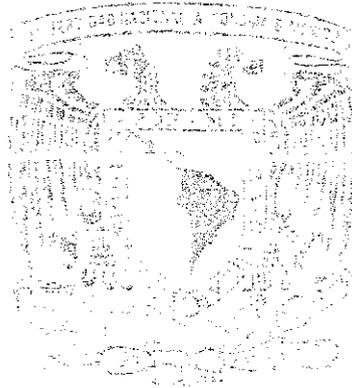


00164

2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA



## Estructuras Autopoiéticas Análogas

TESIS QUE PRESENTA

FERNANDO CÓRDOVA CANELA

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ARQUITECTURA CAMPO DE  
CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA

MÉXICO  
2002



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO**

**Director de Tesis.**

**Dr. Humberto Acedo Espinoza**

**Sinodales Propietarios**

**Mtro. Francisco Reyna Gomez.**

**Mtro. en Dis. Arq. Jan Van Rosmalen Jansen.**

**Sinodales Suplentes**

**Mtro. Jorge Rangel Dávalos.**

**Mtra. en Ing. Perla Santa Ana Lozada**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INDICE

### Introducción.....1

### 1. La importancia de lo vital en arquitectura.....5

- Las alternativas conceptuales en la comprensión de la realidad.....5
- La arquitectura y lo vital, una rápida revisión filosófica .....7
- Lo vivo como modelo instrumental, su influencia en la tecnología. .... 8
- El ser vivo y medio ambiente, conceptos de eficiencia mutua 9
- Las modalidades de origen de un objeto o unidad y sus aplicaciones .....11
- Acerca de las relaciones de lo vivo y sus consecuencias .....13

### 2. La máquina y lo maquinante.....14

- La tesis organicista frente al concepto de la máquina.....14
- La orientación y evolución del concepto máquina ..... 18
- Las características del concepto máquina..... 20
- El ser máquina: su generación a través del binomio organización – acción, una revisión descriptiva..... 22
- La noción del ser máquina: el papel que desempeñan los conceptos organización, producción, praxis..... 25
- Los seres máquina como máquinas artificiales y sus relaciones poéticas.....26
- La renovación de la noción de producción, un acercamiento al concepto de poiesis ..... 26
- Algunas consecuencias del modelo expuesto..... 31

### 3. La estructura y el concepto de autopoiesis análoga.....33

- El principio de la estructura desde una perspectiva material..... 33
- La estructura: su principio útil y su problemática general. .... 34
- La función del cálculo en la estructura..... 35
- La estructura como producto ..... 36
- Las estructuras concebidas al mínimo..... 37
- La ingeniería de diseño, un acercamiento a una visión retroalimentadora ..... 38
- Breve síntesis de la estructura en la arquitectura..... 40
- El concepto de autopoiesis análoga.....43

### 4. Estructuras autopoieticas análogas.....47

- Convergencias entre la estructura y la máquina..... 48
- El proyecto: su esencia y desarrollo..... 50
- Sistema de manufactura de manejo por pedido: OHMS..... 58
- Definición integral de manufactura asistida por computadora: IDEF<sub>0</sub>..... 60
- Un modelo conceptual de sistema de manufactura en un ambiente OHMS – IDEF<sub>0</sub>..... 63
- Diseño y desarrollo de un producto por pedido: el caso de la estructura arquitectónica .....66

## Conclusiones

## Bibliografía

## Apéndices.



## ESTRUCTURA Y TIPOLOGÍA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La estructura en arquitectura es considerada como el elemento que reivindica la lógica interna del edificio al sustentarlo<sup>1</sup>, en este caso, tal lógica representa el establecimiento de un orden tangible y evidente. Dicho orden no implica inmovilidad, puesto que aun el orden forma parte de lo vivo y de la vida misma. Si consideramos que la vida se desarrolla en una realidad compleja, podemos afirmar que el orden impuesto por la estructura, al igual que la vida, es dinámico, relativo y cambiante. Robert Venturi da su definición del orden válido, el cual "...se adapta a las contradicciones circunstanciales de una realidad compleja, se adapta como se impone...tolera modificaciones y arreglos..."<sup>2</sup>, en donde el orden no es un absoluto sino una circunstancia de una situación específica y cambiante. Esto en la estructura, se traduciría en una visión que la considere sujeta a un proceso dinámico, cambiante y complejo de producción, desarrollo y diseño.

La lógica que impone el orden de una estructura, establece de manera objetiva:

- Un lenguaje geométrico.
- Una capacidad mecánica inherente.
- Propiedades materiales que atienden a aspectos técnicos y de expresión poética.
- Una forma de diseño, desarrollo y producción específica.

Además se establece un reconocimiento de los aspectos dinámicos del medio ambiente que inciden en su nacimiento, crecimiento y supervivencia, por citar algunos:

- Aquellos relacionados con su viabilidad física propia, tales como la actividad sísmica, temperatura, suelos, influencia de esfuerzos nocivos del entorno.
- Aquellos que se relacionan con su significación en el entorno y el paisaje.
- Los que están relacionados con aspectos artificiales tales como los de mercado, tecnología disponible y necesidades específicas del usuario o cliente.

No obstante, hay que reconocer que no es fácil relacionar los aspectos anteriores debido a su gran complejidad en términos reales. Aquí se hace necesario que se planteen procesos, que de algún modo, permitan conocer y optimizar las relaciones a que esta sujeta. Esto se lograría al establecer procesos que canalicen la etapa de diseño estructural, dentro de un sistema de producción específico, que permita su evolución y desarrollo, liberándola de las visiones instrumentales y limitadas que inician y acaban únicamente en su cálculo, o que la consideran como un aditamento del proyecto arquitectónico.

El mayor interés de la investigación estriba en proponer las relaciones que optimizan el diseño y evolución de la estructura, en el ámbito del desarrollo tecnológico actual. Esto a través de su inserción en un sistema de producción, que permita integrar de manera conciente, retroalimentadora y global<sup>3</sup>.

- los elementos de geometría;

<sup>1</sup> Arnau Amo Joaquín *24 Ideas de Arquitectura*, Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de publicaciones SUPV-94 241

<sup>2</sup> Venturi Robert: *Complejidad y contradicción en Arquitectura*, Barcelona 1978, p. 63

<sup>3</sup> Ver página 80 en adelante.

## INTRODUCCIÓN

- su comportamiento mecánico;
- la propiedad de los materiales;
- sus aspectos productivos,
- las influencias del medio ambiente.

Así como, promover el conocimiento de las estructuras, con un enfoque interdisciplinario e integral, destacando conceptos tales como:

- Su comprensión a partir de la analogía con el concepto de máquina de Lewis Mumford, concepto desarrollado a partir de la página 16 del presente documento.
- Su análisis a partir de los aspectos maquinantes propuestos por Edgar Morin, desarrollado en la página 27.
- El desarrollo del concepto de autopoiesis análoga, como proceso organizador, social y material, concepto desarrollado en la página 52
- La comprensión de los diferentes aspectos, con los cuales puede ser identificada la estructura en nuestros días, respecto a su interpretación numérica, análisis estructural, utilidad, como producto, su optimización y diseño, descritos a partir de la página 48.

**Pudiéndose decir que el objetivo general de la propuesta es desarrollar el concepto de estructura autopoietica análoga<sup>4</sup>. Esto es, el modo en que la estructura de forma análoga a lo vivo, es decir, artificialmente, se auto-produce y auto-organiza, en un sistema de producción, un sistema social-material externo y un ambiente tecnológico específico<sup>5</sup>.**

La estructura es considerada en un sentido amplio, no solo en su sentido resistente. Se entiende que la estructura autopoietica análoga, se refiere al proceso reproductivo y externo<sup>6</sup>. Esto partiendo de un concepto de estructura plural y complejo<sup>7</sup>.

El problema consiste en considerar el diseño y evolución de la estructura como complejo y dinámico. De ahí se pretende relacionar con el concepto de lo vivo en términos de su capacidad auto-organizadora y auto productiva, de una forma analógica y fenomenológica. Se logrará mediante su interpretación:

- En el análisis de los fenómenos de lo vivo que analógicamente pueden explicar el desarrollo y evolución de la estructura<sup>8</sup>.
- Como un ser que participa de las cualidades de la máquina como concepto<sup>9</sup>.
- Las relaciones y coincidencias entre el concepto máquina y la estructura<sup>10</sup>
- En los procesos sociales y materiales externos que dan dirección a la reproducción y evolución de la estructura<sup>11</sup>
- De una crítica y revisión de los aspectos tecnológicos, industriales y de ingeniería de proyectos y de manufactura involucrados<sup>12</sup>

Su trascendencia es proponer para el diseño y desarrollo de estructuras arquitectónicas, una manera para elegir la mejor opción de una configuración, respecto a la tecnología disponible, medios de producción y necesidades humanas y ambientales. Que considere una realidad compleja, maximice las cualidades de adaptación y permanencia en el medio natural y humano, en términos de comportamiento y producción.

La hipótesis de trabajo es la siguiente:

<sup>4</sup> Revisar el concepto de autopoiesis análoga en la página 52, del presente documento

<sup>5</sup> Ver página 80 en adelante

<sup>6</sup> Ver página 80 en adelante

<sup>7</sup> Ver la breve síntesis de la estructura en arquitectura, página 48

<sup>8</sup> Ver página 5 en adelante

<sup>9</sup> Ver página 16 en adelante.

<sup>10</sup> Ver página 61 en adelante

<sup>11</sup> Ver página 52 en adelante.

<sup>12</sup> Ver página 61 en adelante.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCIÓN

*El concepto de estructura autopoietica análoga, permite definir dinámicamente las relaciones óptimas de comportamiento y producción que dan lugar a una estructura, a través de un proceso social y material externo que optimiza las relaciones entre la estructura como máquina, el concepto de máquina y de lo maquinante, interpretando análogamente las características que definen a lo vivo, en términos de adaptación, auto producción y auto organización.*

El contenido del documento propone el desarrollo de cuatro temáticas, con igual número de capítulos.

- El primero que incluye la importancia de lo vital en la estructura, en donde se hace la propuesta metodológica y la importancia de los conceptos de adaptación, auto organización y auto producción.
- El segundo plantea el concepto de máquina y de lo maquinante, tratando de identificar las categorías que lo definen para su análisis
- El tercero se refiere a la estructura y sus diferentes interpretaciones, de tal modo que, se pueda establecer una relación con el concepto de máquina, rematando con el concepto de autopoiesis análoga
- Por último el concepto de estructura autopoietica análoga establece las convergencias entre máquina y estructura, sus relaciones y la síntesis funcional de esta interrelación, a través del proyecto en un sistema de producción.

El enfoque partirá del análisis de los conceptos básicos, en este caso el concepto la máquina, lo maquinante, la interpretación de la estructura, y el proceso externo social y material que direcciona al proceso –autopoiesis análoga-. Estos conceptos se conjugaran a través del proyecto en un sistema de producción específico; de tal manera que se logre comprender en este último, como se construye el desarrollo y evolución de la estructura de una forma auto-organizada y auto-productiva.

El alcance del estudio es proponer un concepto evolutivo - reproductivo de la estructura como alternativa en la conceptualización, diseño y desarrollo de estructuras. A partir de un proceso conceptual que valore por un lado.

- Los procesos externos social y material<sup>13</sup>.
- La convergencia del concepto de máquina y de estructura<sup>14</sup>
- Los aspectos maquinantes involucrados<sup>15</sup>.
- El proceso del proyecto de la estructura en un sistema de producción<sup>16</sup>

Dadas las características de la investigación, los principales limitantes se refieren a aspectos:

- **Transdisciplinarios**, referidos principalmente a los que se generan a partir de la comprensión y relación necesaria de cuerpos de conocimiento y teóricos provenientes de diferentes ramas de conocimiento. En este caso, la relación entre el concepto de máquina, el análisis de los aspectos maquinantes, el concepto de autopoiesis análoga, la interpretación de la estructura desde diferentes perspectivas, la aplicación de aspectos de ingeniería de proyectos y de manufactura.
- **Del objeto de estudio**, dado que el presente trabajo propone girar en torno de un proceso que posibilite la generación de relaciones óptimas, es decir, adaptativas, auto-organizativas y auto-productivas. Dichas relaciones se establecen entre el comportamiento propio y los factores productivos que tienen lugar en la estructura, por medio de procesos externos sociales y materiales. Aterrizando en un trabajo que pretende desarrollar un proceso como aplicación conceptual

<sup>13</sup> Ver página 52 en adelante.

<sup>14</sup> Ver página 58 en adelante

<sup>15</sup> Ver página 31 en adelante.

<sup>16</sup> Ver página 61 en adelante.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

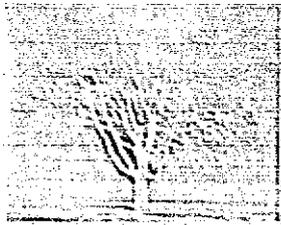
## INTRODUCCIÓN

Por último, el documento permite enriquecer el manejo de la conceptualización del diseño estructural, su comprensión como objeto y problema productivo. La visión que aquí se desarrolla, es la que tendría un departamento de investigación y desarrollo, en el marco de una producción industrial. El contenido puede ser un medio de comprensión para futuras inquietudes de profesionales, que amplíen los conceptos aquí expuestos. Además se constituye en una opción de apoyo, en la organización y operación del diseño y desarrollo de la estructura como proyecto, en el marco de un sistema productivo, que incorpore parte de lo aquí vertido.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONTENIDO

## La importancia de lo vital en la arquitectura



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En el presente capítulo se trata de revisar, un conjunto de argumentos a favor de considerar el papel de lo vital, lo cambiante y lo relativo en la creación artificial, y por ende en la arquitectura y la estructura. Esta postura teórica, permitirá, en capítulos subsecuentes acercarse a

- Una descripción compleja del concepto máquina
- Las diferentes interpretaciones de la estructura
- El concepto de autopoiesis análoga y su aplicación a la estructura arquitectónica.

Inicialmente se hace una descripción de cómo lo cambiante y relativo influyen en la percepción de nuestra realidad, concluyendo en que su complejidad es manifiesta, para después hacer una propuesta metodológica que regirá el trabajo en su totalidad. El segundo punto revisa las ideas filosóficas y teóricas que nos permiten afirmar la notoria complejidad y lo íntimo de la correlación entre lo vital y el hacer arquitectónico, además de plantear el carácter sintético de la estructura arquitectónica.

El siguiente punto da cuenta de cuáles son los alcances de lo vivo, al considerar sus aspectos instrumentales aplicados a lo artificial, y como estos influyen en un concepto de tecnología también instrumental, concluyendo en cuáles son los conceptos valiosos producto de este análisis para el trabajo en general.

A continuación se desarrolla una argumentación acerca de cómo el medio influye en un organismo vivo, y como este a su vez influye en el medio, esto resulta en el concepto de adaptación, y de cómo este concepto finalmente permite comprender la eficiencia en lo vivo, así como, cuál es el provecho de aplicar estos conceptos a lo artificial.

Acto seguido se analiza el modo en que se puede originar un objeto, y a partir de dichas modalidades como puede entenderse el origen de los objetos artificiales, de tal manera, que se pretende identificar cuál es la modalidad más adecuada de origen, para el desarrollo y evolución de un objeto artificial. Por último se intenta sintetizar las consecuencias de entender los conceptos que definen a lo vivo, como conceptos aplicables a la creación artificial, esto tendrá un especial significado en el conjunto del trabajo, pues permitirá comprender la forma en que se puede aplicar el concepto de lo vivo, su capacidad auto generadora y auto organizadora, a lo artificial y a la estructura arquitectónica.

### Las alternativas conceptuales en la comprensión de la realidad.

Al tratar de comprender la realidad, las relaciones que establecen dos conceptos fundamentales, por un lado lo absoluto y por el otro lo que es definido como relativo o cambiante, contribuyen de alguna forma al enriquecimiento de cómo comprendemos nuestra realidad. Lo absoluto nos permite la comprensión analítica, estática y reduccionista de la realidad, sin la cual, por ejemplo, el rigor científico carecería de un antecedente y una fe lo suficientemente sólida para su actual desarrollo. Lo relativo o cambiante parte de una comprensión sintética, dinámica, incluyente y compleja que de manera extensiva, hace que la comprensión de los fenómenos, sea algo más que una fórmula, un instrumento o un procedimiento.

## CONCLUSIONES

## La arquitectura en la estructura arquitectónica

Dichos conceptos están en permanente tensión dialéctica, esta será su principal característica, lo absoluto no abate ni descarta a lo relativo, sino que mas bien se complementan. No puede imaginarse lo ideal con todos los alcances apriorísticos resultantes en las ciencias abstractas, -en este caso las matemáticas, la geometría, la trigonometría, por citar algunos-, que ha permitido un avance indiscutible en el conocimiento científico. Teniendo como resultado la delimitación de los problemas y objetos de estudio o la utilización y desarrollo de métodos analíticos. No obstante, esta forma de ver la realidad no permite ver esa raíz donde lo complejo y lo vital, lo frágil, lo dinámico, aun lo oscuro, contamina operativa y creativamente, este proceso aparentemente limpio y feliz de lo absoluto.

Lo relativo, lo cambiante plantea un modo de hacer distinto, es decir en las relaciones que establece. Se funda en la acción, en el lugar, en la circunstancia, sin embargo, no escapa del determinismo, y asume que los resultados serán distintos en cada ocasión de acuerdo a la combinación de la acción, lugar y circunstancia. Siendo poco efectivo para su comprensión, tratar de describir únicamente de forma analítica un problema u objeto de estudio, debido a que su principal cualidad se centra en la descripción de las relaciones y en el posible comportamiento. Por lo que se hace deseable y necesario la definir los procesos, sistemas, comportamientos, genealogías, relaciones entre acción, lugar y circunstancia en que ocurren los fenómenos sujetos a lo relativo o cambiante.

La idea de explicar lo absoluto y lo relativo, en un objeto o concepto tal como el de la estructura en arquitectura, supone el conocimiento de la ingeniería, la industria, la tecnología, y la técnica milenaria de la arquitectura, en una crítica mutua lo suficientemente intensa para preguntarse porque y como interactúan y que papel tiene cada una en este tiempo, en el desarrollo de la estructura arquitectónica. Así como la manera en que pueden desarrollarse cada una o todas, apoyadas por los logros compartidos a través de la estructura en arquitectura. Supone también la existencia de una realidad compleja, realidad que no se reduce a procedimientos o formulaciones, sino que amplía e incluye aquello que tradicionalmente esta fuera de lo aparentemente científico; la experiencia y formación personal, el lugar y circunstancia. Supone pues, una complejidad no apta para análisis, generalizaciones y cuentas fáciles, sino para la valoración humana, no exenta de fallas y si rica en posibilidades y oportunidades de nuevas revisiones y cambios.

La propuesta metodológica considera a los hechos, principalmente como un acto de distinción por parte del observador. Insertándose en un campo en el cual, lo relativo y absoluto no son excluyentes entre sí, puesto que los dos contribuyen al entendimiento del hecho. En ese sentido, el observador es quien llega a correlacionarlos, a través de la experiencia, su formación personal, su conocimiento de métodos y procedimientos y de las condiciones de lugar y circunstancia. Parte de:

- Una idea inicial que limite al hecho, incluyendo de la misma forma los recursos de tipo material de los cuales disponga.
- Tratar de reconocer el sistema que determina las interacciones que específicamente generan algún cambio dramático en el hecho.
- Interrelacionar el papel del medio no solo como cuestión externa, sino como elemento que guarda una relación íntima con el hecho.

Como consecuencia de lo anterior, se pretende establecer que, ampliando el conocimiento científico y tecnológico al considerarlos en un entorno cambiante y humano, permiten una mejor comprensión e interpretación no solo de lo natural sino de lo artificial

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## La arquitectura y lo vital, una rápida revisión filosófica.

Parafraseando a Heidegger podemos decir que el habitar es la referencia del hombre a los lugares y a través de los lugares a los espacios; el construir y pensar son cada uno a su modo inevitables para habitar, pero ambos son insuficientes en tanto actúen cada uno por separado<sup>17</sup>, de esto se deduce que el habitar implica pensar el construir. De esto podemos decir que cualquier acción constructiva no resulta de reducciones ni de aplicaciones simples, si el habitar implica el pensar el construir, entonces implica la correlación y conocimiento de la circunstancia del lugar, y esto da idea de una complejidad y dinamismo que subyace debajo de la acción de construir.

Norberg - Shultz apunta que el interés del hombre por el espacio tiene raíces existenciales<sup>18</sup>, existe la necesidad de adquirir **relaciones** vitales en el ambiente que le rodea, con el fin de aportar a ese medio sentido y orden en un mundo de acontecimientos y acciones, que tienen lugar en ese momento de su existencia<sup>19</sup>. Se establece un equilibrio dinámico entre el hombre y lo que le rodea, orientado dicho equilibrio a los objetos. Los objetos entonces se adaptan fisiológicamente y tecnológicamente, influyendo en otras personas, captando las realidades abstractas o "significados" transmitidos por los diversos lenguajes creados con el fin de comunicarse<sup>20</sup>. Es decir, los objetos se constituyen como el medio, a través del cual, se sintetiza la complejidad y dinamismo de lo humano y de su ambiente circundante.

El espacio arquitectónico se adapta a las necesidades de la acción orgánica del hombre, además de facilitar su orientación mediante la percepción. Puede decirse que el espacio arquitectónico, se entiende también como la disposición y orden mediante las cuales, se expresan las relaciones que experimenta el sujeto con su entorno. En este sentido la estructura arquitectónica, al ser parte del espacio arquitectónico no es ajena de la complejidad que establece el hombre y su entorno.

Otro argumento acerca de la complejidad de que es participe la obra arquitectónica lo da Venturi, primero respecto al orden válido, y segundo respecto a las contradicciones del programa arquitectónico y lo que esto representa.

Respecto al orden válido, Venturi apunta, "un orden válido se adapta a las contradicciones circunstanciales de una realidad compleja, se adapta como se impone, ... tolera modificaciones y arreglos."<sup>21</sup> Habrá que reconocer que la arquitectura es necesariamente compleja y contradictoria, inicialmente por incluir las tres categorías vitruvianas, de comodidad, solidez y belleza, lo cual es complementado por las necesidades del programa, la estructura, infraestructura y expresión dándose esto aún, en contextos simples<sup>22</sup>.

Las contradicciones y complejidades que desarrolla el programa arquitectónico, reflejan las contradicciones y complejidades intrínsecas de la **vida**. Las contradicciones pueden ser reflejo de una irregularidad excepcional o puede ser producto de irregularidades inherentes al orden<sup>23</sup>. En este sentido, las causas de tales contradicciones pueden ser:

- el reconocimiento de la variedad;
- la confusión en el interior y exterior, en el medio ambiente y el programa, y en todos los niveles de la experiencia;
- además de la limitación característica de todo lo hecho por el hombre

De este modo la arquitectura se da en el encuentro de las fuerzas interiores de uso y de espacio. Estas fuerzas interiores y ambientales son generales y particulares, genéricas y circunstanciales, de la misma

<sup>17</sup> Heidegger Martin; *Construir, Habitar, Pensar*; Alción Editora, Argentina 1997, pp 47, 55.

<sup>18</sup> Norberg - Schulz C; *Nuevos caminos de la arquitectura: existencia, espacio y arquitectura*, Editorial Blume, Barcelona, 1975, p 9.

<sup>19</sup> Ibid, p 9

<sup>20</sup> Ibid, p.9

<sup>21</sup> Venturi Robert; *Complejidad y contradicción en, Arquitectura*; Barcelona 1978, p 63

<sup>22</sup> Ibid, p 25

<sup>23</sup> Ibid, p 63

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

forma, la estructura permite la transición entre el interior y el exterior, se convierten en el registro espacial y el escenario de este acuerdo, al permitir las tensiones necesarias que permiten hacer arquitectura<sup>24</sup>.

Del análisis de los argumentos propuestos por Heidegger, Norberg – Shultz y Venturi podemos concluir lo siguiente.

1. El construir no es una acción simple, siempre y cuando se considere habitar, el construir implica pensar, y si se piensa, entonces se da lugar a considerar una inevitable complejidad y dinamismo que es producto de la interacción de el pensar el construir, el lugar y el habitar, es decir, no existen soluciones que reduzcan estas relaciones sin el riesgo de que el producto del construir sea inhabitable.
2. Los objetos constituyen la síntesis de la complejidad de la relación entre medio y hombre, y a través del objeto se expresa la aspiración existencial del hombre, por lo que tiene un papel comunicador y de expresión. Esto significa que el objeto creado por el hombre necesariamente será complejo y dinámico, y será reflejo de sí mismo, en un momento determinado de su existencia y vida en el mundo.
3. La estructura es parte del registro espacial de la arquitectura, que es complejo y contradictorio, y no solo tiene un carácter utilitario y secundario, sino que es el cuerpo mismo de la arquitectura. Donde tiene lugar la obra arquitectónica, es en la obra, es decir, en el cuerpo del cual la estructura forma parte fundamental, donde se puede y se debe ubicar una de las prioridades más importantes de la arquitectura. De este modo la estructura sintetiza gran parte de la problemática de la obra arquitectónica puesto que le da la posibilidad de generar inicialmente un lugar, limitando y posibilitando la diferencia entre exterior e interior.

