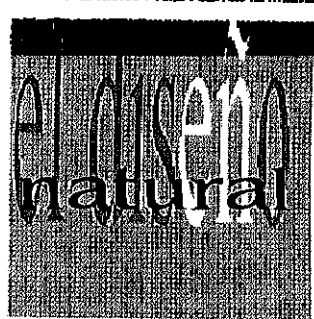




ABRIR APROXIMACIÓN HISTÓRICA

**Al diseno
natural**

metodologías



II.1.

BIÓNICA

II.1.1. APROXIMACION A LA BIONICA.

Como hemos visto en la primera parte de nuestra tesis, a lo largo de la historia el hombre en su trabajo científico y práctico descubrió que muchos de los problemas que le surgían estaban ya resueltos en la naturaleza y la mayoría de las veces de forma segura y sencilla. La naturaleza siempre da un paso hacia su perfeccionamiento sometiendo a revisión todo aquello que ha creado con anterioridad. La vida trabaja sin descanso desde hace más de 2700 millones de años, razón de más para que todo sistema, estructura, estética o mecanismo salido de la cadena de montaje del taller universal de la naturaleza supere en mucho lo creado por el hombre.

En el transcurso de toda su historia, el hombre aprendió de la naturaleza copiando "las invenciones" de ésta. Demócrito (400 A.J.C) señaló que los hombres al concebir sus invenciones imitaban la naturaleza: "Copiando a los animales aprendemos las cosas más importantes, somos aprendices de la araña, imitándola en el oficio de tejer y confeccionar prendas de vestir, aprendemos de las golondrinas a construir viviendas y de las aves cantoras, del rui-señor y el cisne a cantar, la propia naturaleza nos enseña a cultivar la tierra", esto era en realidad una definición de la actitud Biónica a la que pretendemos aproximarnos en este capítulo.

Los intentos por encontrar el riquísimo "registro de patentes" de la naturaleza dieron nacimiento a la Biónica (griego Bion = elemento de vida y el prefijo Icos = estudios). La Biónica apareció el 13 de septiembre de 1960 en Dayton (estado de Ohio) en el simposio nacional americano sobre: "Los

prototipos vivos llave hacia una nueva técnica". La Biónica se definió como una ciencia interdisciplinar que está formada sobre la base de las ciencias naturales y de las ciencias ingeniero-técnicas. Sintetiza los conocimientos acumulados en biología, radiotecnica, química y cibernética, física y biofísica, construcción de aparatos, zoopsicología, tendencias estéticas, etc... Como podemos ver estamos ante una disciplina con un campo muy amplio de aplicación, donde nuestros intereses formales, estéticos y funcionales son una pequeñísima parte de la misma.

El principal objeto de la Biónica es el estudio de los principios estructurales y del funcionamiento de los organismos naturales, con el fin de emplear las conclusiones de estas investigaciones en el desarrollo de la técnica para lograr un perfeccionamiento radical de los instrumentos, mecanismos, estructuras, estéticas y procesos de producción y utilización existentes. Para el estudio de modelos biónicos esta ciencia efectúa una modelación del entorno, es decir, reproduce las condiciones en que funciona el sistema natural y en las que debe trabajar de forma práctica su homólogo artificial. Como es lógico un producto biónico no sólo es el resultado de un proyectista, si no la conclusión derivada de las investigaciones biónico-naturales realizadas por especialistas (biólogos, médicos, etc...) y la aplicación de las mismas por los proyectistas (arquitectos, diseñadores gráficos, industriales, etc...)

En la gran diversidad temática de las investigaciones biónicas actuales se destacan las siguientes direcciones: neurobiología, sistemas analizadores, orientación, biomecánica y bioenergía, arquitectura y diseño, que es nuestro campo.

A título informativo queremos decir que el emblema de los biónicos es el escalpelo y el soldador unidos por el signo de integral. El escalpelo símbolo del trabajo del biólogo, el soldador el del ingeniero y la integral del matemático.

Desde el punto de vista del diseño natural nos interesa la Biónica cuando se refiere e investiga en los aspectos relacionados con los sistemas formales, funcionales y sobre todo estéticos (ya que estamos trabajando en una propuesta de Bellas Artes) que produce la naturaleza, en definitiva cuando se aproxima a la ecuación: forma-materia-función y al estudio de los posibles campos de conexión entre el medio natural y la producción industrial.

Nosotros pensamos que no debemos copiar la naturaleza pero si observarla en su comportamiento y conclusiones. Como dijo Wirkkala "...copiar la naturaleza es un acto de habilidad manual que no ayuda a comprender las cosas. Estudiar la estructura y la evolución de los objetos naturales puede incluso ayudar a comprender el propio mundo...". En definitiva, pensamos

que en la naturaleza están las soluciones de problemas que incluso no existen en ella.

La Biónica es una inagotable fuente de información, un importante instrumento para el diseño e incluso puede ser un nuevo look para los objetos, permitiéndonos movernos desde un racionalismo constructivista hasta un organicismo funcional o incluso exclusivamente estético, dando lugar a los objetos que nosotros denominamos objetos “bicho”.

En nuestro trabajo hemos recurrido al termino “BICHO” para calificar a los objetos que por sus características intrínsecas, nosotros pensamos que son claro ejemplo de diseño natural.

En un capítulo dedicado a la Biónica no seríamos justos si no hiciésemos mención a la cibernética, ya que esta fue la primera disciplina “moderna” (por llamarla de algún modo) en tender un puente entre la biología y la técnica, no sólo estableció una analogía entre la estructura y funcionamiento de los sistemas vivos y técnicos, sino que estableció un enfoque único en el proceso de dirección y organización del mundo animal y los sistemas mecánicos. Los primeros pasos en el camino de la investigación en la ingeniería natural fueron dados por esta disciplina, nacida a mitad del presente siglo, que estudia los procesos de transformación y elaboración de la información en las estructuras técnicas en la naturaleza viva, es decir, la ciencia de los procesos de dirección. Según la cibernética la técnica debe funcionar basándose en las mismas leyes de la naturaleza, buscando principios de economía en la utilización de materiales con el fin de conseguir soluciones óptimas para sus conclusiones proyectuales. Al no prestar atención esta disciplina a los conceptos estéticos naturales, sólo haremos de ella esta breve mención.

Hasta ahora hemos hablado del método de construcción Biónica por analogía, consistente en imitar a la naturaleza, pero también en la creación de sistemas biónicos es importante el llamado “método de composición”. En estos sistemas el organismo vivo sirve de complemento, es decir, se utilizan determinados seres vivos que poseen unas capacidades determinadas, útiles para solucionar necesidades muy concretas. Como ejemplo de estos sistemas biónicos compositivos citaremos uno de los más clásicos, que consiste en la utilización de perros adiestrados para guiar a los invidentes, pues no se han conseguido aun sistemas de visión artificial para ciegos.

El hombre por el momento no puede construir aparatos originales iguales a los modelos existentes en la naturaleza, tal vez esto sea posible en un futuro no muy lejano a través de la ingeniería genética. En la naturaleza se conjugan maravillosamente lo simple y lo complicado, lo asequible y lo inaccesible, y a primera vista lo común y original. La ingeniería genética puede

ser el futuro del diseño biónico a través de un nuevo concepto objetual basado en materiales realmente orgánicos y vivos, como el diseño de ojos funcionando para ciegos. Esto puede parecer ciencia ficción, pero sólo tenemos que ver las actuales prótesis como analizaremos en este capítulo más adelante y situarnos en el pensamiento de un hombre de los años cincuenta para comprender que la mayoría de las soluciones a este tipo de planteamientos son cuestión de tiempo.

En el criterio estético de la Biónica en relación con el diseño gráfico e industrial, e incluso con el mismísimo arte entre comillas, vemos cómo los modelos abstractos, ya sean simples garabatos o delicadas obras de arte, son análogos a los que la naturaleza crea en virtud de la interacción de diferentes sistemas físicos. Esto lo podremos ver en los capítulos posteriores de esta tesis dedicados al estudio de la geometría en la naturaleza, los sistemas modulares y redes e incluso en el dedicado a la situación del color en la naturaleza. Veremos cómo todos los buenos diseños posibles, tanto los ejecutados por artistas, los calculados por matemáticos o los producidos por las fuerzas naturales, deben su forma al mismo entorno espacial, ya que todos están bajo las imposiciones del espacio.

II.1.2. METODOLOGIA BIONICA (Según Bombardelli)

Hemos creído conveniente incluir las teorías proyectuales de Carlo Bombardelli, por considerarlas muy acertadas en su análisis y estar de acuerdo con las mismas, sobre todo basándonos en la gran experiencia de investigación y aplicación realizada por éste diseñador en el departamento de Biónica del Instituto Europeo di Design de Milán.

La fascinación determinante del análisis de la naturaleza y de sus elementos origina unos resultados que estimulan nuestra imaginación. Sin embargo, si nos enfrentamos a las numerosas dificultades que surgen en la trasposición a un proyecto de tales principios, se verifica un decrecimiento de nuestros intereses. En el campo de la proyectación para la industria el problema mayor es el que nos es determinado por las necesidades de responder a la precisa solicitud de mercado, que impone tiempo y exigencias que evidentemente no pueden coincidir con la investigación en soluciones científicas desde un punto de vista biónico.

En el momento de traspasar la información Biónica a la solución de problemas proyectuales nace la primera dificultad. Por un lado el biónico puro

protege la investigación y el análisis natural, pues no le interesan los problemas de la producción, mientras que el proyectista plástico o industrial no quiere dedicar tiempo a la investigación biónica. Es por esto necesario intentar buscar un método de encuentro para tales intentos.

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

PRIMERA METODOLOGIA.

sujeto natural

*

análisis biónico integral del sujeto natural

*

definición del problema proyectual

*

proyecto

El elemento natural viene analizado hasta la comprensión de todos los aspectos biónicos derivables, desentrañando los mecanismos, la naturaleza de los materiales, el aporte formal y la estructura funcional. Si individualizamos por lo tanto los problemas proyectuales, la solución puede estar derivada en esta información. Es evidente cómo este método no puede ser aplicado en un caso proyectual de encargo industrial real pues se trataría de un sistema operativo completamente opuesto. No existe ninguna garantía a priori de la presencia de objetivos útiles en el elemento natural sometido a examen para la posterior aplicación a un determinado problema proyectual. Es también cierto, sin embargo, que este tipo de aproximación nace con el propósito de constituir información para el enriquecimiento de un archivo de datos, instrumento necesario en la gestión de la Biónica aplicada al diseño. Esta metodología pensamos que debe ser aplicada en un departamento de investigación Biónica, pero para un diseñador aislado en un proyecto concreto la mayoría de las veces esta progresión no tiene sentido.



