

INSTRUMENTO PARA EL ESTUDIO BIÓNICO EN DISEÑO INDUSTRIAL

LUDWIG TRÓCHEZ GÓMEZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2012

INSTRUMENTO PARA EL ESTUDIO BIÓNICO EN DISEÑO INDUSTRIAL

LUDWIG TRÓCHEZ GÓMEZ

Trabajo de grado para optar al título de
Diseñador Industrial

Director

BYRON IRAM VILLAMIL VILLAR

Diseñador Industrial

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI

2012

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO	9
3. ÁREAS DE APLICACIÓN. LA BIÓNICA EN MEDICINA, INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y OTRAS DISCIPLINAS.	18
4. UNA APROXIMACIÓN A LA EPISTEMOLOGÍA DE LA BIÓNICA EN PROCESOS DE DISEÑO.	23
5. ESTADO DEL ARTE	27
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	40
7. DELIMITACION DEL PROYECTO.....	43
8. OBJETIVOS	44
9. COMPONENTES DE UN ESTUDIO BIÓNICO EN EL DISEÑO INDUSTRIAL	45
10. COMO ABORDAR UN ESTUDIO BIÓNICO.....	53
11. FASES DE UN ESTUDIO BIÓNICO PARA EL DISEÑO INDUSTRIAL	59
12. MÓDULOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN INSTRUMENTO DE ESTUDIO BIÓNICO	61
13. COMPOSICIÓN DEL INSTRUMENTO PARA UN ESTUDIO BIÓNICO EN DISEÑO INDUSTRIAL	77
14. FORMATOS QUE COMPONEN EL INSTRUMENTO DE ESTUDIO BIÓNICO ...	81
15. MANUAL DE USO	104
CONCLUSIONES	114
BIBLIOGRAFIA.....	116
TABLA DE IMAGENES.....	119
ANEXOS.....	121

RESUMEN

El Instrumento de estudio biónico es una metodología para la generación de ideas en diseño industrial que parte desde el estudio de los referentes naturales, se centran en la observación del ente natural para abstraer los elementos conceptuales con los cuales se realizará un traslado o transferencia analógica al caso específico y finalmente su aplicación. La biónica o biomimética se presenta como una alternativa en la búsqueda de ideas para el diseño industrial, en este se evidencian los elementos que conforman ese estudio biónico que permiten componer una serie de módulos para generar los formatos que conforman el instrumento que facilita la recolección de la información, la descripción del ente natural, un análisis en función de los objetivos de un problema de diseño determinado y la producción de ideas para el mismo.

Palabras claves: Biónica, Biomimetica, Diseño biónico, Diseño industrial, Transferencia analógica.

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, los organismos vivos han encontrado en el planeta suministros, recursos, espacios, incluso, se han adaptado a los cambios que el hombre ha introducido en el entorno, perfeccionan o distorsionan la evolución y transformación biológica. Podemos observar cómo algunas especies han evolucionado, mientras que también constatamos como otras no superaron sus propias estructuras, víctimas de los cambios causados en diferentes procesos genéticos, de mutación, de migración y de condiciones ambientales que dificultan la reproducción de los organismos vivos según sus características, influenciando en la aparición de nuevas especies.

Estas complejas adaptaciones se convierten en elemento de estudio para biólogos, filósofos, científicos y naturalistas como Charles Bonnet, Charles Darwin y Alfred Russel Wallace, entre otros, quienes basaron sus investigaciones y observaciones para explicar la evolución y transformación de las especies.

De estos estudios nutren la biomimética y la biónica para crear ideas apoyándose en los diferentes procesos de transformación y evolución que se presentan en la naturaleza y el medio que nos rodea, generan prototipos o modelos orientados a la búsqueda de soluciones sencillas y prácticas que sirven como alternativas a problemas y a su vez contribuyan a la satisfacción de las necesidades del ser humano y la sociedad.

Los animales y las plantas han generado mecanismos para afrontar los procesos evolutivos que le han permitido continuar con su especie, se adaptan y desarrollan diferentes componentes y así lograr satisfacer las necesidades básicas de alimentación, protección, desplazamiento y reproducción. Lo que ha contribuido a que el hombre tome algunos elementos conceptuales que están presentes en el diseño pero que no son visibles a primera vista. Por ejemplo, ante

la necesidad de protegerse contra el frío, los seres vivos encuentran la manera de satisfacer esta necesidad recurriendo al pelo, es decir vieron en este elemento un generador de ideas que le permitió al hombre iniciar un proceso de diseño, adaptación y transformación hacia un cobertor para el cuerpo humano utilizando pieles que ayudaran a menguar la sensación de frío y generaran calor.

El ser humano ha estado presente en la evolución y transformación de otras especies, lo que le ha permitido observar, analizar e investigar el entorno para aprender de él; así nacen la biomimética y la biónica con aplicaciones que se basan en las soluciones proporcionadas por la naturaleza, con la extracción de elementos, técnicas y sistemas que le aportan al diseño, desarrollo e implementación de nuevas soluciones, de manera práctica y altamente sostenibles.

El presente proyecto expone argumentos y antecedentes de estas disciplinas, desde diferentes enfoques, para lograr una definición de éstas, aplicables al diseño industrial; de esta manera se llega a un argumento fundamentado en instrumentos teóricos del conocimiento, que apoyan la visión estructural de los componentes perfilados para un estudio de diseño biónico. Posteriormente se plantean cuatro alternativas de trabajo con las cuales se aborda un estudio biónico. Al final se presenta una propuesta configurada por medio de módulos que permiten establecer el instrumento que facilita el desarrollo de los procesos de la investigación.

Este documento se propone como una herramienta metodológica que contribuye a la apropiación de elementos existentes en la naturaleza, que pueden ser abstraídos como elementos conceptuales para implementarse a necesidades particulares del ser humano y la sociedad en general, en un mundo en constante cambio.

1. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN

Los procesos metodológicos efectuados en estudios, grupos de investigación, talleres, cursos y laboratorios de diseño para el área de biónica, efectuados por Kindlein y Guanabara en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Federal de Río Grande Du Sul, proponen una metodología de estudio basados en el referente natural, que conlleva a utilizar elementos funcionales, formales y estructurales en la aplicación de novedosos productos. Así mismo, el grupo de Diseño Inteligente Inspirado en la Naturaleza - DIIN de la Universidad de los Andes de Bogotá ha investigado y desarrollado una herramienta basada en la observación que permite la solución de problemas de diseño mediante el análisis detallado de la naturaleza y su entorno teniendo en cuenta sus elementos, componentes, procesos, evolución y la transformación de aspectos formales, estructurales o de funcionalidad, que contribuye al conocimiento del ente definido como el objeto de estudio. Otro estudio centrado desde la cátedra de Biónica de Diseño industrial de la Universidad del Valle, se apoya en la observación y búsqueda de evidencias que permiten descubrir formas, mecanismos y estructuras presentes en los entes naturales, estableciendo por analogía una aplicación posterior, en todos ellos se encuentran componentes que estructuran un estudio biónico.

En el curso de Biónica de la Universidad del Valle, la manera de aprender de la naturaleza está delimitada a partir de la observación del ente natural, para posteriormente descomponerlo en sus elementos y profundizar en su conocimiento y funcionamiento, lo cual permite al investigador establecer y determinar parámetros y lineamientos para consecutivamente diseñar una configuración de los mismos, lo que permitirá entre otras cosas evidenciar elementos formales y funcionales del ente lo que se complementa con la captura de lo observado en dibujos, gráficos explicativos y fotografías que apoyan la descripción, en este orden de ideas una vez se efectúa la recolección de datos se

da inicio a la planeación de posibles configuraciones o ideas de lo que podría desarrollarse tomando como punto de partida lo encontrado.

Algunas disciplinas como la ingeniería, la medicina, la química, la arquitectura y el diseño, entre otras, han tomado como punto de partida para sus investigaciones el funcionamiento y los procesos de transformación que han sufrido los entes naturales y la naturaleza misma en la búsqueda de soluciones tecnológicas efectivas a problemas del mundo real.

En este sentido el desarrollo y utilización de metodologías en el diseño como son la observación, la esquematización, la replicación, los prototipos y la implementación permiten evidenciar elementos estructurales que facilitan y contribuyen a la generación o diseño de nuevos métodos eficientes y eficaces que tengan como base fundamental el estudio de la naturaleza, sus componentes y la dinámica con su entorno logrando una compilación y aplicación hacia el diseño industrial.

Sin embargo, es evidente la falta de técnicas, métodos o procedimientos metodológicos enfocados al estudio la biónica en una disciplina como el diseño industrial, que permitan determinar de manera sistemática los elementos funcionales y estructurales presentes en los entes naturales y que sirvan de sustento en la solución de problemas reales de diseño y se logren aplicar hacia nuevos productos como lo han hecho otras disciplinas. Por lo tanto, este estudio pretende comprobar las ventajas de investigar y evidenciar los elementos estructurales de un estudio biónico tomando como punto de partida los entes naturales y diseñar un proceso sistemático para ello.

2. MARCO TEÓRICO

Definición del término Biónica

Desde el punto de vista etimológico, la palabra “Biónica” se ubica en el plano del saber ya que el prefijo *icos* significa estudio. Ahora bien, ese estudio que se hace de la vida, se plantea desde las estructuras de la misma. Por eso coincidimos en afirmar que su uso corresponde al de *“ciencia que estudia el diseño de aparatos o máquinas que funcionan de acuerdo con principios observados en los seres vivos”*.

La óptica de Steel (1960) coloca ya en un punto de la reflexión académico: *“La biónica es la ciencia de los sistemas que tienen un funcionamiento copiado del de los sistemas naturales, o que presentan las características específicas de los sistemas naturales o hasta que son análogos a ellos”*. Ésta fue la primera definición académicamente divulgada para el mundo científico, en ella el autor pretende dar a entender que los sistemas que se diseñan para el beneficio de la humanidad ya se encuentran desarrollados en el mundo natural, lo que se trata es de copiar aquellos sistemas que efectúen el mismo desempeño para una labor específica.

Papanek, (1971) en su libro *Diseño para el mundo real*, propone estudiar los principios básicos en la naturaleza y generar aplicaciones de principios y procesos para las necesidades de la humanidad: *“biónica significa el uso de prototipos biológicos para el diseño de sistemas sintéticos hechos por el hombre”*.

El texto *Iniciación a la biónica* publicado en 1975 por Litinetsky, determina que la biónica es *“el estudio de los sistemas, estructuras de animales vivos y plantas, y la aplicación de esos principios a dispositivos, máquinas, así como sistemas artificiales para el beneficio de los humanos”*, el autor nos presenta una definición enfocada a la aplicabilidad pero enfatizada en la función del bienestar del ser

humano, parece que deja de lado el estudio del ser humano como tal ya que para la medicina es el objeto de estudio.

Munari, (1983), como diseñador y teórico presenta una definición que aborda de manera holística los elementos desde diferentes enfoques teórico, analítico y productivo en un discurso hacia el diseño desde la biónica en el cual se manifiesta que la transferencia de energía se realiza dentro de un sistema conectado a otros y no independiente: *“la biónica estudia los sistemas vivientes y tiende a descubrir procesos, técnicas y nuevos principios aplicables a la tecnología. Examina los principios, características y sistemas con transformación de materia, extensión de mandos, con transferencia de energía e información”*,

Asimismo el enfoque de Benyus (2002) biomimetismo (*bios*, vida y *mimesis*, imitar) presenta cómo los estudios y las aplicaciones son transferencias directas del contexto natural a una aplicación determinada, de esta forma lo que se pretende es generar mecanismos artificiales que emulan exactamente los elementos o comportamientos de los seres naturales: *“la disciplina del diseño que buscan soluciones sostenibles mediante la emulación de los patrones y las estrategias probados por el tiempo en la naturaleza”*.

Benyus tiene en cuenta la utilización de los recursos de manera sustentable, optimizando al máximo el recurso, sin generar desperdicios, además se convierte en un concepto fundamental para la productividad en cualquier entorno empresarial. Benyus, ha evidenciado el alto valor que tiene la naturaleza para ofrecer sus enseñanzas y cambiar paradigmas en cuanto a materiales, diseño y producción, así como la optimización de éstas; siempre es arduo el intentar cambiar el paradigma que tienen los ejecutivos que manejan las industrias en función de la rentabilidad, sin embargo al enseñarles con datos estadísticos, por ejemplo, en cuanto a costos de desperdicio de material, su conducta hace un alto

y se piensa en nuevas posibilidades y se generan otras alternativas, éste es el objetivo del Instituto de biomimética.

Por otra parte, Butler (2008) entiende la biónica como *una “aplicación de los métodos y sistemas naturales a la ingeniería y la tecnología”*. El autor como biólogo, presenta una definición directamente aplicativa, aunque no tiene en cuenta la disciplina del diseño, sin embargo *“nos abre los ojos al modelo natural y nos propone fijarnos en los trucos, estrategias y soluciones que utiliza la naturaleza....La premisa del diseño natural es el ahorro y su atención a la optimización de los recursos”*.

En la página web Cuantics Creatives (2008) Soroa su autor la define como *“La arquitectura biomimética mira a la naturaleza, las plantas, conchas, animales, y esqueletos, para sacar ideas de diseño en lo relacionado con estructuras y cómo se pueden trasladar esas ideas del mundo natural a un proyecto arquitectónico”* su idea es más mimética, pensada para trasladar elementos como la estructura y la forma a la arquitectura, una manera metodológica dirigida al diseño arquitectónico, parece que su definición queda relegada sólo a estos dos elementos del diseño, ya que el autor aunque menciona además principios como sustentabilidad y optimización de recursos en la naturaleza que son elementos que la arquitectura verde tiene muy bien definidos, su interpretación queda limitada al traslado de esas ideas evidenciadas en el mundo natural, por otro lado plantea que *“las soluciones no sólo son eficaces en términos energéticos y funcionales sino además suelen ser hermosas”*.

Para (Dollens, 2010) *“tiene como objetivo el estudio de las estructuras y de los procesos en los fenómenos biológicos con el fin de aprovechar los conocimientos que se consigan para perfeccionar los aparatos, instalaciones y máquinas existentes; también para crear nuevas y más eficaces.”* Dollens entiende que la forma de crear el mundo artificial del hombre está incompleta, motivo por el cual

es necesario traspasar al mundo natural para abstraer aquello que le hace falta para complementarlo.

Una vez identificado y desarrollado este reconocimiento general desde lo que se ha construido y la concepción de la biónica en diferentes enfoques y disciplinas, se plantea una definición conceptual de biónica teniendo en cuenta las posturas expuestas, componentes adquiridos durante el proceso de formación, además la comprensión y desarrollo de la disciplina para dar soluciones al diseño industrial.

“La biónica desde la perspectiva del diseño industrial es un proceso en el cual se estudia un ente natural, en su forma, composición, comportamiento, crecimiento, desarrollo y procesos en sí mismo y con su entorno teniendo en cuenta la optimización de recursos, permitiendo la abstracción de los elementos de diseño para ser implementados en el desarrollo y mejoramiento de productos y/o sistemas productivos”.

Al desglosar esta definición en sus partes tenemos: El estudio de un ente natural, la naturaleza como punto de partida y objeto de estudio, en su forma, ya que, al diseño industrial le compete en alto grado lo formal, composición, parte importante la manera como se articula cada elemento del ente natural, comportamiento, crecimiento, desarrollo y procesos con su entorno, para observar el actuar en sí mismo y frente a los otros elementos naturales o con su misma especie, así mismo la optimización de recursos, éste es un principio en el cual por evolución, la naturaleza ha permitido conformar los elementos ya mencionados haciendo uso sólo de lo que su entorno le ofrece sin generar desperdicio ni desecho, permite la abstracción de los elementos de diseño, éste es el trabajo intelectual del diseño industrial donde se evidencian los conceptos para ser implementados en el desarrollo, el mejoramiento de productos y/o sistemas productivos. Finalmente se busca, la aplicabilidad y viabilidad de trasladar esos conceptos a un producto o sistema productivo.

Según la Pirámide de Maslow (1943), el de las necesidades fisiológicas, hambre y sed, expone que cuando el hombre tiene ya cubiertas estas necesidades empieza a preocuparse por la seguridad de que las va a seguir teniendo cubiertas en el futuro y por la seguridad frente a cualquier daño, en este sentido el hombre ha encontrado inspiración en la naturaleza para solucionar problemas de alimentación, abrigo, protección enfocado hacia las necesidades básicas primarias. Este planteamiento, sencillo, permite elaborar un parámetro para

Imagen 1. Estudio para maquina voladora. Leonardo Davinci



Tomado de: <http://www.elreloidesol.com/leonardo-da-vinci/imagenes/album-dibujos/pages/maquina-voladora-02.htm>

hablar del proceso histórico de la biónica. El primer registro tangible de un elemento “biónico” data del 300 antes de Cristo y consiste en una prótesis de pierna en madera y cobre, hallada en Italia, hace más de tres mil años los chinos ya intentaban fabricar seda artificial, los árabes copiaban estructuras vegetales para construir sus edificios. Desde antes de Cristo aproximadamente 400 años antes, Demócrito, filósofo griego presocrático, plasmó el carácter de esta filosofía para conocer la creación como una variable de inspiración para procesos de innovación, inteligencia y sostenibilidad bajo la idea de que *“Copiando a los*

objetivada que tiene un sujeto real, que es posible conocer. La observación en Leonardo es una forma de percepción, una operación activa, inteligente, que se “apropia” de los datos sensibles de la realidad y que los objetiva de una manera consciente” es decir, recibe los datos como se le presentan sin ningún prejuicio, la realidad como hecho. Luego, “La empatía es la capacidad de “sintonizar” con la realidad observada. Este empatizar, conectar, entre el observador y lo observado, modifica el proceso mismo” lo que permite encontrar nociones y conceptos. Y por último, “La analogía natural está en el núcleo de las operaciones mentales y creativas de Leonardo y constituye el impulso primario que desencadena su mente. La capacidad de establecer múltiples relaciones entre los datos perceptivos y los conceptos mentales y construir virtualmente, mediante esas relaciones nuevos conceptos que “antes no estaban” en lo observado”, de esta forma establece relaciones y conexiones analógicamente para hallar soluciones

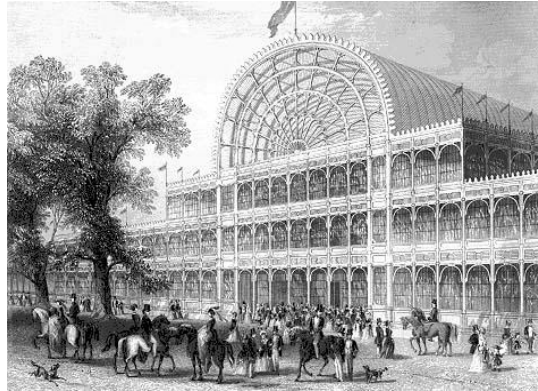
Imagen 3 visualización de la serie Fibonacci en un Fillotaxis



Tomado de: http://2.bp.blogspot.com/_fibonacci_phyllotaxis.jpg

desde el diseño natural pero que no había sido planteado o identificado antes. Durante la época del renacimiento los griegos arraigados en mitos como el de los antiguos griegos que estaban sujetos a una proporción numérica específica, esencial para sus ideales de belleza y geometría, dicha proporción fue concebida

Imagen 4 Palacio de cristal, Londres 1851



Tomado de : <http://www.timetravel-britain.com/articles/london/crystal.shtml>

y conocida con los nombres de razón áurea ó Divina Proporción (1946) documento en el que se plantea la serie Fibonacci una secuencia infinita de números que se puede encontrar en la naturaleza como la flor del girasol, piña piñonera, concha de nautilus entre otras. Esta secuencia es una constatación de que ciertas características de crecimiento vegetal y animal se relacionan con una serie aritmética o geométrica. La misma es una sumatoria, en la que cada número es la suma de los dos números anteriores: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, etc., siendo las razones proporcionales características entre las partes mayores y menores.

El arquitecto inglés Sir Joseph Paxton en 1851 Diseñó la cubierta del Crystal Palace en Hyde Park para lo cual tomó como ente y objeto de estudio un nenúfar sudamericano, cuyas delicadas hojas de hasta 2 metros de diámetro podían soportar 90 kilogramos de peso gracias a un sistema de nervaduras que poseía el reverso de las hojas. Durante este mismo siglo, los estudios de la biónica fueron aplicados en diferentes áreas de la medicina como las prótesis, anteojos, audífonos, posteriormente en el siglo XX se hace mención la Biónica como tal el 13 de septiembre de 1960 fecha en que se dio apertura en Dayton, estado de Ohio al Simposio Nacional Americano sobre el tema: “*Los prototipos vivos, llave*

hacia una nueva técnica". Igualmente los movimientos artísticos como el Art Nouveau introducen un concepto clave, el de "Biodiseño", en el cual se utilizan formas vegetales en producciones industriales esto en la búsqueda de conceptos de ligereza y elegancia.