### Lo vivo como modelo instrumental, su influencia en la tecnología.

Quizá al tratar de conocer la influencia que le corresponde a lo vivo en la generación de lo artificial, nos topamos con posturas disímiles, ya que lo vivo como tal, también ha sido **pensado**, yendo primero, desde su utilización meramente instrumental y aislado de nuestra realidad, hasta el reconocimiento de sus procesos y relaciones, donde el humano forma parte decisiva de los mismos. En ese reconocimiento se pretende que el hombre se adapte con una eficiencia y viabilidad a largo plazo, en términos de nuestra conservación como especie.

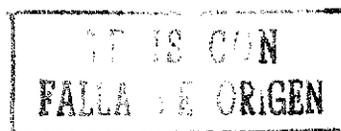
Pensando en lo vivo instrumentalmente podemos decir que lo vivo no es perfecto, y que tampoco tiene seres perfectos, debido a que la "evolución natural" está planteada sobre la idea de selección negativa, es decir, el de la sobrevivencia del más fuerte. Si se considera a la naturaleza como un objeto o proceso selectivo, se les niega a los organismos vivos la capacidad de establecer una relación dinámica con el entorno.

El hombre entonces, puede tomar algún ser viviente como modelo tecnológico, pero debe saber con certeza lo que es más óptimo de ese ser, para entonces ser analizado desde una perspectiva científica. Sin embargo, la "estrategia de evolución" amplia, interminable y compleja, puede no ser comprendida en su totalidad. No es posible tener éxito en la reducción del gran problema de lo vivo a aspectos menores, esto nos lleva a pensar que la tecnología tomará como modelo a la naturaleza solo si esta puede ser **explotada** con claridad por el conocimiento de alguna ley natural<sup>25</sup>.

La tecnología en contraparte, se orientaría en un sentido de selección positiva, mucho más rápida y orientada a objetivos, considerando que la relación con lo vivo como modelo explicativo facilita la comprensión del modelo técnico inventivo. Sin embargo, la posibilidad de imitación choca con, la complejidad natural para ser conocida tan fácilmente, la cantidad de energía que se requiere para lograrlo, y

<sup>24</sup> Ibid, p. 138, 139.

<sup>25</sup> Otto Frei. "On Nature, the model", DOMUS 818, September 1999, pp.45-48



por que en términos de la intensividad con que se pueden aplicar al consumo humano, los objetos producidos por el hombre pueden ser mejores que los naturales<sup>26</sup>.

No habrá que olvidar que en términos de tiempo, como humanos carecemos objetivamente de los recursos de los que dispone lo vivo, que es la vida misma. Tan solo por el hecho de nuestra permanencia temporal quedamos limitados, por lo que es ciertamente difícil, tratar de equiparar directamente nuestros artefactos con la naturaleza, tomando en cuenta que en complejidad y sutileza están fuera de la esfera de lo artificial. Los traslados directos como los que se plantean de los seres vivos a la tecnología en forma de objetos, son ciertamente, extremadamente complejos y lejanos aún.

Es por eso que la mayor experiencia que podemos rescatar de la observación y abstracción de los modelos de lo vivo, tiene que ver con una visión fenomenológica. Por tanto, es importante el conocer como en la naturaleza se establece en general:

- El concepto de eficiencia, lo cual en primera instancia puede hacernos pensar en su expresión en el uso óptimo de material en términos productivos
- El conocimiento de cual es el sentido de la flexibilidad de lo vivo, es decir, la capacidad de los organismos para cambiar de forma, crecer y moverse como atributo específico mediante el cual se orienta el uso óptimo de material y su adaptación al medio.
- Las relaciones que dan lugar al fenómeno de eficiencia y flexibilidad, no en los objetos mismos.

### El ser vivo y medio ambiente, conceptos de eficiencia mutua.

Haciendo una analogía con lo que sucede con los seres vivos, la historia de los cambios de una entidad viva es descrita por su ontogenia, de tal suerte que se puede decir que todo organismo parte de una estructura inicial, la cual a su vez condiciona la dirección de las interacciones con el medio, y acota los cambios en su conformación estructural<sup>27</sup> que el entorno produce en la entidad

Siguiendo con el proceso análogo, los seres vivos tienen la capacidad de ser seres autopoyéticos, las continuas interacciones con el medio resultan en que el organismo logra clasificar estos fenómenos que son identificados como **perturbaciones**, siempre desde la visión de la dinámica interna de su estructura.

El medio constituye el entorno en donde se realiza el organismo, es operacionalmente distinto a la entidad viva, y por su puesto esta dotado de una dinámica estructural propia, situando en su particularidad una de sus principales características

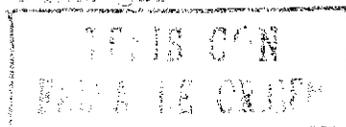
Asimismo, el medio también es afectado por la perturbación que representa el organismo, generando reciprocidad en el proceso de acoplamiento, pudiendo decir que el resultado es una historia de cambios estructurales entre organismo y medio, cuya concordancia perdurará hasta que alguno de los dos se desintegre, en otras palabras habrá acoplamiento estructural<sup>28</sup>.

Para medio y organismo, la interacción mutua no es de carácter instructivo, ya que la interacción no determina cuales van a ser los efectos sobre cada uno, sino que cada uno determina en función de su estructura su cambio, en consecuencia, tanto el medio como el organismo son fuentes de perturbaciones mutuas, pero no de instrucciones.

<sup>26</sup> Paratraseando a Voltaire, "el hombre es el unico animal que come sin tener hambre y que se reproduce todo el tiempo; si ni siquiera el hombre comparte los ciclos naturales, como se puede comparar en sus erecciones.

<sup>27</sup> Al hablar de conformación estructural se refiere este apartado a la estructura fenomenológica que se produce en el organismo o unidad, así como a la integración fenomenológica entre organismo y entorno, no refiriéndose a la estructura como objeto, ni mucho menos como estructura arquitectónica.

<sup>28</sup> Maturana Humberto, Varela G. Francisco, Op. Cit., pp. 49, 50.



De tal forma que, medio y organismo constituyen unidades determinadas estructuralmente<sup>29</sup>, es decir sus cambios están determinados por su estructura, siendo resultado de su propia dinámica interna o desencadenados por sus interacciones mutuas.

Así, una unidad determinada estructuralmente, de acuerdo a sus interacciones, logra especificar cuatro rangos de cambio en su estructura:

- *De cambios de estado*, siendo aquellos cambios estructurales que una unidad puede sufrir sin que su organización cambie, manteniendo su identidad de clase.
- *De cambio destructivo*, en la cual los cambios estructurales hacen perder a la unidad su organización, desapareciendo como unidad de cierta clase.
- *De perturbaciones*, que serán aquellas que desencadenen cambios de estado.
- *De interacciones destructivas*, es decir, todas aquellas perturbaciones que conlleven a un cambio destructivo<sup>30</sup>

De este modo, la dupla medio – organismo forman un sistema dinámico determinado estructuralmente, y debido al cambio continuo de la estructura, sus rangos de cambio serán igualmente cambiantes, pero referidos siempre a la configuración resultante de su estructura presente

Al entender al fenómeno de acoplamiento estructural desde la perspectiva de que organismo y medio constituyen sistemas operacionalmente diferentes, se puede deducir que los organismos mantienen una relación de compatibilidad dinámica con su medio, la cual básicamente se la llama **adaptación**.

La adaptación de un organismo al medio es la consecuencia lógica del acoplamiento estructural, por lo tanto la ontogenia de un individuo deriva de una cambio estructural con invariación de organización<sup>31</sup>, por lo que se podría decir que el fin último de este proceso es conservar la adaptación. Resumiendo, al conservar la adaptación y la autopoiesis, un organismo cumple con las condiciones necesarias para existir

Es este quizá la mayor de las enseñanzas que podemos obtener de la vital, su capacidad auto organizativa y auto productora, es ahí donde se encuentra sentido al uso eficiente del material y a la capacidad flexible del crecimiento, movimiento y de la reproducción. Es un constante reacomodo de equilibrios mutuos entre medio y organismo terminan por formar una unidad estructuralmente acoplada, en donde el organismo percibe lo que tiene que percibir, aquello que es importante para seguir viviendo. Esto implica un sofisticadísimo desarrollo por parte del organismo, sin embargo, es arrogante pensar en que un objeto artificial alcance este grado de refinamiento.

La importancia de destacar que la eficiencia frente al medio en el uso del material, y en sus capacidades de flexibilidad en cuanto a crecer, moverse y reproducirse, no son fines en si mismos. Son medios y al mismo tiempo efectos que posibilitan la adaptación particular al medio, y son en última instancia posibilidades abiertas al lugar y a las circunstancias materiales, que dependen de los recursos disponibles en el medio.

<sup>29</sup> Ibid, pp.64.

<sup>30</sup> Ibid, p.65

<sup>31</sup> Ibid, p.68

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPÍTULO I

### *La importancia de la vital en la estructura*

#### **Las modalidades de origen de un objeto o unidad y sus aplicaciones artificiales.**

El fenómeno de reproducción es básicamente el reconocimiento de la historia en la construcción de un organismo, y consiste en que a partir de una unidad, y mediante un proceso determinado, se origina otra unidad de la misma clase<sup>32</sup>. Este proceso reproduce una unidad resultante, en la que el observador puede distinguir la organización que define a la original.

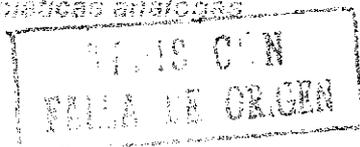
Por tanto, las dos condiciones mínimas necesarias para dar lugar a la reproducción serán la unidad original y un proceso que la reproduce. Sin embargo la reproducción no puede ser parte de la organización, porque para reproducir algo, es necesario que ese algo este constituido como unidad y tenga una organización que lo defina.

La importancia estriba, en que lo reproducido es una adición a la dinámica de interacción entre medio y unidad, no constituyendo un cambio en las características esenciales de la unidad, ni en su organización; en este sentido, es necesario que la unidad como condición mínima de existencia, pueda existir sin reproducirse.

Los modos mediante los cuales se dan origen las unidades son los siguientes:

1. **Réplica**, que es cuando se tiene un mecanismo que mediante su operación, puede generar repetidamente unidades de la misma clase, aplica un mismo procedimiento para producir seriadamente.
  - El mecanismo productivo y lo replicado son sistemas operacionalmente distintos, e independientes históricamente.
  - En este sentido la línea de producción industrial hace un uso intensivo de esta modalidad, puesto que con un mismo procedimiento estandarizado se producen réplicas de unidades de una misma clase, cuya mayor cualidad es que tienden a ser iguales la número uno a la mil, y guardan una congruencia directa con el modelo proyectado. Se centra el trabajo creativo en una instancia diferente a la línea de producción, siendo cada producto totalmente independiente del anterior, en si mismos y en la línea de producción no hay posibilidad de generar un sistema histórico, ni mucho menos auto organizarse.
2. **Copia**, que se establece al tener una unidad modelo y un procedimiento de proyección que genera otra unidad idéntica.
  - Se da un fenómeno de conexión histórica al generar con un solo modelo gran cantidad de copias, o intercalar modelos en esa sucesión, la cual puede ser utilizado en arte como anamorfosis,
  - La copia esta principalmente utilizada en la generación de objetos artificiales, existiendo un objeto y un procedimiento de proyección, pero en un sentido de alcanzar un objeto idéntico, este es el caso de una fotocopia o de un objeto maquilado. En esta modalidad no interviene una acción que cuestione de fondo el proceso de producción del objeto, limitándose a copiar, en este sentido guarda una actitud mecánica bastante evidente.
3. **Reproducción**, que da como resultado, dos unidades de la misma clase al fracturar la unidad original, manteniendo la misma organización.
  - Para que la fractura de una unidad de lugar al fenómeno de la reproducción, la organización de la unidad será de manera distribuida y no compartamentalizada. Este fenómeno es el mas frecuente en la naturaleza.

<sup>32</sup> Ibid, p.35.



## CAPÍTULO I

### *La importancia de lo artificial en la arquitectura*

- Lo central del proceso reproductivo, es que todo ocurre en la unidad como parte de ella, y no hay separación entre el sistema reproductor y el sistema reproducido
- Las unidades resultantes de la fractura reproductiva son diferentes entre si y de la original, aún cuando comparten aspectos de organización y estructura.
- Esto se debe a que en el momento de la reproducción la unidad resultante, recibe distintos componentes distribuidos de manera no uniforme, en función de la historia particular de cambio estructural de la original
- Por tanto es un fenómeno de carácter fundamentalmente histórico<sup>33</sup>, siendo además importante destacar da lugar a su seguimiento histórico y al concepto de evolución y al relacionar al sistema reproductor con lo reproducido existe la posibilidad de originar genealogías, este es el fenómeno que promueve el diseño y desarrollo, siempre y cuando tenga un carácter evolutivo, dinámico y retroalimentador

A partir de las tres modalidades expuestas, se puede deducir que la reproducción, la réplica y la copia aplicando las tres a la experiencia de lo artificial, terminan conformando un proceso total desde el punto de vista productivo. En primera instancia la reproducción plantea la posibilidad de generar genealogías, de establecer una ruta evolutiva, encierra esencialmente una forma de hacer dinámica y creativa, esto utilizando los conceptos de partición y organización distribuida. La réplica queda definida en el proceso productivo industrial, en donde se estandariza, calcula y temporaliza a la unidad como un producto. La copia estará referida a la acción mecánica y operativa última, quedando como último escalón de todas una serie de acciones en todo el proceso

Se definen tres fases cada una importante, cada una con características propias:

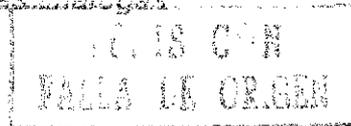
- La reproducción será básicamente inventiva y creativa
- La réplica estará referida al proceso productivo desde un punto de vista particular y material.
- La copia será la acción operativa específica, que remata todo el proceso anterior.

El interés primordial de esta clasificación es identificar en la reproducción la fase donde radica el cambio y la invención, que podrá o no convertirse en innovación, pero es ahí donde se posibilita la configuración de las dos siguientes fases.

Cabe aclarar que en el caso de lo artificial es casi imposible que el objeto mismo o unidad pueda por si misma reproducirse, por tanto es indispensable recordar la importancia que desempeña la actividad humana en este proceso. Es en este binomio de objeto y actividad humana donde se posibilita todo el proceso reproductivo, destacando que es la misma inteligencia humana la que da lugar al tipo de organización necesaria y a las acciones que generan la posibilidad de que lo artificial pueda ser reproducido

Aceptando que quizá el mayor error es tratar de exigir a otra fase un resultado al cual no puede responder. Este es el caso de la réplica, en la que muchas veces se le exige que desde ese nivel pueda haber reproducción, siendo totalmente incompatible su hacer con la meta que se le exige. La orientación del presente trabajo, valora el concepto de reproducción en el proceso productivo total de la estructura en arquitectura, planteando una revisión crítica de las fases posteriores, además de las posibles relaciones existentes en todo el proceso.

<sup>33</sup> Ibid, p. 38-40



## CAPÍTULO I

### *La importancia de la vida en la arquitectura*

#### **Acerca de las relaciones de lo vivo y sus consecuencias.**

Como se ha visto anteriormente lo vivo participa de dos características primordiales, su capacidad de auto-organizarse, auto-producirse y por lo tanto de adaptarse a un medio, en donde el fenómeno de adaptación finalmente determina los parámetros de flexibilidad de la organización de lo vivo.

El crecer, transformarse y reproducirse son fenómenos producto de esta capacidad de adaptación y de un concepto de flexibilidad que se centra en el cambio constante, y es precisamente en la capacidad generadora y flexible de lo vivo que se funda su fenómeno de perdurabilidad en el tiempo.

Lo vivo no persigue una resistencia que le permita una existencia demasiado prolongada, funda en la reproducción su capacidad de permanencia, por lo tanto su organización material le permite recuperarse de la entropía a que esta expuesta mediante su neguentropía interna, no busca esencialmente oponerse por su resistencia a la entropía natural de su existencia.

Lo artificial por otra parte busca una oposición frontal a la entropía producto de su existencia, por lo que el hombre busca en lo artificial que sea mas resistente por lo menos que su creador, por lo tanto el artefacto carece esencialmente de capacidad auto-organizadora y auto-productora, siendo el mismo hombre quien se la proporciona a través del conocimiento producido en su organización social.

No obstante la fortaleza y potencial del artefacto en muchas veces sobrepasa a lo vivo, como ejemplo podemos poner a las máquinas voladoras o a los automóviles, sin embargo aún con todas sus ventajas habrá que aceptar que están bastante lejanos a lo vivo, en cuanto a su complejidad, sofisticación y capacidad de existencia en el tiempo.

Resumiendo la capacidad auto - organizadora y de auto - producción lo de lo vivo lo hacen bastante dinámico y por lo mismo frágil, es la fragilidad quizá su mayor fortaleza y debilidad, el dinamismo tiene su precio, por lo que al pensar en la naturaleza y en lo vivo hay que sopesar esta característica, y decidir que tanto nos queremos acercar, si es que podemos hacerlo. Dado lo anterior resulta un poco difícil acercarse a lo vivo directamente, es por eso que el centrarse en sus relaciones es posiblemente la mejor solución, y a partir de ahí tratar de aprender y aplicar en los artefactos, no por imitación directa, si por comprensión de sus relaciones y fenómenos.

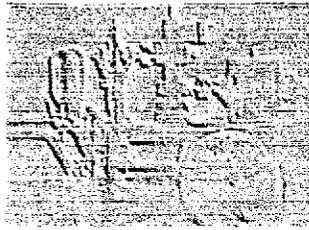
El conocimiento de lo vivo plantea así una perspectiva en la que se debe valorar sus capacidades auto organizadoras y auto productoras, así como la manera de adaptación entre el organismo y el medio. Nos lleva a reconocer que la eficiencia y capacidades de movimiento, reproducción, y crecimiento en lo vivo son producto de la relación íntima entre medio y organismo

Es ahí donde lo artificial puede aprender, no reduciendo lo artificial a un carácter meramente instrumental, coartando su potencial de desarrollo. La ampliación de la visión instrumental mediante la intervención de la actividad e inteligencia humana, puede lograr la generación de procesos análogos a lo vivo, gracias a la acción mediadora entre objeto y medio por parte de la actividad humana. Esto implica un profundo conocimiento del objeto, de su forma de producción, y de las condiciones que el medio ofrece. Incorporando un hacer en donde la eficiencia y demás capacidades de lo vivo, no son metas sino medios de adaptación y de generación, dentro de un proceso de evolución y de apertura para nuevas posibilidades de desarrollo en la estructura en arquitectura, al considerar a la estructura arquitectónica como compleja y dinámica de por si



## CAPÍTULO 3

## La máquina y la máquina



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En el presente capítulo se desarrolla el concepto máquina desde su crítica, evolución e identificación de características, partiendo de las tesis sostenidas por Lewis Mumford, hasta la identificación de los seres máquina, sus características, nociones y formas de comprensión, esto a partir de las ideas que al respecto desarrolla Edgar Morin

Dos aspectos importantes reviste este capítulo, primero, comprender a la máquina como un concepto, y segundo identificar que dicho concepto es susceptible de generar aplicaciones y seres que participan del concepto máquina, que por ser así, son llamados seres maquina

Uno y otro aspecto son importantes, permiten visualizar que gran parte de las creaciones artificiales de nuestro tiempo, y mas si para su creación se han desarrollado en una modalidad tecnológica, participan del concepto máquina.

Esto es realmente importante destacarlo, y mas en el contexto del presente trabajo, porque en base de estas argumentaciones podremos identificar en capítulos subsecuentes que la estructura puede participar del concepto máquina y ser descrita como ser máquina.

La comprensión del concepto máquina, su ampliación y la integración de lo vital a su hacer, parecen ser los retos a desarrollar en este capítulo, es importante todo esto, porque permitirá ver a lo artificial en un contexto reproductivo y evolutivo, lo cual es esencial en el desarrollo del trabajo

### **La tesis organicista frente al concepto de máquina.**

Se puede decir que la máquina como objeto y como concepto ha influido fuertemente la forma de como se interpreta el mundo contemporáneo. De la misma forma que ha contribuido en el actual desarrollo material de la época que vivimos, ha contribuido en la deshumanización y la sobre simplificación de la vida misma. Sin embargo, esto no es obstáculo para afirmar que es uno de los mayores logros no solo de tipo tecnológico sino de carácter cultural del hombre.

Para la comprensión de la máquina como concepto es indispensable referirnos a uno de sus principales teóricos, Lewis Mumford, que a pesar de la distancia que representa su primer obra Técnica y Civilización, mantiene una vigencia excepcional en aspectos de carácter simbólico, estético e interpretativo

Es en esta obra donde por primera vez se pormenoriza el impacto y desarrollo histórico, que en la técnica ha tenido la máquina, además de plantear algunas alternativas para el aprovechamiento óptimo de la máquina en el futuro, desde un punto de vista social y humano.

En ese sentido, es importante destacar que las herramientas y utensilios empleados durante la mayor parte de la historia el hombre fueron fundamentalmente, extensión de su propio organismo no tenían y además no parecían tener existencia independiente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Pero aunque eran una parte íntima del trabajador, reaccionaban sobre sus capacidades, aguzando sus sentidos, refinando su destreza, enseñándole a respetar la naturaleza del material sobre del cual obraba

El instrumento puso al hombre en más estrecha armonía con su ambiente, no solo porque le ponía en condiciones de darle otra forma, sino porque le hacía reconocer los límites de sus capacidades. En este sentido la técnica siempre ha sido un instrumento constante de disciplina y educación<sup>34</sup>.

El hombre ha comprendido que el control de ciertas partes del medio que le rodea se logra mediante el aprendizaje de las leyes de su comportamiento, en lugar de imponer prepotentemente los deseos particulares. Esta necesidad de control de la naturaleza, aunado a la voluntad de conocimiento del medio ha sido uno de los principales motivos para la generación de la máquina.

Debido a su fuente de energía independiente y su funcionamiento semiautomático o automático, las máquinas aparentan tener una realidad y existencia independientes del usuario, mientras que los valores educativos de la artesanía se encuentran principalmente en el procedimiento, los de la máquina están sobre todo en el proyecto preparatorio. Razón por la cual el proceso en su conjunto solo era entendido por técnicos responsables del diseño y operación de la maquinaria.

De este modo, la máquina aparece puramente como un instrumento externo para la conquista del medio: la forma real de los productos, la colaboración y la inteligencia verdaderas manifestadas en crearlas, las posibilidades educacionales de esta misma cooperación impersonal, fueron descuidados. Sin embargo, se ha asimilado a los objetos más bien que el espíritu que los genero, intentando una y otra vez hacer que los objetos mismos parezcan ser algo distinto del producto de la máquina<sup>35</sup>.

Lo que queda como contribución permanentemente de la máquina, transmitida de una generación a otra, podría ser considerada como:

- La técnica de la cooperación fomentada en el pensamiento y en la acción.
- La excelencia estética de las formas de las máquinas.
- La delicada lógica de los materiales y de las fuerzas que han añadido un canon – el de la máquina – a las artes y, sobre todo,
- la personalidad más objetiva que ha nacido mediante un trato más sensible y comprensivo con esos nuevos instrumentos sociales y a través de su deliberada asimilación cultural.

Al proyectar un lado de la personalidad humana en las formas concretas de la máquina, el hombre ha creado un medio independiente y artificial que ha reaccionado sobre cada uno de los demás lados de la personalidad<sup>36</sup>, es decir, no solo el hombre ha creado a la máquina, también la máquina ha tenido una importante influencia en la construcción de lo humano

Gracias a la máquina el hombre dio una forma concreta, externa y personal a su deseo de orden, y de manera sutil estableció así un nuevo nivel para su vida personal y sus actitudes orgánicas. De esta forma la máquina ha añadido toda una serie de artes a los producidos por las simples herramientas y los métodos artesanales y ha añadido un nuevo reino en el que el hombre culto trabaja, siente y piensa.

De forma análoga, ha ampliado la potencia y el alcance de los órganos humanos y ha descubierto nuevos espectáculos estéticos y nuevos mundos. La artes exactas producidas con la ayuda de la máquina tienen sus propias normas y dan sus propias satisfacciones particulares al espíritu humano. Diferentes en cuanto a técnica a las artes del pasado, proceden, sin embargo, del humano y sus mismas abstracciones la hacen aún más humana, en un sentido, que aquellas artes humanas que a veces falsifican realísticamente la naturaleza<sup>37</sup>.

<sup>34</sup> Mumford Lewis, *Técnica y civilización*, versión española de Constantino Aznar de Acevedo, Alianza Editorial, Madrid 1971, p. 341

<sup>35</sup> Ibid, p. 342.

<sup>36</sup> Ibid, p. 344.

<sup>37</sup> Ibid, p. 344, 345

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONTENIDO

## La máquina y la adaptación

De este modo la máquina ha sido una de las ayudas creadas por el hombre para conseguir un amplio crecimiento intelectual y alcanzar madurez. Si trata a este poderoso autómatasuyo como un reto a su propio desarrollo. Si las artes exactas fomentadas por la máquina tienen que ofrecer su propia contribución a la mente, y son ayudadas en la ordenada cristalización de la experiencia, entonces esas contribuciones son realmente vitales.

El hecho de que una parte del universo sea una contribución del hombre mismo, de que las limitaciones impuestas en la investigación científica, por los instrumentos y los intereses humanos, tiendan a producir un resultado ordenado y matemáticamente analizable, no disminuye la maravilla y la belleza del sistema.