SEGUNDA METODOLOGIA.

problema proyectual
*
indagación Biónica específica
*
proyecto

En la base de un problema proyectual viene la indagación Biónica específica para individualizar los posibles principios de trabajo, por ejemplo analizando los elementos que en la naturaleza resuelven problemas similares (un problema de tensoestructuras puede ser examinado en la tela de araña). La casualidad en la investigación del elemento natural a examinar sin embargo vuelve a este método demasiado selectivo en la fase inicial de trabajo excluyendo información preciosa derivable quizás de otras formas naturales no presentes en el examen. Una investigación completa que no excluya modelos naturales de particular significado, necesita un gran esfuerzo de energía y de tiempo en la investigación, cosa que resulta extremadamente poco económica y escasamente aplicable en un contexto proyectual productivo, pero aun así esta metodología para nosotros resulta mucho más practica e interesante que la anterior.

TERCERA METODOLOGIA.

sujeto natural
*
intuición proyectual
*
proyecto

La intuición proyectual derivada de la observación de un sujeto natural puede ser considerada como un caso fortuito, no controlable, por este motivo no se puede hablar de un método de trabajo verdadero. Es útil recordar que intuiciones significativas pueden nacer sin determinaciones. El proyectista enfrentado a un modelo natural puede advertir la posibilidad de encontrar los principios de su problema. Este caso puede ser más frecuente si el proyectista estuviese introducido en las condiciones de tener los datos biónicos ya seleccionados y organizados, por lo que recomendamos a todo aquel diseñador uni-

versitario que decida realizar su trabajo dentro de una propuesta natural, el procurarse relaciones con departamentos de otras facultades (Biológicas, medicina, veterinaria, físicas, etc...) que le puedan facilitar la suficiente información.

CUARTA METODOLOGIA.

argumento proyectual

*

argumento biónico

*

definición de los problemas proyectuales

*

proyectos

La definición de un argumento proyectual (por ejemplo sistema de locomoción para el hombre) puede llevarnos a la realización de una investigación Biónica de notables dimensiones por ejemplo: "la locomoción animal activa". El material analítico recogido podrá constituir una base de conocimiento suficiente para garantizar la definición de los problemas proyectuales. A nivel operativo-profesional existen sin embargo notables dificultades: no es posible en esta situación, tener a disposición un conjunto de información suficiente para hacer frente a cada tipo de problema proyectual. Para la formación de material biónico, este método puede resultar interesante: el argumento general constituye un hilo conductor para la recolección de datos; éstos se transformarán en un incremento de la eficacia comunicativa del material biónico, con notables ventajas para el proyectista.

QUINTA METODOLOGIA.

problema proyectual

*

investigación Biónica

*

procesos metodológicos normales

*

intuiciones, conocimientos biónicos

*

proyectos

Como se puede deducir de los anteriores casos, la mejor condición de trabajo puede estar garantizada en la unión de dos tipos de investigadores: los biónicos analistas y los biónicos proyectistas (investigadores de Biónica analítica y aplicada). El objeto de los primeros es recoger los resultados de la investigación analítica de temas naturales y sistemáticamente comunicarlos mediante textos, modelos y elaborados gráficos y fotografías. En el momento en el que se presente un problema proyectual de cualquier naturaleza el diseñador tendrá de esta forma el material biónico necesario que posteriormente individualizara, accediendo a él en este contacto directo con la literatura Biónica.

La naturaleza es conocida en su aporte intrínseco y de relaciones; al asumir tales conciencias, sin embargo, debe ser desvinculada de los intereses específicos para poder ser fructífera y hacer que la naturaleza también pueda abrirse en una serie infinita de sugerencias, de la necesidad de la presencia de un grupo de trabajo biónico que pueda alimentar la actividad del proyectista. Esto último concentrado en el mecanismo proyectual y productivo, difícilmente puede realizarse, no obstante una notable sensibilidad para la Biónica, del complejo y basto trabajo de investigación analítica sobre la naturaleza. Por todo lo expuesto anteriormente nosotros proponemos como proceso ideal para un proyectista de Bellas Artes la "Quinta Metodología".

II.1.3. EXPERIENCIAS, ANALOGIAS BIOLÓGICAS Y OBJETUALES

Hablar de Biónica hoy en día puede seguir pareciendo hablar de sueños y de cosas irrealizables, pero si tenemos en cuenta experiencias como el departamento biónico de la Dupont o del Instituto Europeo de diseño de Milán, así como de los sistemas desarrollados en el campo de la medicina para el desarrollo de prótesis, podemos apreciar que no sólo es una realidad presente sino que además se puede llegar lejos en este campo. La Biónica realiza amplias investigaciones acerca de las peculiaridades morfológicas de los organismos vivos. Gran parte de estas investigaciones se refieren a la biomecánica. Se estudian las peculiaridades estructurales y funcionales de las manos, de los pies, la mecánica de la carrera, de los saltos, de los movimientos de los reptiles, la forma del aparato locomotor de los peces, etc... Ejemplo de estas investigaciones analíticas las podremos encontrar en el capítulo dedicado a la antropometría.

II.1.3.A. EJEMPLOS DE APLICACION BIONICA

En este apartado citaremos los casos que nos han parecido más interesantes en cuanto a la aplicación Biónica por analogía.

El estudio del movimiento del pingüino indujo a A.F Nicolaeu a la construcción de la máquina "pingüino", que desarrollaba sobre la nieve una velocidad de 30 km/h. Es un claro caso de aplicación por analogía.

Copiando el perfil del cuerpo de una ballena se construyó el transatlántico Cupenoil Maki, el casco de éste ahorra un 15% de consumo en los generadores de fuerza.

En el campo de la bioenergía A. Kachalski (físico-químico) construyó un modelo de músculo al que denominó motor muscular. El elemento activo de este modelo eran las proteínas, concretamente el collagen. Las fibras del collagen se sumergían en una solución de bromuro de litio, éstas se reducían rápidamente levantando un peso mil veces superior al suyo. Si posteriormente estas fibras se lavaban con agua recuperaban su longitud inicial. Este caso estaría dentro de los precedentes del diseño biónico con material orgánico del que hemos hablado anteriormente.

Se están realizando importantes estudios bioenergéticos en algunos peces que son capaces de producir descargas eléctricas, como el congrio que puede alcanzar 650 Voltios. Estas investigaciones pertenecen a la Biónica analítica y actualmente son difícilmente aplicables, pero no por ello menospreciables.

Los arquitectos analizan el arte de la construcción natural, ya que esta plantea como dar soluciones con éxito a las más complicadas tareas arquitectónicas y de construcción. Por ejemplo el escenario del teatro al aire libre de Berlín fue copiado del esquema estructural de la cáscara de las algas diatomeas. El arquitecto P. Soleri proyectó un puente fluvial de longitud superior a 1 km siguiendo la analogía de una hoja vegetal medio cerrada.

En sistemas biónicos de composición destacaremos a las palomas a las cuales debemos las primeras fotografías aéreas, así como su gran labor como mensajeras. Algunas serpientes trabajan como guardianes en tiendas de Sidney (sustituyendo a los perros).

El profesor americano Andreu Drevnicks intentó construir una nariz electrónica para el diagnóstico médico basada en una teoría según la cual el enfermo desprende un determinado olor atendiendo a su enfermedad. Los principios del funcionamiento de los órganos del olfato de los insectos podrían ser empleados en los mecanismos de entrada a los ordenadores y en los cromatógrafos de gas, ya que estos poseen un olfato muy agudo y una magnífica

memoria para fijar olores.

Los delfines tienen numerosas patentes de inventos de gran interés para la técnica, sobre todo para la construcción naval. En 1960 el especialista en cohetes M. Kraner declaró que la velocidad del delfín está condicionada, no solamente por la forma ideal de su cuerpo y la poderosa musculatura de su cola, sino por la estructura antiturbulencia de su piel. Kraner fabricó una piel artificial "lamimflo" de delfín y fue probada en diversas embarcaciones en la bahía de los Angeles y se demostró que se reducía en un 50-60% la resistencia del agua, pero no era el último misterio de la velocidad del delfín, se descubrió que la piel del delfín tenía propiedades hidrófobas e hidrófugas. Este es un ejemplo del diseño de estructuras para materiales, el cual es un sector con amplias posibilidades de trabajo y de recreación estética en cuanto a la aplicación de los contenidos, que nos aportan los criterios de belleza y goze estético desarrollados en una carrera como Bellas Artes.

El flutter (vibración estrepitosa de las alas de los aviones que las destruía al alcanzar velocidades altas) fue superado dando un mayor grosor a la parte externa de las alas, esta estructura aparecía ya en los extremos de las alas de las cigarras. Es un ejemplo de Biónica estructural, en el que podemos ver como la estructura determina la forma de determinados objetos, atendiendo a su óptimo funcionamiento, por lo que también determina la estética del propio diseño.

Es conocida la comparación de la cabeza del fémur y el extremo superior del mástil de la grúa Fairbairn. Cuando Karl Culmann (ingeniero alemán), estaba diseñando una grúa, vio por casualidad un hueso de forma similar, y comprobó que la ordenación de las trabéculas óseas constituía ni más ni menos que un diagrama de las líneas de tensión, y compresión en una estructura sometida a la acción de determinadas cargas, es decir, que la naturaleza había reforzado el hueso precisamente de la forma y en la dirección requeridas. Redescubriendo la estructura de su grúa. Este es un caso similar al del flutter.

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

Aunque en la primera parte de esta tesis (Aproximación Histórica) hemos hablado en algunas ocasiones de la columna, como producto de diseño natural, hemos decidido analizarla de forma particular en este apartado dedicado a los ejemplos de aplicación Biónica, como ejemplo de "objeto bicho".

En el estudio histórico de las columnas apreciamos como su finalidad no era sólo la de sostener un techo, sino también la reproducción artística de las plantas que había en los templos más primitivos, reproducían los árboles que en cierta época debieron servir de lugar de cobijo. Árboles con sus hojas y ramas reunidas y reforzadas para una mayor protección contra las inclemencias ambientales. Por lo que no sólo era un objeto que imitaba a la naturaleza desde el punto de vista estructural y funcional, sino que también lo hacía desde un criterio formal y estético.