Actualmente se encuentra "The Biomimicry Institute" una institución que tiene como abanderada a la Dra. Janine Benyus, quien propende por fomentar y desarrollar investigaciones teniendo como base la biomimética de manera que se logren hallar elementos que permitan contribuir al mejoramiento de la calidad de vida del planeta, con bases de datos y una herramienta de consulta que permite identificar mediante preguntas claras y precisas, qué ente natural ya ha dado solución a múltiples problemas, muy útil para todo aquel que requiera y desee encontrar soluciones *"altamente sostenibles, sustentables, rentables y estéticamente bellas"*. (Benyuys, 2002)

3. ÁREAS DE APLICACIÓN. LA BIÓNICA EN MEDICINA, INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y OTRAS DISCIPLINAS.

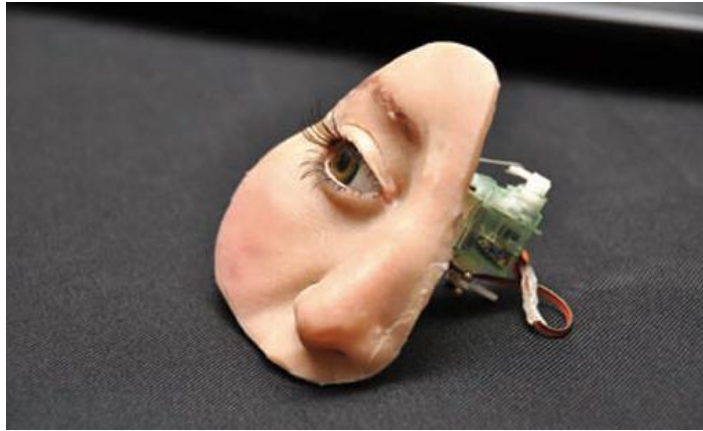
La biónica, históricamente ha sido utilizada por diversas disciplinas, un caso de esto es la medicina, campos especializados como la medicina biónica, donde el referente se encuentra en los sistemas del cuerpo humano, aquí el estudio de cada órgano, en su forma, funcionamiento, las diferentes y complejas interconexiones establecidas entre los sistemas dan pautas para el desarrollo de implantes que brinden bienestar al paciente; se encuentran casos como el brazo biónico desarrollado por el ingeniero biónico Luis Armando Bravo, quien viendo las necesidades y el sufrimiento causado por una amputación de miembro, realizó un estudio en el cual recoge la información necesaria para el desarrollo de un brazo biónico, recolectando y estudiando las partes que componen los miembros superiores, “*consta de brazo, antebrazo, codo y mano*” (Valencia, 2011).

Imagen 5. Luis A. Bravo inventor del brazo bionico.



Tomado de www.aztecanoticias.com.mx/capitulos/mexico/56621/mexico

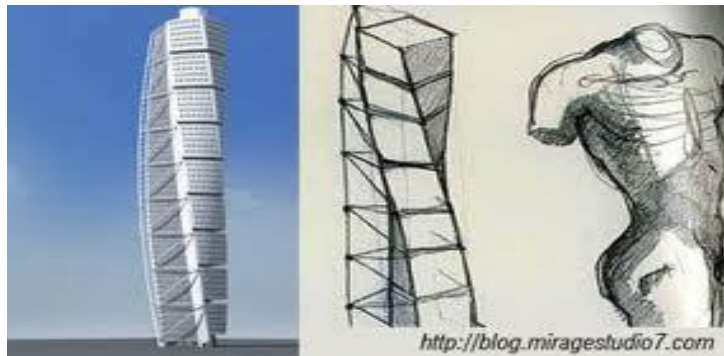
Imagen 6. Prótesis de ojo biónico



Tomado de: <http://www.sipse.com/noticias/64546/-estudiantes-poli-desarrollan-bionico.html>

de igual forma se analizaron los movimientos que realiza el brazo, además realizando una toma de mediciones y pesos de los miembros naturales para poder trasladar esos datos a un implante con las mismas características, formales y funcionales teniendo en cuenta la manera como el cerebro envía la información en la ejecución de las acciones para la realización de éstas, “*se controla mediante*

Imagen 7. Torre Turning Torso en Malmö, Suecia por Santiago calatrava



Tomado de: http://arkinetia.com/articulos/Santiago-calatrava_a105

un sistema micro eléctrico que registra los estímulos electrónicos de la piel y que le permite al usuario tener dominio total sobre el movimiento que quiere realizar” así mismo busca los materiales adecuados para la construcción que le brinde los pesos adecuados para el amputado en la realización de las actividades, *“hecho básicamente de aluminio, nylon, y fibra de carbono. Su factor de resistencia y peso es muy favorable.”* (Valencia, 2011)

Otro caso es la prótesis ocular desarrollada por Gerardo Reyes y Héctor Valtierra en la cual se investigó los movimientos de los ojos y el factor que determina la coordinación de los mismos para generar un elemento que cumpliera los mismos requerimientos con el ojo natural, en cuanto a la coordinación de los movimientos oculares, lo que mejora la calidad y autoestima de los pacientes, se aclara que la prótesis es adaptada para personas que han perdido uno de sus órganos porque requiere de uno como referente para coordinar los movimientos. (Valencia, 2011)

En las ingenierías se pretenden buscar soluciones en la modelación de prototipos que les permitan conocer el funcionamiento para entender sus principios, como lo ha efectuado el grupo de investigación de bioingeniería del Instituto de Automática Industrial (IAI) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Barcelona, que han aplicado todos sus conocimientos sobre el funcionamiento del movimiento de los músculos en el aprendizaje a replicar la dinámica del caminar, que además de emular el movimiento también se trata de encontrar la forma de emular la economía energética que se emplea, ya que *“cuando se ejecuta la acción de caminar un grupo de músculos se activa y desactiva en cada fase sólo si son realmente necesarios para corregir la trayectoria del paso, así, con un consumo mínimo de calorías se obtiene el máximo de potencia”*. (Punset, 2009)

Otro caso de aplicabilidad es la arquitectura, donde se clasifica de acuerdo al objetivo a desarrollar, *“biónica de la estructura, biónica del sensor, biónica de la construcción del edificio, biónica del movimiento”*. Wachter (2005), llevo a acabo algunos estudios de volúmenes, forma y estructura que fueron evaluados y aplicados a diferentes proyectos dependiendo del enfoque ingenieril formal o estructural es decir , otros los ejecutan desde lo estructural, tomando elementos naturales para estudio como referente, pero modifican o efectúan procesos de reingeniería y así reinventar, igualmente identifican los principios a proyectos que

Imagen 8. Edificio Media-TIC Barcelona.



Tomado de : <http://www.elmundo.es/elmundo/2011/11/07>

en la actualidad ha permitido el desarrollo de nuevas propuestas enmarcadas en el concepto de sostenibilidad, debido a que *“el 80% del impacto de un edificio está causado por su diseño”* Punset (2009) es por esta razón que los arquitectos investigan nuevos materiales, formas e ideas que puedan generar una reducción en dicho impacto, edificios como el Media-TIC en Barcelona que ha sido premiado por The World Architectural Festival (WAF) al mejor edificio de 2011, *“Con más de 14.000 metros cuadrados de espacios de oficinas, el Media-TIC es uno de los cuatro edificios considerados de ‘cero emisiones’, construidos en Europa, gracias a*

su diseño energético reduce en un 95% la producción de Dióxido de Carbono (CO2) respecto a las construcciones convencionales.” El mundo España (2010), conformado por una red pintada con un pigmento natural verde fluorescente que sostiene el edificio de nueve plantas diáfanos de 36x40 metros sin pilares y transparentes. El arquitecto Enric Ruiz-Geli destaca la eficiencia energética del edificio, que no sólo es energéticamente autónomo gracias a su cubierta fotovoltaica, sino que además la innovadora piel de Ethilene Tetrafluor Ethilene (ETFE), un revestimiento transparente y traslucido lo convierte en un ejemplo de “arquitectura verde”. (Elmundoespaña, 2011)

4. UNA APROXIMACIÓN A LA EPISTEMOLOGÍA DE LA BIÓNICA EN PROCESOS DE DISEÑO.

Esta parte del documento ofrece una reflexión propia del autor (tesista) tomando como punto de partida los textos filosóficos mediante los cuales se intentó comprender desde la teoría del conocimiento como debe ser ilustrado un estudio biónico. La investigación biónica como método o técnicas de aprendizaje, toma como referente los entes de la naturaleza permite la abstracción de elementos conceptuales pero, es importante plantear algunos interrogantes que permitan profundizar en esta temática; y dar respuesta a aspectos tales como ¿cómo se determina y define el proceso de aprendizaje?, ¿cómo se hace dicha aproximación epistemológica?, ¿con qué elementos teóricos y desde qué perspectiva se establecen?. Todos orientados al desarrollo de propuestas en diseño industrial.

Para dar respuesta a estos interrogantes es necesario indagar en la Teoría del conocimiento. La filosofía ha considerado al respecto, algunos argumentos que permitirán describir, esbozar y establecer la base conceptual en la obtención de saberes respecto a la biónica.

Inicialmente responder ¿Cómo se llega al conocimiento desde la práctica de la biónica? No obstante es indispensable conocer los elementos que componen la biónica y establecer la estructura que la soporta. La relación que favorece la biónica se establece entre sujeto y objeto, delimitada por el interés o la necesidad del sujeto frente al objeto que se presenta ante él: según Hessen, (1925) *“El objeto es el determinante, el sujeto el determinado. El conocimiento puede definirse, por ende, como una determinación del sujeto por el objeto”* Así pues, el sujeto, al ser curioso, marcado por un interés particular, absorbe conocimiento del objeto, pero no de un objeto pasivo que simplemente se desvela y se deja contemplar, sino de un objeto activo que entrega lo que tiene para satisfacer la

necesidad del sujeto de adquirir conocimiento, como lo describe Hessen el conocimiento es *“Visto desde el objeto, el conocimiento se presenta como una transferencia de propiedades del objeto al sujeto.”* . Por lo tanto, en la biónica, el sujeto es el investigador y el referente natural es el objeto a ser estudiado.

Por otra parte, buscar ¿Cómo se establece, la transferencia de cualidades o propiedades del objeto al sujeto? En el caso de los sentidos, iniciando con la visión para este enfoque Hume (1984) expone *“Y como la ciencia del hombre es el único fundamento para las otras ciencias, de este modo el único fundamento sólido que podemos dar a esta ciencia misma debe residir en la experiencia y la observación”*. Es por ello que el instrumento inicial de estudio biónico parte de la observación del ente natural y la experiencia que se tiene frente a él y con él así como la replicación del mismo hacia modelos o prototipos de simulación que lo emulen *“Para mí es evidente que la esencia del espíritu, siendo igualmente desconocida por nosotros que la de los cuerpos externos, debe ser igualmente imposible formar ninguna noción de sus fuerzas y cualidades de otro modo que por experimentos exactos y cuidadosos y por la observación de los efectos particulares que resultan de sus diferentes circunstancias y situaciones”*. Con ello, se podría inferir que el estudio biónico en su estructura empirista, pretende encontrar el conocimiento en la observación de los fenómenos y la experiencia con los mismos. En este sentido es propia la idea de Hessen(1925) *“La experiencia alcanza, en cambio, una importancia fundamental se convierte en la base de todo el conocimiento. Por medio de los sentidos obtenemos imágenes perceptivas de los objetos concretos. En estas imágenes sensibles se halla obtenida la esencia general, la idea de la cosa”* (Hume, 1984).

Entonces, para construir el cuerpo del conocimiento en biónica es necesario precisar desde la estructura y la manera en que se efectúa esta transferencia de propiedades cuando se realiza la observación del ente natural por parte del investigador. Hume define dos elementos de las percepciones humanas las

impresiones y las ideas, la diferencia entre ellas está dada por la fuerza y vivacidad con que llegan y se instalan en el pensamiento y la conciencia, las sensaciones, pasiones y emociones son consideradas impresiones, porque causan alto impacto que permite fácil instalación en la mente y gracias a ellas se obtienen las ideas, que aparecen como imágenes débiles en el pensamiento y el razonamiento, es decir son como reminiscencias de las impresiones. Hume además divide las impresiones en dos, en sensación y reflexión, a la primera no encuentra causa alguna dejando abierta la discusión, sin embargo Foley (1996) exponen que esta hace referencia a nuestras experiencias inmediatas generadas por los estímulos y la segunda es causada por nuestras ideas describiendo el proceso de la siguiente manera: *“la impresión excita los sentidos y nos hace percibir el calor y el frío, la sed o el hambre, el placer o la pena de una u otra clase. De esta impresión hay una copia tomada por el espíritu, que permanece después que cesa la impresión; y a eso llamamos una idea. Esta idea de placer o pena cuando vuelve al alma, produce la misma impresión de deseo y aversión, esperanza y miedo, que se pueden llamar propiamente impresiones de reflexión, porque se derivan de ella. Estas son de nuevo copiadas por la memoria y la imaginación y se transforman en ideas, que dan a su vez, origen a otras impresiones e ideas”*. (Hume, 1984), al describir este orden de ideas Hume expone el comportamiento y la forma de recepción y transformación de la información que se recibe en el cerebro a través de los sentidos y cómo éstos envían una cantidad de datos por el impacto que reciben en el cerebro se forma una imagen un “texto” de esa información recreándola nuevamente para generar la idea de lo conocido así se define lo que se puede considerar la experiencia.

En el estudio biónico, las impresiones son recolectadas en la mente del investigador quien, por ejercicio de observación intenta desvelar lo que está detrás de esas impresiones iniciales, ya que éstas tan sólo son la representación

escénica del ente natural, por ello, en biónica hay que tomar esas impresiones y generar ideas, sobre todo se requiere *“ser creativo en la observación”*, como lo plantea el principio del apriorismo de Hessen *“los conceptos sin las intuiciones están vacíos; las intuiciones sin los conceptos están ciegas”* (Hessen, 1925) lo que indica que no depende sólo del hecho experimental para acercarse al conocimiento sino de la capacidad de generar problemas e hipótesis sobre lo observado, parte fundamental del método científico donde la hipótesis es necesaria para confrontarla en el proceso. Por ello, según el Apriorismo *“el factor a priori no procede de la experiencia, sino del pensamiento, de la razón.”* (Hessen, 1925) Este factor de predisposición prepara la mente y los sentidos, teniendo en cuenta la necesidad o problema a resolver desde el estudio biónico identificado inicialmente en el proceso, para que la etapa de observación sea más específica y exacta.

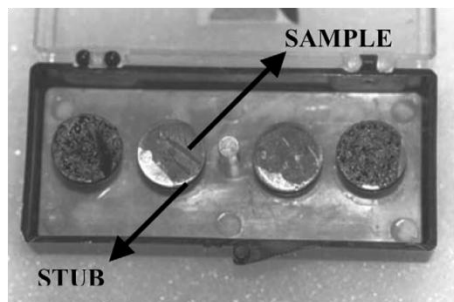
Por todo lo anterior, el estudio biónico debe hallar espacio en el racionalismo, ya que, no sólo de la replicación del fenómeno estudiado se evidencian los conceptos, pues éstos están en sí mismo dentro del fenómeno real, es decir el concepto a determinar siempre es por naturaleza, está presente a través del ente natural, a esto es lo que se le conoce como racionalismo. Es así como el fenómeno se hace evidente por el estudio biónico, en procesos analógicos como la maquetación y la generación de prototipos o modelos de simulación.

5. ESTADO DEL ARTE

Metodologías implementadas en estudios sobre biónica

Los profesionales de diversos campos se han sumergido en disciplinas como la biónica o biomimética para hallar soluciones desde áreas como la ingeniería, la medicina, la arquitectura y por supuesto el diseño, aquí se presenta algunas de las más representativas, debido a que reúnen los procedimientos más comunes hasta el momento propuestos, han sido estudios avalados por la comunidad científica ya que en ellos se evidencian procesos y desarrollos metodológicos rigurosos y documentados.

Imagen 9. Preparación de la muestra para observación.



Tomado de: Kindler J. Wilson, Guanabara S. Seadi, Methodology for product design based on the study of bionics, Materials and Design 26 (2005) pag. 150.

Los trabajos expuestos se catalogan en dos grupos: inicialmente están los que tratan el problema de la biónica como un problema metodológico y donde se evidencian procesos basados en la investigación, posteriormente se encontraron los que partiendo de los métodos concentran su atención en la exploración y desarrollo de herramientas para el estudio en una de las etapas del proceso.

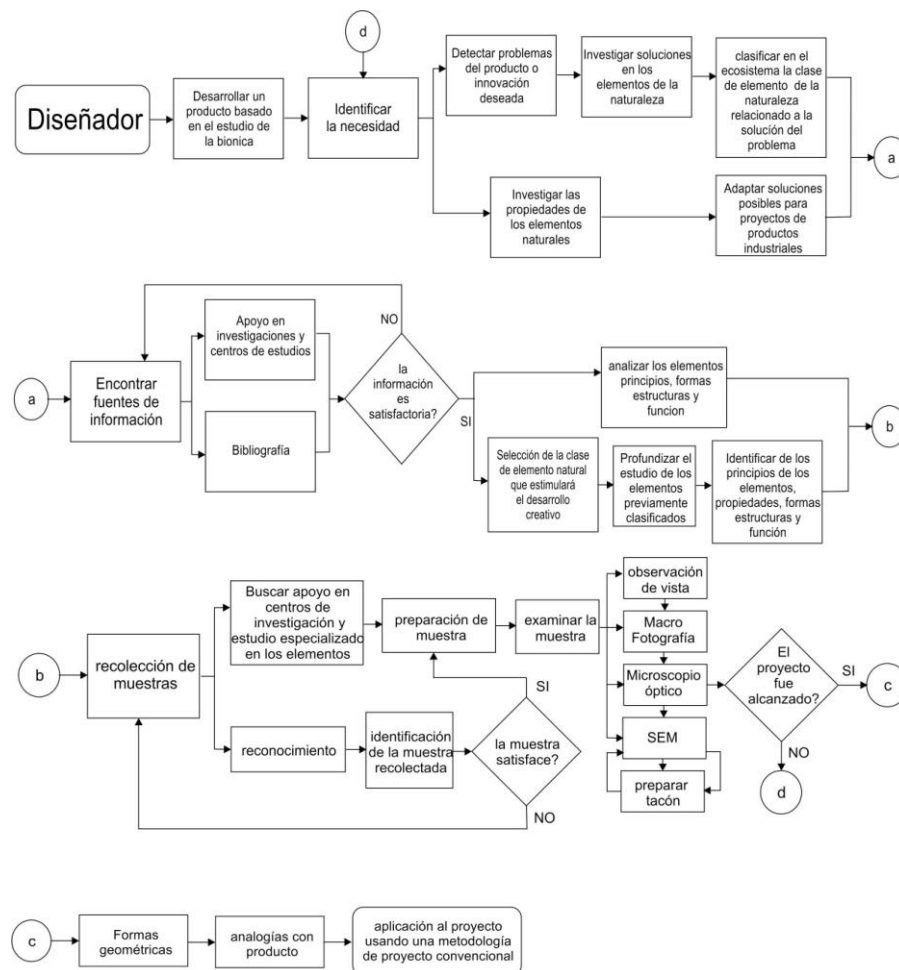
5.1 Ingeniería “Metodología para el diseño de producto basado en el estudio biónico” (Kindlein, 2005)

En la Universidad Federal de Rio Grande Du Sul, en Brasil, se efectuó una investigación dirigida por Kindlein Junior y Seadi Guanabara, enfocada en el estudio del referente natural con el cual se pretendió descubrir y encontrar elementos funcionales, formales y estructurales, además de buscar alguna aplicación a productos. Este trabajo fue desarrollado desde la escuela de ingeniería lo que permitió evidenciar su enfoque desde esta disciplina, en el estudio los autores presentan de manera descriptiva como se realizó el proceso en la toma de las muestras y su conservación, todos los procedimientos fueron efectuados en laboratorio, logrando determinar los recursos, las herramientas e instrumentos para garantizar un registro, y almacenamiento de la información de manera óptima. El documento presta gran importancia al procedimiento de obtención y análisis de las muestras.

