación).

○ BRUCE ARCHER (Systemic Method for Designers)

Fase Analítica:

Recopilación de datos. Ordenamiento. Evaluación. Definición de condicionantes.
Estructuración y jerarquización.

Fase Creativa:

Implicancias. Formulación de ideas rectoras. Toma de partido o idea básica.
Formalización de la idea. Verificación.

Fase Ejecutiva:

Valoración crítica. Ajuste de la idea. Desarrollo. Proceso iterativo. Materialización

○ HANS GUGUELOT. Escuela superior de diseño de Ulm – Alemania

Presentación del problema, Análisis del estado actual, Definición del problema y de las metas, Creación de alternativas, Evaluación y selección, Planificación de la producción.

○ CHRISTOPHER ALEXANDER

Contexto forma

C1 F1 Mundo real

C2 F2 Imagen mental

C3 F3 Imagen formal de la imagen mental

Contexto: Ubicación física. Uso. Métodos de fabricación (No controlados por el Diseñador).

● OSCAR OLEA -CARLOS GONZALEZ (Análisis y diseño lógico). UAM

Caso, Problema, Hipótesis, Proyecto, Realización

● JORGE FRASCARA

Intenta sintetizar los pasos más constantes:

Encargo del trabajo por el cliente (primera definición del problema), Recolección de información sobre el cliente, producto, competencia, público, Análisis. Interpretación y organización de la información, (segunda definición del problema), Determinación de objetivos: Determinación del canal, Estudio de alcance, contexto y mensaje, Análisis de prioridades y jerarquías, Especificaciones para la visualización, (tercera definición del problema), Desarrollo de anteproyecto, Presentación al cliente, Organización de la producción, Implementación, Verificación.

● GULLERMO GONZALEZ RUIZ

Identificación. Recopilación. Síntesis. Gestación. Iluminación. Elaboración. Verificación

Fuente disponible en Internet: diseñovisual.com

Anexo C. Encuesta

Durante el desarrollo del Modelo de Indagación Biónica se hizo necesario realizar entrevistas a diseñadores industriales, para recoger sus experiencias a cerca del uso de las metodologías proyectuales.

Llevando a cabo un sondeo en el ámbito la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander y con los egresados de la misma, se logró orientar la tesis.

Las preguntas formuladas intentaban averiguar si normalmente siguen procedimientos proyectuales, de ser así; el método que utilizan en sus proyectos y lo que los diseñadores rescatan de las metodologías proyectuales.

A continuación se presenta el cuestionario utilizado.

MODELO DE INDAGACIÓN BIONICA Encuesta

a. ¿Tiene en cuenta usted las metodologías proyectuales a la hora de diseñar?

SI ____ NO ____

Cuales: _____

b. ¿Utiliza usted técnicas de creatividad dirigidas a mejorar sus procesos de diseño o son ellos producto de la inspiración?

c. ¿Ha utilizado la Biónica natural como fuente de inspiración en sus proyectos? SI ____ NO ____

d. ¿Qué etapa cree que sería oportuno fundamentar en la creación de un nuevo modelo metodológico?

A continuación se presenta el MODELO DE INDAGACION BIONICA, por favor analícelo y presente

Sus opiniones en cuanto al modelo en general o al orden de sus etapas:

1. Ciclo de Estructuración

La Indagación Biónica admite dos opciones, para el desarrollo:

Partiendo del objeto natural: se aborda el proceso desde la escogencia de un objeto natural, que se convierte en el medio de inspiración para el diseño.

Partiendo del problema proyectual: bajo la descripción de una situación de diseño particular, se busca algún sistema que solucione las pretensiones del problema.

2. Ciclo de Indagación Biónica

Búsqueda de información a cerca del objeto natural de estudio seleccionado por medio de consultas bibliográficas e investigación de campo. Se estudian tres aspectos fundamentales: Forma, estructura y contexto de referencia de un organismo y su relación con el mismo.