La columna fue creada tratando de imitar al árbol empleando éste como elemento de soporte y ornamento. Las columnas egipcias estaban pintadas del color de los vegetales y tenían una base que reproducía el montículo de tierra de donde surgía la planta, además tenían un fuste que representaba claramente tallos vegetales reunidos por cordones, más arriba estaba el capitel que imitaba un ramillete de flores. La copia de la naturaleza era tan precisa que las columnas papiroformes al revés que las lotiformes tenían hojas dibujadas sobre la basa, tal como tiene la planta del papiro y no la de loto.

Al capitel egipcio se le sobrepuso un ábaco, gracias a este artificio se podía conservar la ilusión de que las columnas eran plantas florecidas que adornaban sin alcanzar el techo, el cual solía representar en los templos el cielo, mediante una decoración de estrellas, con lo cual el templo egipcio imitaba detalladamente el jardín al aire libre que fue el templo más antiguo y sin duda más natural.

Para los mayas y aztecas el cielo estaba levantado y mantenido por árboles, éstos eran los "Ceibas", y eran representados teniendo en la copa cuatro ramas, que significaban los puntos cardinales y un centro, donde se posaba un pájaro, animal totémico, símbolo del sol. Las ramas poseían pinchos, generalmente nueve que indicaban los rayos del sol.

En la columna griega existían los mismos elementos que en la egipcia, aunque más estilizados. Las aristas y hendiduras del fuste representaban simplificados los tallos del manojo de plantas de la columna egipcia. Los toros y escocias que hay sobre la basa de la columna griega, basa que indica el montículo de tierra, representan desfiguradas las hojas que surgen al comienzo de una planta. En cuanto a los cordones que parecían reunir los tallos del manojo de plantas que eran la columna egipcia, en la columna griega fueron convertidos en el collarino.

La columna dórica presentaba escasos motivos ornamentales, reproduciendo el tronco desnudo de un árbol sin ramas ni raíces. El capitel jónico se componía de volutas exteriores, de medias palmetas más internas y en el centro la parte superior del fuste, con su ornamentación de hojas. Las volutas debían provenir de los modelos ornamentales egipcios, basados en el loto y en el lirio.

Las paredes de los edificios también parecen haber derivado de palos o plantas reunidos formando algo así como setos.

Como vemos en este ejemplo de "objeto bicho", diferentes pueblos separados por el tiempo y la distancia como fueron Egipto y los pueblos precolombinos, llegaron a idénticas soluciones, y esto puede ser explicado a través de la Biónica, pues mediante de la observación de los fenómenos naturales, distintos proyectistas pueden llegar a idénticas soluciones.

En la columna vemos el claro ejemplo de tipología objetual que se repite a lo largo de la historia; Egipto, Grecia, Roma, etc... hasta llegar a nuestros días donde se sigue utilizando (llegando a su culmen estructural en la aplicación masificada de Le Corbusier mediante hormigón en pilares, base de la arquitectura actual), por lo que se demuestra que toda buena aplicación Biónica puede sufrir una evolución formal pero tipológicamente se mantiene a lo largo del tiempo.

II.1.3.B. EXPERIENCIA DUPONT

Hemos elegido la experiencia Dupont como ejemplo de desarrollo biónico y como prueba de que esta disciplina no es especulación sino una alternativa, que no sólo potencia la imaginación del proyectista, sino que además desarrolla los intereses económicos de las multinacionales.

Dupont como primera multinacional de los plásticos (produce: fibras, composite, resinas, queblar, etc...) ha tomado conciencia de los posibles problemas que puede ocasionar su producción y ha comenzado a crear una serie de respuestas, entre éstas se encuentra un departamento de investigación Biónica controlado por el ingeniero biónico Franco Lotado.

Este departamento suele trabajar con modelos tridimensionales en el computador y después pasa al calculo estructural, analizando las características mecánicas, esfuerzos, etc... posteriormente realizan estudios volumétricos antes de realizar el objeto (por ejemplo el freno de mano del Fiat 1). Después

de esta aproximación estética se estudia de nuevo en el computador la posible deformación del objeto así como el tipo de polímero más apropiado. Por último se realiza la pieza mediante "SOLID MODELING SYSTEM", que es un sistema desarrollado por la Dupont el cual funciona a modo de impresora conectada al computador, con la diferencia de realizar modelos tridimensionales reales. Este sistema esta basado en una resina con capacidad fotoeléctrica que es modelada en estratos mediante un rayo laser, el tiempo de realización es de unas 8 horas. Existe otro sistema que es el "stereo fotografia" que se diferencia del anterior en que el material que utiliza es un gel.

Los polímeros pueden ser considerados como material natural pues en realidad provienen de la naturaleza. El principal problema que presentan es que no son biodegradables, razón por la que para una utilización lógica y racional de estos materiales debe estar contemplada por una política de reciclaje, como exigiremos en nuestro capítulo dedicado a los materiales.

A continuación citaremos los trabajos que nos resultan más interesantes realizados por la Dupont.

SILLA BELLINI

Este proyecto fue un encargo de Bellini a la Dupont. Bellini quería que esta silla conectase conceptualmente con un animal, para lo que se pensó en estudiar una estructura ósea y posteriormente en una piel que la cubriese.

El material elegido para la estructura fue el composite, en este caso se escogió un polímero con capacidad de memoria. Se estudió el tejido óseo ya que siendo el mismo material en un único hueso presenta diferentes estructuras, mostrandose rígido en su parte externa y esponjoso donde la resistencia debe ser mayor. En base a este concepto se trabajaron las patas de la silla con los elementos morfológicos de un hueso largo. El asiento debía tener la característica de memoria es decir después de sentarse debía recuperar su posición inicial. Por esta razón se pensó en imitar algo que respirase y se inspiró en el polen (el viento lo puede transportar y físicamente se puede adaptar a la humedad y a la sequedad del ambiente), también se trabajó en la memoria de las fibras musculares, como conclusión se realizó una estructura para el asiento en forma de fibras, para lo que se utilizó un estómago en vez de fibras de goma, pues las fibras de este material tienen una vida muy corta. Para el respaldo se siguió la estructura de la espina dorsal de un pez. El formante elegido fue una resina de base de nylon llamada "zytel" ya que tiene una flexibilidad muy apropiada a las características estructurales de la silla desde un criterio ergonómico. El resultado de esta silla era realmente alucinante, estéticamente es una silla bellísima y funcionalmente casi perfecta. Estamos ante una silla de

elevados costes, pero también de elevadas prestaciones.

PIQUETA DE MONTAÑA DE FRANCO LOTADO.

Se pretendió simplificar al máximo las funciones de la piqueta de alta montaña.

1*ángulo de inclinación de la punta de la piqueta.

2*ángulo de golpeo para el máximo impacto.

Se partió de la pregunta ; ¿qué existe en la naturaleza que pueda dar solución al problema de picar con fuerza y ligereza?, una solución la podríamos encontrar en el pájaro carpintero.

Cada uña de sus patas forma un gancho que puede resistir 150 kilogramos, por lo que la sujeción del pájaro al árbol es total. Se estudio el baricentro y se comprobó que estaba fuera del cuerpo del pájaro creando una palanca que permitía 200 golpes por minuto con una fuerza de 25 kilogramos por centímetro cuadrado. Resulta casi increíble ver que el pico del pájaro carpintero sometido a estas condiciones no se rompa.

Se estudió el comportamiento del pico y se descubrió como la capacidad mecánica quedaba reducida a dos puntos. El ángulo para penetrar en la madera era el más óptimo. Posteriormente se realizó un estudio comparativo con otros picos como el de un águila, un buitre, etc... y se vió cómo estos eran conceptos totalmente diferentes, que de cada uno de ellos se podía sacar un tipo de estructura para cada uso de la piqueta.

En el diseño de "PICO I" se aplicaron todos estos conceptos, consiguiendo en una sola piqueta todos los ángulos diferentes. Pico I está realizado en titanio y pesa 150 gramos.

Para la cobertura del mango se realizo un estudio de la piel humana, para lo que se utilizó en este fin un polímero con parecidas características estructurales en cuanto a la adherencia y al tacto.

Este es un ejemplo del bello resultado formal de un objeto después de ser aplicada la Biónica, en el caso anterior de la silla de Bellini, primero se diseño la forma y posteriormente se buscó la estructura, la belleza formal estaba asegurada con el buen hacer de Bellini.

APOYABRAZOS DE LA SILLA ARIETE.

Un apoyabrazos presenta dos esfuerzos: uno vertical y otro horizontal, razón por la que el acero funciona bien, pero al curvarlo y estar realizado en un tubo pierde resistencia. Dimensionando este esfuerzo, la silla debe resistir por normativa 133 kilogramos. Para la fabricación de un nuevo apoyabrazos en plástico se analizó la cornamenta del carnero que cuando golpea realiza

400 kilogramos por centímetro cuadrado. Se descubrió que en realidad era una espiral logarítmica y que la forma de elipse era la que soporta el golpe, por lo que se aplicó la misma curvatura de la cornamenta del carnero al apoyabrazos consiguiendo un ahorro de material, una estética atractiva y un perfecto funcionamiento.

MANGOS PARA SARTENES

El argumento proyectual surgió en la intención de realizar mangos mediante polímeros y no en baquelita. La baquelita es un polímero amorfo que tiene la capacidad de compactar su redícula polimérica a una temperatura de 150 grados centígrados pero al llegar a los 300 grados desaparece. Los polímeros aplicados por la Dupont por el contrario pueden incluso trabajar a temperaturas mucho más altas.

Una primera aproximación fueron los cálculos estructurales ya que el mango tiene que soportar condiciones extremas de presión y temperatura. En este análisis se apreció que la solución se podía encontrar en la estructura de un hueso largo.

Lo que en un primer momento podía parecer un problema, el hacer un plástico hueco, en realidad no lo era, pues el sistema "GAS INYECTION" puede realizar este tipo de estructuras. El sistema consiste en inyectar el plástico y seguidamente el gas con lo que el material se adhiere a las paredes del molde y finalmente se cierra con plástico.

Esta es una aplicación Biónica que aporta grandes beneficios económicos, pues esta tipología de mangos encuentra actualmente una gran demanda en la fabricación de utensilios de cocina, de hecho, las sartenes de calidad antiadherente que utilizan teflón (producto registrado de la Dupont) incorporan este tipo de mangos.

HORNO ERIZO DE MAR

Estudiando el erizo de mar (equinodermo) se puede apreciar que tiene un tejido poroso de base calcárea, dentro de éste vive el animal y externamente tiene una serie de espinas con las que percibe lo que le rodea, por lo que claramente podemos apreciar una pared polifuncional. Franco Lotado está investigando en las posibles aplicaciones de estas estructuras a la fabricación de futuros hornos.