Su metodología comienza con la elección de la muestra a estudiar; para ello se identifica un problema real de diseño, donde se reconoce efectivamente una necesidad que requiera ser atendida. Presentan dos maneras para encontrar soluciones en la naturaleza, una desde un problema que ha sido planteado y entendido desde el estudio de un sistema natural o estudiando el sistema natural para un problema de diseño aun desconocido, se procede con un mapeo de alternativas para la solución o innovación y se realiza una selección de la muestra de acuerdo a las cualidades más relevantes para el proyecto, se continua con una búsqueda de datos a través de la recolección de fuentes de información, sean institucionales, bibliográficas y de otras áreas profesionales. Pasando a una segunda parte del estudio se realiza la recolección de las muestras, mediante unos procedimientos técnicos y etiquetando cada una de las mismas. Este procedimiento se realiza con extremo cuidado, buena iluminación, para tener el

máximo de precisión al realizar la toma de las muestras ya que se ejecuta con un escalpelo.

Imagen 10. Diagrama de flujo de la metodología biónica de kindler-guanabara



Tomado de: Kindler J. Wilson, Guanabara S. Seadi, Methodology for product design based on the study of bionics, Materials and Design 26 (2005) pag. 151-152.

En un tercer momento se realiza la observación de la muestra en la que se tiene en cuenta, componentes, partículas, células, organismos entre otros, de igual

Imagen 11. Instrumentos de observación.



Tomado de : Kindler J. Wilson, Guanabara S. Seadi, Methodology for product design based on the study of bionics, Materials and Design 26 (2005) pag. 153.

manera estructura y morfología, funciones y procesos, tiempos de distribución, distribución espacial, relaciones con el ambiente, clasificación. Este procedimiento se realiza desde la observación visual superficial, luego con equipo especializado, mediante macrofotografía, microscopio óptico, finalmente con microscopio electrónico de barrido por sus siglas en ingles (SEM). Se realiza una toma de información visual. Siguiendo con una cuarta instancia se realiza una parametrización, en la cual se toman los datos y se comparan para organizar la información y clasificarla para pasar a establecer las analogías del sistema natural con el producto a desarrollar. Teniendo en cuenta análisis funcional, análisis morfológico, análisis de la estructura y un análisis de viabilidad.

Finalmente cuando se ha aprobado el análisis de viabilidad se realiza la forma de aplicar lo encontrado al problema.

Se destaca la rigurosidad con que se realizan los procedimientos, toman nota detallada de cada uno de ellos, se describen y organizan según lo encontrado, de igual manera la forma como es controlada la recolección y cómo se realiza la manipulación de las muestras para evitar posibles focos de contaminación que puedan implicar o traer consigo errores en los resultado arrojados.

También para el desarrollo de un estudio biónico desde y para el diseño, la rigurosidad en el cuidado, manipulación y observación de los sujetos a estudiar es vital, así como observar la sistematización y ordenamiento de los datos, tanto recolectados para la categorización, como para el análisis de los resultados.

5.2 Diseño Industrial “Estudio metodológico de la biónica aplicada al diseño industrial”, por Gabriel Solgel¹

Solgen (Songel, 1994) en su estudio establece un procedimiento metodológico el cual tiene en cuenta disciplinas diferentes al diseño, describe un enfoque holístico para el planteamiento de una metodología: para comenzar, el autor establece niveles analógicos que permiten determinar cómo una investigación puede ser considerada un estudio biónico para lo cual establece cuatro estados: Inconsciencia, Inspiración, Transposición e Imitación, para ello, teniendo en cuenta trabajos que de una u otra manera se acercan al referente natural. Toma como punto de partida el primer nivel descrito por el autor como Inconsciencia se encuentra que desde una metodología de diseño convencional logro obtenerse una solución desde la naturaleza, en este nivel las analogías con el referente natural son establecidas después de llegarse a la solución. En el segundo nivel de

¹ Catedrático de Diseño en la Universidad Politécnica de Valencia. Docente de diseño industrial desde 1988. Doctorado en Metodología del Diseño en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en 1991. Master en Diseño Industrial en el Istituto Europeo di Design de Milán (1985-1987). Fundador del Grupo de Investigación y Gestión del Diseño. Miembro de la Industrial Designers Society of America. Socio fundador de Innoarea Design Consulting.

Inspiración, se encuentran los trabajos donde se toma sólo una parte del organismo estudiado dejando de lado que pertenece a un sistema y como tal, está relacionado en un todo, así, por ejemplo este tipo de trabajos no establecen conexiones entre la forma y la función lo que para el sistema biológico es fundamental. En este sentido los trabajos desarrollados toman las formas del referente natural alejándose de las causas funcionales, por esto no se pueden considerar dentro de un estudio biónico, en este sólo se incluirían los movimientos artísticos que toman el referente natural desde la forma.

La trasposición el tercer nivel tiene presentes elementos que permiten validarlo como estudio biónico ya que puede existir una toma parcial del referente natural y justificarlo desde los elementos funcionales. Estaría caracterizado por la trasposición de los elementos fundamentales observados en la naturaleza que se aplican al objeto artificial que generalmente es el resultado. En este caso, los aspectos del ente natural pueden ser parciales, pero no contradictorio a este, si ocurriese esto es indispensable una justificación funcional. Finalmente está la Imitación, en este se trasladan los elementos más importantes del referente natural como son la forma, la función y la estructura al elemento artificial teniendo en cuenta cada uno de estos niveles analógicos se puede determinar cuáles de los estudios realizados que parecieran en el ámbito biónico realmente lo son, y de igual manera determinar los requerimientos necesarios para incluirlos en un proyecto.

En este mismo sentido, Solgel analiza los métodos empleados a nivel institucional por el Centro de Investigaciones de Estructuras Naturales de Milán y el Instituto de Estructuras Ligeras de la Universidad de Stuttgart, donde se plantean métodos para realizar estudios de casos específicos de elementos naturales, donde prima la observación y análisis de sus atributos, posteriormente se generan ideas sobre bosquejos de proyección de dichos atributos determinando posibles ideas utópicas existentes y por último las de aplicación próxima, finalmente se establece

el problema o se desarrolla un proyecto concreto. Estos métodos se aplican a nivel pedagógico en el departamento de diseño de la Universidad del Valle, en la materia de biónica, donde el objetivo es llegar a un acercamiento de la materia, por ello, puede ser desde el enfoque pedagógico aceptable para una primera instancia.

Sin embargo se encuentran también métodos desarrollados como la sinestesia Gordon, (1963) donde se establecen analogías de cuatro tipos: primero está la directa, donde se compara el problema de diseño con otros en otras áreas para el caso de la biónica con la biología, segundo hace referencia a la personal donde el investigador se identifica personalmente con un problema o con elementos que son parte de un problema se inicia con la pregunta: ¿si yo fuera...?, de ahí surge la tercera analogía la simbólica se trata de seleccionar una palabra clave, relacionada con el problema y hacer preguntas sobre cuál será la esencia para intentar sentir los significados descubiertos, y finalmente esta la fantástica lo que se intenta es entrar en mundos ajenos al sentido común partiendo del problema específico hacia pensamientos desarticulados. Otro documento contiene una lista de analogías de problemas concretos de la naturaleza planteado por Woodson (1966.) en este se describe un listado que expone problemas específicos y a su vez una serie de soluciones que la naturaleza ya ha resuelto con algunos de los mecanismos que se observan en los sistemas naturales.

Tabla 1.

LISTADO DE ANALOGÍAS CON SU REFERENTE NATURAL.

Componentes	estructurales	Cañas, bambú, huesos
Tubulares		
Elevadores, fulcros		Ligamentos musculares al hueso

Puertas y bisagras	Trampa del nido de arañas
Pestillo	Aletas de pez ballesta
Articulación	Rodilla
Embalaje de seguridad	Cráneo
Gran resistencia al aire	Fibras radiales de vainas de semilla
Lubricación	Juntas entre huesos
Control de refrigeración	Evaporación superficial de la piel
Válvula de paso	Corazón
Válvula de rodillos	Peristalsis intestinal
Filtro / colador	Barba de ballena
Cremallera	Zarza y membrana de brezo
Dispositivo de abroche Automático	Patatas y garras de pollo
Aerodinamicidad	Peces, aves
Sistema plegable de aterrizaje	Patatas de aves
Antihumedad	Plumas de pato
Camuflaje	Mimetismo
Sistemas buscadores por infrarrojos	Sensor nasal de la serpiente
Sonar-radar	Navegación del delfín y del murciélago
Generador de pulsos Eléctricos	Marcapasos del corazón, anguila eléctrica
Comunicación ultrasónica	Oídos del perro y del murciélago. Iluminación
Aislamiento de calor	Pelo
Control de nivel	Canal auditivo interior
Propulsión a reacción	Sifón del calamar
Cañerías óptimas	Sistema de circulación por venas
Herramientas	Dientes de castor
Productos estruidos	Hilos de insectos
Movimiento sensible a la luz	Girasol

Fuente: Woodson, Thomas, Introduction to Engineering Design, McGraw Hill, Inc., Nueva York, 1966, p. 81. Alger, J. R. H., y Hays, C. V., Creative Synthesis in Design, Prentice Hall, Inc., Nueva Jersey, 1964, p. 42.

Imagen 12. Diagrama de Flujo metodología

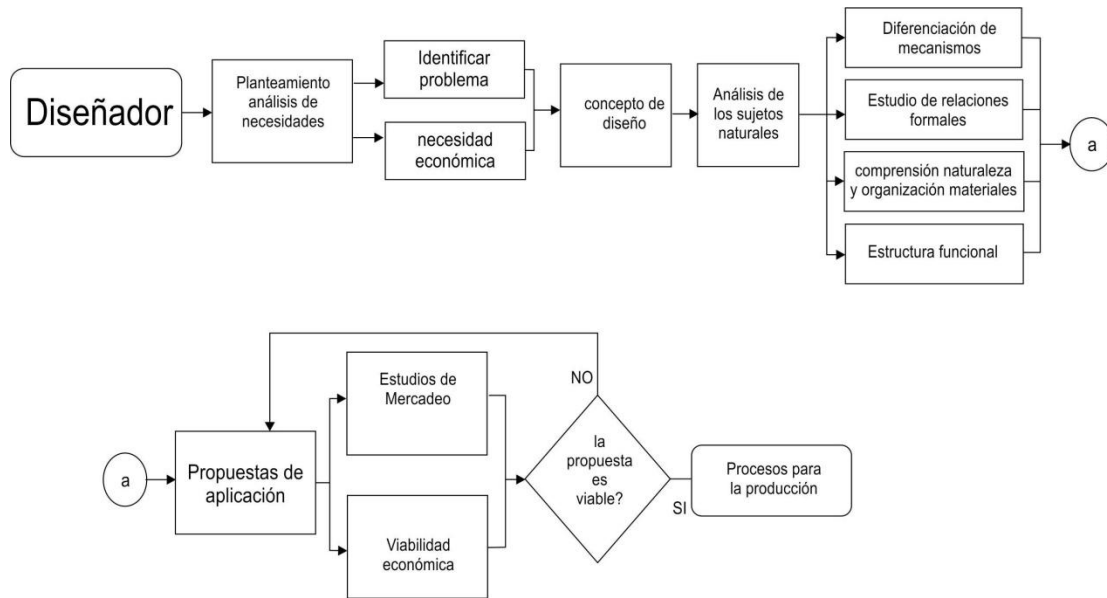


Diagrama realizado por el tesista como interpretación del Método Songel.

El profesor Solgel genera una metodología teniendo en cuenta el estudio de las anteriores investigaciones, donde el desarrollo de cada una de las etapas se deriva como resultado de la anterior.

Etapa 1. Planteamiento y análisis de las necesidades: presentación general de la necesidad, demostración de necesidad económica.

Etapa 2. Identificación del problema: con la información entregada se establece el problema para definir el argumento biónico de manera general.

Etapa 3. Concepto del proyecto: búsqueda de soluciones en la naturaleza desde un enunciado que identifique los parámetros o lineamientos para la búsqueda teniendo en cuenta que la información requerirá ser sintetizada para establecer

las analogías que permitan identificar las posibles soluciones manifestadas en la naturaleza. *“Es una etapa que requiere capacidad de sintetizar el enunciado, capacidad de observación y re cognición de ese enunciado en diferentes realidades del mundo natural. En definitiva, capacidad analógica, que puede suplirse en algunos casos por la disposición de mucha información visual de diferentes ámbitos de la naturaleza. Se elegirán aquellos sujetos naturales que mejor representen al argumento enunciado. Conduce a más de una concepción del proyecto”* Songel (1994).

Etapa 4. Análisis de sujetos naturales. Este se realiza teniendo en cuenta lo siguiente:

- Diferenciación de los mecanismos del sujeto natural.
- Estudio de las relaciones formales entre ellos.
- Comprensión de la naturaleza y organización de los materiales.
- Estudio de la estructura funcional.

Etapa 5. Propuestas de aplicación: los datos arrojados del análisis servirán de retroalimentación para los diseñadores y se señalaran soluciones de aplicación.

Etapa 6. Estudios de mercado y viabilidad económica: se realiza una búsqueda de estado de la técnica, para encontrar soluciones parecidas o ya existentes, comparar con las soluciones halladas y plantear su viabilidad frente al mercado.

Etapa 7. Evaluación económica: se realiza una evaluación para la selección de la propuesta a implementarse.

Gabriel Songel presenta un modelo de estudio, pero más que el modelo, deja como aporte para comprender el estudio de la biónica, desde el principio lo que debe ser entendido realmente cómo un estudio biónico, por ello, para el presente

proyecto se tiene en cuenta ese planteamiento como ayuda para determinar los alcances o límites del mismo.

5.3 Guía de Observación Analítica, UNIANDES Morales, (2008) Del grupo Diseño Inteligente Inspirado en la Naturaleza - DIIN de la Universidad de los Andes, Bogotá.

Imagen 13 COMPOSICIÓN DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN ANALÍTICA

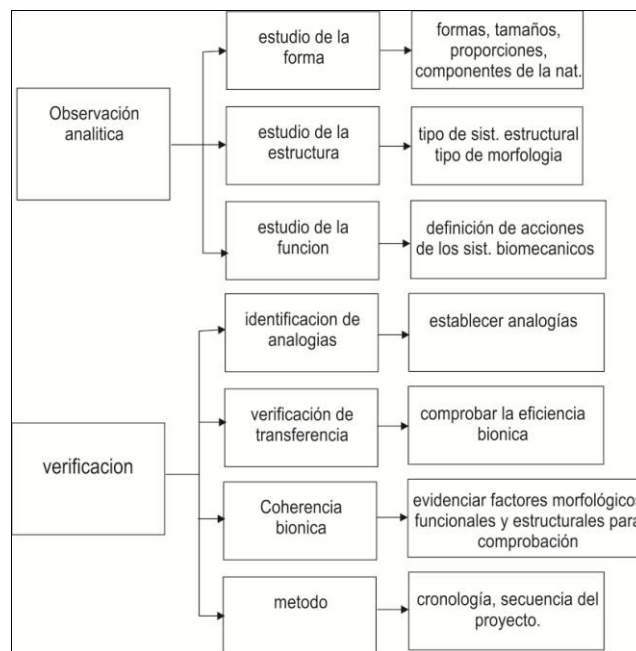


Diagrama realizado por el tesista como presentación de la Guía de observación analítica.

Este grupo al iniciar su trabajo a partir de la observación de la naturaleza para un estudio biónico, encontró que antes de realizar el estudio, se tenía que resolver el problema de la observación y cómo se efectuaría ésta. En esa búsqueda encontraron que los trabajos de biónica que se han ejecutado desde el diseño no presentan cierta rigurosidad en la obtención de los datos ni una sistematización

clara que permitiera su estudio y evaluación para una valoración con profesionales de otras disciplinas, para lo cual se acordó trabajar inicialmente en el desarrollo de un *“Instrumento adecuado para un trabajo serio que estuviera acorde con las exigencias de la comunidad científica”* Morales (2008).

Teniendo en cuenta el grupo DIIN para este estudio, argumentando bajo dos motivos: inicialmente es de los pocos grupos de investigación en Colombia que realiza estudios enfocados desde la biónica para el desarrollo del diseño y sus resultados se ven reflejados en el desarrollo de herramientas prácticas para el estudio biónico como es el caso de *La guía de observación analítica*, la cual permite determinar y definir elementos de diseño, mediante guías que sistematiza cada uno de los elementos de forma, estructura y función, que pretenden la comprensión del ente o fenómeno natural, además mediante formatos que ayudan a su descripción, y otras guías que se encargan de determinar la materia, así como la identificación de analogías, verificación de transferencias, y coherencia biónica, con las cuales se afirman, relacionan y verifican los procesos de observación analítica de las tres primeras.

Las guías se organizan en dos grupos o etapas, de observación analítica y de verificación; en la primera se encuentra la guía para estudio de la forma en la cual se analizan la forma, tamaños, proporciones y composiciones de la naturaleza; la guía de estructura donde se determina tipo de sistema estructural y tipo de morfología; la guía de función que define mediante diversos verbos. Las acciones con los sistema biomecánicos de igual manera los movimientos y la velocidad y por último en la observación analítica está la guía de estudio de la materia la cual permite identificar las propiedades y características de la materia, determinar tipo de estado y los aspectos que afectan o cambios que se generan a temperatura, electromagnetismo, estructuras y propiedades bioquímicas.

En una segunda fase se encuentran las guías de verificación; en ésta fase se realiza, *“identificación de analogías” tomando el aspecto elegido de las primeras guías se podrá establecer las analogías correspondientes, la guía de “verificación de transferencia”* permite comprobar la eficiencia biónica en el aspecto analizado, la guía de *“coherencia biónica”* se evidencian los factores morfológicos, estructurales y funcionales para la comprobación con el sistema seleccionado y así con ello validar los principios encontrados. Finalmente el “método” de diseño en biónica es donde se recoge toda la cronología y secuencia del proceso ya sea para retomar o ampliar la investigación o concluir el proyecto.

Aunque la guía permite recoger una extensa información del ente natural, no es claro la forma de recolección de los datos, puesto que no existe un manual de apoyo, sólo se enumeran y mencionan los ítems a desarrollar en los diferentes espacios de trabajo, por otro lado, aunque cuenta con “links” de apoyo para la ampliación de las guías éstos no se encuentran disponibles o son enlaces rotos lo que deja al interesado más vacíos para poder realizar el estudio, además siendo una investigación que partió desde un grupo de trabajo de diseño industrial el enfoque es muy amplio, general y no se evidencian elementos concretos que identifiquen el enfoque de dicha disciplina.

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el planteamiento de la situación se evidencia un interés por explorar y encontrar los elementos que estructuran un estudio biónico, partiendo de la interpretación de metodologías de trabajo en instituciones universitarias y grupos de investigación, también de la experiencia personal que se ha suscitado durante el proceso de aprendizaje en el diseño industrial. Y con lo cual se propone responder algunos interrogantes entre ellos ¿Cuáles son los elementos que componen un estudio biónico enfocado al diseño industrial? ¿Cómo se define el proceso mediante el cual, a partir de la observación de los entes naturales, se desarrolla el conocimiento, la técnica y la tecnología para imitar funciones y propiedades a través del diseño? ¿Cómo se articulan esos elementos para generar propuestas o ideas aplicadas a la creación y/o rediseño de productos? Estos fueron los interrogantes que surgieron y dan partida a la puesta en marcha de este estudio.

Teniendo en cuenta que un estudio biónico se desarrolla para la búsqueda de soluciones eficientes a las necesidades del ser humano, es pertinente conocer los componentes que hacen parte del estudio para su implementación en una disciplina como el diseño industrial, partiendo desde un planteamiento epistemológico como marco de referencia organizado y fuente para una aproximación al ejercicio del diseño, es decir es fundamental precisar a partir de la conceptualización, los temas o principios fundamentales que lo define, sustenta y diferencia de otras disciplinas, además de que tiene implícita su formación deductiva a partir de un conjunto pequeño de ideas generales abstractas, logra desarrollar la capacidad de deducir hechos y hacer aplicaciones particulares.

No obstante, la documentación enfocada hacia la obtención y búsqueda de la información existente es limitada o no está direccionada hacia el diseño industrial propiamente. Esta es otra de las razones por la cual es útil el desarrollo de esta

propuesta desde la biónica hacia el diseño industrial: facilitará la recolección, almacenamiento y análisis de datos de manera sistemática, para plantear también instrumentos que contribuyan al desarrollo práctico del ejercicio del diseñador industrial en la búsqueda de ideas y desarrollo de productos.