3. Ciclo de Análisis Morfológico

Se analiza toda la información recogida para organizarla, interpretarla, jerarquizarla y encontrar los datos significantes para el diseño (análisis dinámico, análisis de conceptos básicos del diseño).

MODELO DE INDAGACIÓN BIONICA Encuesta

Ciclo de Asociaciones

Se traspasan los conceptos encontrados a ideas potenciales para la generación de soluciones. Se plantean relaciones análogas entre el objeto natural de estudio y la forma, la estructura o la función del objeto a diseñar. En este ciclo se decide en que sector se enmarcará el nuevo diseño (mobiliario, juguetería, señalización, etc.).

Ciclo de Fundamentación conceptual

Evolución y depuración de la forma que contendrá los principios encontrados en el ciclo anterior. La evolución se logra por medio de recursos de diseño (e.g. interrelación formal, geometrización).

Ciclo de Formulación del Problema

Se puntualiza el problema global planteado, se formulan los objetivos y requerimientos; identificando las variables y restricciones del proyecto.

Ciclo de proyectación

Se desarrollan bocetos que visualicen las ideas; ya de la solución al problema de diseño.

Ciclo de Toma de decisiones y evaluación

Se destaca la idea más eficaz a partir de la orientación establecida (QFD, Taguchi, etc.)

Ciclo de desarrollo

Se integran los conocimientos adquiridos y la teoría del diseño para convertir la alternativa escogida en un objeto o producto. En esta etapa habrá que tener en cuenta; las variables básicas para la creación de toda pieza de diseño (estructura, dimensiones, texturas, mecanismos, etc.)

Ciclo de producción de modelos

Se produce una versión del diseño (bien sea en tamaño real o a escala), que permita descubrir su realidad física, examinando las posibles deficiencias, para resolverlas si se cree conveniente.

Ciclo de desarrollo de factores

Se indican los materiales y las tecnologías de las que se dispone para realizar el proyecto.

Observaciones:

GRACIAS

Anexo D. Métodos de selección y evaluación de alternativas de diseño

Existen innumerables métodos de selección y evaluación de alternativas. Algunos ejemplos son:

- Métodos de evaluación del diseño con técnicas multicriterio.
- Métodos de evaluación basados en árboles de decisión.
- Diseño robusto. Técnica Taguchi.
- AMFE. Análisis de Modos y Efectos de Fallo de productos industriales.
- Diseño para la seguridad. Árbol de fallo.
- Diseño para la fabricabilidad y ensamblado.
- Diseño para la fiabilidad y mantenibilidad.
- Diseño para la reciclabilidad.
- Identificación y jerarquización de necesidades.
- Examen y selección de alternativas o conceptos de diseño.
- Análisis funcional. Análisis funcional de uso.
- Matrices de función-costo. Análisis del valor de uso.
- Diseño para un coste objetivo.
- Diagramas de Venn.
- Test de análisis del producto.
- Ingeniería Concurrente.
- Método de requerimientos ponderados.

A continuación se presenta la descripción de algunos de ellos:

Examen y selección de alternativas o conceptos de diseño

Una vez desarrollados los conceptos globales de diseño en función del problema planteado, deberá procederse a su selección examinándolos y evaluándolos, por medio de su contraposición a los criterios estipulados como requerimientos, para posteriormente proceder al detallado del concepto cuyo desarrollo se considere más viable.

La selección la llevará a efecto el propio diseñador auxiliándose de los criterios que los distintos especialistas en la producción, el mercado o el área a la cual irá dirigido el producto emitan en torno a los conceptos de diseño generados con base en sus conocimientos o experiencia. Se desechará de una manera racional y justificada aquellas ideas o conceptos que no cumplan con los requerimientos planteados o no cuenten con un carácter innovativo.