Da más bien, a la concepción del universo, algo de carácter de una obra de arte. El reconocimiento de las limitaciones impuestas por la ciencia, el subordinar el deseo al hecho y esperar el orden como un esquema urgente en las relaciones observadas más bien que como un extraño en esas relaciones, estas fueron las contribuciones del nuevo concepto de la vida<sup>38</sup>.

Al introducir el tema de lo científico, se contribuye en la ampliación de la certidumbre, la predicción y el control, se incorpora de este modo el tema del número, de la medición, de la exactitud, la cual se expresa por la regularidad y el desarrollo de series

Sin embargo, toda medición supone la referencia de ciertas partes de un fenómeno complejo a uno más sencillo cuyas características son relativamente independientes, fijas y determinables. Una investigación cada vez más atendida a los hechos, el documento, el cálculo exacto se convirtieron en lo preliminar a la expresión. De este modo, el respeto por las cantidades resultó una nueva condición de lo que hasta entonces habían sido torpes juicios cualitativos.

Bueno y malo, belleza y fealdad, están determinados, no simplemente por sus respectivas naturalezas, sino por las cantidades que uno puede asignarles y por cada situación particular. Pensar con exactitud respecto de las cantidades, es pensar más precisamente acerca de la naturaleza esencial de las cosas.

La cantidad, la composición local y la relación ambiental de una cualidad son tan importantes, por así decirlo, como su signo original como cualidad, puesto que las cualidades son alteradas por sus relaciones cuantitativas<sup>39</sup>.

Por otra parte hay que distinguir entre el culto de la naturaleza como norma y un criterio de expresión de expresión humana y la influencia general del espíritu científico. La naturaleza ya no es considerada un absoluto, el hombre puede definir arbitrariamente a la naturaleza, como esa parte de su experiencia que es neutral ante sus deseos y sus intereses, pero él con sus deseos y sus intereses.

Eso sin hablar de su constitución química, ha sido formado por la naturaleza y forma parte ineludiblemente de su sistema. Una vez que ha cogido y escogido en este su reino, como lo hace en la ciencia, el resultado es una obra de arte, su arte: desde luego ya no se encuentra en estado natural<sup>40</sup>; de esta forma lo artificial retoma su lugar de preponderancia en el pensamiento humano.

El paso de la máquina al arte fue en si mismo un signo de liberación, un signo de que las duras necesidades de la práctica, la preocupación de la batalla inmediata había pasado, un signo de que la mente estaba una vez más libre para ver, para contemplar y así ampliar y profundizar todos los beneficios de la máquina.

<sup>38</sup> Ibid, 345, 346

<sup>39</sup> Ibid, p 348.

<sup>40</sup> Ibid, 349.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIÓN

## *La máquina y lo inanimado*

La ciencia tenía otra cosa con que contribuir a las artes además de que la máquina era un absoluto. Contribuyó, con sus efectos sobre la invención y la mecanización, un nuevo tipo de orden en que el poder, la economía, la objetividad, lo colectivo desempeñaban un papel decisivo como forma de dominio. Una segunda contribución de la ciencia fue la de limitar el uso ingenuo de los símbolos y los mitos productos de la teología pagana y cristiana, creando la máquina una nueva forma de símbolos universales, ampliando el verdadero dominio del símbolo mismo<sup>41</sup>, lo cual detono se desarrollo e importancia actual.

Una vez enfocado el símbolo la tarea de las artes prácticas se hizo más intencional. La ciencia dio al artista y al técnico nuevos objetivos: pidió que respondiera a la naturaleza de la máquina en sus funciones, y que se dejara de tratar de expresar su personalidad con medios fraudulentos, y fuera de propósito acerca del material objetivo.

Así pues, aunque la naturaleza misma no sea un absoluto, y los hechos de la naturaleza externa no constituyan los únicos materiales del artista, ni su imitación literal sea garantía de éxito estético, la ciencia le da. No obstante, la seguridad de un reino en parte independiente que define los límites de sus propias posibilidades de trabajo<sup>42</sup>.

No obstante su importancia en la sociedad, no puede utilizarse a la máquina como un atajo para escapar de la necesidad de la experiencia orgánica, puesto que como sustitutivo de experiencia primaria, la máquina carece de valor.

Mientras que en la industria, la máquina puede sustituir al ser humano cuando ha sido reducido a un autómatas, en las artes la máquina solo puede ampliar y profundizar las funciones originales y las intuiciones del hombre, entonces el asimilar conscientemente a la máquina se convierte en un medio para reducir su omnipotencia<sup>43</sup>.

En el diseño de la máquina la imaginación no se aplica después de haberse terminado el diseño práctico: esta fundida con el en cada etapa de desarrollo. La mente trabaja directamente a través de la máquina, respeta las condiciones que se le imponen y no contenta con una burda aproximación cuantitativa busca una estética más positiva.

En la concepción de una máquina o de un producto de la máquina hay un punto en el hay que detenerse por razones de economía sin haber alcanzado la perfección estética: en este momento quizá ha de tenerse en cuenta cada factor mecánico, y el sentido de cosa incompleta se debe al fracaso las exigencias del agente humano.

La estética lleva consigo la implicación de alternativas entre cierto número de soluciones mecánicas de igual validez, y a menos que esta conciencia esté presente en cada etapa del proceso, en cuestiones menores de acabado, finura, composición, no es probable que aparezca de alguna manera satisfactoria en la etapa del diseño. De este modo los intereses estéticos no pueden introducirse repentinamente de la nada: deben ser constantemente operativos, constantemente visibles<sup>44</sup>.

La expresión a través de la máquina supone el reconocimiento de términos estéticos relativamente nuevos: precisión, cálculo, perfección, sencillez, economía. La elegancia de una ecuación matemática, la inevitabilidad de una serie de interrelaciones físicas, la pura cualidad del material mismo, la segura lógica del conjunto, todos estos son ingredientes que entran en el diseño de las máquinas; y también entran como productos que han sido adecuadamente diseñados para la producción de la máquina.

<sup>41</sup> Ibid, p. 350.

<sup>42</sup> Ibid, 351, 352.

<sup>43</sup> Ibid, 365, 366.

<sup>44</sup> Ibid, 371, 372.



## CONCLUSIÓN

## La máquina y el hombre

Por ello la tarea del diseño de la máquina consiste en la confección del patrón original: aquí es donde se hacen los ensayos, se descubren y se ocultan los errores, aquí es donde se concentra el proceso creativo en conjunto.

Una vez establecido el modelo, el resto es rutina, más allá de la oficina de proyectos y del laboratorio no hay – para los artículos producidos en serie destinados a un mercado en gran escala- ni oportunidad para la selección ni realización personal.

Por consiguiente, aparte de aquellos productos que pueden producirse automáticamente, el esfuerzo para lograr una producción industrial equilibrada debe centrarse en el desarrollo de la oficina de proyectos y del laboratorio, reduciendo la escala de producción y haciendo posible un tránsito más fácil hacia adelante y hacia atrás entre las secciones de diseño y las operativas de la fábrica<sup>45</sup>.

Podría decirse que la máquina ha propiciado la generación de un nuevo medio ambiente: **la extensión de la naturaleza del hombre en términos descubiertos por la observación atenta y el análisis y abstracción de la naturaleza**. Cada parte efectiva en este ambiente general representa un esfuerzo de la mente colectiva para ampliar el dominio del orden, el control y la provisión.

Y aquí, finalmente, las formas perfectas empiezan a tener interés humano incluso al margen de sus realizaciones prácticas: tienden a producir esa serenidad y equilibrios internos, ese sentido del contrapeso entre el impulso interno y el ambiente externo, que es una de las marcas de la obra de arte – es decir, nuestras percepciones y sentimientos organizados- en la forma con que la naturaleza los oculta, ampliando la base sobre la cual operamos y confirmando nuestro propio impulso hacia el orden.

Lo económico, lo objetivo, lo colectivo y finalmente, la integración de esos principios en una concepción de lo orgánico, constituyen las características ya discernibles de nuestra asimilación e la máquina no solo como un instrumento de acción práctica, sino como un modo de vida valioso<sup>46</sup>.

### La orientación y evolución del concepto máquina.

Se puede decir que la máquina no es un subproducto pasivo de la técnica, que se desarrollo a través de pequeñas ingeniosidades, al contrario la disciplina mecánica es resultado de una búsqueda deliberada por alcanzar una vida mecánica, no fundándose en la eficiencia técnica, sino como un camino para alcanzar la felicidad o el poder sobre los hombres. Los hombres produjeron máquinas en parte porque estaban tratando de encontrar una salida a una complejidad y confusión desconcertantes, que caracterizaban tanto la acción como el pensamiento. El europeo occidental concibió la máquina porque anhelaba regularidad, orden y certidumbre, porque deseaba reducir el movimiento de sus semejantes, así como el comportamiento del medio a una base más definida y calculable<sup>47</sup>.

Durante el primer periodo de avance mecánico, la aplicación de las simples analogía mecánicas a fenómenos orgánicos complejos ayudaron al científico a crear un marco sencillo para la experiencia en general, incluidas las manifestaciones de la vida.

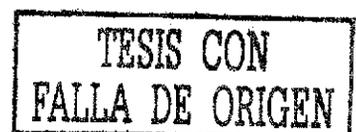
Lo "real" desde ese punto de vista era aquello que podía ser medido y definido con precisión, y la idea de que la realidad pudiera de hecho ser vaga, compleja, indefinible, necesariamente algo oscura y mutable no correspondía al seguro traqueteo y movimiento de las máquinas<sup>48</sup>.

<sup>45</sup> Ibid, p 372, 373.

<sup>46</sup> Ibid, p.377, 378

<sup>47</sup> Ibid, 385, 386.

<sup>48</sup> Ibid, p 389.



## CAPÍTULO I

### La máquina y el organismo

En el siglo XVII se concebía al mundo como una serie de sistemas independientes. Primero, el mundo muerto de la física, el mundo de la materia y el movimiento, sujeto a una descripción matemática precisa.

Segundo, e inferior desde el punto de vista de análisis de los hechos, se encontraba el mundo de los organismos vivos, un reino mal definido, sujeto a la intrusión de una entidad misteriosa, el principio vital.

Tercero, el mundo del hombre, un ser extraño que era un autómatas mecánico en lo que se refiere al mundo de la física, pero un ser independiente con un destino en los cielos desde el punto de vista teológico.

Al contrario de esta visión, en la actualidad en lugar de esta serie de sistemas paralelos, el mundo se ha convertido conceptualmente en un solo sistema: sino se puede aún unificar en una sola fórmula, es aún menos concebible sin sentir un orden subyacente que aparece, a través de todas sus manifestaciones

Aquellas partes de realidad, que pueden reducirse a una patente declaración cuantitativa de orden y ley, no son más reales o esenciales, que aquellas otras que continúan siendo oscuras e ilusorias: en verdad, la exactitud de la descripción puede incrementar el error de interpretación cuando se aplica en un momento equivocado o en un lugar erróneo o en un falso contexto<sup>49</sup>

La forma, el modelo, la configuración, el organismo, la filiación histórica y la relación ecológica - entiéndase con el contexto- son conceptos que se utilizaban en toda la escala de la ciencia: la estructura estética y las relaciones sociales, son tan reales como las cualidades físicas fundamentales, que antes consideraban las ciencias exclusivamente

Podemos ver ahora claramente que la energía, el trabajo, la regularidad, son principios adecuados de acción solamente cuando cooperan con un esquema humano de vida: que cualquier orden mecánico que podamos proyectar debe adaptarse a un orden más amplio de la vida misma<sup>50</sup>

De este modo, cabría preguntarnos por la relación entre los procesos económicos que en la actualidad prevalecen en todos los ordenes de vida, con la energía y la vida misma. Los procesos esenciales vienen a ser la conversión, la producción, el consumo y la creación.

En los dos primeros escalones se capta la energía y se prepara para el sostenimiento de la vida. En el tercer escalón se mantiene la vida y se renueva con el fin de que, por así decirlo, revierta sobre sí misma en los más altos niveles del pensamiento y la cultura, en lugar que se vea encausada nuevamente hacia las funciones preparatorias.

Las sociedades humanas normales presentan todas las cuatro etapas de los procesos económicos, pero sus cantidades y sus proporciones absolutas varían con el medio ambiente social<sup>51</sup>.

La conversión se refiere a la utilización del medio como fuente de energía, la conversión mecánica viene en segundo lugar en cuanto a importancia en la conversión orgánica. La conversión eleva la energía disponible a un punto máximo: desde ese punto la energía corre pendiente abajo, reuniendo y formando las materias primas, transportando suministros y productos, y en los procesos del consumo mismo.

Hasta que el proceso económico no alcanza la etapa de creación, hasta que no abastece al animal humano con más energía de la que necesita para mantener su existencia física, y en tanto no se ha transformado en medios más duraderos de arte, ciencia y filosofía, libros, edificios y símbolos, no existe nada que pueda llamarse siquiera dentro de un lapso limitado de tiempo, una ganancia.

<sup>49</sup> Ibid. p. 390, 391

<sup>50</sup> Ibid. p. 392, 393

<sup>51</sup> Ibid. p. 399, 400

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En un extremo del proceso, se encuentra la conversión de la energía libre de la naturaleza y su transformación en formas más utilizables, por la agricultura y la tecnología; en el otro extremo, esta la conversión de los productos preparatorios e intermedios en subsistencia humana, y en aquellas formas culturales que se pueden utilizar por las generaciones sucesivas de hombres<sup>52</sup>.

La significación real de la máquina, en su sentido social, no consiste en la multiplicación de bienes ni en la multiplicación de necesidades, auténticas o ilusorias. Su significado reside en las ganancias de energía a través de la conversión incrementada, la producción eficiente, el consumo equilibrado, y la creación socializada.

La prueba del éxito económico no reside, pues, en el proceso industrial solamente, y no puede medirse por la cantidad de caballos de fuerza convertidos o por la cantidad dominada por un usuario individual, pues los factores importantes en este caso no son las cantidades sino las proporciones: proporciones de esfuerzo mecánico con resultados sociales y culturales.

Una sociedad en la que la producción y el consumo anulara por completo las ganancias de la conversión – en las que el pueblo trabajara para vivir y viviera para trabajar – resultaría socialmente ineficaz, incluso si toda la población estuviera constantemente empleada, y adecuadamente alimentada, vestida y alojada<sup>53</sup>.

La prueba decisiva de una industria eficiente es la razón que existe entre los medios productivos y los fines alcanzados. Por eso, una sociedad con un bajo nivel de conversión pero con una alta cantidad de creación es desde el punto de vista humano superior a una sociedad con una enorme panoplia de convertidores y un ejército pequeño e inadecuado de creadores.

Esta es la razón por la que ningún ideal de producción de máquinas puede basarse solamente en el evangelio del trabajo; menos aún, se puede basar en la creencia indiscriminada de un constante aumento del nivel cuantitativo de consumo. Si hemos de construir un uso planificado y cultivado de los recursos que se disponen, debemos examinar con detalle los procesos que conducen al estado final de ocio, libre actividad y creación<sup>54</sup>.

## Las características del concepto máquina.

De las características que definen a la máquina, podemos distinguir tres referidas a:

- Su manejo de lo temporal
- Su orientación hacia la producción de bienes materiales
- La uniformidad y capacidad de sustitución de la máquina misma.

La primera característica esta referida a su regularidad temporal, al aumentar la escala de la organización, la puntualidad y la regularidad del régimen mecánico tienden a incrementarse, esto aunado a la concepción capitalista de que el tiempo no es solamente un medio para coordinar e interrelacionar funciones complicadas, sino que tal como el dinero el tiempo es un producto independiente con un valor propio.

Sin embargo, la existencia de una civilización de la máquina, completamente cronometrada, programada y regulada, no garantiza necesariamente el máximo de eficiencia en ningún sentido.

<sup>52</sup> Ibid, p.400, 401

<sup>53</sup> Ibid, p.403.

<sup>54</sup> Ibid, p.403, 404.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

La máquina y la humanidad

La medida del tiempo establece un punto útil de referencia, y es inestimable en la coordinación de diversos grupos y funciones que carecen de otro marco cualquiera de actividad. En la práctica de una vocación individual, dicha regularidad puede ayudar muchísimo en la concentración y en la economía del esfuerzo<sup>55</sup>.

Pero el consentir que gobierne arbitrariamente las funciones humanas, es reducir la existencia misma a una simple esclava del tiempo, y a extender las sombras de la cárcel sobre una zona demasiado amplia de la conducta humana

La regularidad que produce apatía y atrofia es tan despilfarradora como la irregularidad que produce el desorden y la confusión. Utilizar lo accidental, lo impredecible, lo caprichoso es tan necesario, hasta en términos de economía, como utilizar lo regular. Las actividades que excluyen las operaciones del azar provocan la pérdida de algunas de las ventajas de la regularidad, en pocas palabras, el tiempo mecánico no es absoluto<sup>56</sup>.

Nacida de su preocupación por la producción masiva, ha producido la tendencia de que el esfuerzo de la máquina debe estar centrado exclusivamente en la producción de bienes materiales

Existe pues, un énfasis desmedido en los medios físicos de vida, esta tendencia, no para satisfacer necesidades físicas de vida, sino para extender hasta un límite indefinido la cantidad de equipo material que se aplica a la vida, no siendo exclusivamente característica de la máquina, pues ha constituido un acompañamiento normal de otras fases del capitalismo.

Lo típico de la máquina es el hecho de que esos ideales, en vez de estar limitados a una clase, han sido vulgarizados y se han extendido – al menos como ideal- a cada sector de la sociedad. Puede definirse este aspecto de la máquina como “materialismo sin objetivo”. Su defecto particular es que proyecta una sombra de reproche sobre todos los intereses y ocupaciones no materiales de la humanidad; especialmente condena la estética liberal y los intereses intelectuales porque “no sirven a ningún objetivo útil”<sup>57</sup>.

La costumbre de producir bienes, sean útiles o no, de utilizar invenciones que sean necesarias o no, de aplicar energía efectiva o no, penetra en casi todos los dominios de nuestra actual civilización. El resultado es que áreas completas de la personalidad han sido desatendidas. Las esferas de conducta tienden hacia un fin, mas bien que las simplemente adaptadas, existen por tolerancia

Este penetrante instrumentalismo pone un obstáculo a las reacciones vitales que no pueden ser estrechamente unidas a la máquina, y amplifica la importancia de los bienes físicos como símbolos. – símbolos de la inteligencia y de habilidad y de perspicacia- incluso se tiende a caracterizar su ausencia como signo de estupidez o fracaso. Y en la medida en que este materialismo no tiene objetivo, resulta al final que los medios se convierten luego en un fin.

Si los bienes materiales necesitan alguna otra justificación, la tienen en el hecho que el esfuerzo para consumirlos mantiene a las máquinas funcionando. El hecho es que la costosa y compleja organización mecánica esta sustituyendo a una organización social efectiva o a una adaptación biológica sensata<sup>58</sup>.

Sin embargo, los alcances de lo mecánico muchas veces confunden la eficiencia con la adaptabilidad a la producción y a la comercialización fabril en gran escala, es decir con la adaptación a los métodos de explotación comercial<sup>59</sup>.

<sup>55</sup> Ibid, p. 290, 291.

<sup>56</sup> Ibid, p. 291.

<sup>57</sup> Ibid, p. 293.

<sup>58</sup> Ibid, p. 294, 295.

<sup>59</sup> Ibid, p. 296.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La tercera característica importante de la máquina en su proceso y su ambiente es la uniformidad, la estandarización y la posibilidad de sustitución, de esta forma la máquina ha sustituido una serie ilimitada de variables por una cantidad finita de constantes, si bien disminuye el campo de posibilidades, aumenta el área de predicción y control. Al centrarse obrar en la repetición y la estandarización, se libera a gran parte de las potencialidades relacionadas con lo no mecánico, con lo inesperado y con lo personal<sup>60</sup>.

En resumen, la máquina ha roto el aislamiento relativo – jamás completo hasta en las más primitivas sociedades- del periodo artesanal; **ha intensificado la necesidad del esfuerzo y del orden colectivos**.

La naturaleza colectiva del proceso de la máquina, exige un especial aumento de la imaginación y de una educación, con el fin de impedir que la demanda colectiva misma se convierta en un acto de regimentación externa.

En la medida en que se hace efectiva la disciplina colectiva y los diversos grupos de la sociedad se integran en una organización bien trabada, se deben tomar medidas contra los elementos aislados y anárquicos que no están incluidos en un colectivismo tan amplio, elementos que no pueden ser ignorados o reprimidos sin peligro. Pero el abandonar el colectivismo social impuesto por la técnica moderna, significa retornar a la naturaleza y verse a merced de las fuerzas naturales.

Podemos decir que las características principales de la civilización de la máquina, que son las bases de la forma de vida y modos particulares, que distinguen a la civilización occidental, por lo menos en cierto grado de otras que le precedieron y que aún conviven con ella son<sup>61</sup>.

- La regularización del tiempo.
- El incremento de la energía mecánica.
- La multiplicación de los bienes.
- La contracción del tiempo y del espacio.
- La estandarización de la producción y del producto.
- El aumento de la interdependencia.

### **El ser máquina: su generación a través del binomio organización – acción, una revisión descriptiva.**

El concepto máquina, genera por sí mismo un tipo de seres que participan de sus características y que, tienen una descripción específica, la cual abordaremos en este apartado. Los seres máquina tienen como primer condición en su existencia la virtud de incorporar en sí mismos el binomio organización – acción, en un sentido estricto son seres artificiales activos, cambiantes, relativos y dinámicos.

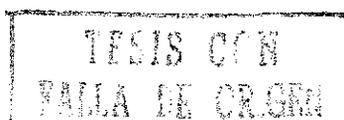
La inmovilidad, fijación, el reposo son apariencias locales y provisionales, para ciertos estados(sólidos) a escala de nuestras duraciones y percepciones humanas. Pero ciertamente la *physis es activa*, los seres máquina al estar constituidos por la *physis* necesariamente serán activos, por lo que son proclives a la acción y necesariamente a la organización.

Aclaremos, acción no significa solamente movimiento que tiene una aplicación y efecto. Acción significa:

- *interacciones*, es decir, conlleva reacciones recíprocas que modifican el comportamiento o la naturaleza de los actuantes;
- *reacciones* de carácter mecánico y / o químico,
- *transacciones* o acciones de intercambio, retroacciones o acciones que actúan hacia atrás sobre el proceso que las produce, y eventualmente sobre su fuente y / o su causa.

<sup>60</sup> Ibid, p. 301, 302.

<sup>61</sup> Ibid, p. 304.



Estas interacciones, reacciones, transacciones y retroacciones han generado las organizaciones fundamentales que pueblan nuestro universo, átomos y estrellas. Así pues, el hecho principal y fundamental de la *physis* no es solamente la idea de organización, sino la idea de organización activa. Los sistemas que están en reposo o fijos son secundarios. Esto significa que:

- La acción ha creado la organización que crea la acción.
- Esto a su vez significa que las interacciones, transformaciones y generaciones se hacen en la organización, por la organización y constituyen esta organización.
- Es decir, que los procesos salvajes de génesis se transforman en procesos de organizaciones de producción.

La acción finalmente genera organización, la cual es generada por un tipo de acción específica:

**Organizaciones cooperativas** que se dan por unión de dos seres o procesos que dan como resultado uno nuevo diferente a sus iniciadores.

**Interacción** al ser una acción recíproca que modifica la naturaleza o comportamiento de dos o más seres dando como resultado un nuevo ser el cual sin dicha interacción da lugar a dos seres heterogéneos o diferentes

**Organizaciones iterativas** que se dan por iteración del proceso, con condiciones renovadas en cada iteración como resultado del proceso anterior, el proceso actual es producto de su propio desarrollo histórico.

**Transacción** al ser una acción que actúa hacia el inicio del proceso, es decir a la causa o la fuente, constituyéndose la acción como una forma de relanzar el proceso una vez que acaba, identificándose una forma espiral o circular, en el cual solo mediante la acción el ser puede tener un periodo de existencia, y siendo la misma acción crucial en el desarrollo de su vida.

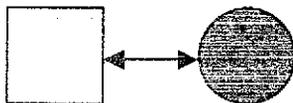
**Organizaciones antitéticas** que se dan por la oposición de contrarios que necesariamente generan algo nuevo, como resultado de este encuentro.

**Reacción**, que representa la acción contraria que se opone a la que se aplica, en este caso se entiende que es una acción que podría considerarse violenta, puesto que es contraria a la que se aplica, esto tiene implicaciones importantes ya que es factor detonador de nuevos procesos, ajenos quizá a la lógica acumulativa de los dos anteriores.

Pudiéndose decir que es la acción el fundamento de todo proceso maquinal o maquinante, puesto que solo mediante ella se genera un tipo de organización, sin acción en cualquiera de sus modalidades no existe la máquina. Al hablar de proceso, se plantea la posibilidad de que un ser máquina tiene un proceso que explique su comportamiento, producto de una acción que genera una organización. Que será llamado maquinal si es solo mecánico, o maquinante si tiene un carácter genésico o creativo

Podemos de la misma forma hacer un ejemplificación de tipo gráfico acerca de la organización y como se define en la organización el tipo de acción, con el fin de aclarar aún más los conceptos anteriormente expuestos:

### 1. organización cooperativa



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## La noción del ser máquina: el papel que desempeñan los conceptos organización, producción, praxis.