Así pues, logrando comprender los componentes de un estudio biónico para el diseño industrial, contando con una forma adecuada para la recolección de información e instrumentos que permitan el desarrollo de la investigación, la labor del diseño industrial desde la biónica se hace mas sistemática.

Teniendo en cuenta el enfoque de este trabajo hacia el diseño industrial y la definición de la palabra “biónica” como un proceso en el cual se estudia un ente natural, en su forma, composición, comportamiento, crecimiento, desarrollo y procesos en sí mismo y con su entorno; y evaluando la optimización de los recursos permitiendo la abstracción de elementos para ser implementados en el diseño, desarrollo y mejoramiento de nuevos productos y/o sistemas productivos, es que surgen algunos interrogantes que propician el desarrollo de esta investigación entre éstos:

¿Qué parámetros utilizar para la selección del ente natural a investigar y que será sujeto de estudio para el desarrollo de propuestas para el diseño industrial?

- ¿Cuáles son los elementos que se deben considerar para la adecuada obtención de la información, análisis y producción de ideas de diseño desde un estudio biónico para el diseño de productos?
- ¿Cuáles otras disciplinas deberían tenerse en cuenta para la aplicabilidad de este concepto?
- ¿Qué enfoques se debe determinar para su estudio?

- ¿Qué instrumentos conceptuales y para la obtención de datos se requieren en el proceso?

Desde la disciplina del diseño industrial y a lo largo del proceso de investigación en la búsqueda de información que permitiera relacionar o establecer una correlación entre la biónica y el diseño industrial se hallaron algunas insuficiencias de carácter técnico, metodológico e incluso en los procesos pedagógicos implementados en algunos cursos, todo ello contribuyo a establecer que existe un faltante a nivel metodológico que determine los lineamientos o parámetros que fundamentados desde el diseño industrial logre especificar las convenciones y mecanismos necesarios para llevar a cabo un estudio biónico cimentado en el diseño industrial tomando como referente principal el ente natural, sin embargo para efectuar este proceso es indispensable diseñar un procedimiento sistemático basado en métodos, elementos, herramientas entre otros que en conjunto con bases teóricas configuren un proceso pedagógico eficiente.

Es por esto que este documento investigativo ofrecerá algunas respuestas y establecer una guía práctica mediante la cual se logre determinar la manera más adecuada de realizar un estudio biónico en función de la búsqueda de ideas para productos en diseño industrial.

7. DELIMITACION DEL PROYECTO

El proyecto se enmarca desde la disciplina del diseño industrial, establecida como metodología de trabajo y área de aplicabilidad mediante la cual se interrelacionan con la exploración y búsqueda de elementos conceptuales de diseño en la naturaleza como fuente de inspiración para la desarrollo aplicación, innovación, diseño y/o rediseño de productos.

No obstante, podría ser implementado además como método de aplicación para la exploración en la búsqueda de modelos, sistemas y/o construcciones biomorficas que permitan ampliar el panorama y ofrecer nuevas alternativas para el diseño de ideas innovadoras.

8. OBJETIVOS

8.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Construir un método de estudio biónico que genere propuestas formales, estructurales y/o funcionales para el diseño de productos.

8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Identificar y describir los elementos conceptuales necesarios para un estudio biónico aplicable en diseño de productos.
- ❖ Diseñar, desarrollar e implementar módulos de estudio práctico a partir de los elementos conceptuales para un estudio biónico en diseño industrial.
- ❖ Generar un instrumento para la recolección, descripción, análisis y producción de propuestas partiendo de los módulos desarrollados para un estudio biónico en diseño industrial.

9. COMPONENTES DE UN ESTUDIO BIÓNICO EN EL DISEÑO INDUSTRIAL

La biónica como disciplina debe tener presentes algunos elementos conceptuales fundamentales que permitan definir una estructura sólida con la cual construir módulos para la realización de dicho estudio; en diseño se evidencian elementos que contribuyen a la construcción de métodos para el estudio biónico que permiten la localización de fundamentos conceptuales y compositivos t(formales, funcionales, simbólicos y relacionales) como son la naturaleza, el objeto de estudio, la observación, como herramienta para el estudio y el investigador, el sujeto que realiza la acción.

9.1 LA NATURALEZA como objeto de estudio

El objeto de estudio para la biónica es sin duda la naturaleza, pero nos surge una pregunta ¿qué hace que este objeto sea relevante para que el diseño industrial pueda tomarlo como herramienta de apoyo para la generación de propuestas?

El planeta tierra como lo concebimos hoy es resultado de un largo trabajo de adaptación, desarrollo, y continuos cambios, por ensayo y error, que en todo este proceso se denomina evolución, este transcurrir de formación ha derivado en la creación de nuevas especies, la desaparición y extinción de otras, como los arqueólogos y biólogos lo han documentado y analizado. Muchas de las especies de animales y vegetales sirven de modelos y se han ido perfeccionado en el trascurso de millones de años, así como Darwin(1859) lo describe en su texto *“Metafóricamente puede decirse que la selección natural está buscando cada día y cada hora por todo el mundo las más ligeras variaciones; rechazando las que son malas; conservando y sumando todas las que son buenas; trabajando silenciosa e insensiblemente, cuando quiera y donde quiera que se ofrece la oportunidad, por el perfeccionamiento de cada ser orgánico en relación con sus condiciones orgánicas e inorgánicas de vida.”* Tomando como base los

fundamentos de Darwin y teniendo en cuenta que el proceso de evolución no es algo terminado sino en constante cambio, y que el ejercicio biónico toma la naturaleza como su objeto de estudio y la convierte en la fuente inagotable de aprendizaje para la construcción de nuevas configuraciones, diseños o mejoramiento de los ya implementados (reingeniería), es que se establece la idea de que el ente natural es eje fundamental para la realización de diversos estudios biónicos.

De igual manera, la naturaleza no responde a lo formal sino a lo funcional, como lo menciona Darwin, *“la naturaleza no atiende a nada por las apariencias, excepto en la medida, que son útiles a los seres... la naturaleza hace funcionar plenamente todo carácter seleccionado, como lo implica el hecho de su selección”*, es decir en la naturaleza lo formal y funcional van de la mano, entre tanto en la generación de dichas adaptaciones y procesos evolutivos se van aprobando o rechazando las formas que mejor se ajustan para un determinado funcionamiento.

9.2 LA OBSERVACIÓN como herramienta para el estudio

Al realizar el proceso de observación del ente natural enfocado a la abstracción de elementos para el diseño industrial, la innovación o la reingeniería-rediseño de productos y servicios, es indispensable establecer niveles mediante los cuales se efectúe la captura de ésta, teniendo en cuenta algunos instrumentos que se emplean, partiendo desde los órganos de los sentidos (la vista, el tacto, el olfato, el gusto y el oído), con instrumentos básicos de medición (cinta métrica) hasta la instrumentación más compleja (microscopio), y el grado de especificidad de la misma dependiendo del problema que se tenga que resolver, así por ejemplo, si la observación pretende hallar elementos formales, sólo se enfocará en la búsqueda de las formas con herramientas y matrices que permitan categorizar y conceptualizarlos para la búsqueda de elementos formales; si bien, lo que se intenta resolver es cómo se comportan los elementos químicamente y cómo ese

comportamiento afecta lo formal, la captura de esos datos requieren además de las unidades básicas, otros de mayor complejidad en las áreas específicas.

Por ello, se instan unos niveles o fases para el desarrollo de la observación, por grados de complejidad en los instrumentos para la obtención de la información.

Nivel de observación Básico o inicial: es un nivel de preparación para lograr capturar información general donde se establezca el primer contacto con el ente, en esta fase las herramientas son los sentidos, (la vista, el olfato, el tacto, el gusto, el oído), y sus instrumentos, ojos, nariz, manos, lengua y oídos, como receptores de los datos iniciales. En este sentido, el denominado observador se trata como el investigador en diseño quien debe contar con unas condiciones físicas, biológicas y perceptivas.

Dentro de las condiciones físicas el Observador debe contar por lo menos con sus ojos para una captura de impresiones en su retina, con ello no se está dejando de lado a personas con deficiencias en sus órganos de los sentidos para la realización de este tipo de estudios, aunque debe quedar explícito que limita en cierto grado la obtención de información de manera directa. Sin embargo podrían generarse otro tipo de alternativas o evidencias que contribuyan y garanticen que la obtención sea válida.

De igual manera las condiciones biológicas del investigador, esto en cuanto al funcionamiento de los órganos de los sentidos que deben estar en perfecto estado, sin traumas ni secuelas de accidentes que hayan deteriorado la conexión con las partes del cerebro que coordina cada órgano sensorial.

El buen funcionamiento de los órganos como condición para la captura de la información, pero según Hoffman(2000) en su libro “Inteligencia visual”, se han encontrado casos que estudian cómo por diferentes circunstancias han impactado al cerebro y éste ha afectado la forma de percibir el entorno, verbigracia el envenenamiento por monóxido de carbono, que en el peor panorama conduce a

la muerte otro escenario que se presenta es una lesión cerebral, fue lo ocurrido con un paciente al cual le diagnosticaron agnosia de forma visual, el paciente disfrutaba de una visión normal casi en todos los sentidos, tenía buena agudeza visual, era capaz de distinguir correctamente los colores e incluso captaba los movimientos más sutiles, sin embargo después del incidente no lograba ver los objetos, no era capaz de amalgamar los colores, movimientos y límites que percibía para componer y experimentar las formas de los objetos.

También se mencionan algunos pacientes diagnosticados con simultagnosia dorsal, sd-patología que puede producirse después de una embolia o cualquier lesión en la corteza parietal u occipital de ambos hemisferios cerebrales, *“a menudo tienen campos de visión completos; son capaces de ver tan hacia arriba, abajo, izquierda o derecha como el resto de nosotros, de modo que su problema no consiste en una restricción de su visión. En cambio parece que se trata de una restricción de la atención. Pueden prestar atención como mucho a un objeto, o en raras ocasiones dos, pero incluso esa atención por ese objeto o esa parte del objeto se desvanece enseguida, y el objeto desaparece”* Hoffman (2000).

Estas dos patologías tratan la percepción del la forma de igual manera se han presentado casos de pérdida de la percepción del color hacia los objetos, como le ocurrió a un artista plástico que después de sufrir un accidente en su auto, sufrió una leve conmoción cerebral, dos días después se dio cuenta que no percibía los colores, sólo tonos sucios de gris, el diagnostico fue *“Acromatopsia cerebral, una pérdida de la sensación de color a lo largo de todo el campo visual, debido a una lesión en la corteza cerebral”* Hoffman (2000).

En cuanto a la percepción del movimiento, se encuentra presente el caso de una mujer que después de sufrir una apoplejía se lesionó ambos hemisferios de su cerebro en el borde lateral, entre el lóbulo temporal y occipital, diecinueve meses después fue examinada por el neurólogo, quien después de realizar pruebas diagnosticas y de control no encontró ningún efecto o secuelas en sus sentidos y

su movilidad, no obstante padecía de una inusual disfunción: *“la disfunción visual padecida por la paciente era una pérdida de la visión del movimiento tridimensional. Por ejemplo, presentaba dificultad en verter café o té en una taza porque el fluido parecía estar congelado, era incapaz de verter el líquido en el momento correcto...”*

En general, la percepción es una construcción que es elaborada inicialmente por los sentidos, son ellos quienes reciben la información y la envían hacia el cerebro donde se procesa y establece conclusiones o toma de decisiones para continuar otros procesos de aquí la importancia del correcto funcionamiento de los órganos puesto que de ellos dependen no sólo de las funciones básicas sino de la interconexión que tienen tanto órganos como sentidos con el cerebro permitiendo una captación de información coherente y de alta calidad apropiada. Por estas razones y otras más es que en un estudio biónico, el investigador debe gozar de un buen y correcto funcionamiento de los órganos de los sentidos, de manera que se garantice la correcta marcha en el proceso de percepción visual del entorno descriptivo-sensorial de los entes de forma apropiada, conveniente y oportuno.

Condiciones perceptivas desde el diseño

Al plantear Hoffman *“el problema fundamental de la visión: la imagen que capta el ojo tiene incontables interpretaciones posibles”*. Es así como las impresiones tomadas por los sentidos son lecturas que el cerebro del observador percibe como componentes que pueden ser traducidos como elementos de diseño, color, textura, forma, composición y otros. Ya que el cerebro puede interpretar de diferentes maneras lo que el ojo está capturando, es por esto que entiende lo que ve de maneras diversas, entonces podría decirse que desde la manera y capacidad de obtener información del entorno y la forma de interpretarla dependiendo del contexto es que el diseñador arma su estructura conociendo los elementos de diseño básico y la composición de conceptos desde una percepción hacia el diseño industrial.

Motivos por los cuales los elementos de la observación como los órganos de los sentidos deben estar en perfectas condiciones y funcionamiento, además de estar conectados con una base de datos referente a los elementos básicos del diseño; estos dos aspectos o componentes son los requerimientos básicos para la captura de información por parte del investigador en biónica.

Dentro de los procesos de observación es fundamental evaluar métodos o herramientas que permitan identificar y catalogar la información; entre estos están los niveles de observación de medición y la clasificación de la muestra para los cuales se cuenta con dos tipos de herramientas, unos instrumentos de medición y otras metodologías.

Los instrumentos de medición hacen referencia a aquellos aparatos que se emplean en la observación inicial para establecer valor numérico y/o conceptual, con los cuales se desarrollan mediciones y pruebas descriptivas que permiten verificar lo observado inicialmente, para esto se emplean diferentes aparatos de medición que pueden incluir desde una regla de dibujo hasta un calibrador entre otros.

Finalmente, están las herramientas metodológicas: desarrolladas por diferentes grupos de investigación de instituciones como la universidad de los Andes, donde un grupo de investigación en diseño inspirado en la naturaleza implementó una “Guía de Observación analítica” Morales(2008) mediante la construcción de matrices y formatos clasifica y describe cada elemento compositivo del ente observado, esta guía permite descomponer y conocer de manera descriptiva el ente estudiado, además especifica cómo se debe realizar el proceso de observación y qué tipo de herramientas emplear.

9.3 EL INVESTIGADOR

Una vez planteado el objeto de estudio como la naturaleza y la manera de proceder con la observación, es indispensable encontrar otro componente fundamental para el estudio biónico, el personal encargado de efectuar los procesos observación-recolección-procesamiento y análisis de los resultados, no obstante el grupo investigador necesario para un estudio biónico estará conformado por un diseñador industrial así como de otros profesionales y especialistas. Los diseñadores sólo cuentan con una formación que le permite indagar sobre los aspectos que competen al diseño, pero se requiere investigadores que actúen en diferentes campos de acción es decir alguien que suministren la información necesaria para comprender el ente, el diseñador obtiene información general que es asequible y comprensible pero hay otros datos de los cuales requiere apoyo especializado para ampliar y profundizar en el proceso de observación.

DISEÑADOR INDUSTRIAL

El observador, investigador, para este caso el diseñador industrial interesado en la biónica como herramienta para la generación de ideas para su producción intelectual y proyectual, deberá estar dispuesto para recibir toda la información que el ente suministre, así mismo deberá efectuar una búsqueda general que le permita conocer y acercarse al mismo de manera que le facilite construir un panorama amplio acerca del objeto de estudio.

FORMACIÓN

Todo ser humano racional que tenga una necesidad específica y sentido de observación de su entorno, podrá estudiar, analizar y comprender lo que existe a su alrededor de manera que logre dar soluciones a ella, sin embargo, tratándose de la disciplina del diseño se cuenta con un compendio de material y recurso teórico e intelectual como también la experiencia que da sustento a diversas

soluciones, permitiendo que las ideas sean definidas como un producto más que por la intuición, ya que tiene en cuenta desde un usuario, un lenguaje, unos elementos formales, los materiales, la producción, tipo de embalaje, la distribución, su función e incluso posibles usos, así como la disposición final una vez se haya cumplido su objetivo.

ESPECIALISTAS EN OTRAS ÁREAS

La información general encontrada por el investigador biónico (un diseñador industrial), resulta práctica para acercarse al ente en primera instancia, a medida que se van describiendo los elementos que componen el ente aparecen nuevos datos y así nuevas áreas de trabajo para las cuales hay que buscar apoyo y retroalimentación de otros profesionales que tienen información que complementa y amplían el rango la observación, de forma que se van encontrando otros términos que contribuyen a la profundización y descripción del objeto de estudio.

Por tratarse de la naturaleza, los otros profesionales que componen el equipo de investigación biónico son aquellos que realizan o tienen estudios en biología y sus diversas ramas tales como la química, física, ingeniería entre otros. Algunas de éstas ayudan dentro del proceso de estudio para profundizar la etapa de observación del ente, que a su vez responden a un enfoque específico, este procedimiento se realiza en el módulo de “observación y recolección de información” ver anexo 1.

10. COMO ABORDAR UN ESTUDIO BIÓNICO

Una vez establecidos los elementos naturaleza, observación e investigador que componen una investigación para un estudio biónico, y antes de comenzar a articularlos se presenta un interrogante, ¿cómo empezar a trabajar?, puesto que el diseñador podría tener diferentes ideas antes de tener un problema, o partir de un problema para empezar a buscar posibles soluciones, también podríamos explorar elementos que sirvan como inspiración para proponer las nuevas configuraciones. Por esta razón se presentan algunas alternativas de trabajo, mediante algunos estudios de caso, extraídos de diversos proyectos de trabajo en grupos de investigación, proyectos de diseño en disciplina de la biónica y las metodologías empleadas y analizadas en un capítulo inicial.

PRIMER ESCENARIO

Según el planteamiento y descripción de un problema específico, se selecciona el ente natural y previamente establecido los requerimientos definidos, se logra encontrar en la naturaleza el organismo y organismos que ofrecen solución a dicho problema, posteriormente se efectúa el estudio y análisis biónico, lo que permite abstraer los elementos conceptuales necesarios para realizar la transferencia analógica y finalmente desarrollar la aplicabilidad de estos aspectos en el proyecto: El trabajo del profesor Gabriel Solgen quien se describió con anterioridad permite establecer esta alternativa de estudio, aunque su propuesta es holística puesto que tienen en cuenta no sólo las posibilidades de diseño sino además los factores económicos y de mercadeo de un producto, Solgen presenta su método con la búsqueda de una necesidad inicial, en definir bien esa necesidad para comenzar a realizar su estudio.

Por otro lado al Biomimicry Institute se accede a través un portal en internet en el cual se obtiene un catálogo de posibilidades en el cual se localizan diversos entes naturales que han servido de apoyo o prototipo y con los cuales se han resuelto problemas previamente establecidos. Este portal permite la búsqueda focalizada tomando como punto de partida el problema. Por ejemplo una empresa productora de pinturas desea desarrollar una nueva base para proteger y para repeler insectos, en este enlace se encuentran algunas posibles respuestas especificando la especie o el ente que ha resuelto este dilema.

SEGUNDO ESCENARIO

Después de una observación inicial del ente natural, se tiene una idea de posibilidad de solución en diseño, se realiza el estudio biónico permitiendo evidenciar esa posibilidad, de la misma manera permite modificarla según la necesidad y evaluar su viabilidad a través de la conceptualización de los elementos del diseño, la transferencia analógica y desarrollo e implementación del proyecto.

Imagen 14. Los elementos formales del armadillo posibilitaron una idea para un producto.



Tomado de: www.duiops.net/seresvivos/galeria_armadillos.html

Imagen 15. Morral diseñado tomando como referente el estudio biónico del armadillo.



Tomado de: trabajo clase de biónica alumno Vélez Felipe, diseño biónico desde el estudio del armadillo, 2008.

La mente del diseñador está siempre en la búsqueda de nuevas configuraciones. Algunas veces la observación de los entes naturales puede advertir la posibilidad de encontrar nuevas o disímiles soluciones, este segmento de intuición proyectual es el que se tomará como alternativa de trabajo, sólo basta una observación inicial para despertar y generar la chispa inspiradora que podrá convertirse en una idea que en efecto se lleve realmente a cabo después de realizado el estudio, se dará una confirmación respecto a la idea inicial.

En el mismo curso de biónica de la universidad del Valle en una segunda fase se desarrollaron proyectos teniendo en cuenta una posibilidad previa de diseño que fue transformándose a medida que se avanzaba en el estudio. Un ejemplo de ello es el proyecto de la imagen No. 15 en la cual el estudiante visualizó una aplicación previa partiendo de la observación del Armadillo con base en ello realiza la abstracción de los elementos formales relacionándolos con los mecanismos para ir conformando la propuesta; actualmente existe una empresa de artículos de marroquinería colombiana que desarrolló una propuesta similar y se ha convertido en un producto de diseño resultando muy atractivo y comercial.