Para tal efecto y a fin de que la evaluación quede constatada de una manera tangible es recomendable que el diseñador ejecute una matriz de evaluación, la cual deberá contemplar sobre el eje coordenado de las x, cada uno de los conceptos de diseño generados, mientras que sobre el de las y se ubicarán los criterios estipulados como restricciones.

ALTERNATIVAS

	A-1	A-2	A-3	A-n
CRITERIOS	C-1			
	C-2			
	C-3			
	C-4			
	C-n			

Ejemplo para la matriz

	A-1	A-2	A-3
Uso			
Función			
Forma			
Innovación			

Para su evaluación se generará un número de criterios de evaluación similar al de alternativas para que, desde el punto de vista de la probabilidad y estadística, exista menor posibilidad de empates. Se estipularán tres criterios de evaluación, adjudicando la cuantificación más alta a aquella interacción en que el concepto de diseño generado satisfaga de mejor manera el criterio de restricción estipulado.

0 = No cumple 1 = Cumple medianamente 2 = Cumple

	A-1	A-2	A-3
Uso	3	1	2
Función	3	2	1
Forma	2	1	3
Innovación	1	3	2
	9	7	8

De la evaluación anterior se concluye que la alternativa que cuenta con un desarrollo más factible será la codificada como A-1 porque su sumatoria cuenta con un mayor número de cuantificaciones positivas.

La tabla de evaluación anteriormente planteada también puede realizarse ubicando en los espacios e interacción entre conceptos y criterios, un comentario

crítico y sintético en torno a dicha relación, ubicando la evaluación en el margen inferior derecho.

Fuente: RODRÍGUEZ, Gerardo. Manual del Diseño Industrial, curso básico. UAM.


Método de requerimientos ponderados

Evalúa y compara las alternativas de diseño, empleando requerimientos diferencialmente ponderados.

Procedimiento

Elaborar una lista de requerimientos de diseño

Requerimientos de diseño	Percepción
Practicidad	Resistencia
Seguridad	Acabados
Mantenimiento	Número de componentes
Manipulación	Carcaza
Antropometría	Estilo
Ergonomía	Modo de producción

-  Ordenar la lista de requerimientos, es decir, organizarlos en orden de importancia utilizando la comparación sistemática de pares de requerimientos, uno contra otro. Se evalúa 0 si es menos importante y 1 si es más importante que el requerimiento con el que confronta. Se realiza una adición en sentido horizontal para obtener la prioridad de los requerimientos establecidos.

Cuadro 5. Comparación de pares de requerimientos

Comparación sistemática de pares de requerimientos														
Requerimiento	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Resultado
A	-	1/2	1	1/2	0	1/2	1	1/2	1	1	1	1	1	9
B	1/2	-	1	1/2	1/2	1	1	1/2	1	1	1/2	1	1	9.5
C	0	0	-	0	0	0	0	0	1	1/2	1/2	1	1/2	3.5
D	1/2	1/2	1	-	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/2	1	1	8
E	1	1/2	1	1/2	-	1/2	1	1	1	1	1	1	1	10.5
F	1/2	0	1	1/2	1/2	-	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1	8
G	0	0	1	1/2	0	1/2	-	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1	5.5
H	1/2	1/2	1	1/2	0	1/2	1/2	-	1	1	1	1/2	1/2	7
I	0	0	0	0	0	1/2	1/2	0	-	1/2	1	1/2	1/2	3.5
J	0	0	1/2	1/2	0	0	1/2	0	1/2	-	0	1/2	1/2	3
K	0	1/2	1/2	1/2	0	0	1/2	0	0	1	-	1/2	0	3.5
L	0	0	0	0	0	0	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	-	1/2	3
M	0	0	1/2	0	0	0	0	1/2	1/2	1/2	1	1/2	-	3.5

Resultados

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1. Antropometría | 8. Mantenimiento |
| 2. Seguridad | 9. Acabados |
| 3. Practicidad | 10. carcasa |
| 4. Manipulación | 11. Módulo de producción |
| 5. Ergonomía | 12. Número de componentes |
| 6. Resistencia | 13. Estilo |
| 7. Percepción | |

- Asignar a los requerimientos una ponderación relativa, de acuerdo a los resultados de la comparación relativa de pares de requerimientos. Se asigna un porcentaje a cada requerimiento dependiendo de las prioridades establecidas.