El ser máquina es una organización activa, implica que se ha generado por la acción, o que genera acciones, además, la posibilidad de ser una organización activa abre a su vez, nuevos espacios para nuevos conceptos que describen y definen de una forma cada vez más satisfactoria al ser máquina, en este caso los de praxis, trabajo, transformación, producción.

Todo ser físico cuya actividad comporta trabajo, transformación, producción, puede ser concebido como máquina, de hecho toda organización activa constituye una organización de máquina, es decir, que participa del concepto máquina.

Toda acción que efectúa un ser máquina, incluso cuando tiene un carácter aleatorio, son producidas en función de propiedades organizacionales. A fin de distinguir las acciones, transformaciones o producciones, se toman en cuenta dos términos:

- *Competencia* es la aptitud organizacional para condicionar o determinar cierta diversidad de acciones, transformaciones o producciones,
- *Praxis* es el conjunto de actividades que efectúan transformaciones, producciones, realizaciones a partir de una competencia

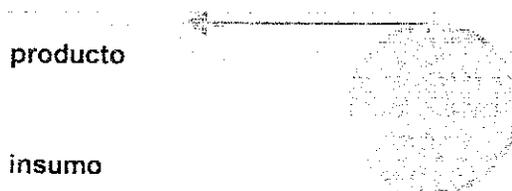
La praxis concierne a las acciones que tienen siempre un carácter organizacional, y es por lo que se califica como sistemas práxicos a aquellos cuya organización es activa. Una máquina es un ser físico práxico, es decir, que efectúa sus transformaciones, producciones o realizaciones en virtud de una competencia organizacional.

La trascendencia del ser máquina como ser práxico, implica la consideración de su actividad como fin mismo, es decir, el proceso mediante el cual desarrolla toda su competencia organizacional es en sí mismo lo más importante, quedando relegado el aspecto de producción a segundo término, puesto que la producción es un acto secundario a su funcionamiento.

Como resultado se considera a la producción como efecto y como causa externa *a posteriori*, para la viabilidad de la máquina. Si produce entonces funciona el proceso, pero eso al final de cuentas es una racionalización de quien observa. Sin embargo, para la máquina cualquiera de las dos opciones implica su existencia o su inexistencia.

En este sentido, la máquina puede ser observada desde su producción, lo cual refiere a el paso último de todo el proceso. El trabajo necesario que implica dicha producción y el proceso mismo, puede ser identificado como la transformación de lo inerte o aparentemente inerte, en un producto precisamente mediante el trabajo.

La máquina en este sentido mantiene una lógica mediante la cual se puede distinguir el siguiente esquema:



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En este sentido el producto legaliza y hace evidente la actividad de la máquina, puesto que la competencia organizacional y la praxis resultan en la capacidad y orientación de la producción, de no ser así la actividad carece de sentido y no existe la máquina.

### **Las seres máquina como máquinas artificiales y sus relaciones poéticas.**

Las máquinas artificiales, concebidas aisladamente, enmascaran un problema clave: el de la poiesis ( no son mas que fabricadoras), el de la generatividad ( son incapaces de generarse y regenerarse) Sin embargo, no están desprovistas de poiesis ni de generatividad, viniendo estas del exterior, de la organización antroposocial

Ahora bien, todas las máquinas ( físicas, biológicas, sociales) a excepción de las artificiales, están dotadas de virtudes generativas y regenerativas internas: son productoras de sí, organizadoras de sí, reorganizadoras de sí, su poiesis se identifica, en primer lugar, con la producción permanente de su propio ser.

Por tanto , debemos preguntarnos cual es el nivel de generatividad y de poiesis oculto en el concepto artificial de máquina. Este es todo el problema de la infraestructura organizacional, de la parte sumergida y oscura de toda teoría de la organización activa, de toda teoría de la maquina. De este modo la máquina artificial tiene ser y no tiene sí, puesto que el sí nace en la producción y organización permanente de su propio ser.

**Los seres máquina, en su modalidad de máquinas artificiales, tienen la necesidad de ser recursivas para conservar su carácter genésico, aún cuando este sea externo.**

Se define como recursivo, a todo proceso por el que una organización activa produce los elementos y efectos que son necesarios para su propia generación y existencia. Proceso en circuito, por el que el producto o efecto último se convierte en elemento primero y causa primera, en sentido estricto la organización tiene la forma de un bucle, y como consecuencia retroalimenta al ser.

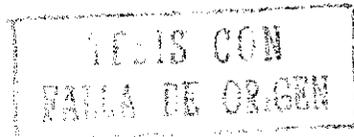
Por otra parte, haciendo una relación entre las retroacciones reguladoras de carácter recursivo, que definen a la máquina artificial podemos citar:

1. La máquina artificial resiste la a la degeneración por la calidad física de los materiales de los que esta constituida; estos elementos están escogidos y trabajados para disponer de un máximo de fiabilidad, robustez y duración. La resistencia fundamental de la máquina artificial a la corrupción se efectúa por la calidad de constituyentes no cambiantes.
2. Los productos y realizaciones de la máquina artificial son exteriores. La máquina artificial no produce sus propios constituyentes, no se produce a sí misma

### **La renovación de la noción de producción, un acercamiento al concepto poiesis.**

Producir significa en su primer sentido conducir al ser y / o a la existencia. Este término se ha debilitado considerablemente en la mayoría de nuestras máquinas artificiales, a pesar de que fueron concebidas para producir y están sometidas a la productividad.

Pero todas estas producciones están limitadas, por una lado a la fabricación repetitiva de bienes materiales, así como a la generación de movimiento o realizaciones. La idea de producción, se ha convertido en prisionera de su connotación tecno – económica, convirtiéndose en el antagonico de la idea de creación.



Ahora bien, al restituir al término producción su sentido pleno y diverso encontraremos que tiene como significados alternos y simultáneos tales como crear, causar, determinar, ser la fuente de, engendrar.

De este modo el término producción conserva el carácter genésico de las interacciones creadoras. Así, las estrellas y los seres vivos son seres poiéticos: producen el ser y la existencia a partir de materiales brutos. La generación de un ser por otro ser es la forma biológica realizada de la poiesis.

La idea de producción tampoco puede ser identificada solamente a la idea industrial de fabricación estándar. Crear y copiar – reproducir un modelo o programa- son los polos opuestos y eventualmente unidos, del concepto de producción. La idea de producción debe enraizarse en la génesis y generatividad. Esta solo degenera en las formas derivadas, deja de ser generativa para ser fabricativa.

La producción es la acción sintetizadora y objetiva de la generación del ser máquina, puesto como lo aclarábamos anteriormente, a la máquina compete su praxis y competencia organizacional como condición inicial de existencia. Pero al mismo tiempo, solo es legalizado lo anterior si logra que dicha condición práxica logre proyectar a un fin externo su actividad.

Existen pues, dos niveles de comprensión del concepto maquina, esto a través del proceso maquinante, que incluye:

- Uno que es limitado a lo sus fines propios o práxicos.
- Otro que compete a fines externos, en este caso productivos.

Dando como resultado la existencia de dos ciclos interdependientes y correspondientes que explican al proceso maquinante:

- El práxico e interno.
- El productivo, creativo, organizador, social.

En el ciclo práxico tendría lugar las relaciones internas que definen al objeto en como establecen su viabilidad propia. Es decir la posibilidad de poder existir sin otro fin que ese, en el se distinguen las siguientes ideas y sus respectivas categorías:

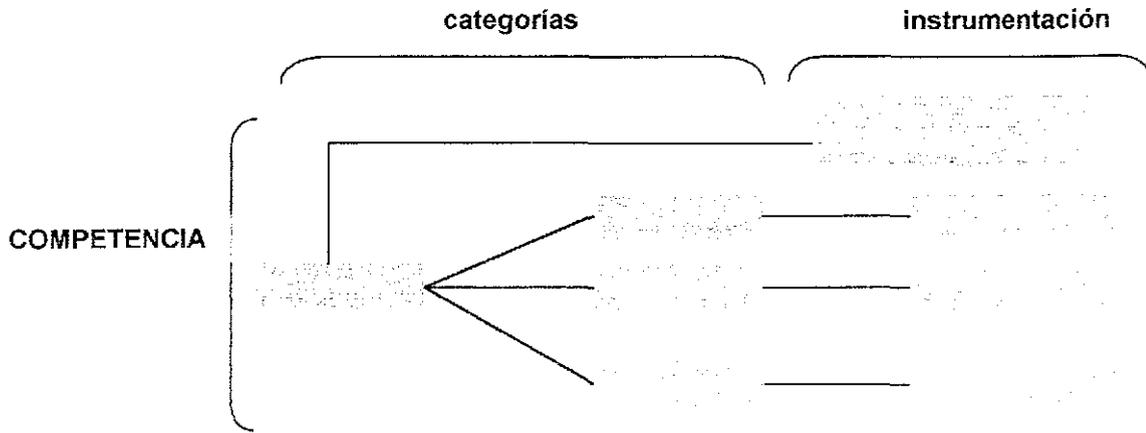
### 1. De competencia,

- **Mecánica**, que esta referida a la definición de las posibilidades y orientación del movimiento que tiene lugar
- **Material**, referida a las composición, características, propiedades y riesgos de la materia o materias de la cual se compone.
- **Geométrica**, referido a la definición formal que ordena entre otras cosas la inercia y resistencia del objeto
- **Económica**, que se refiere a la orientación de la eficiencia con que se relacionan todas las competencias anteriores, determinada de manera general por la intensidad de uso de cada uno

### 2. De praxis,

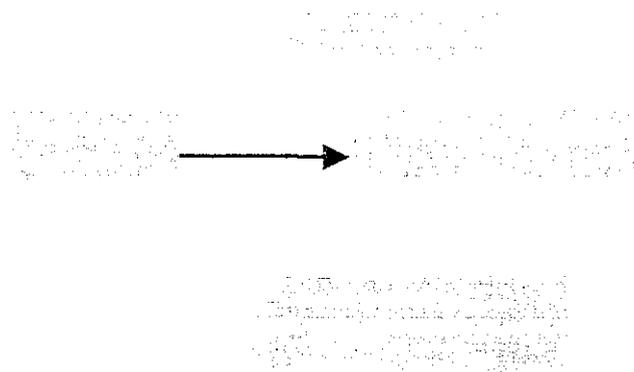
- **Acción**, que tiene como referencia la interacción, transacción y la reacción; de modo que define un tipo de organización, dando lugar a la "activación" de las competencias.
- **Organización**, de acuerdo al tipo de organización, ya sea cooperativa, iterativa o antitética, permite observar de una manera objetiva, las relaciones entre los componentes del objeto a partir de sus competencias, situando al objeto como de una clase específica y reconocible

De este modo, podemos establecer en el siguiente esquema la lógica con la cual se relacionan las categorías de competencia:



En este sentido hay que resaltar que la eficiencia en términos de intensidad de uso es el eje instrumental mediante el cual las demás instrumentaciones adquieren coherencia entre sí, quedando de este modo todas en función de la economía para relacionarse.

Por otra parte la praxis puede ser ejemplificada de la siguiente forma:



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

De esta forma se puede distinguir un objeto por su acción generatriz y organización resultante, dicha organización da lugar al reconocimiento o manifestación de las competencias y sus relaciones, quedando en ciernes un tipo de nomenclatura y de información importante para reconocimientos posteriores.

Ampliando el concepto de economía podemos distinguir en él dos vertientes que orientan y distinguen su aplicación, en primer término el que se refiere a la economía interna que tiene un carácter descriptivo de la existencia propia del objeto.

Por el otro lado, la economía externa que describe la forma en como responde la existencia a su relación con el medio, entendiéndose esta última como la forma de optimización de sus relaciones internas respecto al medio que le rodea.

Es decir la economía explica las relaciones en dos niveles de comprensión uno que describe solo relaciones internas y el otro que explica estas relaciones en función del exterior, de manera que permite descubrir el tipo de relación e interferencia mutua entre objeto y medio

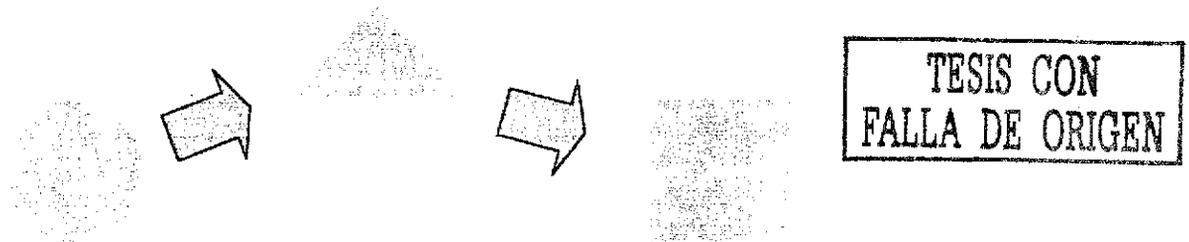
## CAPÍTULO 2

### *La disciplina y la manifestación*

El ciclo productivo corresponde al segundo nivel de comprensión del proceso maquinante, en donde el objeto se convierte en producto bajo la mediación del concepto de utilidad. Es en este concepto, en donde se establece el sentido del ciclo poético, puesto que sin utilidad manifiesta o dirigida, el objeto no deja ese estado.

Convirtiéndose en producto siempre y cuando intervenga lo útil, siendo claro que para la asignación de tal valor, es necesaria **la participación humana en un proceso en el cual interviene la razón, y no constituya una situación fragmentaria o aleatoria.**

Un esquema sencillo de como operan los conceptos anteriores, puede ser en este caso:



Al hablar de utilidad podemos referirnos a aquella cualidad mediante la cual algo adquiere un fin externo a sí mismo, dicho fin en este caso es generado por la conjunción de las siguientes factores:

- tiempo, el tiempo de existencia y generación del producto.
- medios de obtención, a la forma e instrumentación necesaria para la generación del producto.
- recursos disponibles, a los requerimientos propios y capacidad del medio para satisfacerlos.
- destinatario, a quien se encarga de generarlo y quien se beneficia de su generación.

Dichos factores, tienen una lectura de doble nivel, y es aquí donde de nuevo interviene el concepto de economía, puesto que para cada categoría, se definen dos fines económicos uno interno y otro externo, cuya relación permite definir su eficiencia en este caso:

- tiempo de vida.
- tiempo de generación.
- medios de obtención internos, en función de la organización y acciones que la generan, lo que resulta en una lógica de desarrollo.
- medios de obtención externos, referidos a la instrumentación externa para habilitar la generación de las relaciones externas.
- recursos disponibles internos, referidos al nivel de requerimientos generales internos para su generación propia.
- recursos disponibles externos, referidos a la disponibilidad en el medio para solucionar los requerimientos generales internos.
- destinatario interno, al cuerpo de personas que tienen a su cargo su generación en todos los niveles desde el directivo hasta el operacional.
- destinatario externo, referido al cuerpo de personas que viven el producto beneficiándolos directamente.

Por otra parte, el desglose anterior de factores requiere de variables para su medición y gestión de las anteriores, en este caso hablamos de las siguientes:

- medios para el movimiento de materiales y productos,

## CAPÍTULO 3

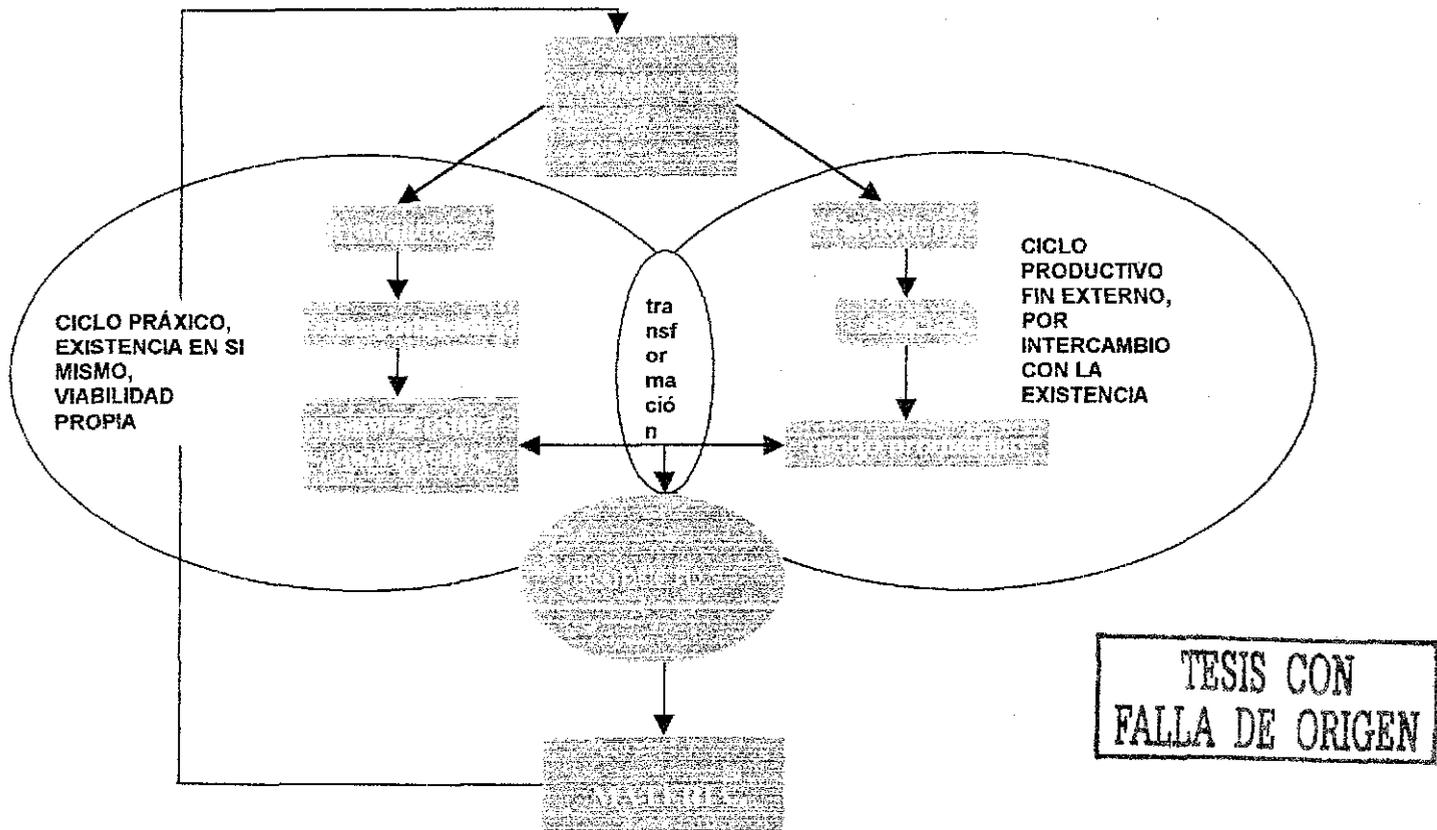
### La máquina y la maquinante

- flexibilidad,
- almacenaje,
- equipos,
- maquinaria.
- mantenimiento, sistemas de calidad, seguridad, equipos de trabajo

Al aplicar el concepto de máquina, en el marco de los ciclos prácticos y productivos, se distinguen dos funciones para la transformación del objeto en producto:

- Una analítica.
- Otra sintética.

En este sentido, el esquema del proceso maquinante propone un bucle, en donde el producto se convierte de nuevo en objeto, a partir del cual se puede reiniciar el proceso. Distinguiéndose su transformación de objeto a producto, en la tendencia que toma la organización y el fin a que se quiere llegar con el objeto.



Se descomponen las competencias geométricas, materiales y mecánicas con un criterio económico interno y externo. Se asocian con un modo productivo, que al iniciar el intercambio con las competencias se convierte en poético, implicando factores tales como el tiempo, los medios de obtención, los recursos disponibles, y el destinatario.

De esta forma, el proceso maquinante da lugar a dos circunstancias diferentes pero complementarias:

- Lo organizado.
- Lo organizante.

## CAPÍTULO 3

### *La máquina y la máquina*

Al asociar las dos circunstancias dan lugar al producto a partir del objeto. Sin embargo, es necesaria la existencia de una forma de intercambio objetiva entre los dos ciclos. De manera que pueda equipararse el resultado de uno y de otro, en uno común.

Dicho parámetro lo dan los dos conceptos que cohesionan a los dos ciclos, en este caso la economía y la utilidad. A partir de ahí, se establecen datos que se convierten en información útil, para la generación de un conocimiento integral del proceso.

### **Algunas consecuencias del modelo expuesto.**

El concepto de máquina ha sido, como se expuso anteriormente, uno de los más influyentes de la historia contemporánea de la humanidad. Dicho concepto, significa una forma inédita hasta ahora de comprender al mundo.

Ha generado un mundo artificial producto de la observación, análisis y abstracción de la natural, marcando de esta manera el hombre una extensión de su naturaleza misma.

La máquina es el más claro ejemplo, por sus alcances de tipo productivo, de que aún con una gran capacidad de encauzamiento energético al trabajo en un esquema regular y estandarizado, dicha capacidad resulta altamente improductiva sino está orientada por un esquema humano de vida.

Aún más, si este encauzamiento no permite la reproducción y evolución de la máquina, queda el concepto de máquina reducido a su función meramente instrumental, y lo humano queda avasallado por el poder y autonomía aparente de la máquina.

La máquina se caracteriza por

- Su temporalidad artificial, fundada en la regularidad.
- En la concepción del tiempo como recurso.
- En la capacidad de la medida temporal, para establecer certidumbre en la organización y coordinación de actividades, actividades cuyo fin último es dar lugar a la producción de bienes, y que adicionalmente contribuyen a la conformación de su proceso y ambiente propios.
- De una uniformidad y estandarización cuya posibilidad de sustitución, hacen de la máquina un bien o producto en sí mismo.

Además la máquina queda expresada por cualidades tales como:

- La precisión.
- La posibilidad de ser comprendida a través del cálculo.
- La sencillez del conjunto, y su economía manifiesta.
- Su naturaleza determinista, manifestado por un sistema o principios de carácter matemático que en última instancia sintetizan el conocimiento y dominio de lo natural, la expresión del desarrollo de una serie de interrelaciones físicas que configuran un sistema, cuya principal característica es su ser dinámico, no estático.
- La expresión tajante de la cualidad del material, sus posibilidades y sus capacidades máximas.
- Su capacidad de síntesis, posibilitada por una lógica de conjunto, y es ahí quizá donde radica su mayor virtud, que es la de reunir de una manera unitaria en un conjunto, un sistema de interrelaciones físicas, que dice de un dominio de lo natural y un conocimiento de su esencia material y de sus correlaciones abstractas.

La máquina no solo se circunscribe a sus logros representados por su existencia misma, sino que ha aportado además una forma técnica, que bien podríamos decir, es tecnológica. En donde ya no es suficiente el trabajo personal aislado, sino que requiere de una forma cooperativa en el pensamiento y la acción.

## CAPÍTULO 2

### *La máquina y lo maquinante*

Cada parte de este ambiente es producto del esfuerzo de la mente colectiva que la produce. Es ahí donde radica otro factor importante en el desarrollo de la máquina: la conformación de un sistema social, que apoya su generación, y que hace uso de toda una serie de recursos no solo de conocimiento, sino de carácter material y social, que posibilitan su reproducción y evolución.

Si se toma en cuenta, que lo maquinante toma los aspectos reproductivos del concepto máquina. Entonces se puede decir que, la comprensión de lo maquinante es un aspecto crucial para el manejo del concepto máquina. Es decir, lo maquinante al comprenderlo por los ciclos práxico y productivo, permite comprender de una forma amplia lo que es la máquina en su contexto reproductivo.

Es importante conocer los aspectos práxicos y productivos del concepto máquina, no como partes aisladas de su obrar, sino como partes que continuamente se retroalimentan. Queda claro entonces, que no solo se conoce a la máquina por como es, sino por como se produce, porque un aspecto y otro se influyen y refuerzan cada avance en su comprensión.

El papel fundamental que tiene la retroalimentación del proceso, indica una forma reproductiva. La experiencia aporta nuevas formas de solución, además da lugar al desarrollo de genealogías, de una filiación histórica, de una relación con el contexto, de modelos, configuraciones y formas.

Todo esto habla de una estructura estética y de relaciones sociales, a través de las cuales tiene lugar este desarrollo, puesto que el proceso de reproducción, tiene que tener lugar en un contexto social y natural determinados.

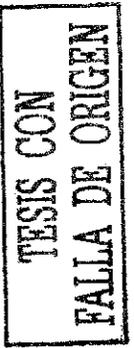
De esto se desprende el papel mediador de lo social y su organización material tienen en el modelo interpretativo propuesto. La importancia de poder generar el ciclo maquinante radica del proceso social y los recursos materiales que se dispongan para su retroalimentación.

El resultado es, por un lado, un proceso interpretativo de lo maquinante y por otro un proceso social y organizativo que gestiona al proceso interpretativo. La identificación de lo maquinante permite relacionarlo con su proceso social y organizativo respectivo. **La intención de ampliar el concepto de máquina con un esquema humano, tiene lugar en esta propuesta conceptual, en última instancia permite liberar e introducir lo vital al concepto de máquina.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPÍTULO 3

### *La estructura y el concepto de autopoiesis análoga*



Una vez revisada la importancia de lo vital en la estructura, y definido tanto el concepto de máquina, como de lo maquinante, es importante revisar a la estructura desde una perspectiva más amplia.