TERCER ESCENARIO

Emprender un proyecto basado en una posibilidad conceptual y enfocado hacia el diseño de productos, en el desarrollo de grupos o colecciones de productos, un concepto de diseño, seleccionar un organismo natural, desarrollar el estudio biónico respectivo, conceptualizar, efectuar la transferencia analógica y ejecutar la proyección al diseño real.

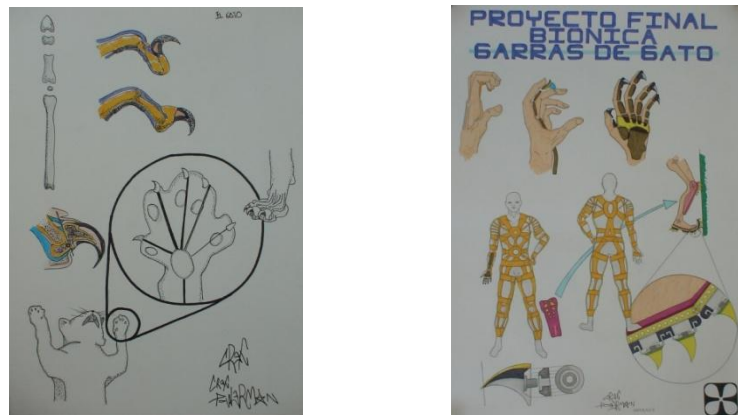
En el mundo de la moda, el diseño de vestuario, los accesorios, el calzado, la marroquinería entre otros, es el procedimiento que abordan algunos diseñadores, investigadores, creadores de tendencias, parten de un concepto para el desarrollo de lo que se denomina como colección, en este sentido las piezas desarrolladas cuentan una historia que hace referencia a un concepto, esta alternativa o concepto precisamente puede exhibir la oportunidad de encontrar en un ente natural determinado el concepto o idea de un proyecto ideal para el desarrollo de diferentes propuestas o tendencias en diseño.

Podría decirse entonces que el diseño de vestuario en sentido pragmático, cumple la función de cubrir el cuerpo, sin embargo se encuentran otras utilidades como proteger del clima, del sol, el frío, controlar y ajustar los músculos o la grasa, disimular las imperfecciones, resaltar la figura o esconderla, en el caso de la ropa deportiva, se han desarrollado diferentes prendas que permitan mejorar los resultados en deportes de alto rendimiento, con fibras que se no retengan el sudor que faciliten la transpiración y ventilación del cuerpo, manteniendo al atleta siempre ligero, es decir, sin el peso sudor lo que en muchas ocasiones puede afectar su rendimiento, es por esto y muchas otras razones que se puede encontrar en la biónica una fuente de inspiración a la solución de diversos problemas de la vida cotidiana.

CUARTO ESCENARIO

Seleccionar un ente natural sin condiciones específicas al azar realizar el estudio biónico, conceptualizar, determinar alternativas de aplicación y realizar un proyecto. Al analizar el método de estudio biónico desarrollado en la Universidad Federal de Rio Grande Du Sul, Brasil, trabajo realizado por: Wilson Kindlein Junior y Andrea Seadi Guanabara, se encuentra esta alternativa o ruta de

Imagen 16. Estudio biónico de garras de gato.



Tomado de: cuaderno de apuntes clase de biónica Alumno Ruiz Xavier, cuaderno de biónica, 2008.

trabajo, ya que enfocan el estudio del referente natural en descubrir y encontrar elementos funcionales, formales y estructurales para luego de encontrar los elementos esenciales generar su posible aplicación.

También se desarrolla como método inicial hacia el conocimiento teórico de la biónica que se ha implementado en cursos de biónica en una primera fase el estudiante de diseño con una mente curiosa trata de explorar el ente natural con los recursos primarios, como los sentidos y algunas herramientas básicas como una lupa, un bisturí y un lápiz, que permiten ir develando las formas, los

mecanismos y las relaciones. Durante este abordaje no se define un planteamiento inicial sobre un problema concreto, tan sólo se trata o se explora en la búsqueda de posibilidades; de este proceso pueden resultar abstracciones o ideas que podrán ser aplicadas posteriormente.

Así, en cualquiera de estas cuatro rutas es posible ingresar a un estudio biónico, teniendo en cuenta el interés particular o problema a resolver, ahora bien. ¿Cómo se da inicio un estudio biónico? para dar respuesta a este interrogante se presenta el siguiente segmento donde se definen y explican las fases que componen un estudio biónico, organizados en grupos de componentes que encierran una serie de tareas para facilitar el desarrollo en la búsqueda de soluciones partiendo de un ente natural.

11. FASES DE UN ESTUDIO BIÓNICO PARA EL DISEÑO INDUSTRIAL

Inicialmente estas fases se agrupan en dos etapas en la primera se hace un reconocimiento, aquí se desarrollan, teniendo en cuenta el problema de diseño, la planeación, ejecución de las tareas y datos que servirán de entrada para el avance de la segunda etapa que es la proyección en la cual las actividades sus resultados están definidos por los objetivos que se pretendan alcanzar con el estudio biónico planteados para el desarrollo de la investigación.

De esta manera se encuentra que la etapa de reconocimiento está compuesto por una fase investigativa la cual va encaminada a la selección de la ruta a tomar de las descritas en el segmento anterior, además en ella se realiza la selección del ente natural teniendo en cuenta el problema de diseño, para pasar a efectuar la observación y recolección de los datos, la información necesaria para conocer el objeto de estudio seleccionado que ofrece un panorama general del ente, de esta manera se obtendrán unos elementos que sirven de base para la realización de la fase descriptiva y analítica en la cual la información obtenida es analizada, reorganizada y sintetizada en lineamientos que componen la estructura del estudio, como lo son el formal, en el cual se describe la morfología del ente, el funcional partiendo de los mecanismos que generan sus acciones y el relacional donde se describen los aspectos que se refieren a su interacción con su misma especie y otros, hasta aquí finaliza la etapa de reconocimiento que deriva con los datos suficientes para continuar con la siguiente en que se efectúan los procesos de diseño.

Continuando con las fases de la etapa de proyección, en ésta se halla la propositiva en la cual se toman los datos generados en la primera etapa, para componer y buscar nuevas configuraciones a los objetivos del problema de diseño, lo que se pretende en ella es tomar las descripciones textuales

encontradas y reinterpretarlas desde los mismos lineamientos de forma, función y relación; los resultados de esta fase serán una serie de ideas plasmadas en bocetos y finalmente una última fase proyectiva o de diseño donde se toma ese listado de ideas previas y se les realiza una evaluación en función de los requerimientos y determinantes para hacer la selección de la propuesta a desarrollar en la cual se efectuarán bocetos más detallados para concluir con el diseño final.

Así pues, hasta el momento se tienen para el desarrollo de un estudio biónico dos etapas, una de reconocimiento compuesta por una investigativa y una fase descriptiva y analítica, además una segunda etapa de proyección en la que se encuentran las fases propositiva y la fase de proyectual, ahora bien, para comprender cada una de las tareas que conllevan estas fases se organizan en módulos que facilitan su ejecución.

12. MÓDULOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN INSTRUMENTO DE ESTUDIO BIÓNICO

Para conformar un método o métodos de estudio para el caso de la biónica en diseño, es necesario establecer una serie de módulos; algunos pueden ser interpretados paso a paso, sin embargo, el objetivo es que cada proyecto pueda tener una ruta específica tomando los módulos más pertinentes dependiendo del tipo de alternativa elegida y el tipo de resultado que se espera encontrar, con éstos se generará una matriz metodológica que se tomará, como guía para el desarrollo del estudio.

Imagen 17. Esquema trabajo de estudio Biónico para el desarrollo de ideas en diseño industrial



Esquema desarrollado por el tesista para el presente documento

La modulación permite organizar la información por categorías en cada uno de ellos, establecer tareas concretas y desarrollarlas para generar unas respuestas que sirven de entrada al siguiente módulo hasta el desarrollo de la idea. Los siguientes son los módulos que se proponen para un estudio biónico:

Selección de alternativa de estudio

El proceso de seleccionar una alternativa de trabajo es la manera más adecuada para iniciar a definir el rumbo que tomará el estudio biónico, permitiendo visualizar y generar una guía o matriz desde la cual se pueden prever e identificar qué tipo de resultados se obtendrán y de esta manera lograr establecer la forma como se realizará el estudio, teniendo en cuenta el capítulo que las define, enumeran y explica.

Selección del ente natural u objeto de estudio biónico

Teniendo en cuenta el tipo de alternativa de estudio, por ejemplo, la selección de un elemento natural partiendo de un problema específico, desde el cual se busca con unos parámetros específicos que permiten acotar el estudio haciéndolo aún más focalizado hasta conseguir el ente que mejor resuelva el problema en el entorno natural específico y que dé la mejor solución posible. otra senda para la selección de manera subjetiva por más apreciación personal, aunque puede ser una alternativa abierta puesto que no condiciona su estudio, no obstante es compleja, debido a que los procesos y el análisis deben abordar todas las áreas, pero es interesante porque permite evidenciar diversas alternativas, ofreciendo un panorama más amplio para la aplicabilidad en diferentes proyectos. Del mismo modo, desde una observación previa de un ente natural se puede disponer de un extenso conjunto de posibilidades de aplicaciones, o de apropiarse de un elemento natural que contribuye al desarrollo de ideas para un determinado proyecto.

Observación

La observación es el punto de partida propiamente dicho, de aquí empieza la perfilación del estudio biónico mediante el cual se describen aquellos componentes con los cuales se desarrollará el estudio y la abstracción de soluciones, como se planteó con los elementos de estudio. La observación comprende además del primer impacto retinal, la captura de los datos, así como la medición, clasificación y descripción del ente puede decirse entonces que hace parte o está incluido en el módulo de recolección.

Recolección de información

El investigador para efectuar el proceso de recolección de la información hace uso de instrumentos diversos que le ayudan a acercarse a los fenómenos y extraer los datos necesarios para la estructuración de la investigación. Estos instrumentos pueden distinguirse por su forma, en este sentido la recolección de datos son de tres tipos

Visual: mediante la descripción de todos y cada uno de los elementos formales que lo componen, es decir, su color, textura, configuración, proporción, dimensión.

De igual manera está la información tipo biográfica: hace referencia a la captura de información de tipo general del ente así como nombre, reino a que pertenece, clasificación, especie, hábitat, descripción del entorno, identificación de especies con las que comparte dicho hábitat. Finalmente se presenta un aspecto de tipo relacional: fase en la cual se describe el comportamiento de atracción o repulsión frente algunos determinantes como:

Habitad: evaluando y describiendo acciones que genera el entorno habitado, iniciando con las condiciones climatológicas y las geográficas, además de analizar cómo afectan los cambios frecuentes del espacio habitado, los ciclos y la

descripción de las temporadas, por ejemplo, cómo es el proceso de la búsqueda de alimento o qué hacen para resguardarse de diversos contratiempos.

De su misma especie: a través de la descripción de las acciones que tiene con los de su misma especie, en otras palabras, cómo se realiza la atracción del macho hacia la hembra para el caso animal o cómo se realiza el acto reproductivo.

Por último con otras especies: reseñando las acciones de las especies con quienes conviven, por ejemplo, si necesita de otras o cómo se defienden en caso de supervivencia.

Análisis

El proceso de análisis es un trabajo especial en el cual se efectuará un proceso mental logrando llevar al máximo las capacidades del investigador y con el objetivo primordial de reexaminar e inspeccionar la información recopilada, para desarrollar una nueva selección en función de la modificación de la alternativa de estudio o del replanteamiento de los objetivos del proyecto. Una vez elaborada esta revisión se podrá establecer la ruta que ayudará a determinar la manera desde la cual se generarán las propuestas o ideas para la configuración en cuanto al diseño, la formal, función o de relación entre estos aspectos.

Síntesis formal

Teniendo en cuenta la definición de síntesis en literatura como “un escrito donde se denotan las ideas principales de un texto” podemos trasladarlo hacia el diseño como la identificación de los elementos formales que componen el ente en sus diversos aspectos proporción y dimensión. Bidimensionalmente, esto se puede lograr mediante la descomposición produciendo una geometrización para hallar las formas básicas que lo definen, una fragmentación que permite visualizar la cantidad de piezas que las componen, en el todo para hallar los estilemas que lo definen como tal, teniendo en cuenta los elementos básicos de diseño definidos por Wucius Wong (1983), en su documento “Fundamentos del diseño BI – y TRI-

dimensional” conceptuales, visuales, de relación y los elementos prácticos, los conceptuales “no son visibles, de hecho no son” punto, línea, plano, volumen, los visuales, son los elementos conceptuales se hacen visibles mediante la forma, la medida, el color, la textura, los elemento de relación, pueden definir la ubicación y la interrelación de formas bidimensionales y tridimensionales, la dirección, posición, el espacio, la gravedad, y por último los elementos prácticos hacen referencia a las cualidades formales y funcionales, representaciones, significados, funciones y las funcionalidades; estos elementos permiten identificar y describir el ente. En otras palabras los visuales exponen una tendencia a captar una realidad según un ente y su entorno.

Síntesis funcional

La funcional permite la descomposición e identificación de los elementos tridimensionales y describen los mecanismos adecuados de actuación encontrados en la recolección de información en cuanto a los movimientos y comportamientos, por medio de la replicación en modelos funcionales tales como maquetas y/o los prototipos a escala para aprender su funcionamiento. Es decir explica cómo el ente se ha desarrollado como herramienta de comunicación reflejando ciertas funcionalidades comunicativas en un diseño.

Síntesis relacional

Otro instrumento de análisis es la síntesis relacional con la cual se describen los mecanismos de atracción y/o repulsión, en este sentido, se definen los elementos formales y/o funcionales que provienen de las acciones encontradas de las relaciones del ente en diversos ambientes como en su entorno, con su misma especie y/o con otras en el caso del reino animal, la técnica de cómo busca el alimento, cómo realizan este proceso y cómo éste afecta las relaciones con los de su misma especie, comprender los rituales de comportamiento, el apareamiento,

la crianza, entre otros aspectos relacionados directamente con la convivencia y las relaciones como también los mecanismos de defensa y protección.

Retroalimentación de proyección formal

Después de abstraer del ente natural aquellos elementos estudiados, analizados y que se sintetizan en forma de leyes naturales, teniendo en cuenta que así ha funcionado para la naturaleza a través del tiempo y que podrían funcionar para la conformación del diseño, llega el momento de trasladar esas leyes al planteamiento de ideas de diseño propiamente dicho por ello, aquí se realiza un proceso mental donde se reconfiguran esos elementos encontrados en ideas para el diseño, este procedimiento es lo que se conoce como traslado analógico. Para entenderlo se tomó una herramienta que estudia, analiza y describe su funcionamiento, PAM²(Sánchez Mauricio, 2006), aquí se presenta el resultado de un trabajo de investigación que muestra cómo se ha generado en trabajos de estudiantes el traslado analógico, evidenciando sus elementos y funcionamiento, de igual forma presenta matrices que permiten de acuerdo al proyecto la generación de propuestas de diseño.

En el PAM, se encuentra el resultado de trabajo de varios meses de estudio que se apoya procesos académicos realizados por profesores y estudiantes a lo largo de cursos de diseño y proyectos de grado, por ello, se convierte en un documento de especial interés para el desarrollo del presente proyecto, el cual tomará lo correspondiente al tema haciendo una relectura proyectada al traslado analógico para el estudio biónico, teniendo en cuenta que es un concepto que apareció en la investigación inicial en la ejecución de este proyecto.

El Pensamiento Analógico por Modelos es “un tipo de pensamiento analógico con capacidad pedagógica de referentes existentes en el universo natural, artificial y

² Pensamiento Analógico por Modelos de la Universidad Jorge Tadeo Lozano de Bogotá.

cultural, para que a través del proceso de transpolación analógica sirvan como recursos creativos para el proyecto de diseño”. El PAM se convierte pues, en una herramienta productiva para la generación de propuestas creativas a partir del análisis de los conceptos encontrados en los universos mencionados, por medio de asociaciones y comparaciones derivando nuevas relaciones, concepciones e imágenes.

La Analogía y Lo Análogo

Para entender cómo funciona el traslado analógico, se definen primero los conceptos, de analogía y lo análogo, donde el primero surge como “el grado de correlación, establecido por el pensamiento, entre dos calidades con susceptibilidad comparativa, no sólo por sus atributos, sino también por sus parámetros de relación y la intencionalidad comunicativa que tengan” (Oliva, 2004) se trata de la comparación de dos entidades de las cuales se evidencian similitudes dentro de sus diferencias, es decir hallar una conexión entre las dos. “lo análogo, el cual quiere decir proporcionado, hace referencia al equilibrio y correspondencia que debe existir entre lo analizado y la propuesta de diseño y las demandas, expectativas, códigos e ideologías del grupo receptor.” (Sánchez Mauricio, 2006) Lo mismo que hallar coherencia entre los elementos descubiertos en el estudio biónico y la propuesta de diseño teniendo en cuenta el objetivo, los determinantes y requerimientos.

Universos Cotidianos

Son los espacios de donde proviene la información, “estructuras de información”, donde “cada uno de tales universos exterioriza en sus componentes y relaciones una serie de enfoques, interpretaciones y perspectivas de una realidad determinada que al ser leídos. Interpretados y abstraídos se pueden procesar como recursos.” (Sánchez Mauricio, 2006) Son tres los entornos o universos que proponen en el PAM:

“Naturaleza: compuesta por organismos y entornos biológicos y sus relaciones.

Artificialidad: Constituida por organismos y entornos artefactuales y sus relaciones.

Cultura ideológica: establecida por ideologías y principios culturales situaciones culturales y sus relaciones”

Es la naturaleza el universo o espacio en el cual el estudio biónico se desarrolla, según el PAM, estudiar la naturaleza como fuente para el trabajo de diseño puede presentar una dificultad que radica en que generalmente los estudios que se realizan se pueden centrar sólo a realizar análisis “de orden morfológico, biomecánico y físico” ya que “no tienen en cuenta principios significativos ni relacionales” esto hace que el traslado analógico se vea poco elaborado y bastante superficial, por ello, en el presente estudio se desarrollarán los módulos que permitan explorar estas relaciones que favorezcan la generación y ampliación de propuestas con diseños más complejos, más propositivos.

El PAM presenta una taxonomía general de los organismos y entornos biológicos:

Reino animal: se analiza de distintas variables pero desde dos aspectos, “Comportamiento interno: como organismo autónomo, (desde su ontología).

Comportamiento externo: relaciones con otros organismos similares o diferentes, con el medio y el ser humano.” Se estudian los elementos orgánicos, físicos y simbólicos desde las interacciones que se establecen entre los de su misma especie y diferentes a ellos así como con el ambiente.

Reino vegetal: este debe ser estudiado no sólo desde las funciones básicas “desde lo denotativo” sino además como organismo individual que cuenta con un objetivo principal, “lo connotativo”, esto partiendo de que ningún ente en la

naturaleza es un organismo independiente ya que debe entenderse como un microsistema que hace parte de un sistema siempre complejo.

Reino Mónera y Protista: “Es el universo de organismos y procesos microscópicos. Hoy la tecnología da la oportunidad de conocer su carácter, expresión y estructura física, significativa, morfológica y relacional.” Muchos de los estudios realizados desde la biomimética estudian los organismos en su composición atómica para entender y aprender el funcionamiento químico que es en muchos casos la esencia de su funcionamiento y comportamiento.

Entorno Natural: “Medio en el cual los organismos biológicos establecen relaciones directas con su complejo espacial, lo que les permite sobrevivir con carácter global y sistémico”.

Espectro de traslado

Como se planteó en las consideraciones, la diferencia entre los términos biomimética y biónica, se retoman nuevamente en función de los resultados, el espectro de transferencia analógica permite visualizar e identificar el grado o nivel de transferencia que se logró o logrará para desarrollar un proyecto, según el PAM este espectro “no suministra propuestas concretas, pero si evidencia y provee pautas generales para realizar el traslado desde el modelo de análisis hasta la propuesta de diseño” (Sánchez Mauricio, 2006) en términos de la biónica, se toman los elementos encontrados en el estudio para generar alternativas de diseño en los diferentes niveles de traslado, el cual permite identificar que tan cerca o lejos se encuentra del ente estudiado.

El PAM “se presenta como un mapa que define dos extremos, el de la tendencia a la literalidad (mimético)” tal como se definió en las consideraciones acerca de las propuestas que se generan a partir de la biomimética, el otro extremo “la tendencia a la abstracción (homólogo), donde las relaciones entre el modelo

analizado y lo propuesto son muy lejanas” (Sánchez Mauricio, 2006) en este extremo permite generar ideas más propositivas que parten del referente natural. Pero tratándose de niveles entre estos dos extremos también se pueden encontrar una serie de interfaces.