Antropometría	16%
Seguridad	14%
Practicidad	12%
Manipulación	10%
Ergonomía	10%
Resistencia	9%
Percepción	7%
Mantenimiento	4%
Acabados	4%
Carcasa	4%
Módulo de producción	4%
Número de componentes	3%
Estilo	3%

- Establecer parámetros de rendimiento o calificaciones de utilidad para cada uno de los objetivos.

0: No cumple




1: Cumple medianamente

2: Cumple

3: Cumple satisfactoriamente

- Calcular y comparar los valores de utilidad relativa de las alternativas evaluadas. La mejor alternativa tiene el valor de la máxima suma.

Cuadro 6. Valores de utilidad relativa de las alternativas de diseño

REQUERIMIENTOS		A1		A2		A3	
							
REQUERIMIENTO	PESO	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION	VALOR
Antropometría	16 %	3	48	3	48	3	48
Seguridad	14 %	2	28	2	28	2	28
Practicidad	12 %	2	24	1	12	2	24
Manipulación	10 %	2	20	1	10	2	20
Ergonomía	10%	2	20	2	20	2	20
Resistencia	9 %	2	18	2	18	2	18
Percepción	7 %	2	14	1	7	2	14
Mantenimiento	4 %	2	8	1	4	1	4
Acabados	4 %	2	8	2	8	2	8
Carcasa	4 %	2	8	1	4	2	8
Modo de Producción	4 %	2	8	1	4	1	4
Numero de Componentes	3 %	2	6	1	3	2	6
Estilo	3 %	1	3	1	3	1	3
TOTAL			213		169		205

Fuente:

CROSS, Nigel. Métodos de diseño. : Editorial LIMUSA. México, 1999.

RODRIGUEZ, Alejandra. Proyecto de grado. : Escuela de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander.

Matriz de la calidad (QFD)

El QFD se originó en el Japón en la década de 1960 y su metodología se consolidó y expandió geográficamente en las décadas siguientes. En su origen está la denominada matriz de la calidad, que es en esencia una tabla que relaciona la voz del cliente con los requerimientos que la satisfacen. La matriz de la calidad suele desplegarse para dar lugar a otras matrices que permiten hacer operativa a la voz del cliente. Más allá de estos enfoques cuantitativos cuya relevancia en las etapas iniciales de un programa de calidad, el QFD se caracteriza por su carácter cualitativo.

En las últimas décadas viene haciéndose notoria una tendencia de trabajo que, sin descuidar el análisis estadístico en las aplicaciones del marketing, presta especial atención a los elementos cualitativos, que permiten conocer mejor al cliente y contribuir a un tiempo al control de los costos: el QFD se inscribe en esta tendencia. Se destaca el valor integrador de la matriz de la calidad-núcleo del QFD que, en un único gráfico, indica los requerimientos del cliente, establece las características técnicas capaces de satisfacerlos, y brinda la posibilidad de comparar el producto de la propia empresa con otros de la competencia o alternativas del mismo diseño. Pero este valor integrador no se reduce al aspecto gráfico, sino que influye sobre la organización en su conjunto; en efecto, gracias a la matriz de la calidad, los integrantes de áreas heterogéneas de la firma se forman una idea más acabada de las complejas relaciones que hacen al diseño de productos satisfactorios. De esta forma, se comprende mejor la importancia de los datos, se facilita el diálogo, se asignan prioridades, y se establecen métricas y objetivos armónicos todo ello sin perder el contacto con el cliente y con los productos de los competidores.