Este proyecto es un ejemplo de diseño de investigación y desarrollo, donde el propio proyecto va por delante de la tecnología actual.

II.1.3.C. EXPERIENCIA C.R.S.N DEL INSTITUTO EUROPEO DE DISEÑO

Esta es la experiencia Biónica más importante a la que nosotros hemos tenido un acceso directo. Desde aquí queremos agradecer al profesor Carmelo Di Bartolo las facilidades que nos dió para acceder a este departamento y consultar sus modelos, información y bibliografía.

En el intento de estabilizar los criterios para unificar operativa y profesionalmente la actividad biónico-proyectual, se constituyó en el Instituto Europeo de Diseño de Milán un centro de recolección de datos (CRN) donde es posible acceder al material de investigación natural, modelístico, fotográfico y bibliográfico producto del análisis biónico. Para garantizar la difusión de esta información, el CRSN, redacta el material disponible en forma de "shede Biónicas" (investigaciones biónicas) y publicaciones monográficas sobre los temas tratados e investigados, muy recomendables para aquellos que pretendan tener un concepto claro de la biónica.

La competencia operativa está subdividida en especialistas de análisis biónico y proyectistas. Siempre en estrecho contacto de trabajo, nosotros pensamos que esta es la mejor forma de alcanzar una alta operatividad. La gestión del trabajo se basa en criterios de extrema versatilidad y capacidad de adaptación a las distintas situaciones que puedan surgir.

En un primer momento el CRSN gestiona la difusión promocional de la potencialidad, con una coincidencia de intereses con entidades productivas externas en el confrontamiento de un tema proyectual. Podrá suceder la definición de hipótesis de posibles proyectos.

En el segundo caso se trata de un verdadero servicio de información creado por proyectistas que intentan aplicar directamente los métodos biónicos.

En el tercer caso la investigación compuesta por proyectistas biónicos del CRSN lleva directamente a la definición de hipótesis proyectuales que encuentran respuestas en la realidad productiva.

Creemos interesante incluir en este apartado una breve historia del departamento de Biónica del Instituto Europeo de Milán por su relación con esta tesis y como ejemplo de investigación y desarrollo.

DISEÑO Y DIDACTICA

El resultado de la experiencia didáctica en el ámbito del diseño tridimensional es interesante sobre todo como tentativa de crear un lenguaje determinado. En esta fase, la definición de un buen proyecto significa la utilización de conceptos como: utilización correcta de los materiales, máximo rendimiento con un mínimo esfuerzo, etc... El recordar que esta lógica es utilizada por las estructuras naturales es un motivo de estímulo, algunos trabajos de diseño básico natural son parecidos a las experiencias que hemos realizado con pompas de jabón y a los ejercicios realizados en relación con redes modulares tridimensionales descritas en el capítulo dedicado a las estructuras.

CONTENEDOR CASTAÑA

Fue una investigación Biónica basada en el estudio de la piel de las castañas, con lo que se comprobó que existían una gran variedad de formas naturales que organizan su propio habitáculo o contenedor, siendo además estructuras resistentes por su forma. Las tipologías naturales que utilizan cantidades mínimas de material, aseguran el buen resultado natural de sus contenidos y la resistencia de las mismas, así como una estética particular muy interesante por la combinación de formas redondeadas y puntiagudas para distintas tensiones.

1978 ESTRUCTURA GOTICA, ESTRUCTURA NATURAL

Fue una investigación sobre la geometría utilizada en diversos periodos, pero más tarde centrada en el gótico por la existencia de una serie de innovaciones constructivas, que permitían demostrar que la semejanza con la forma natural no es casual.

La hipótesis de geometría que se obtiene del análisis de la estructura gótica, son las abstracciones geométricas que condensan los estímulos obtenidos en el mismo análisis de la estructura natural.

Esta reflexión acerca de la naturalidad del Gótico, también aparece en nuestra aproximación histórica al diseño natural, en el apartado dedicado a este estilo.

1980 HUESO LARGO, ELEMENTO RESISTENTE A FLEXIONES

El análisis de los huesos largos de los animales, permitió revelar los elementos estructurales que permiten al esqueleto la deambulación y la posición erecta estática.

Este estudio permitió la definición de tipologías estructurales reticulares no rígidas, cuya característica es absorber las tensiones de carga mediante flexión de sus elementos.

Esta investigación nos sirvió como referencia en el diseño de la pata trasera de nuestra silla "MARIPILI" basada formalmente en el fémur humano.

1980 DISPERSION AEREA

El objeto de esta investigación fue la dispersión anemófila. La capacidad de ciertas semillas para recorrer grandes distancias transportadas por el viento está garantizada por las formas de las mismas.

Analizaron varios aspectos formales y estructurales, y se llegó, por tentativas experimentales, a proyectar máquinas volantes inútiles como pretexto para verificar las características propias de estas semillas, con distintos materiales y dimensiones en escalas mayores. En realidad este trabajo se podría encasillar en la primera metodología de diseño biónico según Bombardelli.

1983 FORMAS EOLICAS

Este trabajo se realizó junto al arquitecto Renzo Piano.

Lo que se quiso conseguir en este trabajo era encontrar hélices que garantizaran la producción de energía. El objetivo principal fue individualizar tipologías que tuviesen las dimensiones de hojas de chapa de 2x1 m. En definitiva se trataba de producir energía sin necesitar una energía previa para la construcción de la hélice. El prototipo llegó a funcionar. Este proyecto pertenece a la segunda metodología de diseño biónico según Bombardelli.

1983 MEMBRANAS PARA EL CONTROL DE ESPACIOS INTERNOS

En los pabellones de los edificios públicos existen espacios de gran altura y curvatura, que presentan problemas de versatilidad funcional y una notable pérdida de energía. El proyecto consistió en una membrana elástica fácilmente movable, mediante un sistema de motores eléctricos de baja potencia adaptados a diversos puntos de la membrana.

Con este sistema era posible programar el movimiento alternativo de la membrana de forma que sustituya el aire viciado por aire fresco del exterior, exactamente igual a como funciona la respiración pulmonar, donde el movimiento del diafragma favorece la inspiración y la expiración. La estética de este proyecto era muy agradable, pues en realidad está muy cerca de las tensoestructuras las cuales siempre crean formas de una gran belleza y armonía.

NATURO DUE. BRAZO BIÓNICO ROBOTIZADO

Fue un brazo nacido de la exigencia de dar mayores aplicaciones a la robótica como consecuencia de la incorporación de la inteligencia artificial. Su extremada flexibilidad y agilidad de movimiento era un derivado del estudio de la musculatura de la trompa del elefante y de la espina dorsal de los peces. Este proyecto estaba dentro de la quinta metodología de diseño biónico según Bombardelli.

El proyecto consistió en la realización de un prototipo de brazo mecánico robotizado en colaboración con el C.S.I. del centro de investigación Montedison de Milano (Dirigido por el ingeniero Pascualino Cau). La escasa capacidad de movimiento de los brazos mecánicos utilizados hoy en día y la reducidísima versatilidad de aplicaciones fuera de los contextos industriales, llevó en este proyecto al estudio y análisis de la siguiente problemática:

- *Presencia de zonas muertas muy amplias en el campo operativo.

- *Transmisión funcional (cables eléctricos, etc...) muy vulnerables al ser exteriores al brazo.

- *La sección del brazo, el tipo de movimiento de los componentes articulados y la necesidad de poner por fuera los componentes de transmisión constituían un obstáculo para el movimiento del brazo, sobre todo en espacios reducidos.

Mediante el material de investigación Biónica del CRSN se podía dar solución a la mayoría de estos problemas. Modelos sintéticos de espina dorsal y órganos flexores daban la sensación de servir en este trabajo. La profundización Biónica se transformó en una búsqueda de modelos naturales similares a los modelos funcionales esquemáticos.

El trabajo de análisis continuó con la búsqueda de órganos de presa para la terminal del brazo ya que esta función era indispensable, dada la estrecha funcionalidad del brazo y el terminal se debía analizar en paralelo todos los aspectos como un mismo problema. El sistema de movimientos estaba compuesto de dos series de tirantes conectados a dos niveles diferentes del brazo accionados por un propulsor neumático. En particular se trataba de estudiar la interactividad y versatilidad de los órganos del brazo. En una primera fase se realizó un diseño ejecutivo de los componentes y la realización de un primer modelo permitió la visualización de las soluciones propuestas.

En ocasión de la XVII Triennale de Milano en 1985 se realizó con Montedison un prototipo llamado Naturo Due con un terminal óptico.

Nosotros tuvimos acceso al prototipo de Naturo en el CRSN de Milán y desde el punto de vista estético, resultaba bello dentro de una tendencia

futurista similar a la de una nave espacial de la guerra de las galaxias.

PRENSIBILIDAD Y ROBOTICA

Consistió en demostrar la posibilidad de concebir una unidad robotizada constituyente en un sistema versátil que permitiera la implantación en varios sectores.

Los sistemas prensibles de tales modelos derivaron del análisis de sujetos naturales en los cuales la función de presa era particularmente significativa (tentáculos del pulpo, manos de las rapaces, etc.).

En particular el resultado del proyecto fue un sistema compuesto de elementos modulares que conseguían adaptarse a las características morfológicas del objeto garantizando una mejor presa.

FACHADA BIOCLIMATICA

La investigación estaba basada en la superficie externa de los edificios, con la intención de representarla como una verdadera piel. En este punto se analizaron las funciones y prestaciones de la piel animal, junto con arquitecturas naturales como las realizadas por las termitas, que ofrecían características de comportamiento bioclimático. El resultado fue una pared que comprendía todas estas investigaciones, no el muro y la ventana tradicionales sino un único tejido capaz de mejorar la iluminación, ventilación etc...

Este proyecto puede resultar interesante en una actuación proxémica, como veremos en un capítulo posterior de esta tesis dedicado a la misma.

PROYECTO EQUISOLAR

Significaba buscar una forma externa y un perímetro tal, de manera que el edificio recibiese del sol, en cada hora del día la misma cantidad de energía. Esta investigación evidenció una planta alargada orientada hacia el norte para alargar la captación en las horas de mañana y de tarde, cuando la radiación era menor y un estiramiento de la forma hacia el mediodía solar del verano, para reducir la superficie expuesta cuando la energía solar era mayor.

Este caso también resulta también interesante desde el punto de vista proxémico. Estéticamente las formas resultantes eran muy atractivas por su combinación de aristas curvas.

LOCOMOCION ACTIVA

Se partió de una investigación sobre los tipos de locomoción existentes, realizando una investigación sobre nuevas formas de movimiento para el



hombre.