El presente capítulo, más que una visión analítica, pretende generar una apreciación relativamente extensa de lo que se entiende por estructura en arquitectura, y como la comprendemos generalmente desde nuestra perspectiva profesional.

Esto implica analizar brevemente el carácter sintético y el valor de lo numérico de la estructura, su visión desde el análisis estructural, su diseño como producto, en su modalidad de bien de capital.

También significa analizar el alcance de cada una de estas visiones, en un contexto reproductivo y evolutivo, y como cada una puede integrar una visión de estructura, que pueda relacionarse con el concepto máquina y lo maquinante.

Por otra parte, en este capítulo, se desarrolla el concepto de autopoiesis análoga, como un proceso material y social, que permite mediar los aspectos reproductivos y evolutivos de la creación artificial, teniendo como fin último preparar las argumentaciones que servirán de base para el desarrollo del último capítulo, en el que se analizará la estructura autopoietica análoga.

### **El principio de la estructura desde una perspectiva material.**

Los seres de todos los reinos naturales, sean vivos o inertes, por estar sujetos a las leyes de las fuerzas externas (acción de gravedad, presiones del viento, por citar algunos) Satisfacen a un principio general mecánico, sin el cual no sería posible su estabilidad y su resistencia, y este principio no es otro que el de la estructura.

Se llama principio de estructura a la propiedad universal que tienen los seres de estar formados por dos modalidades de materia, que en lenguaje mecánico, podrían llamarse:

- Materia activa, o materia encargada de la estática del ser.
- Materia pasiva, que es la materia sin la cual aquella estática continuaría verificándose.

A partir de estas dos modalidades del principio de estructura, se generan dos principios estructurales:

1. El de aligeramiento de masas.
2. El de espiritualización.

El primer principio atiende al vaciamiento de los macizos, siendo deseable que queden únicamente sus líneas de fuerza. El segundo principio, estriba en el empleo de la mínima cantidad de materia, haciéndola trabajar uniformemente en todas las regiones al máximo de su resistencia.

## CAPÍTULO III

### *La estructura y el concepto de autopoleo antiguo*

El principio de la estructura representa la forma más generalizada de comprender a la estructura. Explica la relación directa entre trabajo mecánico, eficiencia material y forma geométrica. Resalta la visión instrumental que se tiene de la estructura. La circunscribe a sus aspectos de comportamiento mecánico y material.

Esta visión nos permite acercarnos, además, a la estructura como objeto, es decir, a la forma de comportamiento que ella desempeña, en donde los problemas de producción son considerados posteriormente, o se dan por descontados.

Considerar el comportamiento, y olvidar sus factores productivos representa una desconexión, en términos de su comprensión integral. Esta desconexión no permite formular procesos reproductivos y evolutivos en su diseño y desarrollo. Se explica, quizá, porque esta perspectiva material, no es lo que persigue, sino que trata de poner en claro el comportamiento y descripción del fenómeno estructural, y como la estructura arquitectónica participa inevitablemente de este fenómeno.

Inevitablemente nos refiere a los aspectos prácticos de la estructura y da lugar a inferir como el comportamiento mecánico y material, puede tomar una modalidad formal específica. Este análisis, posibilita generalizar tipos formales, que podrán ser de utilidad una vez relacionados con una mayor gama de aspectos, tales como formas y medios de producción, contexto, procesos de retroalimentación y de optimización.

La importancia que tiene el principio estructural dentro del trabajo, es que permite:

- Conocer el comportamiento de la estructura, desde sus aspectos mecánicos, materiales y formales.
- Reconocer que lo anterior es condición necesaria pero insuficiente para la reproducción y evolución de la estructura.

### **La estructura: su principio útil y su problemática general.**

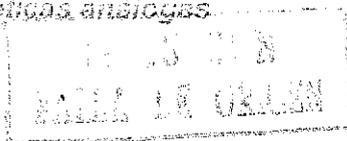
Generalmente, desde la perspectiva del arquitecto, la estructura es considerada como el elemento resistente que da viabilidad material a su proyecto. Aclaremos, la estructura arquitectónica, en realidad, no se construye solo para que resista, se construye para alguna otra finalidad o función, sin embargo, su consecuencia esencial consiste en que la construcción mantenga su forma y condiciones de trabajo a lo largo del tiempo. Su resistencia es una condición fundamental; sin embargo, no es la finalidad única, ni siquiera la finalidad primaria.

Las finalidades funcionales primarias, si solo nos atenemos a ellas, desde una perspectiva utilitaria, podrían agruparse en la siguiente manera:

- Aislar un determinado volumen del exterior.
- Sustener cargas fijas y / o móviles.
- Contener empujes horizontales o establecer un paramento.
- Dar cabida a instalaciones y sistemas.

Desde aquí vemos que la función resistente es condición esencial, pero insuficiente si no contempla, cuando menos, las finalidades funcionales primarias anteriores. Es decir, no es la resistencia por la resistencia, es la resistencia con un fin ulterior. Esto llega a complejizar su comprensión y desarrollo.

Sin embargo, aún pensando en las funciones primarias enunciadas, lo cierto es que cada construcción tiene su finalidad y sus características propias. Estas finalidades, están expresadas en la satisfacción de una serie



## CAPÍTULO 3

### *La estructura y el concepto de autopoléctica análoga*

de problemáticas funcionales generales que le competen a la estructura. Tiene la estructura en consecuencia, una problemática general en términos de:

- Las condiciones resistentes que cumplir
- El tipo de exigencia económica y plazo de entrega específico
- La interpretación estética más o menos exigente.
- La disposición de materiales con características propias, y con sus respectivas técnicas específicas de manejo.

Las características propias de cada material influyen, en el tipo estructural que se ha de elegir. Al referirse al tipo estructural se hace referencia al conjunto de elementos resistentes capaz de mantener sus formas y cualidades a lo largo del tiempo, bajo la acción de cargas y agentes externos a que ha de estar sometido, garantizando la función estática de la construcción.

Entonces podemos decir, que el problema general de la estructura, desde un punto de vista funcional, contempla cuatro premisas específicamente:

- Su finalidad utilitaria
- La función estructural.
- La exigencia estética
- La limitación económica

Dichas premisas, no representan problemas aislados por si mismas. Al contrario interactúan en conjunto y cada una tiene un importancia que varía de acuerdo a la finalidad y concepción de la obra arquitectónica en su conjunto.

Es común que, queden sin satisfacer de manera integral la totalidad de las premisas. Lo deseable, desde una perspectiva conservadora, es que el conjunto de premisas cierre con el mínimo de margen de error.

No obstante, esta perspectiva funcional proporciona de una manera general, la problemática de la estructura centrada en los efectos de su hacer. No se sitúa en el proceso mismo de la producción, lo que genera finalmente, es una forma de identificar los resultados de un proceso sin describirlo.

### **La función del cálculo en la estructura.**

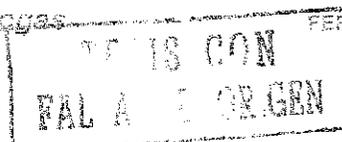
Cabe hacer una aclaración: la obra no nace nunca del cálculo.

En la fijación de las hipótesis del funcionamiento y comportamiento de la estructura es donde se genera un criterio para elegir un método de cálculo. Es decir, fijadas las hipótesis relativas a las causas de sollicitación posibles y al comportamiento del material, es necesario elegir el método de cálculo.

Ciertamente dicho método tendrá que ser el que proporcione la mayor garantía de seguridad. No obstante, la mayor o menor precisión en los resultados añade muy poco en esa garantía. Tiene mayor impacto un error humano desde la hipótesis, que un margen amplio detectado desde el cálculo<sup>62</sup>.

Por lo que no es nunca en el desarrollo matemático correcto donde puede encontrarse un error, es en la hipótesis. En este caso, la realidad rebasa al cálculo cuando:

<sup>62</sup> Torroja Eduardo, *Razón y Ser de los tipos estructurales*, Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, 2ª. Edición, Artes Gráficas MAG, Madrid 1960, pp. 375, 379.



## CAPÍTULO 3

### *La estructura y el concepto de autopolésis análogos*

- Las condiciones de sustentación no son las previstas.
- El comportamiento del material no es congruente con la filosofía de diseño.
- Intervienen otro tipo de esfuerzos no previstos.
- Las condiciones de producción no son las esperadas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En elementos verdaderamente importantes, o en aquellos a los que su gran repetición presta importancia, es deseable no solo la utilización de métodos complicados de cálculo, sino la aplicación de métodos analíticos experimentales o modelos experimentales. Esto ampliará la visión y el criterio que de la estructura se tiene.

Sin embargo, el cálculo puede ser considerado como una forma de discurso que detalla y da a conocer en si mismo una serie de posibilidades productivas y de configuración, esto en su desarrollo, por lo que el cálculo si bien no genera por si solo la obra, si es descriptivo, analítico, previsor, y verificador<sup>63</sup>, de probables condiciones de producción, que se infieren a partir de él.

Por último, es evidente que el cálculo no tiene en si mismo un carácter genésico, mucho menos reproductivo, y si depende de la interacción de muchos otros factores externos. Por lo que, en la valoración de factores tales como la producción y la hipótesis de comportamiento, se encuentra una forma mas confiable de abordar el diseño de la estructura, dejando al cálculo su papel verificador.

### **La estructura como producto.**

Cuando hablamos de arquitectura o construcción, consciente o inconscientemente, lo hacemos de estructuras. La estructura es la causa de nuestra respuesta emocional ante un edificio. Podría muy bien suceder que una gran parte de la indiferencia general por la moderna arquitectura fuera al hecho de que la estructura no es fácilmente identificada en el contexto general de la obra. Por lo que eso no es valorada su importancia y aportación. Esto se debe a la gran sofisticación del mundo actual de las estructuras<sup>64</sup>.

Los nuevos materiales, o el mejor uso de los tradicionales y su más amplio conocimiento, han dado la libertad para el diseño con pocas limitaciones, excepto las de carácter financiero. Un ajustado nivel de apreciación de las leyes de la naturaleza, que rigen el comportamiento estructural, han permitido soluciones de gran economía. Este entendimiento del comportamiento estructural sirve a dos aspectos de la arquitectura:

- El diseño e inspiración de la forma.
- La solución económica de los problemas constructivos.

Si bien es cierto, que gran parte de la forma viene dictada por la estructura, no obstante, no es regla que necesariamente coincidan los aspectos anteriores. Es deseable que se de esta coincidencia, donde la economía de medios y la mejor solución formal puedan integrarse<sup>65</sup>.

El camino de una evolución estética de la arquitectura a un precio razonable, queda planteado en la actualidad. Probablemente, la concepción mas extendida de la estructura en arquitectura en estos días, es como un producto. Un producto que permite desarrollar y evolucionar las posibilidades formales, esto cuando menos a primera vista.

<sup>63</sup> Ver apéndice 1

<sup>64</sup> Rosenthal Werner H., *La estructura*. versión castellana de Anton Checa i Torres, Editorial Blume, Barcelona 1975, p 17.

<sup>65</sup> Ibid, p. 18

## CAPÍTULO 3

### *La estructura y el concepto de autoproducción análoga*

Aún cuando nos conformáramos con esta visión limitada de la estructura, tan extendida hoy en día, es evidente que es un producto, que en si mismo da un valor económico y un servicio específico a la obra arquitectónica. Esto a través de sustentar al edificio, lo cual nos lleva a reconocer, que tiene una modalidad económica y productiva específica.

Dicho producto, tiene una modalidad económica - productiva comparable a la que tiene un bien de capital:

- Por un lado, tiene un valor económico cuantificable y determinado.
- Por otro, presta un servicio que promueve la reproducción del capital, que es el de sustentar al edificio de manera continua, dando un tipo de viabilidad propia, la viabilidad física - corporal a la finalidad económica de la obra arquitectónica

La estructura como producto es mejorable, puede ser optimizada. Y del mismo modo, es desechable, puesto que cada día la comprensión de lo natural y su extensión a lo artificial, permite la generación de nuevos modelos y la posibilidad de sustituir la solución anterior. Esto solo puede ser posible en una sociedad que valora el poder del mercado. Que posee una cultura de consumo lo suficientemente desarrollada, que ejerza una fuerte presión económica y social para su rápida evolución y reproducción. Esta es la sociedad en la cual vivimos actualmente.

El que sea actualmente considerada la estructura como un producto, implica que está cercana al concepto de máquina. Esto plantea la posibilidad de estandarizar sus soluciones con fines económicos, sociales y operativos. Sin embargo, aún cuando sea así, la estructura requiere de una compleja forma de diseño, que la adecue al problema único, que representa cada proyecto en que es desarrollada.

### **Las estructuras concebidas al mínimo.**

Otra forma de concebir a la estructura es a partir de su componente energético, en términos del trabajo para desarrollarla y ejecutarla como obra. La importancia de esta visión "energética" es la de identificar los principales parámetros que permiten optimizar su desempeño estructural.

Se puede decir, de acuerdo con la definición que hace Frei Otto, que una estructura mínima es aquella que al cumplir todas los requerimientos constructivos de una obra real, emplea el mínimo de energía en su construcción<sup>66</sup>. En estos términos podemos decir que el criterio de optimización se refiere a una relación que permita obtener el menor gasto energético -referido a la cantidad de trabajo necesario para ejecutarla- respecto a su rendimiento material efectivo.

Un arreglo estructural, al considerarlo potencialmente como un objeto, que optimiza su consumo energético frente a su configuración material, hace necesaria la identificación de las características, que permiten establecer su desempeño estructural y de esta forma, la forma de ser optimizado.

Frei Otto propone la siguiente clasificación, la cual pretende principalmente ser una base de partida para sistematizar el conocimiento de los arreglos estructurales, así como para establecer los principios de una teoría de minimalización en la construcción<sup>67</sup>. Dicha clasificación, considera la dimensión predominante para su comprensión, las solicitaciones y dirección a que esta expuesta, así como el estado material que la constituye, siendo como sigue<sup>68</sup>:

- 1) Según la dimensión espacial que predomina para su comprensión, al realizar su análisis estructural:

<sup>66</sup> Conrad Roland, *Frei Otto: estructuras*, Gustavo Gili, Barcelona, 1973, p 3

<sup>67</sup> *Ibid*, p 3.

<sup>68</sup> *Ibid*, pp. 2,3.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPÍTULO I

### *La estructura y el concepto de autopolieteo, autólogos*

- a) Lineales o unidimensionales, que incluye a vigas, cables y apoyos.
  - b) Planas o bidimensionales, siendo estas placas, cáscaras y membranas.
  - c) Espaciales o tridimensionales, como por ejemplo mallas o entramados espaciales, cuyos componentes sean barras o cables.
- 2) De acuerdo a la sollicitación a que estén sometidos, generalmente, por tracción, flexo-compresión, o en el caso de estar expuesto a sollicitaciones menos usuales como de atracción, rotación y repulsión.
  - 3) Por la dirección de la sollicitación, pudiendo ser mono, bi o triaxial.
  - 4) Tomando en cuenta el estado de la materia del sistema estructural, en este caso sólido, líquido o gaseoso.

De este modo, por ejemplo, un cable sometido a la acción de su propio peso puede describirse como un sistema estructural lineal, que está sometido a tracción monoaxial, siendo formado por un elemento sólido<sup>69</sup>.

Se considera a la estructura como resultado de la cantidad mínima de material y energía para su producción. A partir de ahí, podemos deducir un proceso de optimización que comienza en la fase creativa, donde se acumulará una parte importante de la energía del sistema productivo.

En términos reales, se necesita de una gran concentración de conocimiento y de recursos para su funcionamiento. Es en la etapa de diseño y desarrollo donde se evita el desperdicio en la parte productiva y material.

La concentración de energía no viene referida, a la cuestión material sino a la capacidad de manejo eficiente de todos los recursos disponibles. La eficiencia no se refiere exclusivamente a lo productivo, sino en el profundo conocimiento integral del proceso. Este conocimiento se da y se acumula en la fase de diseño y desarrollo, la cual permite la toma de decisiones acertada, y la optimización integral del proceso productivo.

### **La ingeniería de diseño, un acercamiento a una visión retroalimentadora.**

La ingeniería de diseño está basada en la confianza casi ciega del dato como base para la reproducción y evolución de un objeto o diseño. Esto de primera intención parece lógico, sin embargo, no es tan simple, ni tan directo como aparenta. El dato si bien es cierto aporta información potencial –recordemos que la información son datos importantes- no necesariamente se constituye en información. Una cantidad excesiva de datos, es tan inútil como la ausencia total de ellos. Por lo que en primera instancia queda el problema de, ¿qué puede ser información?, y en segunda instancia, de esa información, ¿qué puede convertirse en conocimiento a través de la experiencia en el hacer?

Esta problemática suele ser muy poco abordada. Sin embargo, habrá que reconocer que el planteamiento del ciclo creativo de la ingeniería de diseño, por lo menos da lugar a la retroalimentación mediante:

- La relación directa con el mercado,
- El proceso de manufactura, que es el de producción,
- Con una forma acumulativa e histórica de la información y probablemente de la experiencia, la cual puede no ser expresada tácitamente.

En el ciclo de creación de la ingeniería de diseño, el dato juega dos roles. Primeramente provee datos acerca del ambiente en el que el producto tendrá que existir, y también informará de los materiales que

<sup>69</sup> Ibid, p. 3.

## CAPITULOS

### *La estructura y el concepto de autopolis: máquinas*

pueden ser utilizados para producirlo, en ese sentido el dato tiene un uso válido como base de datos. El segundo uso que tiene es que se obtiene información a partir de cada versión anterior del producto, lo cual contesta cuestiones tales como el desempeño del producto, las posibles mejoras sobre ese desempeño, y que puede hacer el usuario su funcionamiento satisfaga mejor sus necesidades<sup>70</sup>.

La base de datos puede también decir cual es la forma que tomará el producto. Es relativamente más simple y ciertamente menos creativo utilizar la forma del producto previo que satisfacía los requerimientos de diseño como base para un diseño nuevo.

De este modo, parece lógico esperar que la forma inicial de un diseño, aún no está lo suficientemente comprendida en sus funciones, o aún en sus reglas de diseño, a partir de las cuales ha sido desarrollada. En otras palabras, la forma es producto de un desarrollo histórico del diseño de la forma<sup>71</sup>.

Utilizar la forma existente de cualquier objeto, hace derivar en diseños subsecuentes de una manera expedita y segura, pero no parece ser el mejor procedimiento, en términos de eficacia y de satisfacción integral de los objetivos del diseño, en este caso, el error constituye el mayor impedimento en el diseño ambiental.

El inicio de un diseño es relacionado como un diseño de creación, mas que un diseño preestablecido, siendo el análisis parte integral de la creación y no algo que se hace antes de iniciar con lo preestablecido.

Sin embargo, lo común es la llamada línea de tiempo "sobre el muro" para el proceso de diseño. En este proceso de diseño, todas las actividades tienen lugar de una manera seriada, con cada grupo comunicándose pasando la información de los datos obtenidos "sobre el muro" al siguiente grupo, sin tener mas relación entre ellos, lo cual representa un proceso totalmente impersonal<sup>72</sup>.

Lo deseable en este caso, es establecer un proceso donde el análisis interactúe con la creación del diseño de una manera recurrente, el cual sea marco de una metodología dinámica acorde a un proceso de trabajo progresivo y que parta de la consideración de la evolución histórica en el diseño del objeto.

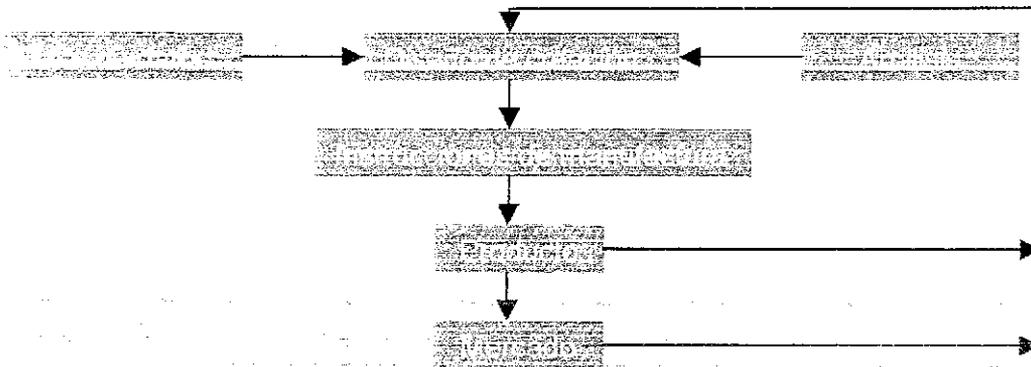


Fig. 3.1 Esquema del proceso de la ingeniería de diseño.

<sup>70</sup> Ibid, p. 3.

<sup>71</sup> Ibid, p. 3, 4.

<sup>72</sup> Ibid, p.4.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPÍTULO 3

### *La estructura y el concepto de autopolésis análoga*

#### **Breve síntesis de la estructura en arquitectura.**

De lo anterior, se puede concluir lo siguiente, que:

- La función verificadora del cálculo.
- La satisfacción de la problemática general de la estructura y su visión utilitaria.
- El principio de la estructura, así como el valor del número en su interpretación.
- La visión de la estructura como producto, específicamente como bien de capital.
- La concepción "energética" de la estructura.
- La aplicación de métodos de optimización estructural.
- La ingeniería de diseño.

No son condiciones suficientes por si solas, pero si necesarias en su conjunto, para comprender a la estructura desde una perspectiva reproductiva y evolutiva. Es decir, no resuelve la interrelación de comportamiento, material, aspectos productivos, económicos o sociales, que precisa el diseño y desarrollo de la estructura.

La estructura inicialmente es una creación artificial, que supone la capacidad de la obra arquitectónica para erigirse en un medio, por lo que la sustentación es uno de sus primeros y mas visibles características. Sin embargo, la estructura no solo representa esto, es un principio de orden esencialmente, a través del cual la obra arquitectónica puede establecer relaciones con el usuario, con el contexto y con la cultura.

La estructura da resistencia, estabilidad y a partir de ahí, un principio de orden para sustentarse ante el medio. El orden genera ideas específicas que se instrumentan y toman forma en lo material, lo productivo, lo formal, lo cultural y lo contextual. Dichas ideas e instrumentaciones no son categorías separadas sino que se interrelacionan en la estructura misma, con lo que la estructura se constituye en la expresión material de todas estas relaciones.

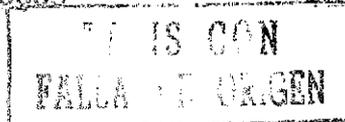
Para su descripción analítica se precisa como mínimo de conocimientos geométricos, mecánicos, materiales y económicos. El reconocimiento de la estructura como un objeto cuya comprensión conlleva una fuerte carga de conocimiento de la naturaleza y de la cultura humana complejiza su manejo. No supone un producto secundario en la producción de la obra arquitectónica, sino que se constituye como uno de sus mas fuertes ordenadores con el grado de esencial.

Al relacionar a la estructura con su forma de producción, se deduce obviamente que el hombre es esencial para su desarrollo, organización y producción. Su lógica es quizá la que busca ser lo mas artificial, puesto que contra natura se eleva donde no se debería elevar. Resumiendo, una estructura representa el deseo del hombre de hacerse de un lugar entre lo natural, partiendo de:

- Un profundo conocimiento de lo natural, respecto a su conocimiento de comportamiento mecánico, material y ambiental.
- Un desafío de la lógica natural, a través del conocimiento generado por su organización social.
- La síntesis de las aspiraciones materiales, sociales, económicas, productivas del hombre respecto al lugar.

Se puede afirmar, que la estructura es en un principio, el objeto que da lugar inicial a las demás funciones que operativizarán y generarán la obra arquitectónica. De ahí que su importancia, no radica solamente en la comprensión del análisis su comportamiento mecánico particular, sino de los factores que a su vez permiten comprender el proceso de producción y reproducción de la estructura.

No parte de una comprensión de la estructura en aspectos meramente analíticos, sino de aspectos de carácter humano, contextual, de recursos, de empleo de energía, tecnológicos.



## CONTENIDO

## La estructura y el concepto de autopoléticas análogas

La estructura precisa de un proceso externo articulado por el hombre, es ahí donde radica su riqueza. La estructura en arquitectura logra sintetizar una amplísima gama de relaciones tanto naturales como artificiales. Su ubicación como un producto secundario en la obra arquitectónica es totalmente inadecuado, en este caso, es necesario darle su verdadera dimensión de tal forma que pueda ser desarrollada y reconocida.

Vale la pena recordar que el principio estructural es una propiedad universal de cualquier ser. Todo ser tiene que resistir diferentes perturbaciones físicas externas durante su permanencia en este mundo. Por lo que, no es nada extraordinario que siempre, este principio estructural inherente a todo ser, busque su estado óptimo. Además de estar referido a como sus interrelaciones físicas logran una economía, sencillez y precisión adecuada a los requerimientos del medio. Dichas optimizaciones pueden ser originadas en su comportamiento físico expresadas en su espiritualización y vaciamiento de macizos.

La estructura mantiene:

- Un sentido sintético y unitario, que resume interrelaciones físicas un profundo conocimiento de lo material y de las correlaciones abstractas que la explican
- La posibilidad de ser expresada y comprendida de manera abstracta, esto a través de su descripción geométrica y numérica

El número tiene un papel de filtro interpretativo. Al correlacionar un comportamiento determinado, con una forma específica de probable producción y de trabajo, tal es el valor del número, el de definir esas relaciones y facilitar la interpretación de esa complejidad, resultado de la interacción de comportamiento, producción y trabajo.