Mimético

En éste nivel “los traslados poseen tendencia morfológica y son propensos a la literalidad...” de acuerdo con el instituto de biomimética la emulación del organismo estudiado es el objetivo a desarrollar, “sin embargo debe existir cierto grado de abstracción dirigido a las exigencias de uso del contexto” (Sánchez Mauricio, 2006), pero además lo creativo del proceso mimético radica en encontrar los materiales que permitan emularlo para el contexto que lo requirió.

Homólogo

Tipo de traslado que hace referencia al ente estudiado “Es el grado de mayor abstracción y el más propositivo, razón por la cual los traslados son de orden conceptual o comportamiento, eso le permite al diseñador hacer una propuesta distinta a los puntos de origen, lo cual provoca que la respuesta sea menos obvia y más innovadora.” (Sánchez Mauricio, 2006).

Interfaces

Posiciones relativas entre lo mimético y lo homólogo.

Teniendo en cuenta cómo se efectúa la transferencia analógica se puede desarrollar esta retroalimentación entre los elementos de la síntesis y la mente del diseñador que propone a través del proceso mental creativo el desarrollo de nuevas alternativas, efectuando una exploración proyectual o también conocida como diseño teniendo como alternativas los elementos formales encontrados para componer otros. Se inicia el proceso de bocetación, fase en la cual se intenta plasmar las ideas, tomando como herramienta de apoyo los recursos de diseño,

los cuales permiten argumentar conceptualmente una forma, una composición o un producto, en otras palabras, tomar las formas encontradas en la síntesis formal y realizar nuevas configuraciones en función de la necesidad.

El proceso de bocetación se efectúa con base en los conceptos de diseño que permiten ir componiendo y configurando las ideas, algunos de los siguientes se convierten en herramientas de construcción formal, se relacionan los más empleados.

- La forma: hace referencia a la apariencia de los objetos o de las propuestas bidimensionales, conformadas por puntos, líneas, volúmenes y transiciones entre superficies.
- Repetición: identificación de la forma que aparece más de una vez, se presenta serie de repeticiones de tamaño, figura, color, textura, posición y gravedad. Y pueden derivar en patrones, mediante módulos, submódulos y supermódulos.
- Estructura: generación de soporte conceptual, físico y estético del diseño. Ésta puede convertirse en una retícula plana o volumétrica.
- Similitud: cuando las formas tienen cierto grado de familiaridad son diferentes, sin embargo se parecen.
- Gradación: proceso mediante el cual se da la transición de tamaño o figura de una forma a otra. Es decir un proceso de transformación de un ente natural con base en otros aspectos relacionales.
- Radiación: concentración del diseño de distribución concéntrica, centrífuga y centrípeta.

- Anomalía: cuando hablamos de perturbación en el diseño y que está focalizada hacia el posible rompimiento en el ritmo y/o la armonía hacemos referencia a aspectos de anomalía.
- Contraste: durante el proceso de observación se hace evidente la discriminación visual de figura y fondo, presentada a nivel de primer y segundo plano.
- Concentración: este aspecto permite la identificación en masa de diferentes densidades de formas en un determinado sitio interés o de información.
- Simetría: Se presentan efectos de simetría cuando las formas se repiten o se reflejan por uno o varios ejes, dicho reflejo puede revelarse a nivel; es decir central, axial y bilateral.
- Textura: la rugosidad superficial de los objetos, se evidencia en diferentes planos como el estético, funcional o ergonómica.
- Espacio: determinado como el plano o volumen que ocupan una o varias formas permitiendo la organización de éste en cuanto a distribución, creando volumen o una superficie.
- Color: los colores son elementos visuales que confiere al producto características estéticas, de comunicación y significado, relacionadas, asociadas con la creación ejecución o contemplación y las funcionales que posibilitan la segmentación del artículo. Estos elementos se jerarquizan en colores primarios, secundarios y complementarios.
- Proporciones: tomando en cuenta que es una igualdad entre dos razones podría expresarse en diseño como las relaciones de crecimiento y comparación entre un todo y sus partes, o entre el todo y

otras formas que conforman un sistema. En este caso es el prototipo o maqueta que se va a generar.

- Ritmo: un flujo de movimiento controlado o repetición armónica de por lo menos tres formas en una serie regular, con igualdad de intervalo. Éste puede originarse o producirse de manera simple, en progresión con gradación de tamaño y/o con alteración de forma.
- Equilibrio: la colocación de los elementos en el diseño puede expresarse en forma armónicas que permite que los contenidos u objetivos del estudio tengan jerarquización respecto a otras por lo que es indispensable lograr la combinación adecuada de elementos que logren generar un impacto visual. Percibe como estable y con gravedad, el equilibrio puede ser simétrico y asimétrico.
- Escala: hace referencia a la colocación de elementos en el diseño, ésta puede originarse entre la relación de tamaños y otras características del producto que forman el diseño, dicha relación se da de forma proporcional de crecimiento o decrecimiento.
- Dimensión: la relación de magnitud entre longitud, área y volumen. Puede darse en dimensión entera, basado en la geometría euclidiana donde la línea igual a 1, el plano a 2 y el volumen a 3, y se conoce como dimensión fraccionaria formada por la geometría fractal, donde las formas son más que una línea y menos que un plano, y más que un plano pero menos que un volumen.

De igual manera mediante la interrelación de formas se pueden obtener varias opciones que articuladas entre sí den origen a nuevas alternativas que pueden ser exploradas y tenidas en cuenta dentro del proceso investigativo en la fase de

bocetación, siendo ésta una parte fundamental en la técnica de creación exploración, así como:

- El distanciamiento cuando las formas están separadas aunque sea mínimamente.
- La Unión se explora una vez las formas se juntan tanto que al final en el proceso de observación dicha unión se pierden los contornos de las formas originales ocasionando fusionamiento y generando nuevas formas.
- Toque o también conocidos como yuxtaposición y se produce cuando se acercan dos o más formas y comienzan a tocarse y el espacio que las mantiene separadas queda suprimido.
- Sustracción: esta relación se produce una vez se inicia la superposición de una forma que puede ser invisible sobre otra eliminando la parte común.
- Superposición: se produce en el momento en que una forma se acerca tanto a otra que se cruza cubriendo una proporción que no se observa.
- Intersección: una forma se superpone con otra, pero solamente se hace visible la parte común, las interrelaciones pueden no recordarnos las figuras originales con la nueva figura o forma creada puesto que por el cruce se producen nuevas formas o figuras.
- Penetración: una forma se introduce en otra, aunque los contornos de las formas iniciales se mantienen.
- Coincidencia: finalmente cuando una forma se superpone totalmente a otra de idénticas características y se observa una sola forma se produce una coincidencia.

La implementación de este instrumento facilita la construcción de nuevas morfologías que se desarrollan partiendo de las formas o estilemas encontrados en el ente estudiado y descrito.

Retroalimentación de proyección funcional

La exploración en los mecanismos para aprender su funcionamiento mediante la emulación, pero diseñándola en función del proyecto, y generar propuestas coherentes y prácticas que contribuyan a la solución del problema, tomando en cuenta cada uno de los mecanismos encontrados en la síntesis funcional y que permitan reinterpretarlos en un proyecto o solución; éste proceso permite que se genere una retroalimentación de proyección funcional, es decir el desarrollo de ideas a partir de los movimientos y/o comportamientos del ente natural descritos inicialmente en un módulo anterior.

Retroalimentación de proyección relacional

Estableciendo la exploración proyectual o de diseño en el desarrollo de composiciones y partiendo de las relaciones encontradas para elaborar nuevas configuraciones se logra el proceso de compartir observaciones, preocupaciones o sugerencias con el objetivo de obtener información a nivel individual o colectivo para intentar mejorar el diseño o prototipo.

Selección de alternativa proyectual dependiendo de la alternativa de estudio.

Inicialmente es indispensable evaluar las diversas alternativas en función de los atributos y requerimientos para el desarrollo del nuevo producto, es necesario además, evaluar y clasificar las alternativas de acuerdo con el grado de satisfacción de los requerimientos y determinantes del proyecto, teniendo en cuenta cada uno de estos parámetros se procede a la escogencia de la mejor opción de acuerdo a su viabilidad, pertinencia y objetivos a alcanzar.

Desarrollo de la idea

Después de la selección de la mejor opción se procede a la realización directa del diseño con bocetos más claros y definidos, que contengan información detallada, guardando total interés a los detalles para su producción de igual manera la forma cómo se producirá, la maquinaria que se requerirá, el tipo de materiales que se efectuará, teniendo en cuenta además factores ergonómicos para el caso de productos que estarán directamente relacionados con usuarios determinados, es decir, si se tratase de artículos diseñados especialmente para funciones concretas que requieran unos determinados materiales, ya sea por factores legales o de seguridad.

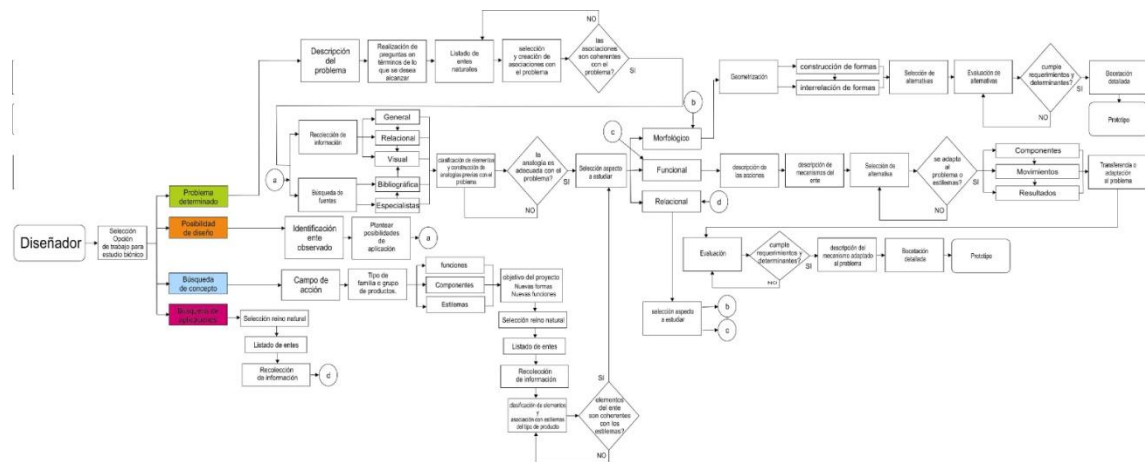
Diseño.

Aquí se pasa de los bocetos al planteamiento real de la idea inicial el diseño propiamente dicho; éste se puede realizar mediante modelación en tres dimensiones para la verificación tanto de aspectos formales como de los funcionales, ya que los desarrollos mediante software especializado favorecen la comprobación de éstos. También se puede realizar el diseño mediante la creación de prototipos, que permitan ser puestos a prueba, de esta manera se presentan unos resultados que sirven para el mejoramiento del diseño.

13. COMPOSICIÓN DEL INSTRUMENTO PARA UN ESTUDIO BIÓNICO EN
DISEÑO INDUSTRIAL

Teniendo los módulos anteriores definidos se puede componer una matriz en función de la alternativa escogida basada en el objetivo de diseño. las composiciones de la matriz se realizaron teniendo en cuenta diversos factores, que varían dependiendo de la alternativa y los objetivos a alcanzar, es decir si el objetivo de diseño está enfocado hacia la búsqueda e identificación de formas se seleccionan los módulos de estudio que permitan identificar y explorar con elementos morfológicos, así mismo si el objetivo es encontrar componentes que permitan mejorar el funcionamiento de un diseño, en este sentido se

Imagen 18 Diagrama de flujo para la construcción del instrumento de estudio biónico.



Esquema desarrollado como parte de resultado de la investigación para el desarrollo del proyecto, realizado por el tesista

seleccionarán los módulos para acceder a ellos y explorarlos, de esta forma se pueden establecer composiciones de matrices.

Para implementar el instrumento se deben tener en cuenta el modo de abordar el estudio biónico, así como los objetivos que se pretenden alcanzar para ser preciso y directo en la búsqueda del ente definiendo una ruta específica de

trabajo, así se entiende que, en la matriz para un estudio biónico desde un problema se toman como base la metodología empleada por “The Biomimicry Institute” la cual tiene como principio fundamental al iniciar el proceso investigativo el planteamiento de un problema específico, permitiendo llegar a un esquema de trabajo más puntual y focalizado en la búsqueda del ente a estudiar, acceder desde el inicio una inquietud previamente definida e ir direccionando el estudio biónico.

La jerarquización del trabajo de investigación en módulos varía dependiendo de los objetivos del problema, sean formal, funcional o relacionamente. Estos módulos posibilitan el manejo de información puntual y precisa en función de los objetivos a alcanzar, ya que a cada uno de ellos se llega con una información concreta y contienen una serie de tareas las cuales generan unas respuestas que a su vez sirven de información de entrada para el siguiente módulo, en este sentido se tienen varios enfoques dependiendo de los objetivos de diseño: si partimos de un enfoque morfológico el estudio y la descripción de las formas y estructuras determinará los elementos con los cuales se explorará; teniendo en cuenta el problema y los objetivos del proyecto, se desarrollarán las posibles alternativas y la generación de nuevas ideas, así mismo el enfoque funcional estará delimitado hacia el análisis y explicación de mecanismos y procesos que definan sus componentes y el funcionamiento del objeto de investigación o ente natural facilitando la exploración de alternativas en función del problema inicial y los objetivos del proyecto, y finalmente si se estudian y describen los comportamientos dentro de los cuales aparecen relaciones directas con el ambiente, en las de su misma especie o con otras diferentes, y si además en éstas se evidencian elementos morfológicos, procesos y mecanismos que pueden aportar a la exploración y desarrollo de nuevas alternativas, pero todo en función de los objetivos del problema, entonces éste será un enfoque de tipo relacional.

Así pues, el enfoque que se determine abordar facilita una concentración de la información en cada módulo a desarrollar desde el planteamiento inicial o camino a seguir continuando con la matriz para un estudio biónico, para la búsqueda de un concepto de diseño se desarrollan muchos productos a excepción de algunos que para ser atractivos, deseables y vigentes están definidos por un concepto netamente comercial, que responde a dinámicas de producción y consumo que son conocidas como “moda”; desde este enfoque los diseñadores en diversos ámbitos proponen opciones, efectúan procesos de investigación en tendencias y crean productos que favorecen la retroalimentación de los ciclos de consumo. Los conceptos de moda son capturados en diferentes ámbitos sean como en el caso de la literatura, un libro, en el cine una película, en la sociedad un personaje, en la arquitectura un espacio. Esta manera de estudiar la biónica fomenta el desarrollo de conceptos para la creación o renovación de productos tomando la naturaleza como fuente de inspiración.

Ahora bien, una matriz para un estudio biónico desde una previa posibilidad de solución, ayuda a encaminar con los instrumentos del estudio a una construcción controlada y predeterminada hacia el desarrollo del diseño pensado, es decir los módulos y enfoques que se emplearán estarán condicionados a la consecución directa de la idea previamente concebida, pero se debe tener en cuenta que la posibilidad de solución es en un principio un idea vaga sin argumento sólido, por ello lo que el estudio pretende es generar los argumentos para que la idea se convierta en un diseño estructurado y realmente fundamentado.

Finalmente la matriz para un estudio biónico al azar es una alternativa de estudio que pareciera ser la más fácil de seleccionar, ya que no se limita por problemas específicos, ni por la búsqueda de un concepto de diseño, ni por posibilidades de solución previas ya que por ser abierto es necesario el empleo de todos los

módulos y enfoques, ya que se deben recolectar, estudiar y analizar todos los aspectos para visualizar en cada uno posibilidades de aplicación posterior.

Así pues, el estudio biónico mediante la matriz facilita la búsqueda y recolección de la información, así como la organización de los datos, el análisis se hace más puntual y los procesos creativos se generan con enfoques orientados, teniendo en cuenta esto se proponen una serie de formatos que facilitan dichos procesos.

14. FORMATOS QUE COMPONEN EL INSTRUMENTO DE ESTUDIO BIÓNICO

El proceso de un estudio biónico por medio de una matriz, facilita la recolección, la organización, el análisis y el desarrollo de la propuesta. En el capítulo anterior se desarrolló cada uno de los módulos con los cuales se ejecuta el trabajo, y en éste capítulo se presentan los formatos que sirven de apoyo o instrumento guía para la realización de cada uno de ellos. Éstos se conforman por preguntas, listados de conceptos y tareas, con las cuales el investigador, formulará, seleccionará y realizará para ir compilando el estudio de manera sistematizada.

El primer formato o guía está dirigida a la selección de la alternativa de estudio, ya que al iniciar una investigación en biónica, como se ha planteado anteriormente, se debe seleccionar el método de trabajo según el cual se encaminará y con ella acceder a un proceso determinado de la observación, análisis y construcción de ideas de diseño.

El formato presenta una serie de cuatro iconos que fueron desarrollados a partir de los elementos principales de la naturaleza, tierra, agua, fuego, aire, con ellos se identifica la ruta a seguir, están ubicados en cada formato que pueden aplicarse a una o varias rutas, de esta manera si hay un solo icono en el formato indica que es solo para la realización en esa opción, si aparecen los cuatro, significa que el formato puede aplicar para las cuatro opciones.

Imagen 19 Formato I opción de trabajo

FORMATO I	
SELECCIÓN DE OPCIÓN DE TRABAJO	
Opción A Existe un problema de diseño seleccione esta opción si cuenta con un problema específico de diseño al cual desea encontrar solución a través de un estudio biónico, aplica para generar nuevas configuraciones formales de diversos productos, búsqueda de mecanismos, innovación y rediseño, reingeniería.	
Opción B Posibilidad de diseño seleccione esta opción si después de haber observado un ente natural ha visualizado mentalmente algunas posibilidades aplicativas de diseño que puedan ser confrontadas, confirmadas o corroboradas mediante estudio.	
Opción C Búsqueda de concepto de diseño seleccione esta alternativa si al realizar el estudio biónico pretende encontrar un concepto de diseño enfocado a la aplicación de diseño de producto, grupo o familia de productos.	
Opción D Encontrar ideas aplicativas en diseño Esta posibilidad de trabajo se aplica cuando se desea estudiar un ente natural para descubrir y generar diversas ideas de aplicación ya sean formales, funcionales o ambas.	

Imagen 20 Formato II selección ente natural /problema

FORMATO II-A

SELECCIÓN DEL ENTE NATURAL



1. Problema de diseño
 Describa el problema de diseño al cual buscará respuestas con el estudio biónico.
2. defina los objetivos que pretende alcanzar del proyecto.
3. escriba los requerimientos y determinantes para el proyecto.

Requerimientos	Determinantes
4. Realice las preguntas en términos de lo que se desea alcanzar.
 De cuales mecanismos se vale la naturaleza para.....
5. Búsqueda
 Realice la búsqueda de entes que resuelvan las preguntas formuladas en el punto anterior, como fuentes puede investigar en material bibliográfico, especialistas e internet, puede hacer uso de una base de datos la web www.asknature.org allí podrá encontrar listado de alternativas.
6. Evaluación de los entes encontrados
 Evalúe los entes encontrados para ello tomará los objetivos para cuantificar en porcentajes desde 10% que poco se acerca a la solución a 100% el que mas se acerca cada ente.

Objetivos del proyecto	Ente natural	%
7. selección del ente
 Definir el ente con mayor calificación.

El segundo formato permite identificar el ente natural a estudiar mediante la construcción de las preguntas formuladas de manera enfocada hacia los objetivos de la investigación, de allí se parte para la realización de un listado de

FORMATO II-B
SELECCIÓN DEL ENTE NATURAL



Posibilidad de diseño

1. Escriba el nombre del ente observado inicialmente que posibilitó una idea de aplicación, puede utilizar nombre común o familiares.

Nombre del ente observado: _____

2. Posibilidades previas de diseño:
describa las posibilidades aplicativas de diseño que podría tener el ente observado.

3. Identifique los elementos formales, funcionales o relacionales susceptibles de ser estudiados

Formales se refiere a encontrar las configuraciones que componen el ente escogido

Funcionales estudiar los mecanismos que se manifiestan en el ente.

Relacionales evidenciar los elementos formales y funcionales en función de las relaciones intraespecíficas, interespecíficas y con el entorno natural.

opciones y la selección del ente a estudiar. Cada ruta de trabajo tiene un formato

de selección del ente natural.