Para delimitar el campo de investigación se centró en la locomoción activa animal (salto, carrera, vuelo y natación). En particular se profundizó en el movimiento de los animales con esqueleto hidrostático para la definición de componentes modulares.

CONTENEDORES PARA LA CONSERVACION DE PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS

En este trabajo se le dió una gran importancia a las características de permeabilidad de los materiales, a los tratamientos de transformación y confección, y en especial a las características específicas conservativas de varias categorías de producto.

El resultado basado en la investigación Biónica, finalizó con la proyección de contenedores que optimizaban la conservación de productos hortofrutícolas de larga distribución.

CONCHAS: GEOMETRIA QUE CRECE

Las conchas de los moluscos reproducen en su crecimiento algunas formas geométrica que podemos encontrar en tipologías artificiales.

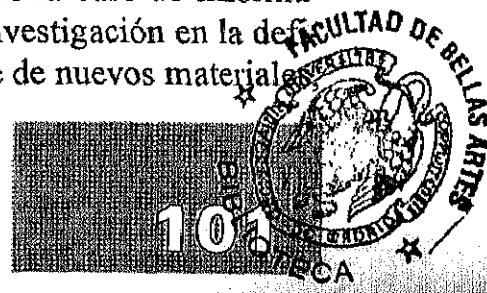
Tal crecimiento, y en particular los ligados al concepto geométrico de espiral logarítmica fueron el objeto de estudio. Este trabajo estaba basado en las teorías de Moseley, Thompson, Yonge, etc...resultando conceptualmente enriquecedor como estética sobre todo para su aplicación en diseño gráfico.

ESTRUCTURAS VERTICALES

La estructura vegetal en la naturaleza nos ofrece un ejemplo de como es posible encontrar diferentes alturas estructurales con una economía de materiales, con una geometría apropiada y una elevada resistencia. Esta investigación se realizó con Aldo Montu (arquitecto). Esta investigación Biónica generó conciencia sobre el comportamiento estático de algunas plantas analizadas y posteriormente, mediante modelos en escala, se definieron nuevos sistemas constructivos resistentes a la flexión.

SUPERFICIES NATURALES Y CARACTERIZACION TACTIL DE LOS MATERIALES

Partiendo del análisis de la forma natural y sobre la base de información relativa a los factores perceptivos, se realizó una investigación en la definición de los elementos característicos para la superficie de nuevos materiales.



dando una gran importancia a los componentes táctiles de los sujetos estudiados.

El estudio de superficies naturales que producen un placer táctil consintió la definición de acabados con características análogas para la prolongación de objetos de uso común, con un aporte estético no sólo en el campo visual sino también en el táctil.

LOS FRACTALES, LA GEOMETRIA DE LA NATURALEZA

Siempre ha sido difícil representar con las tradicionales fórmulas geométricas los cristales de la nieve o la estructura de un alveolo.

Los modelos geométricos que aparecen en la naturaleza suelen presentar un nivel de irregularidad y complejidad que no encuentra una suficiente definición en los principios de la geometría euclídea. Una contradicción en el análisis de las formas naturales es representada en la verificación de cómo a una superficie definida le corresponde una estructura que tiende paradójicamente al infinito. Por esta razón en este proyecto se verificó cómo el estudio fractal con ayuda del computador resultaba sumamente pedagógico para comprender la verdadera geometría de la naturaleza.

MATERIALES DE COBERTURA PARA TENSOESTRUCTURAS

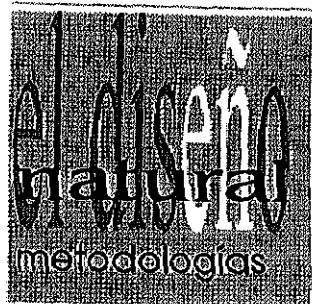
La investigación estuvo orientada hacia la solución de algunos aspectos negativos de las actuales tensoestructuras, mediante la definición de un nuevo material en grado de sustituir los inconvenientes del pvc utilizado (Cloruro de polivinilo). La investigación Biónica se encaminó en cuatro secciones fundamentales:

- Contracciones musculares (viscosidad de la fibra).
- Formación de retículas tridimensionales rígidas (pan, lava y espuma).
- Situaciones de depresión en la naturaleza.
- Retículas orgánicas.

Este proyecto nos parece importante por las soluciones formales y estructurales conseguidas, pues las tensoestructuras suelen producir formas de una belleza exagerada.

CASCO PARA MOTO

El proyecto indagó en los problemas relativos a la distribución de tensiones de un posible golpe, mediante conceptos como: la absorción por parte de los materiales de la energía cinética, la forma de colocarse el casco y la



comodidad a la hora de tenerlo puesto. Se realizó un modelo funcional que proponía soluciones para la optimización protectora del casco.

PAVIMENTOS DIFERENCIADOS PARA NO VIDENTES (METRO DE MILAN)

La intención era facilitar las funciones a los invidentes en los transportes públicos. Partiendo del análisis sobre las características táctiles de los materiales tecnológicos, se propuso un sistema de elementos táctiles aplicables a las estaciones del metro de la ciudad de Milán.

El proyecto preveía tres tipologías esenciales de relieve: individualización del camino preferencial, señalización direccional y advertencia de peligro. Estos relieves eran obtenidos con materiales notablemente resistentes a la abrasión.

SUPERFICIES ESTRUCTURALES EN CHAPA

En la naturaleza las superficies se presentan como estructuras geométricas definidas y compuestas de una cantidad mínima de materiales, para optimizar las funciones y el rendimiento de las mismas.

Los resultados obtenidos en el análisis de distintas estructuras pudieron ser conformados con manufacturas existentes para la búsqueda de nuevas geometrías estructurales reproducibles industrialmente.

GEOMETRIA AUTOMORFICA

El estudio consistió en el concepto de crecimiento automórfico de un sujeto natural, para comprender las leyes que posibilitan obtener la cobertura de un volumen. El sujeto elegido fue la coliflor y se estudiaron los aportes áureos y los ángulos de crecimiento. El resultado de esta investigación nos lleva a la proyectación de estructuras ligeras automórficas para la cobertura de espacios de superficie limitada y temporal, con las consiguientes exigencias de velocidad y facilidad de montaje, así como la consiguiente belleza que puede producir la equilibrada proporción de los objetos resultantes.

TENSOESTRUCTURAS MODULARES

Fue una reinterpretación de las actuales tensoestructuras para llegar a definir soluciones más versátiles. En la base de una investigación Biónica dirigida a la conceptos del movimiento y del crecimiento, se llegó a la definición de estructuras ligeras, en las cuales los elementos de tensión externa eran sustituidos por elementos internos de tensión permanente. El sistema ofrecía



características de modularidad, versatilidad formal y agregabilidad. Otra ventaja era que ampliaba los sectores de aplicación respecto a las actuales tensoestructuras.

CURVAS EN LA NATURALEZA

Resultó una investigación que intentaba encontrar las conexiones geométricas entre fenómenos de diversa naturaleza. El estudio de la sección áurea, la relación proporcional con el pentágono, la espiral logarítmica, se convirtieron en instrumentos operativos para comprender y relacionar las formas naturales.

En este propósito se hizo indispensable el uso del modelo como momento de verificación tridimensional y estructural.

ASIENTO DE AUTOMOVIL: LIGEREZA ESTRUCTURAL Y CONFORT

La intención fue aligerar el peso y reducir a la vez el volumen del asiento a favor de una mayor adaptabilidad interna, esto supuso intervenir sobre la estructura del mismo para aligerarla. El resultado fue desde el punto de vista antropométrico y ergonómico muy positivo.

EL ANTIADHERENTE EN LA COCINA DEL FUTURO

Se buscó la utilización óptima del teflón y nuevas aplicaciones presentado sugerencias para producir nuevos utensilios de cocina para la preparación de alimentos.

II.1.3.D. PROTESIS

Pensamos que resultaría de interés una aproximación a las actuales prótesis para el hombre, como claro ejemplo del sentido y de la existencia real de la Biónica. Por esta razón realizamos el siguiente análisis de productos, donde demostramos que en realidad son aplicaciones Biónicas por analogía. Revisaremos prótesis como las utilizadas en la cabeza del fémur, en las válvulas del corazón, las lentes intraoculares, las dentales, las utilizadas para recuperar la funcionalidad del pene, las utilizadas para la piel y los ligamentos, etc...

Una prótesis es una pieza de recambio, pero tiene un sentido más profundo, son piezas capaces de sustituir una parte del cuerpo humano con carácter funcional o estético. Como vemos son ejemplos de la combinación de disciplinas como la medicina, la antropometría, bioquímica, etc...

Las prótesis pueden ser: internas (endoprótesis) o externas (exoprótesis).

Las primeras son insertadas en el organismo humano y persiguen normalmente objetivos de funcionalidad. Requieren la utilización de cirugía.

Los segundos responden sobre todo a funciones estéticas aunque también pueden ser funcionales.

La historia de la reparación y sustitución de los órganos del cuerpo humano está ligada a la historia de la medicina, que siempre se ha beneficiado de las transferencias tecnológicas y de los nuevos avances científicos, que provienen de otras disciplinas como la ingeniería, la mecánica, nuevos materiales (química), radiología...

La ortopedia es la disciplina que se encarga de la investigación y del desarrollo de una tecnología capaz de producir complicados mecanismos que puedan sustituir miembros como piernas, manos, etc... haciendo que la vida de los discapacitados se realice con una completa normalidad.

Las mayores investigaciones realizadas en este campo han sido después de las dos guerras mundiales, lo cual es un dato positivo, pero triste.

Para sustituir la movilidad de los órganos externos se recurre a prótesis controladas electrónicamente en grado de sustituir la completa funcionalidad del órgano deficiente. Hoy en día en EE.UU se realizan experimentos en los que se aplican electrodos directamente al músculo, los cuales son controlados electrónicamente, consiguiendo la relajación o contracción del músculo. Este sistema aplicado a parapléjicos serviría para superar su minusvalía (en fase de experimentación).

La historia de las prótesis artificiales ha evolucionado de forma sorprendente, podemos hablar de prótesis cardíacas, de oído e incluso de pene.

Las primeras prótesis para sustituir la cabeza del fémur se realizaron en marfil en 1922, posteriormente se han realizado en vidrio, en pirex (vidrio 75% de silicio). En 1937 se utilizó el vitallium (cobalto, molibdeno y cromo). En 1950 se reconstituyó la cabeza del fémur mediante resina metacrilática como medio cementante. Actualmente las prótesis realizadas en titanio han tenido una gran aceptación, son revestidas en polietileno de alta densidad.