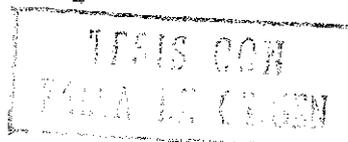
La finalidad de la estructura al no estar referida únicamente a su resistencia, conlleva una utilidad mucho más compleja. La estructura no tiene solamente un carácter utilitario. Por ser el cuerpo de la arquitectura, confluyen en ella las fuerzas interiores y exteriores del ambiente y de lo artificial, constituyéndose como el registro espacial de dichas tensiones.

Su finalidad y características físicas son únicas, de acuerdo al lugar, expresan el orden de un esquema humano y material en el marco de un contexto ambiental. Las finalidades funcionales primarias de la estructura pueden ser identificadas como:

- El aislamiento de un volumen específico de las condiciones exteriores del medio
- Sustener y / o contener cargas fijas o móviles externas a la estructuras
- Dar cabida a toda una serie de sistemas e instalaciones
- Poder ser construida.

Se puede decir además, que la estructura mantiene cuatro problemáticas básicas:

- La finalidad utilitaria que parte de las posibilidades del material, expresando el con que y el para que se hace.
- La función estática, la cual interviene eligiendo el mejor sistema de interrelaciones mecánicas, dando lugar al modelado y a la generación de filiaciones históricas de acuerdo a la experiencia.
- La cualidad estética, en donde a través del conocimiento geométrico y del valor numérico se procura la precisión, la economía y la sencillez, expresando de una manera unitaria el conjunto como un todo, como producto un proceso único e integral, donde hay correspondencia entre el todo y las partes.



## CAPÍTULO III

### *La estructura y el concepto de autopoiesis análogas*

- La condición económica, que refleja en su proceso de producción la certeza de las decisiones que aditivamente se han sucedido en cuanto a la función estática, la finalidad utilitaria y la cualidad estética.

Estas problemáticas, no necesariamente pueden ser satisfechas en su totalidad, es muy probable que alguna de ellas quede sin solución completa, y solo queda buscar una solución en donde se alcance una solución proporcionalmente aceptable.

El entender a la estructura dentro de una sociedad de mercado, y considerando una evolución de la arquitectura que trata de satisfacer esta forma cultural de la actualidad, nos lleva a su consideración de la estructura como producto. La evolución formal y estética, en estos términos, puede tener un precio razonable.

La estructura puede ser considerada como un **bien de capital**. Es mejorable y debe ser desechable, esto a través del desarrollo de un mercado y una sociedad de consumo que dan lugar a esa posibilidad. El mercado y la sociedad exigen, por efecto de oferta y demanda la evolución y reproducción de la estructura.

Esta exigencia de mejoramiento va de la mano de la exigencia de optimizar la relación entre material y consumo energético en su producción. Lleva a la consideración de que la mayor inversión energética debe darse en la etapa de diseño y el la previsión y control de la problemática básica de la estructura. Puesto que, mientras más eficiente sea la etapa de diseño, menor será el consumo y gasto en la etapa de producción, independientemente de el aumento de productividad.

Al hablar de control y previsión, es inevitable hablar de los factores cuantitativos, de los que el cálculo es, sino el más importante, si uno de los más trascendentales. El papel del cálculo en el desarrollo y diseño de las estructuras, se circunscribe a dos funciones:

- La primera, la cual lo ubica como un filtro interpretativo de la complejidad del comportamiento y de la producción de la estructura.
- La segunda, asignándole el carácter de verificador descriptivo de la hipótesis que genera a la estructura, en donde el contexto es continuamente revisado y pasado por la lente del control y de la previsión.

Por otra parte, ha existido una concepción en la cual se considera al cálculo como una herramienta que prevé la aptitud de una forma estructural y su capacidad imaginaria o real para soportar las cargas a las que habrá que estar sometida. Sin embargo, en la idea cuantitativa, y durante todo su desarrollo como proceso aparentemente disgregador que tiene el cálculo, existe una lógica de integración de aspectos no solo de carácter analíticos, sino también productivos.

Esta lógica relaciona y describe las condiciones del material utilizado, resultando esto, en que una decisión durante el proceso de análisis tiene una gran gama de posibilidades productivas y de evolución en la forma.

No obstante, dicho proceso no es, ni con mucho posible, cuando se le analiza solo en los textos técnicos especializados, es necesario incorporar una serie de factores adicionales tales como:

- Los de tipo humano, como la experiencia, pericia profesional y trabajo en equipo.
- Herramientas que permitan un proceso de análisis más amplio y profundo, tal es el caso de la utilización de hardware y software especializado.
- El conocimiento de condiciones de producción y esquemas metodológicos que permitan sintetizar todo el proceso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPÍTULO 3

### *La estructura y el concepto de autopoiesis análoga*

En este sentido, los métodos de optimización estructural ofrecen una alternativa de manejo de tipo cualitativo, pero aún su aplicación generalizada en diseño arquitectónico es limitada, por el profundo conocimiento necesario en el manejo de lo material y del sistema estructural.

#### **El concepto de autopoiesis análoga.**

Es posible comparar el alcance de nuestros artefactos a partir de la complejidad de lo natural y de lo vivo, potenciando y direccionando sus relaciones. Es ahí donde radica la verdadera importancia del conocimiento de lo natural, y por supuesto de lo vivo. A través de lo artificial, probablemente conozcamos mejor lo natural, por el reconocimiento de las diferencias y el aprovechamiento de la lógica de las relaciones que hay en lo vivo.

El concepto de poiesis se refiere a producir pero con un carácter creativo. Al referirnos entonces a autopoiesis, hablamos de un proceso de producción creativa, que tiene lugar en el ser vivo, se auto produce a si mismo. Es el caso, de cualquier organismo vivo, por ejemplo, al infringirse algún daño no severo, tiene la capacidad de regenerarse, de auto producir aquella parte o área que fue dañada.

La autopoiesis, literalmente, no puede ser extendida a otros ámbitos, especialmente el artificial. No obstante, al identificarla como análoga, nos referimos a un proceso que es aplicado por analogía, es decir, por la utilización de otros medios se trata de establecer un proceso de producción creativa. En este caso, la analogía se aplica como proceso externo al objeto artificial, debido a que es conocida la incapacidad de lo artificial para crearse a si mismo.

**La autopoiesis análoga entonces se puede identificar como un proceso social y material, cuyo fin es de tipo reproductivo y evolutivo.** Tiene un papel mediador y selectivo para valorar e interrelacionar las competencias prácticas y factores productivos, con los cuales identificamos el ciclo de lo maquinante.

Si identificamos al concepto de máquina como una de las expresiones más genuinas de lo artificial, y lo relacionamos con un objeto determinado, podemos a dicho objeto, aplicar un proceso social y material externo para su reproducción. En este caso, el proceso aplicado es la autopoiesis análoga, que amplía y da dirección a la reproducción y evolución del objeto.

De este modo, entre las principales características que distinguen al concepto de autopoiesis análoga se pueden enunciar:

- La externalidad del proceso respecto al objeto.
- Su función selectiva e integradora de información y actividades.
- La orientación social de su organización.
- La importancia de la experiencia y la pericia como medios de evaluación y desarrollo.
- El uso de dispositivos de análisis para ampliar con datos el conocimiento del objeto.
- La valoración del contexto como determinante crucial de desarrollo.
- La integración, ordenamiento y acumulación de información.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El proceso social y material se integra por a cuatro factores principales:

- **Evaluatorio y de desarrollo**, integrado por la experiencia y pericia respecto a la solución de problemas estructurales,
- **De contexto**, integrado por el conocimiento e interpretación del mercado, el ambiente y la producción.

## CAPÍTULO 3

### *La estructura y el concepto de unipolares, unilíneas*

- **Instrumental**, que atiende a los dispositivos, instrumentos, modelos, conocimiento y simulaciones necesarios para el análisis cuantitativo del objeto.
- **Organización social**, referidos a la forma de trabajo y organización de los recursos humanos, que de mejor manera puede obtener resultados en un trabajo de desarrollo

Cada uno de los factores están compuestos a su vez por las siguientes subdivisiones:

#### 1. Evaluatorio y de desarrollo.

- Experiencia y pericia personal y de grupo.
- Mecanismos de retroalimentación y mejora.
- Dinámica de generación de filiaciones históricas.

#### 2. De contexto.

- Mercado como identificador de preferencias o tendencias de ciertas cualidades del producto
- Ambiente, el cual esta referido a las condiciones naturales de emplazamiento o lugar del desarrollo
- Productivo, referido a los recursos disponibles en el nivel de desarrollo tecnológico de la planta productiva, control de calidad, nivel capacitación del personal, maquinaria y equipos.

#### 3. Instrumental.

- Software y hardware que posibiliten el modelado y su análisis
- Instrumentos de medición especializados.
- Modelados físicos experimentales.
- Literatura especializada.
- Métodos y filosofías de diseño.
- Métodos de optimización estructural.
- Instituciones de investigación y normalización.

#### 4. Organización social.

- Individual, asignada a un individuo o a un equipo exclusivamente.
- Por competencia, en donde se fomenta la competencia entre individuos o equipos.
- Cooperativa, la cual facilita un desarrollo coordinado de varias personas con tareas individuales, o diferentes equipos con diferentes actividades.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La interrelación de los factores expuestos tiene como principal objetivo el desarrollar un proceso de social y material, que es dinámico y cambiante. Puede ordenar modos particulares de trabajo, flujos y jerarquización de información, formas de obtener conocimiento del objeto a través de su hacer, y configurar al objeto de una forma retroalimentadora e histórica. En ese sentido, hay que aclarar que cada desarrollo tiene una vigencia viabilidad propias, por lo que las correlaciones variarán de acuerdo a cada problema que se presente.

Su externalidad queda expresada en el manejo de una coordinación de todos a los aspectos alrededor del objeto. La principal característica del objeto debe ser la de compartir las cualidades de la máquina. Es decir, este proceso es aplicable a un objeto cuya importancia radique en:

- El conocimiento de su comportamiento propio y en su forma de producirse.
- Que sea artificial.
- Que su conjunto sea unitario y sintético en él, interrelaciones mecánicas, geométricas, sociales, económicas, productivas y materiales
- Que precise de un conocimiento profundo de su materia, de una interpretación y comprensión a través de correlaciones abstractas, en este caso, de carácter matemático.

## CAPÍTULO 3

### *Las instituciones y el desarrollo de autopoesis análoga*

Por tanto, al participar de dichas cualidades, es posible establecer un proceso externo al objeto en el sentido anteriormente descrito.

Tiene una función selectiva e integradora de información y actividades al seleccionar de entre un gran cúmulo de información, experiencia y variables, la mejor para establecer las mejores interrelaciones. Aquí queda manifiesta la importancia de los ideales a que esta sometido el proceso completo, pudiendo variar según los alcances y metas a que se someta el proceso. De ahí, surgirán las formas de organización social y los factores instrumentales, quedando los de evaluación y desarrollo como filtro, así como los de tipo contextual.

La orientación social esta definida por la modalidad de forma de trabajo, pudiendo ser individual ya sea personal o por equipo. Competitiva cuando es necesario valorar diferentes opciones de una forma mas intensa. Cooperativa cuando se centra en la coordinación de diferentes personas o equipos de trabajo, que por su sofisticación o especialización requieren un intercambio en ese sentido para posibilitar el desarrollo de un objeto. La organización social atiende pues, a cual es la mejor forma de trabajo humano para aprovechar el legado colectivo e histórico del desarrollo de un objeto.

La experiencia y la pericia como medios de evaluación y desarrollo se convierten en el principal factor de desarrollo. A partir de ahí se generan las tomas de decisiones y la elección de las mejores soluciones e interrelaciones. Se integra toda la experiencia, producto del desarrollo y conocimiento del objeto, permitiendo su evolución y reproducción. Es pues, la experiencia y la pericia, los factores decisivos y de coordinación de los demás.

Los dispositivos de análisis dan la necesaria información para la toma de decisiones, se aprovecha el conocimiento producto de:

- Los instrumentos especializados y el potencial de la tecnología informática
- Los métodos y filosofía de diseño.
- Los métodos de optimización estructural
- Las instituciones de investigación y normalización.
- La literatura especializada.



Eligiendo a través de ellos la mejor ruta de obtención de información. Localizando dentro del objeto, los aspectos de comportamiento propio y de producción mas adecuados, así como su verificación antes de pasar a la etapa de manufactura

Al valorar el contexto, este se valora como los aspectos externos a la organización social que influyen en el desarrollo del objeto, limitándolo y definiéndolo. La identificación de la autopoesis análoga con el contexto le da su vigencia y viabilidad propia, lo ubica en tiempo y espacio, y principalmente la refiere al lugar. De esta forma cada solución al estar referida al lugar, adquiere una legitimación que le es propia y le permite explotar las posibilidades del lugar y las que le pertenecen ya de por sí.

Uno de los principales efectos del proceso, y al mismo tiempo necesidad, es la de integrar, acumular y ordenar información. El proceso depende crucialmente de la experiencia y de las filiaciones históricas. El antecedente en información constituye el registro necesario, para que junto a la experiencia en el hacer, de lugar a la evolución y reproducción de los objetos desarrollados. Además, permite disponer de un cúmulo de experiencia importante, básica para el desarrollo de nuevas genealogías o su abandono por su probada inviabilidad.

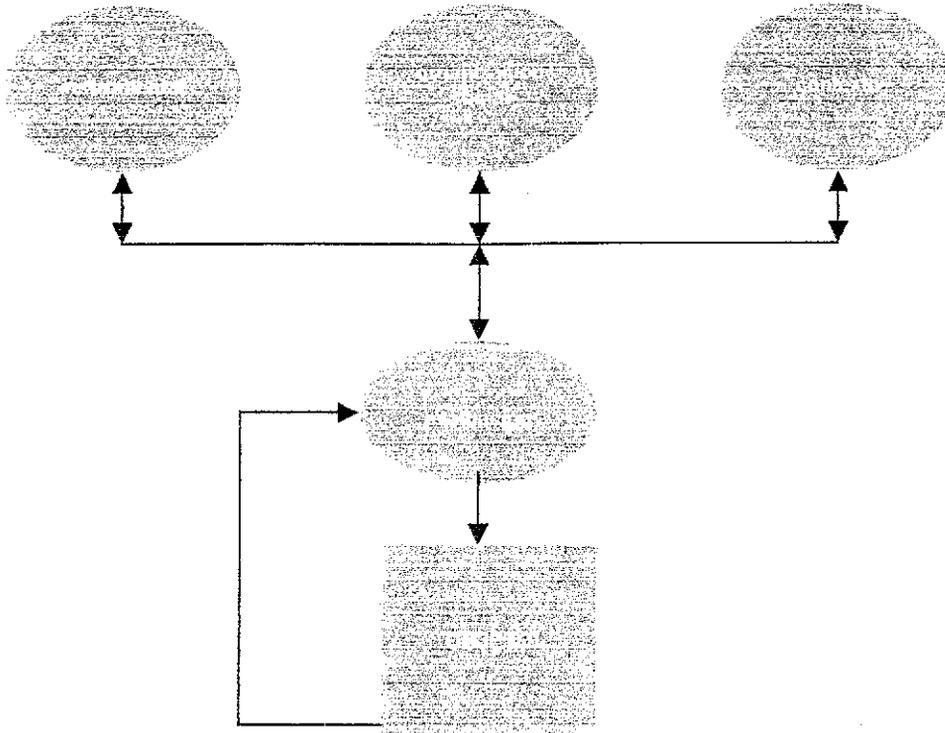


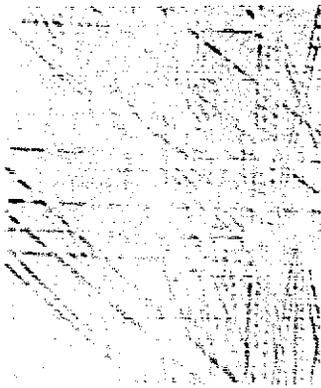
Fig. 3.2 Esquema del proceso de autopoiesis análoga.

El concepto de autopoiesis análoga puede ser considerado como un proceso de administración de información, experiencia, generación de conocimiento y de recursos tecnológicos, que permite organizar, integrar, evaluar y seleccionar en un sistema de diseño y desarrollo sus recursos, información y conocimiento. Dándole una carácter creativo, reproductivo y evolutivo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

*Estructuras autopoieticas análogas*



En este último capítulo se desarrolla la aplicación de los conceptos máquina y maquinantes, de lo vital, y del concepto de autopoiesis análoga en un concepto de estructura en sus aspectos prácticos y productivos.

Se analiza como el concepto máquina y la estructura convergen, y como se puede desarrollar una perspectiva reproductiva y evolutiva de la estructura. Esto a través de la descripción del proyecto en un ambiente tecnológico, y de la aplicación del proyecto en un sistema de manufactura.

Por supuesto del proyecto de la estructura, de una manera retroalimentadora, y haciendo uso de los recursos tecnológicos contemporáneos, de tal manera que permiten su seguimiento, documentación y acumulación en términos de experiencia e información.

Se analiza como el concepto de autopoiesis análoga incide en el proceso, de tal forma que la combinación de aspectos de ingeniería de proyectos y de manufactura posibilitan su operación objetiva.

El concepto de estructura autopoietica análoga se ve desarrollado en el proceso de diseño y desarrollo propuesto, puesto que hace uso del concepto de autopoiesis análoga, de un sistema de producción específico, y de un ambiente tecnológico determinado.

La estructura autopoietica análoga es, en si, un proceso reproductivo y evolutivo, que no considera a la estructura solo como un elemento resistente, sino, se amplia se visión, como un producto tecnológico, con una gran complejidad y pluralidad de interpretaciones y apreciaciones.

Dicho proceso permite visualizar el modo en que la estructura puede reproducirse y evolucionar, además de que el proceso mismo es auto organizativo y auto productivo, y por supuesto, externo, artificial y tecnológico.

Por último se analiza cada uno de los requerimientos generales que conforman el proceso y de que forma se integra el proyecto de la estructura y el diseño estructural

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Convergencias entre la estructura y la máquina.

El concepto de máquina es uno de los más influyentes de la historia contemporánea de la humanidad. No solo representa una forma de agilizar la producción, ni de demostrar el alcance de la tecnología.

Es en sí mismo un producto cultural, que no se reduce a un mero instrumento, ha permeado de alguna o de otra forma todas o casi todas las formas de creación contemporáneas. Desde el arte hasta la forma de comprender al mundo, generando una propuesta artificial que es producto de la observación, análisis y abstracción de la natural.

Marcando de esta manera el hombre, una extensión de su naturaleza misma, extensión que lejos de agotarse se reafirma en cada momento, por efecto de la espectacularidad de la máquina.

Sin embargo, la máquina por sus alcances de tipo productivo, ha eclipsado sus propias posibilidades de desarrollo al encauzarse únicamente a lo productivo. Se ha olvidado su carácter creativo y liberador de posibilidades creativas, reduciéndose muchas veces al trabajo automática.

Se ha empobrecido su alcance, la han vuelto altamente improductiva al no estar orientada por un esquema humano de vida. Esto reduce aún más sus posibilidades de reproducción y evolución de la máquina. La máquina ha sido reducida a su función meramente instrumental, en donde lo humano juega un papel secundario.

De este modo, el concepto de la máquina se caracteriza por:

- La temporalidad artificial, su regularidad, y la concepción del tiempo como recurso,
- Por tanto, la medida del tiempo se establece para dar certidumbre en la organización y coordinación de actividades,
- La producción de bienes,
- La conformación de su proceso y ambiente propios, la uniformidad y estandarización.
- Su posibilidad de sustitución, la máquina es un bien o producto en sí mismo.

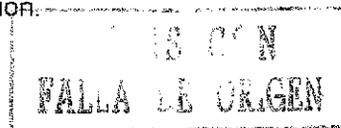
El concepto máquina expresa cualidades tales como:

- La precisión.
- La posibilidad de ser comprendida a través del cálculo.
- La sencillez del conjunto.
- Su economía manifiesta.

De hecho, posee un determinismo que se manifiesta por un sistema o principios de carácter matemático que sintetizan el conocimiento y dominio de lo natural. Han sido aplicados dichos principios, al desarrollo de una serie de interrelaciones físicas que configuran un sistema dinámico.

Manifiesta la cualidad y capacidad del material, y termina sintetizado y posibilitado por una lógica de conjunto, cuya característica es ser unitaria y tender a ser armónica.

El concepto máquina ha aportado además, una forma de trabajo cooperativa, aplicada al pensamiento y la acción en su diseño. Cada parte de este ambiente es producto del esfuerzo de la mente colectiva que la produce, desarrollando un sistema social, que apoya su generación. Hace uso de toda una serie de recursos cognitivos, materiales y sociales, posibilitando su reproducción y evolución.



## CAPÍTULO I

## Estructuras autopolíticas análogas

Se distingue lo maquinante como aquella parte del ambiente de la máquina en la cual interviene la inventiva, es decir, viene a ser su diseño. Hay dos ciclos interrelacionados entre sí, los cuales describen sus aspectos prácticos y productivos, que continuamente se retroalimentan.

Dicha visión, pretende explicar a la máquina por su comportamiento propio y por la forma en que se produce, ampliando su conocimiento y manejo, a costa de complejizar dichas relaciones.

La reproducción en la máquina se posibilita a través de la retroalimentación y aplicación de la experiencia en su diseño y desarrollo, que logra relacionar con el contexto, y con una organización social determinada. Las soluciones, que históricamente se han dado, posibilitan su evolución, y con esto lo artificial comparte con su creador algo de lo vital.

En este sentido la organización social y material tienen un papel mediador en el modelo interpretativo maquinante propuesto. Es decir, existe un proceso externo al ciclo maquinante que posibilita su viabilidad y vigencia. Dicho proceso, permite la retroalimentación y reproducción, es, en primera instancia, el proceso externo el que trae el mundo a la mano y conjuntamente con el conocimiento del ciclo maquinante, es que puede desarrollar a la máquina. Es por su naturaleza particular y único, sin embargo, permite acumular experiencia e información.

La estructura es una creación artificial, da la capacidad a la obra arquitectónica para erigirse en un medio, da resistencia, estabilidad y a partir de ahí, genera un principio de orden. En su comprensión se sintetizan, conocimientos geométricos, mecánicos, materiales, económicos y productivos, sintetiza así mismo, el conocimiento de lo natural y de lo artificial lo cual complejiza su manejo.

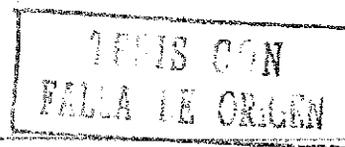
La estructura depende del hombre para su desarrollo, organización, producción y reproducción. La estructura objeto a la naturaleza la dificultad de su existencia, a pesar de ella, a través de una artificialidad manifiesta. Dicha artificialidad puede ser comprendida por:

- Sus competencias prácticas
- Los factores de producción que intervienen en su fabricación.
- El medio ambiente que le rodea y que le obliga a adaptarse a él.
- La tecnología disponible para su desarrollo.
- El proceso reproductivo que posibilita su desarrollo y evolución.

Se considera en este trabajo a la estructura arquitectónica como un producto, por lo que participa en este sentido del ideal de la máquina. Sin embargo, el desarrollo de este concepto precisa de la pertenencia a un ambiente tecnológico, sin el cual, no es viable entender a la estructura en términos maquinales. De esta forma, la estructura y la idea de máquina presentan las siguientes convergencias:

- En su producción, el tiempo es considerado un recurso para dar certidumbre a la organización y coordinación de las complejas actividades que implica su fabricación.
- Representa un bien en sí misma, teniendo un valor económico cuantificable en términos de costo y esfuerzo.
- Genera un ambiente y un proceso que le son propios, los cuales son expresados en procedimientos de fabricación, en un conocimiento y experiencia específicos, identificados en un cuerpo de especialistas, y una organización que le permite desarrollar una compleja red de actividades para su desarrollo.
- Es sustituible, ya sea por terminación de vida útil, mercado, seguridad o cambio de uso.

La estructura arquitectónica expresa de la máquina además:



## CAPÍTULO 4

### *Estructuras autopolíticas análogas*

- La precisión en su desarrollo, que es identificada en el equilibrio de los conocimientos e interrelaciones formados por lo material, lo mecánico, lo geométrico, la organización de los anteriores y las acciones que genera.
- La posibilidad de ser comprendida e interpretada a través de modelos matemáticos, así como, de la aproximación cuantitativa a su comportamiento físico por medio del cálculo, y por las metodologías de optimización estructural.
- La sencillez con la cual sintetiza en sí misma una gran complejidad organizativa, cognitiva, social y tecnológica.
- Su economía, en términos de la elección de entre todas las alternativas similares para decidirse por la mejor.

Por otra parte, la máquina y la estructura arquitectónica pueden ser desarrolladas a través del proyecto, y es ahí donde radica la importancia reproductiva y también donde inciden en mayor medida el trabajo generativo y evolutivo de la estructura. Es en el trabajo proyectivo, donde se concentra la actividad reproductiva y no en el área de producción.