El QFD, es útil en las etapas de concepción, diseño y desarrollo de un producto. Los pasos de la matriz de calidad no deben seguirse a ciegas. El QFD puede proporcionar resultados muy buenos, sin embargo, mal aplicado, puede resultar en una gran cantidad de trabajo y esfuerzo sin ningún resultado beneficioso. Es fundamental adaptar el método a las particularidades de cada caso.



Fuente: CAMACHO, CIBEL. : Proyecto de grado. : Escuela de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander.

Test de análisis del producto

Es recomendable el "Test de análisis" del producto diseñado, a contestar, no solo por los responsables implicados en el mismo, sino a ser posible por una muestra representativa de los previstos usuarios, de forma que queden claramente patentes todos los posibles errores cometidos en el proceso de diseño. Lógicamente la redacción de este test será distinta según cual sea el producto a analizar, pero en todo caso debe ajustarse en la medida de lo posible al siguiente esquema general:

Test de Análisis de Producto

1. Características estructurales:

Entre las que se incluyen todas aquellas que definen en toda su amplitud:

1.1.- Que es el producto: tales como:

1.1.1.- Su tipología: objeto, instrumento, artefacto, máquina. ..

1.1.2.- Su finalidad: personal, colectiva, doméstica, laboral, social,...

1.1.3.- Su utilidad: uso, consumo, equipamiento, dotación, exhibición...

1.1.4.- Su presentación: envasado, empaquetado, embalaje, depósito, almacenamiento, transporte.

1.2.- Como se hace el producto: tales como:

1.2.1 - Su regulación: legal, técnica, administrativa, comercial. ..

1.2.2.- Su tecnología: energética, mecánica, automática, electrónica.

1.2.3.- Su fabricación: materiales, procesos, maquinaria, elaboración, acabado.

1.2.4.- Su montaje: componentes, despieces, acoplamientos...

Características funcionales

Entre las que se incluyen todas aquellas que definen en toda su amplitud:

2.1.- Que hace el producto, tales como

2.1.1.- Su operatividad: actividad, secuencias movimientos, programación, regulación.

- 2.1.2.- Su rendimiento: consumo, velocidad, resistencia, duración...
- 2.1.3.- Su seguridad: visibilidad, manejabilidad, contaminación, peligrosidad...
- 2.1.4.- Su mantenimiento: limpieza, revisión, reparación, asistencia...
- 2.2.- Como se usa el producto, tales como:
 - 2.2.1.- Su destinatario: niños, hombres, mujeres, ancianos, minusválidos...
 - 2.2.2.- Sus interfaces: sensoriales, manuales, corporales, operacionales.
 - 2.2.3.- Su utilización: instrucciones, inteligibilidad, fiabilidad, complejidad...
 - 2.2.4.- Su manipulación: postura, agarre, fuerza, fatiga, sobrecargas...

Características formales

Entre las que se incluyen todas aquellas que definen en toda su amplitud:

- 3.1.- Como es el producto, tales como:
 - 3.1.1.- Su forma: masa, volumen, peso, tamaño, proporción, estabilidad.
 - 3.1.2.- Sus elementos: soportes, apoyos, articulaciones, segmentos, carcasas, agarres, controles, mandos, displays.
 - 3.1.3.- Su acabado: superficies, texturas, brillo, color, armonía, contraste, destaque.
 - 3.1.4.- Su apariencia: estilo, calidad, originalidad icónica, simbólica...
- 3.2.- Donde estará el producto: tales como:
 - 3.2.1.- Su contexto: cultural, económico, social, laboral, doméstico...
 - 3.2.2.- Su situación: espacial, ambiental, relacional...
 - 3.2.3.- Su inclusión: unidad de marca, homogeneidad de línea, coherencia de inclusión...
 - 3.2.4.- Su comercialización: necesidad, atractivo, novedad, costo, promoción.