El corazón artificial es un producto del mañana, los trasplantes son la solución actual. Debemos esperar un mejoramiento de la cirugía para la aplicación de un corazón artificial, sobre todo habrá que conocer mejor los mecanismos inmunitarios del cuerpo en relación a un cuerpo extraño.

Hoy en día se pueden colocar válvulas en el interior del corazón, aplicar marcapasos que regulen el ritmo cardíaco, etc...

Existen dos tipos de válvulas disponibles: mecánicas y biológicas. Las

mecánicas son las más utilizadas y se dividen en tres categorías: Starr-Edwards, disco oscilante (monodisco), dos discos oscilantes (bidiscos).

En cuanto a los materiales prevalece el anillo en titanio o en una aleación en titanio, aluminio y vanadio, también se puede utilizar el cobalto y el cromo. Todos estos componentes son recubiertos en carbono pirolítico, obtenido por deposición física en fase gaseosa y posteriormente revestidos en grafito.

La válvula biológica tiene el anillo en dacrón y la parte biológica propiamente dicha puede ser preparada directamente a partir de los tejidos de un cerdo o del pericarpio de la vaca.

La evolución técnica de los materiales hoy en día produce una biocompatibilidad increíble, particularmente sustituyendo tejidos orgánicos y funciones oseoarticulares.

Existen prótesis para los ojos, lentes intraoculares de polietileno, que se colocan para sustituir el cristalino en la operación de cataratas.

Otro campo importante de acción son las prótesis dentales, que llegan incluso a sustituir la dentadura completa, agarrando la prótesis mediante unos tornillos a la mandíbula.

En el oído se utilizan prótesis para sustituir los huesecillos, etc.... En la mayoría de los materiales utilizados son el teflón, la silicona y el polietileno.

Existen prótesis para recuperar la función erectiva del pene, destacando dos modelos: prótesis fija y activable. La primera es un modelo semirrígido compuesto de dos tubos realizados en elactómeros de silicona que viene insertados en el interior del cuerpo cavernoso mediante una operación quirúrgica. La prótesis rellena el defectuoso cuerpo cavernoso del pene, por lo que con una pequeña cantidad de sangre el miembro consigue su erección. La segunda es un modelo mucho más complejo y está formado por una bomba y una serie de tubos, los cuales son dilatados mediante un líquido consiguiendo de esta forma la erección.

La piel y los ligamentos artificiales se pueden considerar dentro de la familia de las prótesis. Normalmente la sustitución de la piel y los ligamentos son temporales y suelen ser utilizadas en un momento muy específico, sobre todo para regenerar un tejido herido. Los materiales con los que se realiza esta piel artificial van desde el polietileno y el poliuretano hasta epidermis generadas in vitro.

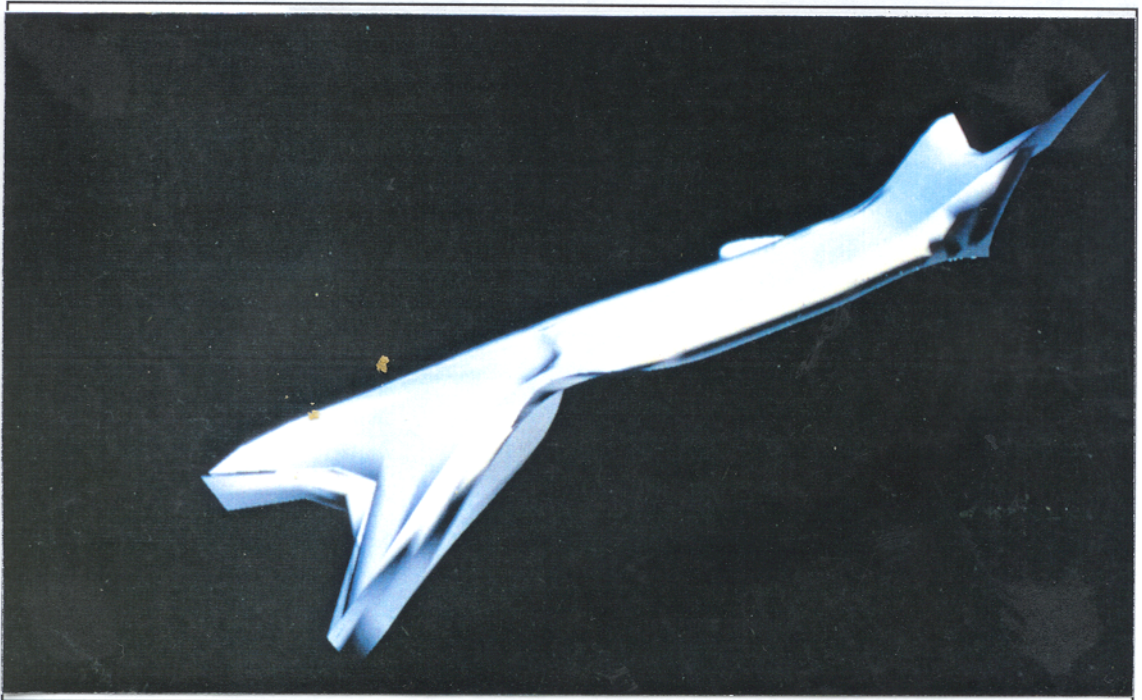
En los implantes de tendones se utilizan materiales con capacidad mecánica de rigidez y resistencia, con la característica de ser biológicamente activos. La solución es una fibra biodegradable que posee la funcionalidad de un tendón y con una propiedad farmacológica reconstructiva, de forma que

ayuda a realizar la función y a regenerar el tendón original, posteriormente se degrada y desaparece.

II.1.3.E. EXPERIENCIAS DE LA TESIS

Nos remitimos a la tercera parte de nuestra tesis en el capítulo dedicado a proyectos y en concreto a los siguientes casos: contenedor de cocina "LEGUMI", coche de juguete "AMEBA", silla "ABSURDA", mesa y silla "ARAÑA", silla para exteriores "BANANA", lamparas para exteriores "ASCAI I y II", aparador "DONAFER", tresillo "ANGEL BLANCO", cama contenedor "CHENISIO", cama virtual "DEMONIO ROJO", silla apilable "MARIPILI", calentador de líquidos "SIMPLES MIND" y la guitarra eléctrica "CIERVO VOLADOR". En todos estos proyectos hubo un aporte biónico como se puede comprobar, en algunos casos estructurales y en otros formales y estéticos.

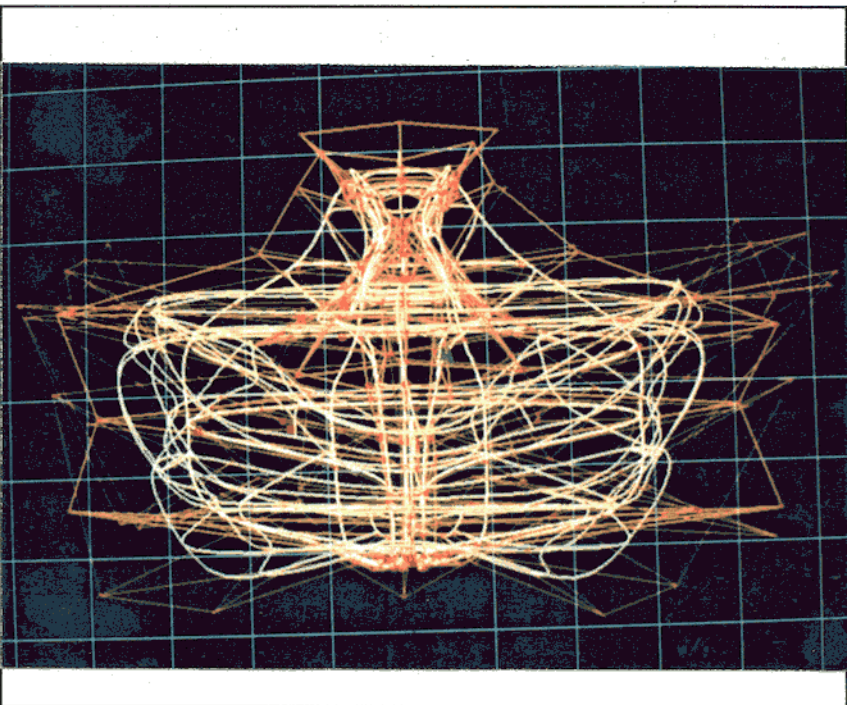
En el caso de la lampara ASCAI realizamos un estudio previo del comportamiento de la luz en distintos productos hortofructícolas (cascara de melón, plátano, naranja, pimiento, lechuga, etc...). Esta investigación consistió en comprobar las características de la luz una vez tamizada por la estructura



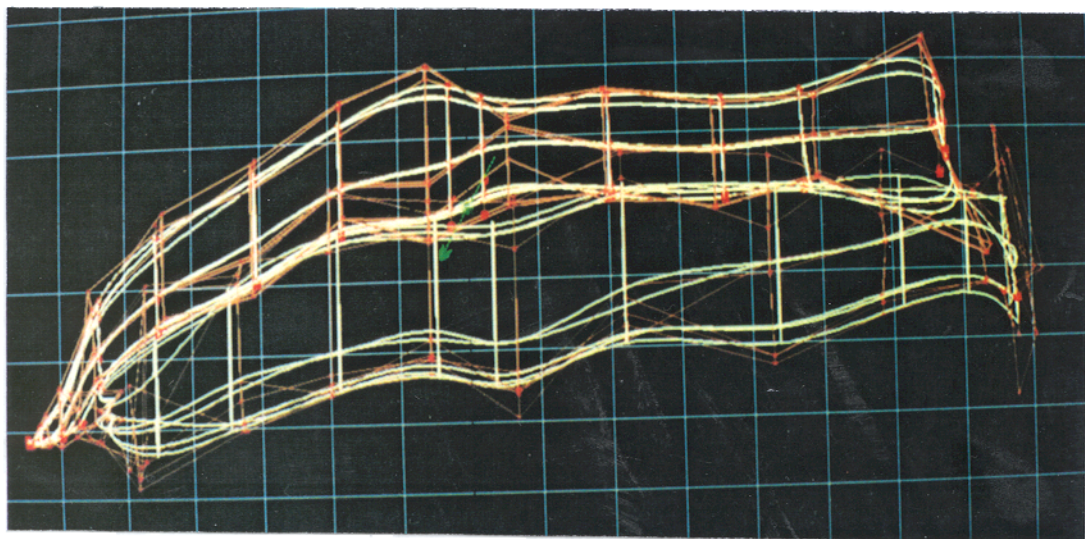
*Render de aproximación a las piezas del erizo de mar

de los productos anteriormente citados, así como comprobar la refracción de la luz según el material, la transparencia del mismo, e incluso la sensación que nos llegaba a producir. Todas las experiencias fueron detalladamente fotografiadas, pero no llegamos a ninguna conclusión que pudiera ser aplicada en el diseño de nuestra lámpara respecto a la aplicación de estructuras protectoras de la fuente de luz.