Una forma de explicar la interrelación entre la estructura, sus aspectos maquinales y la aplicación del concepto de autopoiesis análoga es mediante la aplicación y desarrollo en el proyecto. Este permite visualizar como la organización social y material incide en la selección, organización y coordinación de las competencias práxicas y los factores productivos.

Además, de enriquecer el alcance del ciclo reproductivo de la estructura, debido a la incidencia de los aspectos del ciclo de producción y consumo inherentes en el proyecto.

La inclusión del concepto de proyecto, permite valorar la forma, en como la organización social selecciona y dispone de la información de todo el proceso. Dicha valoración se constituye en un gran apoyo en la reproducción de la estructura. Posibilita la conformación de filiaciones históricas y, por supuesto, abre la puerta a la posibilidad de su evolución.

### **El proyecto: su esencia y desarrollo.**

Si entendemos a la arquitectura desde su hacer, se hace necesario considerar las condiciones productivas en que la arquitectura surge como obra. Se debe reconocer a la arquitectura como esencialmente hegemónica<sup>73</sup>, es decir, conduce nuestros hábitos y acciones, convocando al hombre y a sus artes.

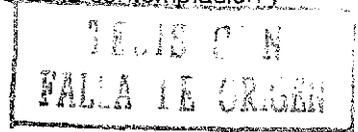
De tal manera que, las acoge y las protege. Por tanto, la arquitectura parte de estos dos supuestos, uno en el cual no se conoce si no se considera como se produce, y el otro, que posibilita múltiples facetas de vida. Esto es, lo importante es saber como se produce y que se puede hacer una vez producida en términos de las posibilidades de vida a que da lugar.

Las dos consideraciones nos llevan a pensar que existe, por lo tanto, una intencionalidad, una idea anterior que se expresa de una forma específica, con el fin de no extraviarse, generando un orden determinado.

La técnica actúa sobre el contorno para producir lo que aún no hay, lo que es considerado como necesario. La arquitectura, nos sitúa en un mundo producido por la acción técnica directa sobre el contorno "dado", mediante determinado hacer o fabricación. A la par, pone ante un mundo que requiere de la contemplación y el saber ver pertinentes del arte<sup>74</sup>.

<sup>73</sup> Ricardo Morales José, *Arquitectónica sobre la idea y el sentido de la arquitectura*, Editorial Biblioteca Nueva, Madrid, 1999, p. 141.

<sup>74</sup> *Ibid*, p. 147



## CAPÍTULO I

### *Estructuras autopolíticas análogas*

Este situar implica la voluntad del hombre para intervenir en la naturaleza, de extender a lo natural su propia naturaleza, es decir, lo artificial, lo cual no puede ser concebido sin la acción previsora que da orden y prepara para que tenga lugar.

Aquello que el hombre cuida, limpia y acrecienta es su mundo, en este sentido *Mundus* significa "lo limpio", y lo abandonado tiene el sentido de lo "inmundo". De este modo, el hombre da seguridad dándola, esto al cuidar del contorno que el hombre ha producido. Además, el mundo supone el establecimiento de un orden de acuerdo a un propósito específico, es por esto que, la técnica no puede ser si no previene, tratando el hombre de oponerse a la incertidumbre de lo inmundo.

El hombre es un ser proyectante, es decir, está lanzado ante sí mismo con determinados propósitos. Esto queda manifestado con la disposición humana para formular proyectos y programas, los cuales aparecen en la arquitectura mucho antes que en otras técnicas actuales<sup>75</sup>

El proyecto supone designios, adquiriendo el carácter de promesa, remitiendo a un futuro previsto. En donde las expresiones, "en vista de" que representa a las necesidades que originan al proyecto, así como "de acuerdo con", que considera las condiciones específicas que le den factibilidad, y sin la cual el designio del arquitecto carece de valor<sup>76</sup>

Al referirnos a la técnica, su ejercicio tiene un aspecto previsor y proyectante que le es inherente, y tiene por objeto el dejar al hombre a cubierto de errores, riesgos y contingencias.

La técnica otorga un sentido de seguridad, no obstante, esta característica de anticipación no se explica a plenitud sin considerar el carácter objetante de la técnica, puesto que representa la técnica la mayor objeción del hombre a las dificultades que encuentra para estar en el mundo.

En este sentido, el pro-yecto, —aquello que arrojado hacia adelante— y el objeto, —ob-yecto lo arrojado en contra— están vinculados con la previsión y la objeción, es decir, se previene para evitar la dificultad, para facilitar. De tal forma que, se puede afirmar que no hay técnica sin proyecto, ni proyecto sin objeto. Se entiende el proyecto como finalidad anticipada de antemano, —es decir fin, meta u objetivo al cual va dirigido el propósito— y de cosa proyectada y fabricada. El objeto goza de una especificidad dada por el hombre mismo, están hechos por él, y representan la capacidad del hombre de objetar sus propias insuficiencias y las limitantes que le opone su entorno, siendo partícipe la arquitectura de esta virtud a través de su propia naturaleza<sup>77</sup>.

El proyecto pues, representa una parte inherente a la acción técnica y a la técnica misma. Sin embargo, el proyecto en un ambiente tecnológico adquiere características muy específicas. Es orientado al desarrollo de productos, y se describe mediante tres áreas generales de comprensión:

- Una corresponde a las partes que integran el proceso teórico del proyecto;
- Otra los principios a los cuales responde el proyecto;
- Por último, a como se organiza operacionalmente en función de los procesos básicos de producción y consumo.

El desarrollo del proceso teórico que integra al proyecto esta constituido por tres partes:

1. Un conjunto de principios consistentes y sus derivados lógicos.
2. Una disciplina cuya operación conduzca a la acción

<sup>75</sup> Ibid, pp. 148, 149.

<sup>76</sup> Ibid, p 149.

<sup>77</sup> Ibid, pp. 150, 151.



## CAPÍTULO 3

## Estructuras autopolíticas análogas

3. Un aparato retroalimentador crítico que mida las ventajas, que localice defectos e ilumine el camino hacia el mejoramiento<sup>78</sup>.

El proyecto, de la misma forma, tiene que responder a dos tipos de principios:

- Los de contenido actual, es decir, los que pueden ser comparados con la realidad física
- Los de contenido ético, que reflejan de una forma general y apropiada los valores y costumbres de la cultura que los genera.

Cada uno se distingue en su descripción por la utilización de un verbo auxiliar, en el caso de los de contenido actual, es utilizado el verbo ser, en el caso de los de contenido ético, será el verbo deber<sup>79</sup>.

Los principios tal como los describe Asimow<sup>80</sup>, son los siguientes:

- **Los de contenido actual**

1. *Posibilidad de realización física*, el objeto del proyecto es un objeto material o servicio que deben ser físicamente realizables
2. *Bases para la decisión*, el proyecto tiende a fluctuar entre dos extremos bien definidos, uno en el que se comprueba la falta de seguridad para su desarrollo, y el otro en que la confianza es suficiente para proseguir hasta su consecución
3. *Reducción de la incertidumbre*, el proyecto es un proceso que informa de la transición de la incertidumbre a la certidumbre, respecto al éxito o fracaso del proyecto
4. *Comunicación*, al representar el proyecto a un objeto y una serie de instrucciones para su producción, su existencia depende de la capacidad del proyecto de expresar por todos los medios disponibles información acerca de él.
5. *Morfología*, el proyecto es una progresión que va de lo abstracto a lo concreto, generando una estructura vertical de solución
6. *Proceso del proyecto*, en el proyectar según esta idea, opera un proceso iterativo de resolución de problemas, lo cual genera una estructura horizontal en cada paso o subsistema del proyecto.
7. *Subproblemas*, al intentar la solución de un problema de proyecto, se hace evidente que el problema principal oculta en si mismo una serie de subproblemas, por lo tanto su solución depende de la solución satisfactoria de los subproblemas.

- **Los de contenido ético.**

1. *Satisfactor de necesidades*, debe ser una respuesta a las necesidades individuales o sociales.
2. *Costeabilidad*, debe tener una utilidad para el consumidor que iguale o exceda a la suma de los costos necesarios para ponerlo a su disposición
3. *Posibilidad financiera*, las operaciones para el proyecto, la producción y la distribución del objeto deben ser financieramente apoyadas.
4. *Optimización*, la elección de un concepto de proyecto debe ser lo óptimo entre las alternativas de que se disponga.
5. *Criterio de proyecto*, la optimización debe establecerse de acuerdo a un criterio de proyecto, el cual representa los compromisos del proyectista entre posibles precios valorados en él incluyendo los del consumidor, productor, distribuidor y los del propio proyectista.
6. *Valor económico de la evidencia*, la información y su proceso tienen un costo que debe ser equilibrado con el de la evidencia del éxito o fracaso del proyecto.
7. *Compromiso mínimo*, en la solución del problema de proyecto en cualquier etapa del proceso, los compromisos que fijarán posiciones futuras del proyecto no deben adelantarse más de lo necesario para ejecutar una solución inmediata, permitiendo la libertad necesaria para encontrar las soluciones a los subproblemas en los niveles inferiores del proyecto.

<sup>78</sup> Asimow Morris, *Introducción al proyecto*, Herrero Hnos. S.A., 2ª Edición en español, México, 1970, p.16.

<sup>79</sup> *Ibid.*, p. 18

<sup>80</sup> *Ibid.*, p. 17, 18



## CAPÍTULO 4

## Estructuras autopolíticas análogas

El proyecto, además, se organiza de acuerdo a los cuatro procesos básicos a través de las cuales se integra el **ciclo producción – consumo**, consistiendo estos en

- Producción.
- Distribución.
- Consumo.
- Recuperación o desecho<sup>81</sup>.

Desde esta óptica, el proyecto debe considerar las necesidades del productor, del distribuidor, del consumidor y de quien tiene por responsabilidad la recuperación o disposición de los desechos durante y después de la realización del proyecto. Mediando adecuadamente dichas necesidades, sintetizando dentro del proyecto los objetivos que incluyan las necesidades citadas<sup>82</sup>.

Los participantes del ciclo de producción – consumo pueden ser identificados como los siguientes<sup>83</sup>:

1. **Los objetos físicos** que estarán identificados como
  - el producto,
  - los medios y lugares de producción y distribución, y,
  - la disposición de residuos resultado del consumo.
2. **El conjunto de valores** a través de los cuales se mide el producto en su producción y distribución, que es determinado por las fuerzas que operan el mercado, estando especificado por los,
  - recursos disponibles,
  - la facilidad de producción susceptible de ser amortizada, y,
  - el esfuerzo humano en términos sociales.

Sin embargo, al estar en función del mercado dicho conjunto de valores, es difícil determinar su comportamiento, por lo que es necesario tomar decisiones con un gran cúmulo de información fluctuante

- 3 **La información**, en el cual, el proyecto es considerado como un proceso encaminado a la obtención y organización de información; la información latente disponible para el esfuerzo y el costo de recabarla en cada punto del ciclo, es de gran importancia para el proyecto de productos o para el desarrollo de productos nuevos con características similares.

De esta forma, podemos relacionar y ampliar con los integrantes del ciclo maquina y el concepto de autopoiesis análoga a los participantes del ciclo de producción – consumo.

En primera instancia, el aspecto relacionado con los objetos se amplía en el conocimiento de sus competencias y de su praxis. Por otro lado, se distinguen tajantemente los factores productivos, dando al concepto de autopoiesis análoga un valor mayor que a la información por sí sola.

En vez de esto, se le da una orientación y categorías de análisis que permiten convertir en conocimiento a la información, en una forma de conocer, transformar y comprender al mundo, principalmente como conocimiento técnico y más específicamente tecnológico.

No obstante, es importante resaltar el valor del proyecto, en cuanto a la incorporación de los principios de contenido actual y los de contenido ético. Además de la organización de un proceso aparentemente lineal, cuya importancia recae en el conjunto de requerimientos y restricciones, para que un proyecto sea considerado como tecnología<sup>84</sup>.

<sup>81</sup> Ibid, p. 21.

<sup>82</sup> Ibid, p. 22

<sup>83</sup> Ibid, p. 22, 23

<sup>84</sup> En este sentido la tecnología en este trabajo se considera como una realización técnica propia de nuestra época fundamentada en el conocimiento científico, y que modifica la realidad, siendo esa modificación donde encuentra su principal vocación, además de ser la forma predominante de conocimiento de este tiempo; para una ampliación de lo aquí expuesto se sugiere la siguiente lectura Esther Díaz (editora), *La posciencia, el conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad*, Editorial Biblos, Buenos Aires, 2000.

## CAPÍTULO 4

### Estructuras autopolíticas análogas

El proyecto es considerado como un proceso, fundamentándose a través de la planeación de cada una de sus fases en su desarrollo y operación. Lo cual representa problemas, que a su vez, representan nuevos retos para ser resueltos durante su desarrollo. Las fases en las cuales se puede describir un proyecto se exponen en el esquema de la figura 4.1.

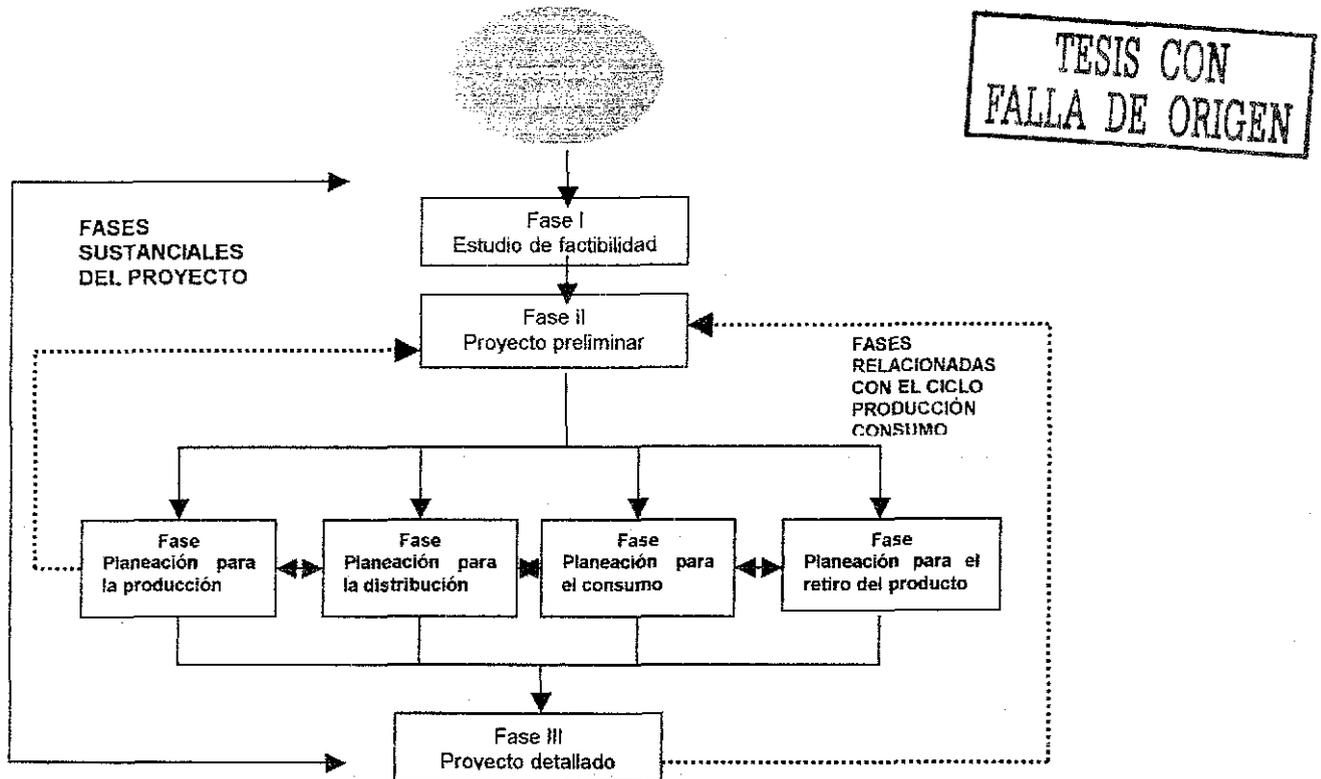


Fig. 4.1 Esquema de las fases del proyecto.

Las fases sustanciales del proyecto pueden ser descritas detalladamente de la siguiente forma<sup>85</sup>:

- La planeación del proyecto se inicia con el estudio sobre su factibilidad, el propósito es obtener un conjunto de soluciones útiles para el problema del proyecto.
- La finalidad del proyecto preliminar es la de establecer cual de las alternativas propuestas es el concepto mejor del proyecto.
- La fase del proyecto detallado principia con el concepto desarrollado en el anteproyecto. Su propósito es suministrar la descripción detallada de un proyecto probado y factible. El proyecto detallado, se desarrolla como un proyecto maestro, en donde la especificación de los componentes es indispensable. De tener ideas que no se explican únicamente por el análisis en la disposición

<sup>85</sup> Ibid, pp. 26, 27, 28

## CAPÍTULO I

### *Estructuras análogicas analógicas*

final, se inicia el proyecto experimental, en donde se desarrollan modelos experimentales para comprobar dichas ideas.

Durante la etapa relacionada con el ciclo de producción – consumo las fases que tienen lugar pueden ser explicadas del siguiente modo<sup>86</sup>.

- La fase de planeación para la producción hace intervenir equipos relacionados con el conocimiento para fabricar el proyecto detallado.
- La fase de distribución, trata de visualizar el impacto que la distribución tiene en el proyecto, tratando de anticipar los problemas derivados.
- La fase de planeación para el consumo, tiene como propósito el de incorporar en el proyecto características adecuadas de servicio, y proporcionar una base racional para el mejoramiento y modificación del proyecto del producto.
- En la fase de planeación para el retiro del producto, el propósito es tomar en consideración los problemas, que están asociados con el retiro del producto y con la forma de disponer de él.

Sin embargo, es importante explicar que este seguimiento, tiene que ver más con un proceso de retroalimentación. Por tanto, no necesariamente se pasa directamente de una fase a otra, quedando claro que, el mismo proceso del proyecto no termina sino hasta que este es totalmente aceptado, y queda listo para la producción detallada.

Se puede decir que, el proyecto desde esta perspectiva atiende a una serie de requerimientos de sustentación física y cultural. Dichos requerimientos no indican un sistema cerrado ni lineal, sino que dan pie a que a partir de ellos se pueda enriquecer el proyecto.

Sin embargo, operativamente, al ser cada vez más específica la problemática del proyecto, nos topamos con la importancia que tiene el ciclo producción – consumo. Dicha importancia nos lleva a, que el ciclo producción – consumo organice y determine la dirección del proceso mismo del proyecto.

Esta dirección se enriquece de los principios de contenido actual y ético, dando como resultado que el ciclo producción – consumo sea de una forma u otra el direccionador principal de todo el proceso. Cabe aclarar que el ciclo dependerá de la cultura, economía y aspiraciones sociales en las cuales tenga lugar.

Al referirnos al proceso del proyecto y sus fases, es importante tener en cuenta que cada proyecto tiene peculiaridades y circunstancias que le hacen único. Sin embargo, en las dos etapas destacan, por un lado, la organización social para llevarlo a cabo y, por otro, el profundo conocimiento, que en términos tecnológicos se hace necesario para llevar a cabo todo el proyecto.

Si bien, se ha aclarado que la máquina representa en gran medida el concepto tecnología, el manejo del proyecto en términos de la máquina y su organización social, permite si concebir este proceso, ya no solo como una racionalización, sino como una forma humana adecuada para conocer, prever y ponerse a cobijo de problemas.

Otro factor importante a considerar, es que el proceso aún cuando su organización general es aparentemente lineal, en realidad, tiene más la apariencia de un árbol que en cada posibilidad se extiende más y cada rama.

Es experiencia y conocimiento que se incorpora al proceso mismo o estará latente para futuros proyectos. En este sentido el proceso se puede definir como iterativo, multiplicador, acumulativo y retroalimentador.

<sup>86</sup> Ibid, pp 29, 30, 31, 32

## CAPÍTULO 4

### *Estimaciones autopericliticas analógicas*

- **Iterativo**, porque cada etapa de desarrollo representa la posibilidad de iterar un conjunto de soluciones con un problema o un conjunto de problemas. Ateniéndose a la iteración como proceso, es sabido, que el conjunto de soluciones son escogidas arbitrariamente, y puede detenerse el proceso no necesariamente hasta agotar la iteración, sino cuando se encuentra la solución adecuada a las circunstancias que son requeridas. Resultando en cada iteración, nuevas posibilidades de desarrollo.
- **Multiplicativo**, porque multiplica las posibilidades de desarrollo interrelacionando y profundizando cada vez mas la propuesta inicial. Dando como resultado una relación directa, de que a mayor avance en el proyecto, mayor serán las posibilidades de desarrollo y mayor la especificidad.
- **Acumulativo**, debido a que su avance acumula en mayor cantidad experiencia, conocimiento e información. Posibilita conocer y extender el desarrollo de posibilidades, en relación a las que se disponían en el inicio del proceso.
- **Retroalimentador**, esto por el carácter de reincorporación de los resultados del proceso, y de el rescate de la información generada. Permite incorporar a la experiencia cada posibilidad desarrollada.

Al centrar en la iteración la operación del sistema, se presume que en la iteración tiene lugar una serie de procedimientos establecidos para la solución de problemas. Es quizá aquí, donde el método adquiere sentido, sin embargo, la iteración como depende de problemas únicos, puede presentar procedimientos y matices de gran variedad.

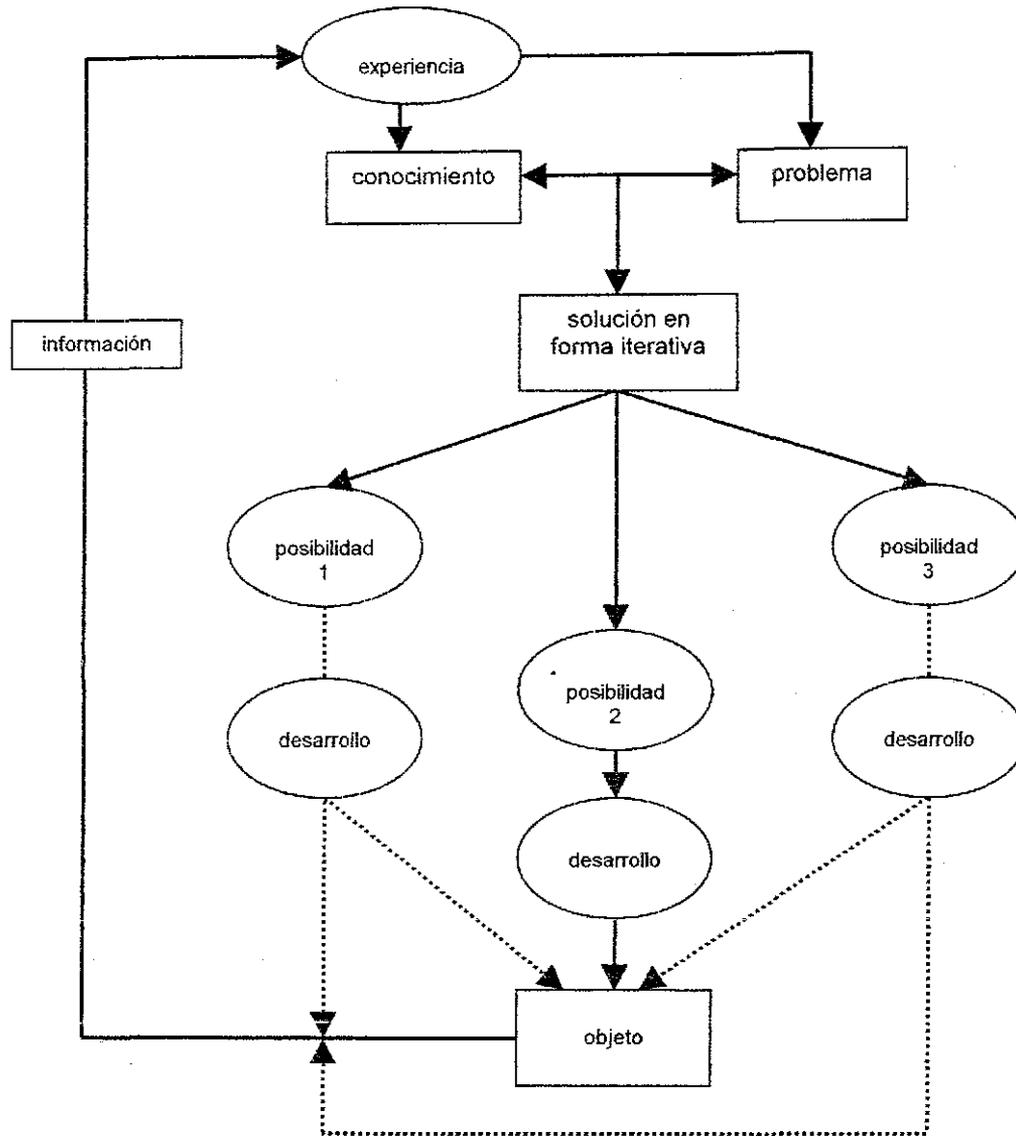
De este modo, la iteración misma puede ser objeto de un proceso similar de desdoblamiento, tal como hasta ahora hemos expuesto. Cabe aclarar que, el conocimiento que aquí se expone, es un conocimiento en el hacer, el cual es potenciado por el reconocimiento y valoración de la experiencia como filtro, y metabolizador de la información.