Imagen 22 Formato II-C selección ente natural/concepto

FORMATO II-C
SELECCIÓN DEL ENTE NATURAL



Concepto de diseño

1. Identifique el campo de acción en el cual desea encontrar un concepto de diseño para un grupo o familia de productos.
campo de aplicación: _____

2. Nombre del grupo o familia de productos a proyectar con concepto: _____

3. Describa las principales funciones del grupo de productos. _____

4. Enumere los componentes de cada uno de los productos. _____

5. identifique los estilemas del grupo o familia de producto. _____

6. Plantee el objetivo del proyecto, para el caso puede ser encontrar nuevas configuraciones o nuevas funciones. _____

7. Selección de Reino natural que desea estudiar:
Animal/ser humano ☐ Vegetal ☐ Monera y Protista ☐ Hongo ☐

8. listado de entes
Realice una lista de entes de su interés dentro del grupo seleccionado y seleccione uno para el estudio biónico en función de lo que pretende alcanzar.

9. Evaluación de entes, realice asociaciones entre los entes y los estilemas para cualificar e identificar cual de ellos se identifica con el objetivo planteado para la búsqueda del concepto.

Ente natural	asociación o analogía	Estilemas

10. Nombre del ente seleccionado: _____

Imagen 23 Formato II-D selección ente natural/búsqueda

FORMATO II-D
SELECCIÓN DEL ENTE NATURAL



Para la búsqueda de ideas de diseño

1. Especifique el área de su interés dentro de la disciplina del diseño industrial.

2. Selección de Reino natural que desea estudiar:

Animal/ser humano ☐ Vegetal ☐ Monera y Protista ☐ Hongo ☐

3. listado de entes

Realice una lista de entes de su interés dentro del grupo seleccionado y seleccione uno para el estudio biónico en función del área de interés expuesta.

4. Nombre del ente seleccionado: _____

Imagen 24 Formato III-A Información general

FORMATO III-A

RECOLECCIÓN

DE INFORMACIÓN



General

Consigne aquí la información referente al ente como unidad.

Nombre científico
Nombre común
Reino
Especie
Disciplina encargada de su estudio desde la biología
Origen evolutivo
tipo de origen, Endémico, migratorio o introducido
Describa cualidades que lo caracterizan desde el tipo de origen
identificación de comportamientos en
tipo de alimentación
tipo de reproducción

El siguiente formato facilita la observación y recolección de los datos, en ésta se encuentran los ítems que organizan la información del ente y se desarrolla en tres grupos: el primero captura datos generales del objeto de estudio seleccionado, el segundo recoge la información referente a las relaciones y comportamientos, y el tercero registra la información visual, la descripción formal del ente.

Este formato se desarrolla con base en las relaciones establecidas en “introducción a la ecología” (Dreux, 1994) aquí se clasifican los tipos de relaciones que se generan en los ecosistemas, por ello es ideal para utilizar estos términos y evidenciar de forma sistemática esta información además para la comprensión de ellos.

Imagen 25 Formato III-B información relaciones

FORMATO III-B RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

De relaciones

describa los datos referentes a las relaciones que establece el ente con su misma especie, otras el medio ambiente geográfico, ambiental e intercambio energético.



1. Relaciones intraespecíficas (con su misma especie)
1.1. relaciones de competencia
a. alimentación
b. Protección
c. Reproducción
d. Defensa territorial
1.2 Relaciones de cooperación
a. Para el mantenimiento de la convivencia en momentos de tensión
b. Para el mantenimiento de la convivencia eliminando tensión, juegos, desparasitación, relaciones sexuales.
c. Para la crianza de los hijos.
2. Relaciones interespecíficas (con otras especies)
2.1. relaciones tróficas(por necesidad de alimentación)
ejemplo, depredación, mutualismo, parasitismo, comensalismo, simbiosis y competencia.

La recolección de la información visual se registra en este formato que presenta desde las vistas generales ortogonales hasta lugar para imágenes de los detalles,

se puede hacer uso de fotografías, infografías para explicación de mecanismos entre otros.

Imagen 26 Formato III-C información Visual

FORMATO III-C RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Visual

Registre los datos visuales referentes a los elementos de diseño, mediante dibujos, infografías, fotografías, esquemas descriptivos, ilustraciones propias y de otras fuentes que muestren las formas, los colores, las texturas, los tamaños y las dimensiones que componen el ente

vista general	vista frontal	vista posterior
vista lateral derecha	vista lateral izquierda	Isometrias
Exposición	Segmentaciones	Componentes detalles
Colores	Texturas	Dimensiones

En el módulo de análisis, se encuentra el formato donde se clasifican los elementos formales, estructurales, funcionales y de relación para asociarlos con los objetivos del proyecto que permite enfocar mejor el estudio.

Imagen 27 Formato IV análisis

FORMATO IV ANÁLISIS



Identificación de elementos de estudio

Este formato permite clasificar los elementos formales, estructurales, funcionales y de relación encontrados en el ente para relacionarlos con el problema planteado.

- Identifique los elementos formales encontrados en los formatos de recolección de la información que considere adecuados para estudiar en función del problema.

- Identifique los elementos funcionales encontrados en los formatos de recolección de la información que considere adecuados para estudiar en función del problema.

- Identifique los elementos relacionales encontrados en los formatos de recolección de la información que considere adecuados para estudiar en función del problema.

- Relacione los anteriores elementos con el objetivo alcanzar, estableciendo comparaciones o asociaciones entre ellos para evidenciar un primer acercamiento y enfocar el objeto de estudio en aspectos puntuales.

	Elemento	Analogía	Objetivo
Formal			
Funcional			
Relacional			

- Evalúe las analogías en función de los objetivos alcanzar y seleccione el aspecto en el cual se enfocará el estudio.

Para el módulo de la síntesis morfológica se realiza un formato en el cual se describen y registran los elementos formales que componen el ente, en él se consignan dibujos, fotografías, de los elementos que lo componen externa e internamente.

Imagen 28 Formato V-A síntesis morfológica

FORMATO V-A

SINTESIS MORFOLÓGICA



Descripción de las formas

Consigne mediante dibujos, las formas que definen el ente que se está estudiando tomando las formas originales en una síntesis morfológica, es decir convirtiéndolas a formas básicas. sintetice tanto las formas externas como la internas de las vistas descritas en el formato de recolección gráfica.

Geometrización Bidimensional

Geometrización tridimensional

Proporciones

Identifique las proporciones generales del ente, mediante el uso de espiral fibonacci, proporción áurea, rectángulo de oro, espiral logarítmica, punto dorado entre otras para evidenciar su construcción, en el manual encontrará cada uno de estos conceptos explicados.

La realización del módulo síntesis funcional se hace a través del siguiente formato en el cual se identifican las acciones y mecanismos, se evalúan las alternativas en función de los objetivos del proyecto, luego se realiza una selección para registrar y describir los componentes, movimientos y resultados que caracterizan al ente en términos funcionales.

Imagen 29 Formato V-B Síntesis funcional

FORMATO V-B

SÍNTESIS FUNCIONAL






1. Descripción de las acciones
Enumere las acciones que realiza el ente en sus diversos comportamientos.

2. Descripción de los mecanismos
Describa los mecanismos encontrados en cada una de esas acciones enumeradas.

3. Evaluación y selección de alternativa
Evalúe cada mecanismo en función los objetivos del problema

Mecanismo	Objetivo	se adapta al problema
4. identifique los componentes del mecanismo seleccionado
Mediante imágenes identifique las partes que conforman el mecanismo.
5. Identifique los movimientos que ejecuta el mecanismo seleccionado
Describa los movimientos a través de infografías que lo expliquen paso a paso.
- 6.. Describa los resultados al accionar el mecanismo seleccionado.

La diferencia del formato anterior con los dos siguientes pertenecientes al módulo relacional es que hacen referencia a la identificación y el registro de las formas y los mecanismos que se ejecutan en relación con su especie (intraespecíficas) u otros diferentes (interespecíficas), es decir los comportamientos de atracción y/o repulsión e intercambio energético.

Imagen 30 Formato V-C relacional morfológico

FORMATO V-C
SÍNTESIS RELACIONAL,
MORFOLOGICO



Descripción de relaciones

1. Consigne mediante dibujos, las formas halladas de las relaciones del ente tomando las formas originales realizando una síntesis morfológica, es decir convirtiéndolas a formas básicas. sintetice tanto las formas externas como las internas de las vistas descritas en el formato de recolección gráfica.

Geometrización Bidimensional

Geometrización tridimensional

Imagen 31 Formato V-C síntesis relacional funcional

FORMATO V-C SÍNTESIS RELACIONAL, FUNCIONAL



1. Descripción de las acciones
 Enumere las acciones que realiza el ente de las relaciones interespecificas e intraespecificas.

2. Descripción de los mecanismos
 Describa los mecanismos encontrados en cada una de esas acciones enumeradas.

3. Evaluación y selección de alternativa
 Evalúe cada mecanismo en función los objetivos del problema

Mecanismo	Objetivo	se adapta al problema
4. identifique los componentes del mecanismo seleccionado
 Mediante imágenes identifique las partes que conforman el mecanismo.
5. Identifique los movimientos que ejecuta el mecanismo seleccionado
 Describa los movimientos a través de infografías que lo expliquen paso a paso.
- 6.. Describa los resultados al accionar el mecanismo seleccionado.
7. Maquetación, construya un modelo de mecanismo, con ello aprenderá como funciona realmente y encontrará otros elementos que posiblemente no haya evidenciado en pasos anteriores..

La siguiente fase corresponde a la construcción de alternativas para soluciones partiendo de los elementos encontrados en la fase anterior. Los formatos ayudan al diseñador en la realización de nuevas configuraciones mediante la ejecución de

bocetos los cuales apuntan a los objetivos del proyecto. Está dividido en dos fases, la primera permite generar alternativas morfológicas y en la segunda se establecen las diferentes relaciones entre los elementos generados en la fase anterior.

Imagen 32 Formato VI-A retroalimentación morfológica

FORMATO VI-A
RETROALIMENTACIÓN
MORFOLOGICA



Composición formas
realice nuevas configuraciones mediante el uso de las formas descritas en el
formato de síntesis morfológica, para ello puede utilizar como herramienta los
elementos básicos de diseño.

Construcción de formas

Repetición

Estructura

Similitud

Gradación

Radiación

Anomalía

Contraste

Concentración

Imagen 33 Formato VI-A retroalimentación morfológica/construcción formas

FORMATO VI-A
RETROALIMENTACIÓN
MORFOLOGICA
Construcción de formas



simetría

Textura

Espacio

Color

Proporciones

Ritmo

Equilibrio

Escala

Dimensión

Imagen 34 Formato VI-A retroalimentación morfológica/interacción de formas

FORMATO VI-A
RETROALIMENTACIÓN
MORFOLOGICA
Interrelación de formas



Distanciamiento

Toque

Superposición

Penetración

Unión

Sustracción

intersección

Coincidencia

El formato de retroalimentación relacional retomará los mecanismos encontrados
Para realizar el traslado analógico al proyecto.

Imagen 35 Formato VI-B retroalimentación funcional/configuración de mecanismos

FORMATO VI-B
RETROALIMENTACIÓN
FUNCIONAL



Configuración de los mecanismos

interprete los mecanismos encontrados en el formato síntesis funcional para generar o actualizarlos a los objetivos del problema de diseño, mediante la emulación de los mismos teniendo en cuenta los requerimientos y determinantes del proyecto,

Después de la exploración de alternativas se realiza una evaluación de las mismas; ésta se efectúan con un formato que establece parámetros para realizarla, generalmente éstos son los requerimientos y determinantes del proyecto.

Imagen 36 Formato VII selección de alternativa

FORMATO VII-a

SELECCIÓN

DE ALTERNATIVA



Evaluación de alternativas

nombre y califique cuantitativamente las propuestas desarrolladas en función de los requerimientos y determinantes del proyecto.

Propuesta No. _____

Descripción: _____

Determinantes	%	Requerimientos	%

Aprobado ☐ No Aprobado ☐

Imagen 37 Formato VIII presentación de alternativas

**FORMATO VIII
PRESENTACIÓN
DE ALTERNATIVAS**



Evaluación de alternativas

1.Describir las propuestas morfológicas desarrolladas con su posible aplicación.

Propuesta No._____ Nombre:_____ Aplicación_____

Propuesta No._____ Nombre:_____ Aplicación_____

Propuesta No._____ Nombre:_____ Aplicación_____

Propuesta No._____ Nombre:_____ Aplicación_____

2. Describir las propuestas de mecanismos, procesos y funciones desarrolladas con su posible aplicación.

Propuesta No._____

Nombre o descripción del mecanismo o proceso.

Aplicación_____

Propuesta No._____

Nombre o descripción del mecanismo o proceso.

Aplicación_____

Para la opción que tiene como objetivo es identificar aplicaciones estudiando el ente natural se desarrolla un formato en el cual se enumeran, se les da un nombre luego se describen las alternativas y se les da una posible aplicación.,

Para el desarrollo de la alternativa seleccionada se encuentra en este formato los elementos que tendrá en cuenta para realizarla, aquí se efectúan bocetos detallados de las formas o mecanismos que serán parte del producto final.

Imagen 38 Formato IX desarrollo de propuesta

FORMATO IX

DESARROLLO DE IDEA



Bocetación de la idea

Elabore bocetos de la propuesta seleccionada detallando las formas que lo configurarán, teniendo en cuenta la producción, materiales que se requerirán, factores ergonómicos y de seguridad, según requerimientos y determinantes.

Imagen 39 Formato X preparación para prototipo

FORMATO X

Preparación para prototipo

- Herramientas**
 identifique las herramientas que requiere para la elaboración de diseño.

- Software:**
 nombre las aplicaciones en diseño que se requieran para el desarrollo del diseño.

- Materiales:**
 Especifique tipo de materiales y composición de los mismos.

- Maquinaria:**
 nombre los equipos y/o maquinaria que se requerirá para la producción.

- Otros Profesionales:**
 identifique que especialistas requiere en el desarrollo de la propuesta de diseño.

- Manuales de apoyo y consulta:**
 realice listado de documentación requerida para el diseño y producción. manuales de seguridad, aspectos legales a tener en cuenta, ergonómicos entre otros.

Finalmente se encuentran en el formato para el desarrollo del prototipo, aquellos componentes que requerirá para la elaboración o construcción del producto como las herramientas, software especializado, los tipos de materiales, la maquinaria, además de otros profesionales y los manuales de apoyo como ergonómicos, legales, de seguridad entre otros.

15. MANUAL DE USO

Un estudio biónico para el diseño industrial se puede efectuar desde cuatro caminos distintos, en cada uno de ellos se determinaron unos esquemas de trabajo que permiten la recolección de datos puntuales, su organización y sistematización de los mismos para evidenciar los elementos enfocados hacia el estudio biónico, describirlos, sintetizarlos y componer alternativas, además de evaluarlas y desarrollarlas.

Para realizar el estudio se desarrolló el siguiente instrumento, compuesto por formatos ordenados que permitirán la sistematización de la información, este manual le permitirá conocer qué tipo de datos requiere investigar, cuándo y cómo consignarlos, además le dará pautas en la búsqueda y desarrollo de propuestas de diseño.

I. El desarrollo de este esquema se inicia con la selección de la opción de trabajo, el primer formato permite identificar la ruta según la cual se conducirá el estudio, cada una de las opciones se identifica mediante un icono, ubicado en la parte superior izquierda de cada formato indicando los que se aplicarán para cada opción.

Imagen 40 Icono para ruta desde un problema



Imagen 41 Icono para ruta desde posibilidad de aplicación



Imagen 42 Icono ruta para búsqueda de concepto para familia o grupo de productos



Imagen 43 Icono para búsqueda de aplicaciones



Escenario A. Cuando existe un problema planteado.

La investigación se realizará en función de un problema determinado el cual requerirá por medio del estudio biónico encontrar alternativas para el diseño, rediseño o de productos.

Escenario B. Desde una posibilidad de diseño.

Muchas veces el diseñador industrial puede identificar o evidenciar alguna solución después de haber observado un ente natural, por ello se desarrollan en esta alternativa de trabajo los lineamientos que permiten, planteando desde el principio esas posibles soluciones para identificar, verificar y estudiar el ente para aprobar o descartar las soluciones previamente encontradas.

Escenario C. En la búsqueda de un concepto para el desarrollo de grupos o familias de productos.

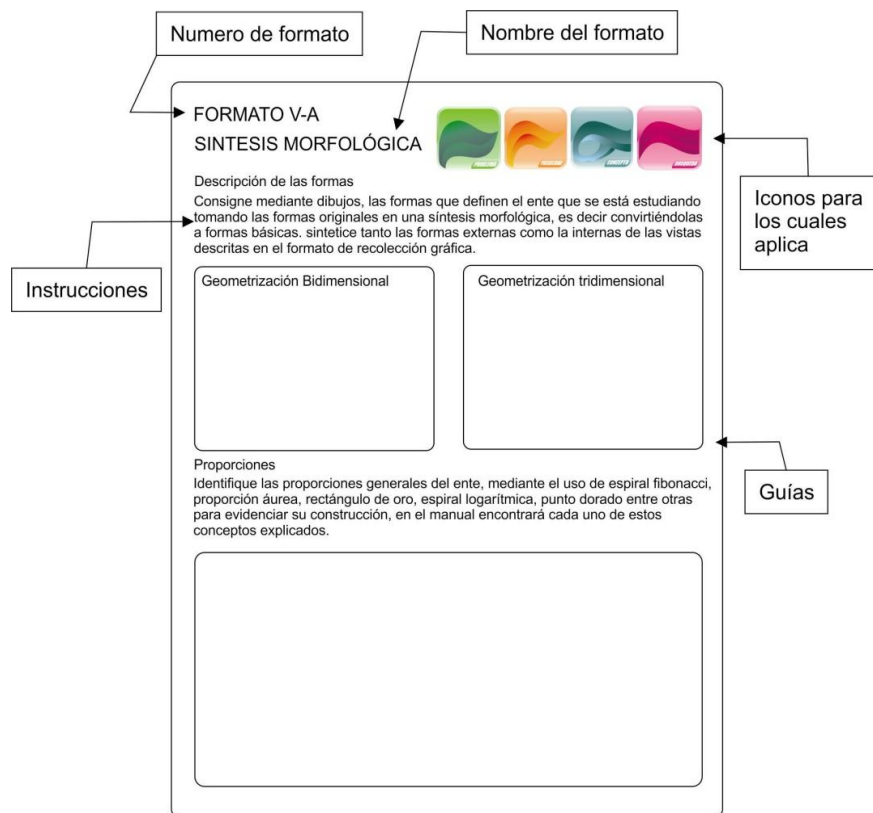
Esta alternativa pretende encaminar el estudio para hallar un concepto de diseño para el desarrollo o innovación de grupos de productos.

Escenario D. Encontrar ideas para aplicación.

Esta ruta permite descubrir diversas alternativas de ideas para la aplicación a ser implementadas al diseño, rediseño y producción.

Descripción del formato

Imagen 44 Descripción de las partes del formato



II. Formatos para la selección del ente natural.

Dependiendo del camino a seguir se determinan la forma a escoger, el ente a estudiar; teniendo en cuenta esto se determinan cuatro formas.

II-A. Selección del ente natural para un problema determinado.

Este formato se inicia con la descripción del problema, estableciendo los objetivos del proyecto, enumerando los requerimientos y determinantes, luego se plantean una serie de preguntas para la búsqueda del ente; estas preguntas deben realizarse en función de lo que se desea alcanzar; realice la pregunta ¿De cuáles mecanismos se vale la naturaleza para solucionar su problema? Después con base en ellas realice una búsqueda de entes naturales que hayan dado solución a ese problema, para ello puede investigar en material bibliográfico, especialistas e internet, puede hacer uso además de una base de datos que se encuentra en la siguiente dirección: www.asknature.org allí encontrará un listado de posibles alternativas; después realice una evaluación de los entes teniendo en cuenta los objetivos descritos, cuantificando mediante porcentajes cada una de las opciones; ello le permitirá hacer una selección adecuada al problema. finalmente se selecciona el ente en función de los objetivos a alcanzar.

II-B Selección del ente natural para una posibilidad de diseño.

En este formato se escribe el nombre del ente que ya ha sido observado (se puede emplear nombre vulgar), luego se describirán las posibilidades aplicativas que le suscitó, finalmente identificar los elementos formales, funcionales o de relación que podrían ser estudiados ya que ello facilitará el enfoque y desarrollo de otros formatos.

II-C Selección del ente para la búsqueda de concepto para grupos o familia de productos.