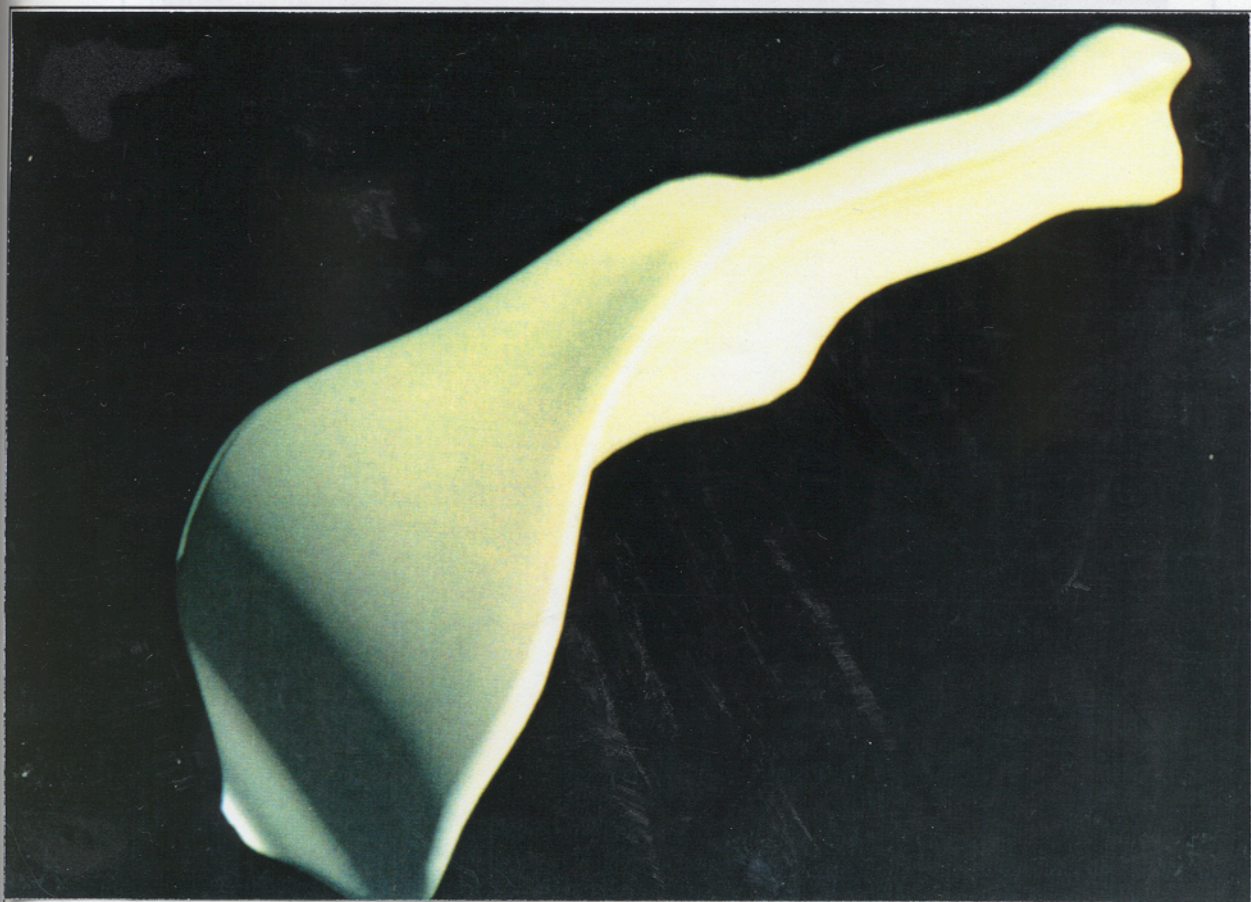
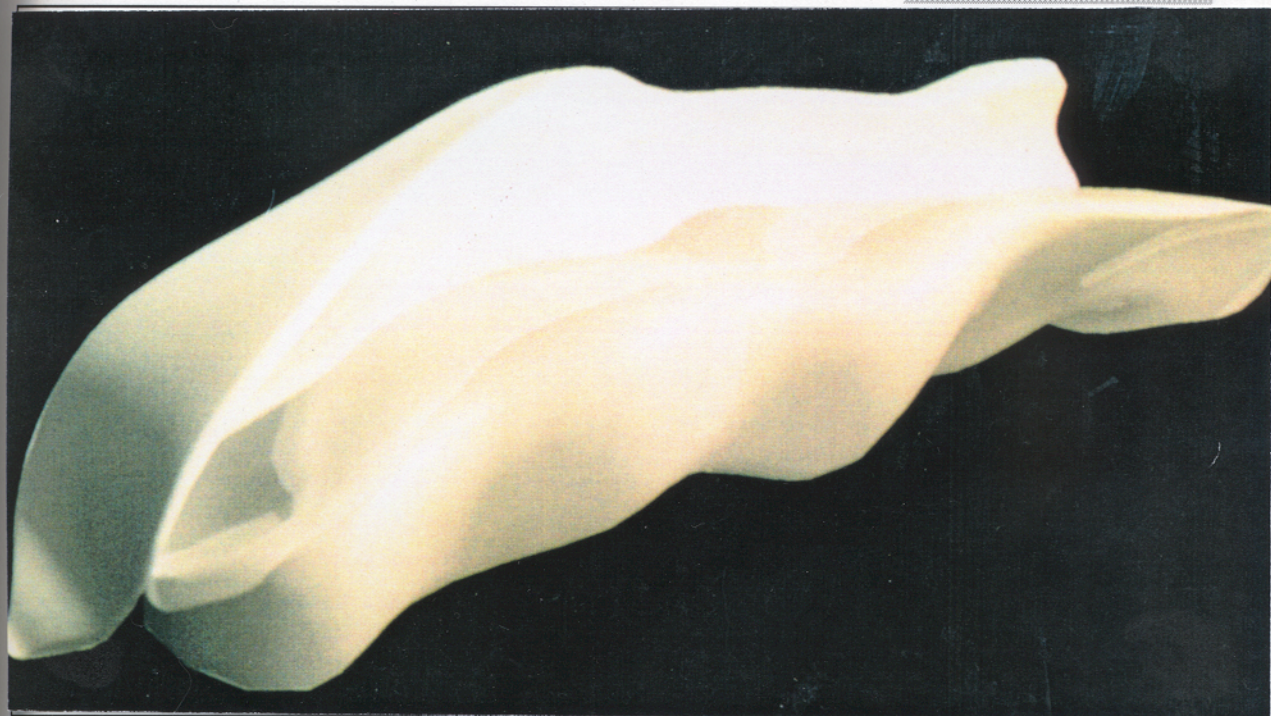
O t r a investigación del fenómeno natural fue el realizado en una colaboración que surgió en el C.R.S.N. con el diseñador biónico brasileño Amilton Arruda, en la que tuvimos que introducir la estructura de la linterna de Aristóteles de un erizo de mar en el ordenador