Fuente: Ergonomía y diseño de Productos - José Luís Mercado Segoviano

Anexo E. Psicología gestalt

Alemania. Primavera de 1910. Max Wertheimer comienza a cuestionarse la naturaleza de la percepción. Las explicaciones convencionales de la psicología, basadas en un supuesto mosaico de sensaciones combinadas o asociadas, no justificaban el dato psicológico tal como se da inmediatamente. Dejaban a un lado la totalidad y fluidez de la experiencia perceptual. Los psicólogos ortodoxos se dejaban absorber por la cotidianidad del fenómeno, dándolo por algo que no necesitaba ser sometido a juicio.

Ideas esenciales de la Gestalt:

La teoría Gestalt permite el análisis del Diseño desde el punto de vista de las leyes de la percepción, los que se pueden corroborar desde múltiples fases, que abarcan la captación de la figura por el ojo humano y su configuración desde su aplicación efectiva por medio de una integración filosófica: ver la totalidad. El núcleo de la Psicología de la Gestalt gira en torno a la siguiente afirmación: La percepción humana no es la suma de los datos sensoriales, sino que pasa por un proceso de reestructuración que configura a partir de esa información una forma, una Gestalt, que constituye un todo, que no es la mera suma de las partes. Es anterior a las partes y fundamental para ellas. No es una composición de elementos. Las formas son totalidades cuya conducta no se determina por la de sus elementos, sino por la naturaleza interior total.

No se dispone de palabra alguna que corresponda exactamente al vocablo alemán gestalt. Se han sugerido diversas traducciones, entre ellas, las de "forma", "figura" y "configuración". Pero ninguna ha sido aceptada sin reservas. Según Köhler, la palabra gestalt se emplea en alemán con dos acepciones. Denota, a veces, la figura o la forma como una propiedad de las cosas. Otras, "una entidad concreta

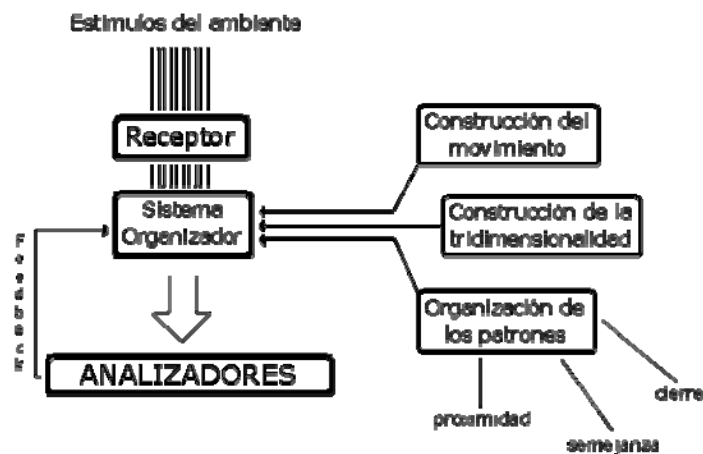
individual y característica, existente como algo separado y que posee figura o forma como uno de sus atributos". Se aplica a características tales como la cuadratura o triangularidad de las figuras geométricas, o a la apariencia espacial distintiva de los objetos concretos, tales como mesas, sillas y árboles.

En 1912 Wertheimer llevó a cabo algunos experimentos sobre la naturaleza de la percepción del movimiento, llegando a conocer lo que dio en llamar "fenómeno phi". Empíricamente descubrió que si dos líneas cercanas entre sí se exponen de forma instantánea y sucesiva a una velocidad determinada, el observador no verá dos líneas sino una sola que se desplaza de la primera a la segunda. Si se reduce el intervalo de presentación más allá de un umbral determinado, el observador verá dos líneas inmóviles. Pero si se aumenta mucho dicho intervalo, se verán separadas en el tiempo y el espacio. En este fenómeno se basaron los antiguos kinescopios y, actualmente, la proyección de películas. También son resultado de este principio los anuncios publicitarios y marquesinas de cines adornadas con bombillas que parecen desplazarse en torno: ya que el movimiento es una construcción perceptual a partir de imágenes sucesivas percibidas. Wertheimer denominó *gestalt* al factor unificante que combinaba elementos separados en un todo, provocando dicha "ilusión".