Se inicia con la identificación del campo de acción a trabajar, se nombran los elementos que conforman ese grupo o familia de productos, luego se realiza la descripción de las funciones de cada componente, se enumeran los estilemas, es decir los elementos conceptuales o formales que los identifican como tal, por ejemplo los elementos que hacen que una silla sea silla y no otro producto. Luego se plantea un objetivo para el proyecto; dependiendo de los intereses puede ser generar nuevas configuraciones o nuevas funciones; se continúa con la selección del reino natural en el cual se realizará la búsqueda del ente para realizar un listado y se elige un ente en función del objetivo planteado; finalmente se establecen asociaciones entre los entes naturales y los estilemas para hallar analogías y tomar una decisión sobre el ente a estudiar.

II-D Selección del ente para la búsqueda de aplicaciones.

Este formato no es cerrado como los anteriores ya que aunque presenta una ruta a seguir, la selección es más abierta y depende de los intereses del investigador. Este formato se inicia con la identificación del área de interés del diseñador industrial, luego se selecciona el reino en el que se realizará la búsqueda de entes naturales para hacer la elección.

III. Recolección de información.

Esta se desarrolla en tres formatos que clasifican los datos para conocer del ente sus generalidades, comportamientos y formas.

III-A Información general aquí se consignan los datos referentes a conocer los datos generales del ente por ejemplo, nombre científico, reino, especie, su origen evolutivo, si son endémicos o son migratorios, de igual forma describir las cualidades que tienen los entes y que los identifican como endémicos o migratorios, así mismo se describen algunos comportamientos como la alimentación y reproducción.

III-B Recolección información de las relaciones: aquí se describen los comportamientos derivados de las relaciones que se establecen entre los individuos de una misma especie (intraespecíficas) las cuales se dividen en dos grupos de relaciones: 1) de competencia, se describen comportamientos de alimentación, protección, reproducción y defensa del territorio y 2) de cooperación, se describen comportamientos de convivencia, crianza de las crías y resolución de momentos de tensión, por ejemplo, juegos, métodos de desparasitación y relaciones sexuales. Finalmente en cuanto a las relaciones con otros diferentes a su especie (interespecíficas) se refiere a recolección de datos de las relaciones atróficas, es decir, por necesidad de alimento. así tenemos por ejemplo, depredación, mutualismo, parasitismo, comensalismo, simbiosis y competencia.

III-C. Recolección de la información visual, se refiere al registro de imágenes que describan el ente, aquí se establecen unas vistas principales a registrar: vista general, proyecciones ortogonales, (frontal, posterior, cenital y laterales) una explosión para conocer sus componentes o miembros, unas segmentaciones con vistas de detalles, así mismo descripción de los colores, las texturas y dimensiones.

IV. Análisis de la información.

Este formato le permitirá clasificar los elementos formales, funcionales y relacionales para luego asociarlos con el objetivo a lograr, con ello se enfocará el ente a estudiar en aspectos puntuales que ayudará a seleccionar los siguientes formatos para continuar el estudio, finalmente se evaluarán las analogías o asociaciones elaboradas con los objetivos del proyecto calificando con porcentajes y el que obtenga mayor calificación será el aspecto a desarrollar.

V. Síntesis.

Con los siguientes tres formatos se describirán aquellos aspectos en los cuales se enfoca el estudio, teniendo en cuenta el elegido en el formato anterior para delimitarlo.

V-A Síntesis morfológica: en este formato se definirán las formas originales del ente en una síntesis morfológica es decir, convertirá las formas reales encontradas en formas básicas mediante la síntesis de los elementos formales exteriores como los internos de las vistas del formato de recolección visual; este procedimiento se efectúa en tres grupos. En el primero se realiza una geometrización bidimensional, en el segundo una geometrización tridimensional y finalmente se identifican las proporciones generales del ente mediante el uso de espiral fibonacci, proporción áurea, rectángulo de oro, espiral logarítmica, punto dorado, entre otras; con ello se evidenciará su composición.

V-B Síntesis funcional, se comienza enumerando las acciones que realiza el ente, luego se describen las mismas, después se evidencian los mecanismos, se identifican los movimientos y sus componentes. Finalmente con ello se realiza la construcción de un modelo a escala del mismo, con ello aprenderá el funcionamiento real y evidenciará otros elementos que posiblemente no se hayan identificado en pasos anteriores.

V-C Síntesis relacional: Ésta le permite descubrir las formas y los mecanismos que se encuentran en las relaciones intraespecíficas e interespecíficas; para ello hará uso de los dos formatos anteriores.

VI. Retroalimentación.

Estos formatos permiten generar las propuestas o ideas de diseño partiendo de los elementos evidenciados en el ente natural.

VI-A Retroalimentación morfológica: se realizan nuevas composiciones partiendo de las consignadas en el formato de síntesis; en éste encontrará como guías para la construcción algunos elementos conceptuales de diseño que podrá encontrar en el texto Fundamentos básicos de diseño por Wucius Wong. Por ello encontrará dos bloques, el primero para construir formas y el segundo para interrelacionarlas.

VI-B Retroalimentación funcional: en este formato se reinterpretan los mecanismos descritos en la síntesis al proyecto teniendo en cuenta los requerimientos y determinantes del mismo.

VII. Selección de alternativa a desarrollar.

Este formato permite evaluar las alternativas desarrolladas; en un primer momento se califican cuantitativamente con porcentajes de 10% para la que menos se aproxime al requerimiento y determinante establecida y 100% para la óptima y luego se realiza una evaluación cualitativa mediante la cual se describirán aquellos elementos planteados igualmente en función de los mismos ítems. Finalmente se toman las dos evaluaciones para analizar los resultados entre sí y establecer si la alternativa es viable o no para el proyecto.

VIII. Presentación de alternativas.

El formato está diseñado para la opción de trabajo que tiene como objetivo identificar aplicaciones partiendo del estudio de cualquier ente natural. En éste se presentan las alternativas desarrolladas morfológicas, se enumeran, se les da un nombre, se describe y se mencionan las posibles aplicaciones que tendría, de igual forma se enumeran, describen y se dan alternativas de uso a los mecanismos encontrados.

IX. Desarrollo de la propuesta.

En este formato se consignarán los elementos que componen la propuesta de diseño; en ella se realizarán bocetación detallada teniendo en cuenta requerimientos y determinantes.

X. Preparación de prototipo.

Para hacer realidad la propuesta se deben de tener en cuenta una serie de elementos previos por ello en este formato se clasifican y organizan esos materiales requeridos como las herramientas. Si demanda algún tipo de software especializado, los tipos de materiales con los que se construirá, la maquinaria, así mismo se especificará que otros profesionales colaborarán con ello y los manuales necesarios ergonómicos, legales, de seguridad entre otros.

CONCLUSIONES

En el proceso de investigación y desarrollo de este proyecto se encontraron diferentes aplicaciones enfocadas desde la biónica hacia diversas disciplinas que permitieron deducir el interés por diseñar e implementar nuevas soluciones viables y sostenibles a problemáticas que se presentan en el día a día, tomando como referente un ente natural para replicar procesos y/o transformaciones que mejoren las condiciones de vida de los seres humanos.

Entre los trabajos tomados como ejes de referencia para este estudio hay diferentes enfoques metodológicos algunos son analíticos, otros descriptivos y también hay quienes integran metodologías con otros sistemas productivos, económicos y de consumo, lo que permitió extraer ciertos procesos lineales, descriptivos y sistemáticos orientados hacia la recolección de información especialmente hacia la toma de muestras. Dichos estudios permitieron evidenciar la diferenciación de lo biónico de otras disciplinas que también toman como inspiración la naturaleza y sus movimientos artístico. Igualmente contribuyeron al análisis de los procesos y al desarrollo de una metodología enfocada desde la concepción biónica hacia el diseño industrial.

De igual manera, contribuyeron a la determinación de los elementos requeridos para un estudio biónico, con los cuales se estructuró un esquema de reconocimiento y ubicación de éstos para su posterior coordinación, posteriormente se diseñó un diagrama de flujo que sirvió de apoyo para la delimitación de pasos y procesos que fueron implementados como formatos que hacen parte del instrumento.

Se identificaron tres lineamientos la naturaleza, la observación y el agente investigador aspectos básicos para abordar un estudio biónico en cualquier disciplina, el primero definido como el objeto de estudio, el segundo la observación como herramienta y el tercero, el agente como el capital humano. Así mismo se establecieron los escenarios, en el primero se parte de la búsqueda de una necesidad inicial, en el segundo basados en la observación de los entes naturales se encuentra y desarrolla una alternativas de solución, un tercer escenario donde se define una idea o concepto como punto de partida para su posterior desarrollo teniendo implícito la posibilidad de encontrar un ente natural determinado para dicho concepto y el último en el que se selecciona un ente natural sin condiciones específicas y en el cual se generar una aplicación explorando la búsqueda de posibilidades en diseño; estos cuatro escenarios hacen parte de las etapas identificadas como reconocimiento y proyección desde los cuales se realizó la estructuración y configuración del instrumento pedagógico práctico con el cual se logró identificar y correlacionar los formatos que lo componen. De esta manera se estructuró la propuesta metodológica mediante la configuración de estos formatos que permiten la sistematización del estudio contribuyendo en los procesos de recolección de información, observación, análisis, creación y evaluación.

BIBLIOGRAFIA

Benuys, J. (2002). BIOMIMICRY.INNOVATION INSPIRED BY NATURE. New York : Editorial Perennial .

Butler, R. A. (18 de febrero de 2008). www.mongabay.com. Recuperado el 18 de Abril de 2012, de [http://es.mongabay.com/news/2008/0216-050711 - rhett_butler.html](http://es.mongabay.com/news/2008/0216-050711-rhett_butler.html)

Democrito. (1935). Fragmentos y Fragmentos y Testimonios de la antigüedad. España: Editorial Socioeconómica.

Dollens, D. (2010). [infonimia.com](http://www.infonimia.com). Recuperado el 19 de Abril de 2012, de <http://www.infonomia.com/inf/articulo.php?id=218&if=58>

Dreux, P. (1994). Introduccion a la ecología. España: Alianza Editorial.

ElmundoEspaña. (19 de Enero de 2010). www.elmundo.es. Recuperado el 28 de Noviembre de 2011, de <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/01/19/barcelona/1263904425.html>

Elmundoespaña. (7 de Noviembre de 2011). www.elmundo.es. Recuperado el 28 de Noviembre de 2011, de <http://www.elmundo.es/elmundo/2011/11/07/suvienda/1320687767.html?a=7f37977f84d2a8c70c348beedb4dba86&t=1321719995>

Gordon, W. J. (1963). Cinética, El desarrollo de la capacidad creadora. Mexico D.F.: Editorial Herrero hermanos sucesores.

Hessen, J. (1925). Teoría del Conocimiento. Bogota: Ediciones Universales.

Hoffman, D. (2000). Inteligencia Visual, cómo creamos lo que vemos. Barcelona: Editorial Paidós Ibérica.

Hume, D. (1984). Del conocimiento. Madrid: Sarpe .

Kindlein, W. J. (2005). Methodology for product design based on the study of bionics. Materials and Design 26 , 149–155.

Litinetsky, I. B. (1975). INICIACION A LA BIONICA. Barcelona: Barral editores.

Maslow, A. (1943). A Theory of Human Motivation. Psychological Review , 50, 370-396.

Mila, M. Á. (2006). Leonardo: diseñador del futuro. Conferencias “Arquitectura y Naturaleza” , (pp. 05-06). Universidad de Alcalá de Henares.

Morales, L. C. (2008). Biónica: Guía de observación analítica. Bogotá: Ediciones Uniandes.

Munari, B. (1983). COMO NACEN LOS OBJETOS. Gustavo Gill s.a.

Oliva, J. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias Vo 3 No 3. , 363,384.

Pacioli, L. (1946). La Divina Proporción. Buenos Aires, Argentina: Editorial Losada.

Papanek, V. (1971). Diseño para el mundo real. Madrid: Blume H. Ediciones.

Punset, E. (2009, Agosto 12). www.cientual.blogspot.com. (Redes) Retrieved Abril 14, 2010, from <http://cientual.blogspot.com/2009/08/redes-janine-benyus-y-la-biomimetica.html>

Sánchez Mauricio, T. G. (2006). Sánchez Mauricio, Tarquino Germán, Suarez Julio, Ladino AriDiseñar desde el PENSAMIENTO ANALÓGICO POR MODELOS

Desarrollo de la creatividad, Cuadernos de diseño industrial. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Songel, G. (1994). www.tdd.elisava.net. Retrieved Diciembre 5, 2010, from <http://tdd.elisava.net/coleccion/10/natura-disseny-i-innovacio-proposta-metodologica-es>

Soraa, D. (14 de Julio de 2008). cuantics.blogspot.com. Recuperado el 18 de Abril de 2010, de <http://cuantics.blogspot.com/2008/07/arquitectura-biomimetica.html>

Valencia, S. (28 de Noviembre de 2011). www.saludcronica.com. Recuperado el 12 de Febrero de 2012, de <http://www.saludcronica.com/index.php>

Wachter, S. (2005). www.mallorca-architekt.de. Retrieved Febrero 28, 2012, from <http://www.mallorca-architekt.de/1578.0.html?&L=1>

Woodson, T. (1966.). Introduction to Engineering Design. Nueva York: McGraw Hill, Inc.

TABLA DE IMAGENES

<u>Imagen 1. Estudio para maquina voladora. Leonardo davinci</u>	14
<u>Imagen 2 Serie Fibonacci</u>	15
<u>Imagen 3 visualización de la serie Fibonacci en un Fillotaxis</u>	15
<u>Imagen 4 Palacio de cristal, Londres 1851</u>	16
<u>Imagen 5. Luis A. Bravo inventor del brazo bionico</u>	17
<u>Imagen 6. Prótesis de ojo biónico</u>	18
<u>imagen 7. Torre Turning Torso en Malmö, Suecia por Santiago calatrava</u>	19
<u>imagen 8.Edificio Media-TIC Barcelona</u>	20
<u>Imagen 9. Preparación de la muestra para observación</u>	25
<u>Imagen 10. Diagrama de flujo de la metodología biónica de kindler-guanabara</u> ..	26
<u>Imagen 11. Instrumentos de observación</u>	27
<u>imagen 12. Diagrama de Flujo metodología Songel</u>	31
<u>imagen 13 Composición de la Guía de observación analítica. Uniandes</u>	33
<u>imagen 15. la forma del armadillo posibilitó idea de diseño</u>	49
<u>imagen 16. Morral diseñado tomando como referente el estudio biónico del armadillo</u>	50
<u>Imagen 17. Estudio biónico de garras de gato</u>	52
<u>Imagen 18. Esquema trabajo de estudio Biónico para el desarrollo de ideas en diseño industrial</u>	54
<u>imagen 19 Diagrama de flujo para la construcción del instrumento de estudio biónico</u>	68
<u>Imagen 20 Formato I opción de trabajo</u>	71
<u>Imagen 21 Formato II selección ente natural /problema</u>	72
<u>Imagen 22Formato II-B selección ente natural/posibilidad de diseño</u>	73
<u>Imagen 23 Formato II-C selección ente natural/concepto</u>	74
<u>Imagen 24 Formato II-D selección ente natural/busqueda</u>	75
<u>Imagen 25 Formato III-A Información general</u>	76
<u>Imagen 26 Formato III-B información relaciones</u>	77

<u>Imagen 27 Formato III-C información Visual</u>	78
<u>Imagen 28 Formato IV análisis</u>	79
<u>Imagen 29 Formato V-A síntesis morfológica</u>	80
<u>Imagen 30 Formato V-B Síntesis funcional</u>	81
<u>Imagen 31 Formato V-C relacional morfológico</u>	82
<u>Imagen 32 Formato V-C síntesis relacional funcional</u>	83
<u>Imagen 33 Formato VI-A retroalimentación morfológica</u>	84
<u>Imagen 34 Formato VI-A retroalimentación morfológica/construcción formas</u>	84
<u>Imagen 35 Formato VI-A retroalimentación morfológica/interacción de formas</u> ...	86
<u>Imagen 36 Formato VI-B retroalimentación funcional/configuración de mecanismos</u>	87
<u>Imagen 37 Formato VII selección de alternativa</u>	88
<u>Imagen 38 Formato VIII presentación de alternativas</u>	89
<u>Imagen 39 Formato IX desarrollo de propuesta</u>	90
<u>Imagen 40 Formato X preparación para prototipo</u>	91
<u>Imagen 41 Icono para ruta desde un problema</u>	92
<u>Imagen 42 Icono para ruta desde posibilidad de aplicación</u>	93
<u>Imagen 43 Icono ruta para búsqueda de concepto para familia o grupo de productos</u>	93
<u>Imagen 44 Icono para búsqueda de aplicaciones</u>	94
<u>Imagen 45 Descripción de las partes del formato</u>	95

ANEXOS

Anexo 1.

Algunos de acuerdo al ente natural seleccionado y observado son:

Anatomía: estudia cómo se estructuran internamente los seres vivos.

Aracnología: la ciencia que estudia los arácnidos.

Bacteriología: rama de las ciencias especializada en las bacterias.

Biofísica: estudia el estado físico de la materia viva.

Biogeografía: estudia la distribución de los seres vivos en el espacio.

Biología celular: estudio de las células en cuanto respecta a las propiedades, estructuras, funciones, orgánulos que contienen, su interacción con el ambiente y su ciclo vital.

Biología ambiental: estudia la posible solución a los problemas ambientales.

Biología evolutiva: estudia la ascendencia común y la descendencia de las especies, así como los cambios de los seres vivos a través del tiempo, (evolución biológica).

Biología del desarrollo: estudia los procesos mediante los cuales los organismos crecen y se desarrollan.

Biología humana: incluye la variación genética entre las poblaciones humanas del presente y el pasado; la variación biológica; relacionada con el clima, y otros del medio ambiente.

Biología marina: estudia los procesos biológicos y la relación de éstos con el medio de los organismos acuáticos marinos.

Biología molecular: estudio de los procesos que se desarrollan en los seres vivos desde un punto de vista molecular.

Biología reproductiva: estudio de los procesos reproductivos de las especies.

Biología de sistemas: campo de investigación interdisciplinaria de los procesos biológicos en el que las interacciones de los elementos, internos y externos, que influyen en el desarrollo del proceso se representan con un sistema matemático.

Biomecánica: estudia los modelos, fenómenos y leyes que sean relevantes en el movimiento de los seres vivos, es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existe en los seres vivos, fundamentalmente en el cuerpo humano.

Bioquímica: estudia la composición química de los seres vivos, especialmente las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleídos.

Botánica: estudio de los vegetales.

Carcinología: rama de la zoología y la biología que estudia los crustáceos.

Cladística: rama de la biología que define las relaciones evolutivas entre los organismos basándose en similitudes derivadas, es un método de análisis riguroso que utiliza las propiedades derivadas compartidas.

Corología: rama de la biogeografía que estudia la distribución de los seres vivos en base a coriotipos.

Ecología: estudio de los ecosistemas.

Entomología: estudio de los artrópodos.

Etología: estudia el comportamiento de los seres vivos.

Evolución: estudia cómo han ido variando las especies a lo largo del tiempo

Ficología o Algología: Rama de la botánica que estudia las algas.

Filogenia: Se encarga de estudiar la historia evolutiva de los organismos.

Fisiología: Estudia las funciones orgánicas de los seres vivos.

Genética: Estudio de los genes y cómo se heredan.

Herpetología: Estudia los reptiles.

Histología: rama de la biología que estudia los tejidos que conforman los seres vivos.

Ictiología: Estudia los peces óseos.

Micología: Rama que estudia los hongos.

Microbiología: Estudio de los microorganismos.

Morfología: Estudia la estructura y forma de los seres vivos.

Neurobiología: estudio de las células del sistema nervioso y la organización de estas células dentro de circuitos funcionales que procesan la información y median en el comportamiento.

Ontogenia: estudio del origen y generación de los seres vivos.

Ornitología: ciencia y rama de la biología que estudia las aves.

Paleontología: ciencia y rama de la biología que estudia la vida fósil.

Parasitología: ciencia y rama de la biología que estudia los parásitos y el parasitismo.

Sociobiología: investiga las bases biológicas de las conductas sociales de los animales como la cooperación, la agresión, la territorialidad, los sistemas sociales, y la elección de pareja.

Taxonomía: rama de la biología que estudia la clasificación de los seres vivos.

Teriología: ciencia que estudia los mamíferos.

Virología: ciencia y rama de la biología que estudia los virus.

Zoología: ciencia y rama de la biología que estudia la vida animal.