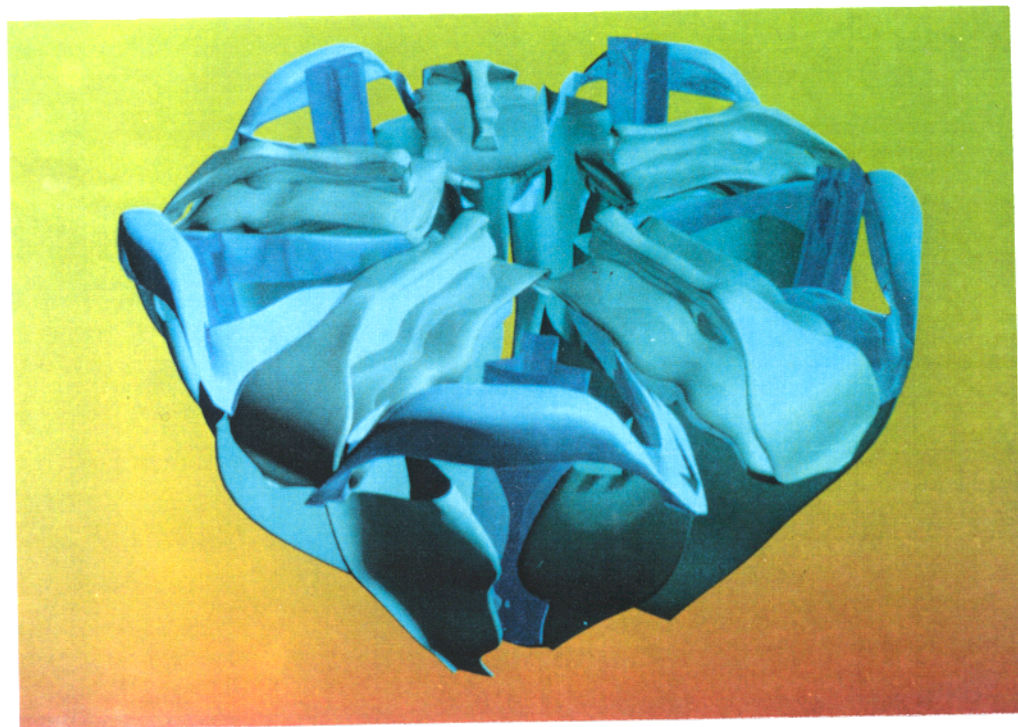
*Alzado de una pieza del erizo



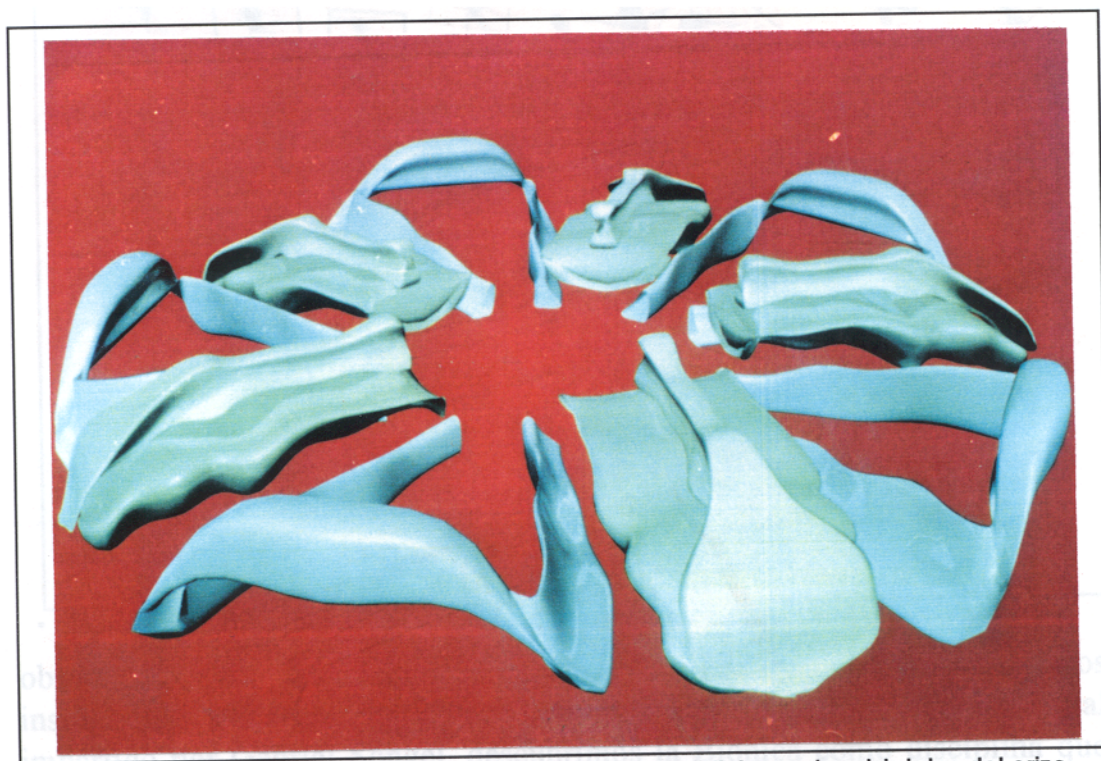
*Alzado de una pieza del erizo



*Renders de la pieza del erizo analizada con Arruda.



*Render completo de la linterna de aristoteles del erizo de mar

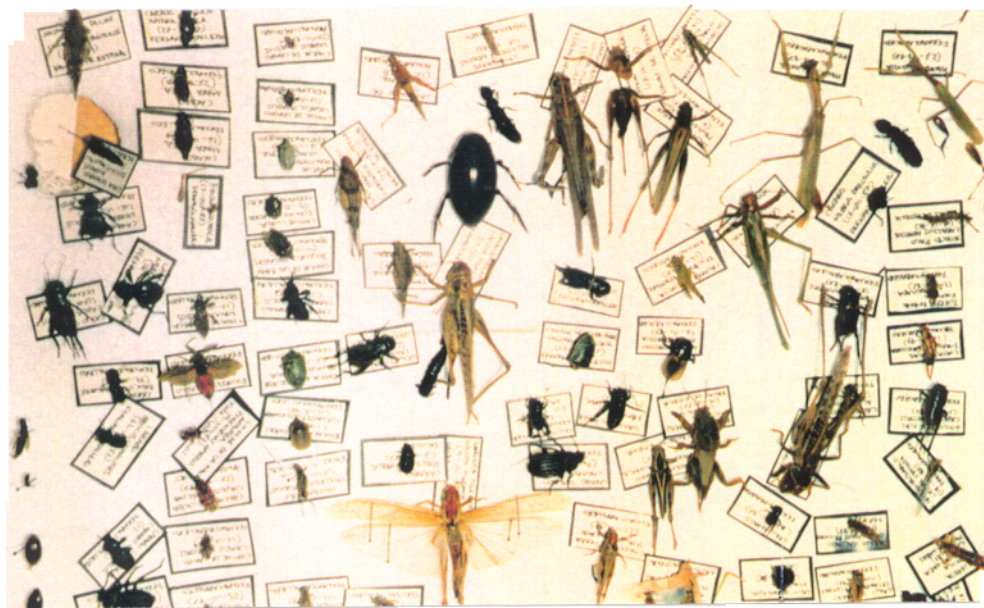


* Render de la parte superior de la linterna de aristoteles del erizo.

Silicon Graphics, para comprobar sus características funcionales y apreciar su belleza formal. A partir de este trabajo obtuvimos las conclusiones formales que aplicamos en la mayoría de los proyectos de nuestra tesis que realizados con este ordenador, así como un pequeño estudio de la forma orgánica. De este trabajo incluimos algunas de las gráficas de ordenador, así como de algunos renders.

Otras investigaciones que se pueden considerar Biónicas fueron las realizadas con : "pompas de jabón" para el tema de estructuras, el análisis fotográfico sobre la "geometría natural" realizado para el capítulo del mismo nombre y el estudio de "la columna vertebral" para el apartado de ergonomía y antropometría.

El trabajo biónico más importante que hemos realizado consistió en la colección de insectos pertenecientes a la fauna de Castilla- La Mancha. Llegamos a reunir cerca de 400 individuos diferentes. Este trabajo puede ser considerado como el origen de esta tesis, pues hace más de ocho años, en nuestra admiración estética y funcional a este pequeño mundo, fruto de la

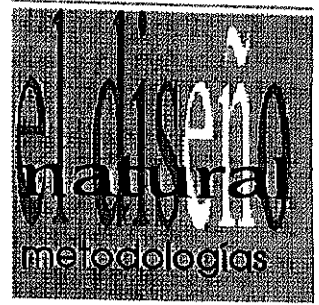


* Esta es una de las 7 cajas entomológicas.

observación del mismo, surgió la idea de aplicar las formas y funciones de los insectos al mundo del diseño. Poco después, en un curso de Diseño Industrial impartido por Gabriel Songel, descubrimos la Biónica como disciplina que completaba nuestro interés.

Gabriel Songel ha realizado la primera y por el momento única tesis española en Biónica, leída en Abril de 1991 en la Universidad Politécnica de Valencia, cuyo título es "Estudio metodológico de la Biónica aplicada al diseño industrial", dirigida por Eliseo Gómez Seneni. Songel además de ser Licenciado en Bellas Artes, realizó en el C.R.S.N. de Milán un Master en Biónica. Leímos la tesis y nos resultó muy interesante la contemplación de las actuales metodologías Biónicas, lo cual recomendamos a todo iniciado en el tema que se pretende. Nuestra propuesta difiere de la de Songel en que su tesis analiza el hecho biónico aplicado al diseño industrial, en cambio nosotros contemplamos una nueva postura de diseño natural en la que la Biónica aun siendo un elemento muy importante sólo es un factor más.

Pensamos que el hecho de realizar una colección de elementos naturales, ya sean individuos completos o partes de los mismos, a través de cualquier medio (individuos disecados, fotográficamente, mediante bocetos, modelos tridimensionales, etc...), contribuye a potenciar la creatividad de cualquier artista o diseñador.



BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL:

- * BOMBARDELLI CARLO. "Como nasce un prodotto blonico" CRSN Instituto Europeo de Diseño. Milano, 1985.
- * BONSIPE GUI Teoría y práctica del diseño Industrial Barcelona G.Gili 1/01/78
- * COINEAU YVES. "Le invencioni della natura e la bionica". Milán. Edizioni Paoline. 1989.
- * CRISTOPHER JONES Métodos de diseño Barcelona G.Gili 1/01/82
- * DORFLES G. Naturaleza y Artificio Barcelona Lumen 1/01/72
- * GARDNER MARTIN Izquierda y derecha en cosmos Barcelona Salvat 1/01/85
- * GERARDIN LUCIEN La Biónica Madrid Guadarrama 1/01/68
- * GOUDOT-PERROT Cibernética y biología Barcelona
- * KOGOJ OSKAR: "Nature e design". Interbooks. Padova, 1985. Orbis s.a 1/01/86
- * LITINESKY I.B. Iniciación a la Biónica Barral 1/01/75
- * LLOVET JORDI Ideología y metodología del diseño Barcelona G.Gili 1/01/79
- * LÖBACH BERND Diseño industrial Barcelona G.Gili 1/01/81
- * MAIER MANFRED Curso básico de diseño Barcelona G.Gili 1.1.82
- * MONOD JACQUES El azar y la necesidad Barcelona
- * MUNARI BRUNO ¿Cómo nacen los objetos? Barcelona G.Gili
- * NACHTIGAL WERNER. "La nature réinventée". Paris. 1987. PLON.
- * SCARPA GIORGIO. "Modelli di Biónica". Bologna. 1988. Zanichelli.
- * THOMPSON D'ARCY Sobre el crecimiento y la forma Madrid H.Blume 1/01/80
- * VARIOS La máquina de la vida Barcelona Salvat 1.1.86
- * VARIOS Clasificación de las formas de la vida Barcelona Salvat
- * WAINWRIGHT S.-BIGGS-CURREY Diseño mecánico en organismos Madrid H.Blume 1.1.80
- * WIRKKALA TAPIO: "Catalogo de la Triennale de 1984". Electra. Milano, 1984.
- * WORRINGER W. Abstracción y naturaleza Mexico F.C.E 1.1.83 sl

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:

- * ARAUJO JOAQUIN Arquitectura Animal Barcelona Salvat 1/01/87
- * BLASER W. Santiago Calatrava G.Gili
- * BOLOGNA FEDINANDO De las artes menores al diseño Industrial Barcelona H.Blume 1.1.82
- * BURTON MAURICE Insectos Barcelona Daimon 1/01/73
- * BURTON ROBERT Animales venenosos Barcelona Castell 1.1.82



- * CATALOGO DE LA TRIENALE DE MILANO 1992. Electra. Milano. 1992
- * HESKETT JOHN Breve historia del diseño Industrial. Barcelona
- Serbal 1.1.85
- * IBM(VARIOS) Exhibi Barcelona IBM 1.1.86
- * LOGSDON TOM Robots:una revolución Barcelona Orbis 1.1.86
- * LOTINA BENGURIA ROBERTO Los Mariscos Bilbao Roussel 1/01/73
- * RAWSON PHILIP Diseño Madrid Nerea 1.1.90
- * REICHOLF-RIEHM HELGARD Insectos y arácnidos Barcelona Blume 1/01/86
- * RICARD ANDRE Diseño ¿por que? Barcelona G.Gill 1.1.82
- * S.STEVENS PETERS Patrones y pautas en la naturaleza Barcelona Salvat 1/01/89
- * SOLANA DONOSO JESUS Diseño: Arte y función Barcelona Salvat 1.1.85

ABRIR CAPÍTULO II DE METODOLOGÍAS