En posteriores estudios Wertheimer analizó detalladamente los principios de organización. Supongamos que vemos un conjunto de puntos. Estos se agrupan de algún modo: un triángulo, un círculo o una figura más compleja. Que sean percibidos de una u otra manera dependerá de la configuración en que aparezcan. Este fenómeno es totalmente *a priori*. Se adquiere durante el aprendizaje natural infantil y tiene fines adaptativos. El intento de analizar por separado los componentes sensoriales de una entidad percibida, siempre requiere un esfuerzo introspectivo. Incluso un aprendizaje: el entrenamiento para invertir el proceso inconsciente y automático de organizar.

Esquema del funcionamiento de la percepción:

El siguiente esquema ilustra de manera simplificada cómo los estímulos del ambiente son sometidos al proceso de organización antes de ser analizados por el resto del sistema cognitivo.



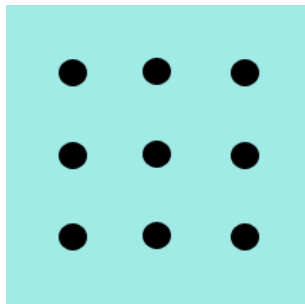
Los principios de la Psicología Gestalt en la resolución de problemas: El ser humano posee una capacidad asombrosa para organizar el campo percibido según principios simplificadores. Esto suele ser un valioso recurso adaptativo. Aunque sucede que, a veces, esas mismas formas archivadas en nuestro sistema cognitivo pueden dificultarnos el desempeño de tareas que requieren soluciones creativas.

Los psicólogos de la Gestalt consideran que la resolución de problemas no se limita al empleo mecánico de la experiencia pasada (pensamiento reproductivo). Sino que supone la génesis de algo nuevo no mimético de la información mnémica (pensamiento productivo). Ese "algo nuevo" es una gestalten o configuración perceptiva alcanzada bruscamente o por insight. El concepto clásico de insight se

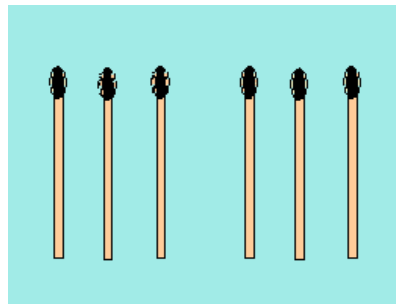
ilustra claramente en la observación de Köhler con el mono Sultán. Köhler situó una banana colgada del techo en el exterior de la jaula del chimpancé de modo que éste no podía alcanzarla con un palo que tenía a su disposición ni subiéndose a una caja. El animal lo intentaba una y otra vez con ambos medios por separado, y después abandonaba la tarea desanimado. Pero de pronto se dirigía con decisión al palo y se subía a la caja de modo que alcanzaba la banana y la solución. Köhler asegura que Sultán experimentaba una súbita reorganización perceptiva de los elementos del problema, comprendiendo de pronto una relación nueva entre los elementos que conduce a la solución⁷¹.

Otros miembros de la escuela Gestalt elaboraron problemas de insight. Pensados, en este caso, para humanos. Teniendo en cuenta dicho objetivo, añadieron la noción de fijación para interpretar las limitaciones que experimentan los sujetos.

Ejemplos:



Tratar de unir los nueve puntos de esta matriz con cuatro líneas rectas.



Trate de formar cuatro triángulos equiláteros empleando seis fósforos.

⁷¹ DÍAZ, Karel Alberto - Lcdo. en Psicología. Universidad de La Habana.