La información representa el eslabón que nos permite detectar de una manera documentada, el desarrollo del proceso, siendo de algún modo el respaldo y memoria analítica del proceso

Desde este punto de vista, el proyecto se desarrolla desde su hacer de la siguiente forma:

CAPÍTULO 4

Estructuras autopoiéticas análogas



FALLA DE ORIGEN

Fig. 4.2. Esquema del proyecto de desarrollo desde su hacer .

En este sentido, quedan dos ideas importantes después de haber expuesto al proyecto desde una perspectiva tecnológica:

- La primera, que da las restricciones a partir de las cuales un proyecto y su proceso queda inserto en el ambiente tecnológico.
- La segunda, que tiene que ver con la forma como el proyecto se hace, es decir, cuando es un proyecto tecnología y como es su hacer.

Quizá la mayor importancia, y la forma en la cual puede ser comprendido, es su orientación al ciclo producción – consumo. Al identificarlo en este ciclo, es necesario a su vez reconocer entonces, al proyecto en un contexto mas amplio: Tiene que ver en el caso de la estructura en arquitectura, en su inserción en un proceso de manufactura.

## CAPÍTULO 4

### Estructuras autopoieticas análogas

En este caso, el análisis de la estructura arquitectónica en el proyecto, es facilitada desde la perspectiva de su orientación a la manufactura. De esta manera, es posible aplicar desde el proyecto en un ambiente tecnológico, con una serie de modelos conceptuales y especificaciones que, dan sentido al análisis de la estructura desde sus aspectos maquinantes.

La estructura es analizada y generada ahora, desde una perspectiva manufacturera, que es esencialmente industrial y tecnológica por definición. Por otro lado, el concepto de autopoiesis, alcanza una gran importancia debido a su papel organizador y evaluador del proceso. Da lugar, al desarrollo de un complejo sistema de información y de generación de conocimiento.

### Sistema de manufactura de manejo por pedido: OHMS.

La palabra manufactura generalmente nos refiere a la actividad de transformación de materias primas en bienes de consumo o de capital, sin embargo dicha actividad se ve determinada entre otras cosas por<sup>87</sup>:

- el tipo de producto involucrado –bien de consumo o capital-;
- la naturaleza del producto que esta siendo manufacturado –mecánica, eléctrica, biológica, química, entre otros-;
- la tecnología involucrada – simple, compleja, altamente sofisticada-;
- el costo unitario del producto,
- la naturaleza del mercado en términos de su tamaño, madurez y competitividad;
- el método de manufactura empleado.

Una forma de clasificar a los sistemas de manufactura es de acuerdo a su alcance. Pueden ser por la forma de trabajo –incluyendo el proyecto- de la producción, volumen de producción, producción continua y por proceso.

La construcción civil es un ejemplo típico de producción por proyecto, en donde, el producto permanece en el mismo lugar, a través de todo el proceso de producción, y los equipos de trabajo, equipos y materiales arriban al sitio del proyecto para su ensamblaje. Las tareas de producción son usualmente distintas y ejecutadas aisladamente<sup>88</sup>.

Los sistemas de producción por volumen, están referidos a productos manufacturados por volumen, tienen un proceso de fabrica, en donde, la planta y la fuerza de trabajo son flexibles y dependen del volumen del trabajo.

Por último, los sistemas de producción continua y por proceso, se refieren a la manufactura de un pequeño rango de productos pero de grandes cantidades. Dando la impresión de producción masiva, la maquinaria y la fuerza de trabajo que, son empleados generalmente en forma de capital intensivo. Un ejemplo de esto son las armadoras de automóviles o las refinerías de petróleo<sup>89</sup>.

Por otra parte, los sistemas de manufactura pueden también clasificados de acuerdo a su estructura operativa, Wild (1989)<sup>90</sup> define cuatro tipos básicos de manufactura para identificar los sistemas de manufactura:

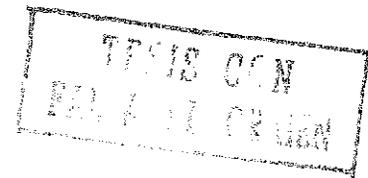
1. Hecho desde inventario – fábrica- inventario –cliente.
2. Hecho desde fuente materia prima –fábrica- inventario –cliente.
3. Hecho desde inventario – fábrica-cliente.

<sup>87</sup> Wu B, *Manufacturing Systems Design and Analysis*, Chapman & Hall, Great Britain 1992, p. 79

<sup>88</sup> Ibid, p. 79

<sup>89</sup> Ibid, pp. 79, 80

<sup>90</sup> Citado por Wu B. op cit., p. 80



## CAPÍTULO 4

## Estructuras autopoiéticas análogas

### 4. Hecho desde la fuente de materia prima – fábrica – cliente.

Los dos sistemas de manufactura primeros también se les conoce como producción para inventario, y los dos últimos producción para pedido

Otra clasificación, es la que se desprende a partir de sistemas de producción comprendidos dentro de la ingeniería de manufactura por volumen, de acuerdo a la complejidad del producto Barber y Hollier (1986)<sup>91</sup>, proponen seis tipos de sistemas de producción, que serían la base para determinar la efectividad de sistemas de control de producción, estos son:

1. Sistemas de producción caracterizados por productos tecnológicamente complejos, con largas etapas de manufactura. Donde, existe una gran fuerza de trabajo indirecta, que es requerida para apoyar las operaciones de manufactura, y una proporción alta de costos atribuidos a extensiones de presupuestos. El porcentaje de componentes, hechos por la misma compañía es bajo. Además, el costo de adquisición productos externos es mediano, el valor de inventarios es muy alto. Debido a la necesidad de amortiguar las fallas de los proveedores; solo muy pocos productos son manufacturados y son por pedido
2. Sistemas caracterizados, por una gran complejidad del producto y de su manufactura, siendo similar en ese sentido al tipo 1. Sin embargo, se producen una mayor cantidad de productos. Teniendo una dependencia similar de los proveedores, habiendo una mayor proporción de fuerza de trabajo indirecta. Debido al menor tiempo de entrega y a la menor complejidad de sus productos
3. Sistemas caracterizados, por la baja complejidad de sus productos y operaciones de manufactura. Varios de los productos son manufacturados, y una proporción relativamente alta provienen del inventario. El tamaño de la fuerza de trabajo es pequeño, siendo en mayor cantidad directa, los volúmenes de producción son grandes y los tiempos de entrega cortos
4. Sistemas caracterizados, por una baja complejidad del producto y, una muy baja complejidad en las operaciones de manufactura. Estas compañías tienen un amplio rango de productos principalmente por pedido, los tiempos de entrega son cortos, muy pocos componentes son comprados, y la fuerza de trabajo es el principal elemento de costo
5. Sistemas caracterizados, por una complejidad mayor de sus productos y operaciones de manufactura que los que tienen los tipos 3 y 4. Pero, considerablemente menores a los tipos 1 y 2, con un amplio rango de productos.
6. Sistemas caracterizados, por una bajísima complejidad en sus productos y operaciones de manufactura. Las compañías de este tipo, generalmente mantienen una fuerza de trabajo directa bastante grande, con una amplia gama de productos basados principalmente, en los inventarios.

En el caso de los sistemas de manufactura de manejo por pedido OHMS, se puede decir que combinan las características definidas por el tipo 4 manejado por Wild(1989) y el tipo 2 expuesto por Barber y Hollier (1986). Teniendo como principal rasgo, el de producir equipo de capital orientado a un cliente o clientes específicos<sup>92</sup>.

Este tipo particular de sistema de manufactura, involucra la producción por pedido, sus operaciones y la adecuación a los intereses del cliente, a través de productos terminados en la forma de equipo de capital.

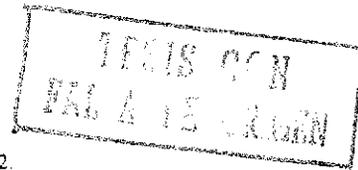
Una operación OHMS, revela de una manera sencilla, en forma general el contexto de una organización de manufactura. Siendo un modelado idóneo, para mostrar problemas y situaciones importantes a los que se enfrentan gerentes e ingenieros, que forman parte de la industria manufacturera contemporánea, en áreas tales como<sup>93</sup>.

- producción, planeación y control,
- diseño y desarrollo de productos, que es nuestro caso,

<sup>91</sup> Citado por Wu B. op cit., p 81.

<sup>92</sup> Wu B., *Manufacturing Systems Design and Analysis*, Chapman & Hall, Great Britain 1992, p 82.

<sup>93</sup> Ibid, p.82.



## CAPÍTULO 4

### Estructuras autopolíticas analógicas

- actividades de planta - producción.

Además de que responde a:

- la demanda de mejora continua por parte de los clientes,
- al incremento de la demanda de variedad de productos.

Es evidente, desde la experiencia práctica, que la planeación de la producción y control de procedimientos es de mayor dificultad en su implementación, cuando se trabaja por pedidos, en vez de acudir a los inventarios por la incertidumbre inherente.

No obstante, la planeación y control de este sistema de manufactura ha tomado una gran importancia, debido a su creciente utilización. Esto ha significado una mayor atención en su comprensión y dominio, puesto que su administración inadecuada, puede desembocar en una utilización inefectiva y costosa de los recursos<sup>94</sup>.

El objetivo de una operación OHMS puede ser definido como la manufactura y entrega de bienes con el diseño adecuado. Que exprese convenientemente las especificaciones pedidas por el cliente, con una garantía apropiada a la calidad del producto y tiempo de entrega, a un costo aceptable.

Para alcanzar su objetivo, una organización OHMS debe contar en el lugar y tiempo correcto, el personal con aptitudes adecuadas, las herramientas, equipos y materiales necesarios. Además, todas las actividades deben estar planeadas, programadas, cuidadosamente monitoreadas y controladas para asegurar que todas las metas serán alcanzadas<sup>95</sup>.

El esquema general de una operación OHMS es el siguiente<sup>96</sup>.

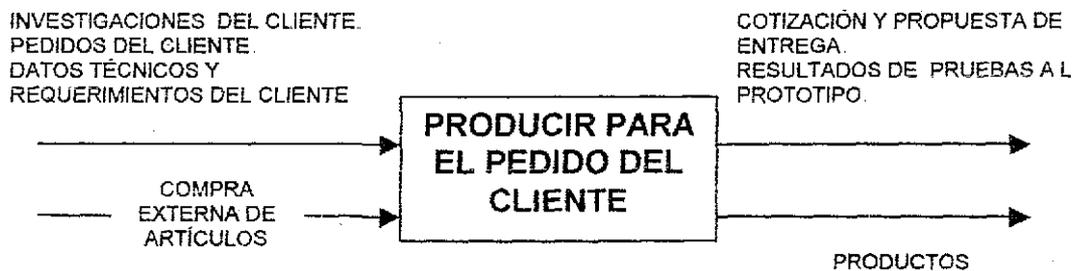


Fig. 4.3 Esquema general de una operación OHMS.

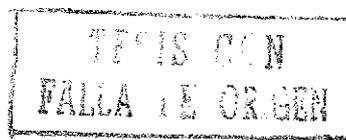
### Definición integral de manufactura asistida por computadora: IDEF<sub>0</sub>

La investigación temprana de tecnologías avanzadas de manufactura AMT –advanced manufacturing technology–, reveló la necesidad de un medio que pudiera asistir las comunicaciones entre analistas de sistemas.

<sup>94</sup> Ibid, p. 82.

<sup>95</sup> Ibid, p. 82.

<sup>96</sup> Ibid, p. 83.



## CAPÍTULO 4

## Estructuras autopoietivas análogas

Como resultado de esta necesidad, se comenzaron a desarrollar metodologías que cuantificaran y comunicaran conceptos del sistema. En este sentido, la metodología IDEF –definición integral de manufactura asistida por computadora- es una de las más exitosas en satisfacer dichas necesidades<sup>97</sup>.

La IDEF fue desarrollada por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, para describir la información y estructura organizativa de un sistema manufacturero complejo. La técnica se desarrolla en tres niveles básicos<sup>98</sup>:

1. **IDEF<sub>0</sub>**, que es una técnica que puede ser utilizada para especificar completamente las relaciones funcionales de cualquier ambiente manufacturero.
2. **IDEF<sub>1</sub>**, es utilizada para describir las relaciones entre datos importantes en el ambiente, de tal modo que puedan ser relacionados en un modelo de base de datos específico.
3. **IDEF<sub>2</sub>**, es una técnica de simulación que puede ser usada para investigar el comportamiento de un sistema dinámico.

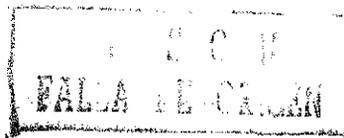
Estos tres niveles pueden ser utilizados independientemente, en nuestro caso utilizaremos solamente **IDEF<sub>0</sub>**, para describir las relaciones funcionales y los patrones de flujo específicos de información y materiales. Dentro del segmento de diseño del proyecto de la estructura arquitectónica, que corresponde a su operación de manufactura, en este caso, en un sistema de manufactura OHMS.

La **IDEF<sub>0</sub>** es una metodología sistemática para una especificación funcional estática de un sistema de manufactura. Es utilizada para producir una función modelo, la cual es la representación estructurada de las funciones de un sistema de manufactura, de la trayectoria del flujo de información, y de los objetos que se interrelacionan, con las funciones del sistema de manufactura.

Tiene por naturaleza, un enfoque de arriba hacia abajo, este tipo de enfoque expone solo un nivel a detalle a la vez. De tal forma, el proceso descriptivo comienza al modelar el sistema como un todo en el nivel más alto, para después descomponerlo nivel por nivel, detallando cada vez más los subsistemas dentro del sistema<sup>99</sup>.

El elemento básico de un modelo **IDEF<sub>0</sub>** es la función bloque – ver figura 4.4 - En este modelo, los bloques funcionales individuales están conectados entre sí, a través de entradas, salidas, mecanismos y controles.

La naturaleza de cada una de las conexiones pueden ser especificadas. Pudiendo estar referidos a objetos o información. Cuando una entrada es utilizada para crear una salida, una función será puesta en acción, el desempeño de la función, es movido por un mecanismo bajo la guía de un control<sup>100</sup>.



<sup>97</sup> Ibid, p. 74

<sup>98</sup> Ibid, p. 74

<sup>99</sup> Ibid, p. 75

<sup>100</sup> Ibid, p. 75

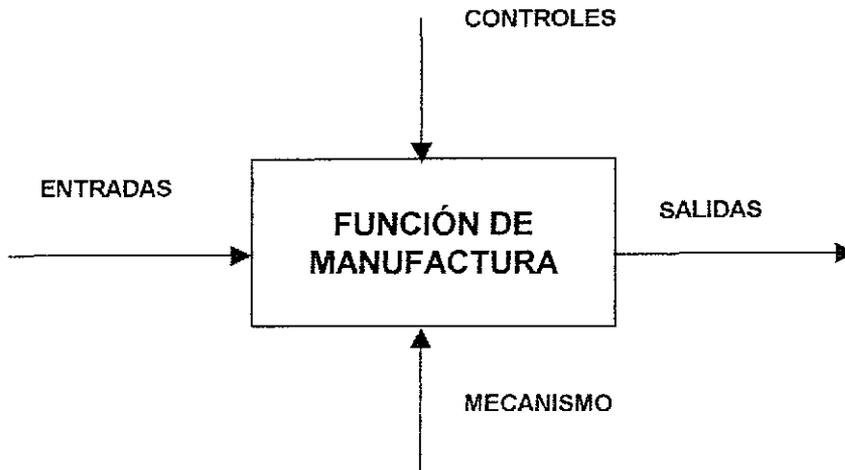


Fig. 4.4. Bloque básico de construcción de un modelo IDEF<sub>0</sub>

Las entradas a la función, son consumidas para producir las salidas, la materia prima es el ejemplo típico de lo anterior. El mecanismo, indica los recursos que son requeridos para poner en acción el proceso de transformación, en este caso, herramientas, equipos y operadores.

Todos los recursos deben ser usados como medios para alcanzar la función, y solo se convierten en salida, cuando han pasado por la función para apoyar otras funciones. Finalmente los controles solo influyen el proceso de transformación y no serán consumidos o procesados<sup>101</sup>.

Otro punto importante respecto a cualquier modelo IDEF<sub>0</sub>, es que es una representación estática del sistema, que indica solo relaciones funcionales, y que no necesariamente especifica aspectos dinámicos del sistema. Por lo que, IDEF<sub>0</sub> no especifica secuencias que involucren tiempos.

Las entradas, no necesariamente tienen que ir precedidas de una función particular, y más de una función puede ser activada simultáneamente en el modelo. Además, la frecuencia de la función de actualización, depende del sistema del que se trate, en ese sentido, una función puede ocurrir muchas veces en un segundo, o a veces una vez al mes.

Es decir, como se había aclarado anteriormente, el tiempo no es tratado como factor determinante. Un modelo IDEF<sub>0</sub> puede ser extendido a cualquier nivel de detalle. Las funciones en el nivel mayor describen el propósito principal del sistema y los niveles más bajos describen los subsistemas de apoyo, los cuales existen para servir a los niveles superiores.

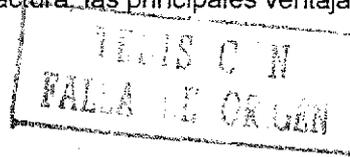
Sin embargo, aunque en teoría el modelo puede ser descompuesto en niveles inferiores tantas veces como se desee, en la práctica, el número de descomposiciones deberá siempre estar limitado a un número manejable<sup>102</sup>.

La metodología IDEF<sub>0</sub> ha sido utilizada en muchos tipos de situaciones en sistemas de diseño. Ha ganado un amplio reconocimiento como un potente sistema de herramientas de descripción, particularmente en el campo de la ingeniería de sistemas de manufactura, las principales ventajas de IDEF<sub>0</sub> son<sup>103</sup>:

<sup>101</sup> Ibid, p. 76.

<sup>102</sup> Ibid, p. 76, 77.

<sup>103</sup> Ibid, p. 78.



## CASILLERO

## Examen de Ingeniería de Sistemas

- Permite un método para desarrollar un sistema de comunicaciones efectivo y estandarizado, con el fin de que los analistas puedan comunicar efectivamente sus conceptos.
- Permite describir al sistema de una manera completa y al nivel de detalle deseado.
- Provee de un mecanismo para descomponer una función en un número de subfunciones mas pequeñas, verificando las entradas y salidas de la función hacia sus subfunciones. Esto permite individualizaciones para trabajar en diferentes aspectos del sistema total, con el fin de que, sea consistente con el resultado final.
- Tiene el potencial de ser usado como una estándar industrial para sistemas de diseño manufactureros.

No obstante, como cualquier técnica de estandarización tiene un número de desventajas en cuanto a

- el tiempo de aprendizaje;
- su manejo engorroso;
- la ambigüedad de las especificaciones de las funciones;
- y quizá la mayor, su naturaleza estática.

No es un modelo que represente las condiciones o secuencias del proceso, las cuales generalmente están descritas en documentos independientes. Por lo tanto, es necesario un gran esfuerzo manual y de interpretación, para identificar adecuadamente las funciones que deberían procesar una entrada, además de verificar su consistencia<sup>104</sup>.

### Un modelo conceptual de sistema de manufactura en un ambiente OHMS – IDEF<sub>0</sub>

Siguiendo la metodología IDEF<sub>0</sub> podemos agrupar las operaciones OHMS en cuatro áreas principales<sup>105</sup>.

1. *Formulación del plan de producción*, involucrando el departamento de ventas, los controles de costo, la oficina de diseño, y el departamento de planeación de la producción
2. *Diseño y desarrollo del producto solicitado*, que involucra a la oficina de diseño y a los departamentos de desarrollo y pruebas.
3. *Acumulación de recursos de producción*, que incluye a los departamentos de adquisiciones y control de almacén.
4. *Producción*, incluyendo actividades de producción de partes, sub-ensamblaje, y de ensamblaje final, esto involucra también maquinaria en planta, líneas de ensamblaje y el departamento de control de la producción.

Las relaciones que se establecen entre las funciones citadas pueden ser expresadas como el primer nivel de descomposición del modelo OHMS<sup>106</sup>:

<b>A<sub>0</sub></b>	<b>PRODUCIR EL PEDIDO DEL CLIENTE</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>FORMULACIÓN DEL PLAN DE PRODUCCIÓN</b>
<b>A<sub>2</sub></b>	<b>DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO SOLICITADO</b>
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>ACUMULACIÓN DE RECURSOS DE PRODUCCIÓN</b>
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>PRODUCCIÓN</b>

Desde que una operación OHMS se dirige a una producción orientada al cliente, su plan de producción a nivel de compañía, es una gran extensión de lo dispuesto por el contrato celebrado entre la compañía y el cliente

<sup>104</sup> Ibid, p 78

<sup>105</sup> Ibid, p 82, 83

<sup>106</sup> Ibid, p 83.

De hecho, la contratación es la primera función clave de toda la cadena, su efectividad es vital. En la actualidad en un mercado extremadamente competitivo, la tarea del departamento de ventas para la mayoría de la industria manufacturera es bastante clara, ganar los suficientes contratos para que, la planta este en su capacidad óptima de producción.

Esta naturaleza del proceso de producción inherente en OHMS, la cual es orientada a la satisfacción del cliente, se constituye como uno de los aspectos mas importantes de la formulación del plan de producción.

Las actividades de diseño y rediseño, además de desarrollo y pruebas están incluidas y son claves para alcanzar los requerimientos específicos del cliente en el manejo de cada contrato<sup>107</sup>

Las organizaciones OHMS necesitan hacer frente a elementos no estandarizados, cambios de diseño frecuentes, inconsistencias en los tiempos de entrega, modificaciones tardías después de hecho el pedido y lo que es mas, una vez que esta fabricándose

Esto hace para este tipo de organización, que el desarrollo e implementación de un sistema de control formal –asistido por computadora- sea una tarea muy difícil. Por lo que, es común que a veces exista una combinación con sistemas informales, que en la práctica son sumamente endebles, pero que son también conocidos como sistemas de pánico.

Otro rasgo de la operación de OHMS, es la disponibilidad de la materia prima y de artículos externos –por ejemplo materiales semi-procesados, sub-ensamblajes, por lo cual, los tiempos de entrega juegan un papel crucial. Un producto a la medida, exige especificaciones a la medida de materia prima y de artículos externos.

El rasgo mas significativo de la operación de la producción por pedido es lo poco ordinario de los productos involucrados. La utilización de talleres, en tales sistemas tiende a ser baja debido a las frecuentes fallas pequeñas y dificultades que ocurren durante varias etapas del proceso de producción.

Esto fomentado por la “curva de aprendizaje” o los errores de diseño, tales inconsistencias son la principal causa de las fallas en los tiempos de entrega<sup>108</sup>.

No obstante, una cadena de actividades OHMS involucrara aspectos preliminares a la producción en planta y posteriores a esta, así como a funciones de planta como sigue<sup>109</sup>:

- *Funciones preliminares de producción en planta*
  - diseño y desarrollo de productos,
  - adquisiciones de material y artículos externos.
- *Funciones de producción en planta.*
  - actividad de taller y producción de partes.
- *Funciones posteriores a la producción en planta,*
  - sub – ensamblajes y ensamblajes de productos,
  - pruebas de productos.

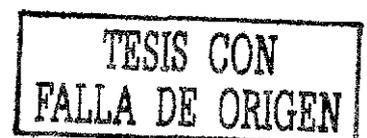
A partir de aquí podemos representar un modelo simplificado IDEF<sub>0</sub> de una operación OHMS en el nivel A<sub>0</sub> tal como lo describe la figura 4.5<sup>110</sup>

<sup>107</sup> Ibid, p 83.

<sup>108</sup> Ibid, pp 83, 84

<sup>109</sup> Ibid, p 85

<sup>110</sup> Ibid, p 84





## Diseño y desarrollo de un producto por pedido: el caso de la estructura arquitectónica.

La función de diseño y desarrollo del producto, constituye la aplicación del tipo de proyecto que anteriormente habíamos descrito. En este sentido, se considera a la estructura arquitectónica como un bien de capital.

Es producida en un sistema de manufactura por pedido. Dicho sistema de manufactura es concordante con la realidad de la producción en arquitectura, y específicamente con la forma de producir de la estructura.

Puesto que refleja un esquema materia prima – fabrica – cliente, que es directa y orientada al cliente. Además, se caracteriza por la gran complejidad del producto y de su manufactura. Teniendo la posibilidad de producir una mayor cantidad de productos, respecto a otros productos como los involucrados, por ejemplo, en tecnología espacial, que es altamente dependiente de los proveedores, y por consiguiente con una proporción alta de fuerza de trabajo indirecta.

De este modo, la función de diseño y desarrollo del producto, puede ser descompuesta de manera conceptual mediante la técnica **IDEF<sub>0</sub>**. Tiene que ver básicamente con dos tareas sustantivas, una con la función directora que planea, organiza y controla el diseño, y otra, con la ejecución y desarrollo del prototipo. Formalmente sería:

### A<sub>2</sub> DISEÑO Y DESARROLLO DE LA ESTRUCTURA.

A<sub>21</sub> Control de diseño y proceso de desarrollo.

A<sub>22</sub> Desarrollo del prototipo.

A<sub>221</sub> Preparación de planos avanzados.

A<sub>222</sub> Producción y pruebas de prototipos.

A<sub>223</sub> Preparación de planos finales y lista de partes.



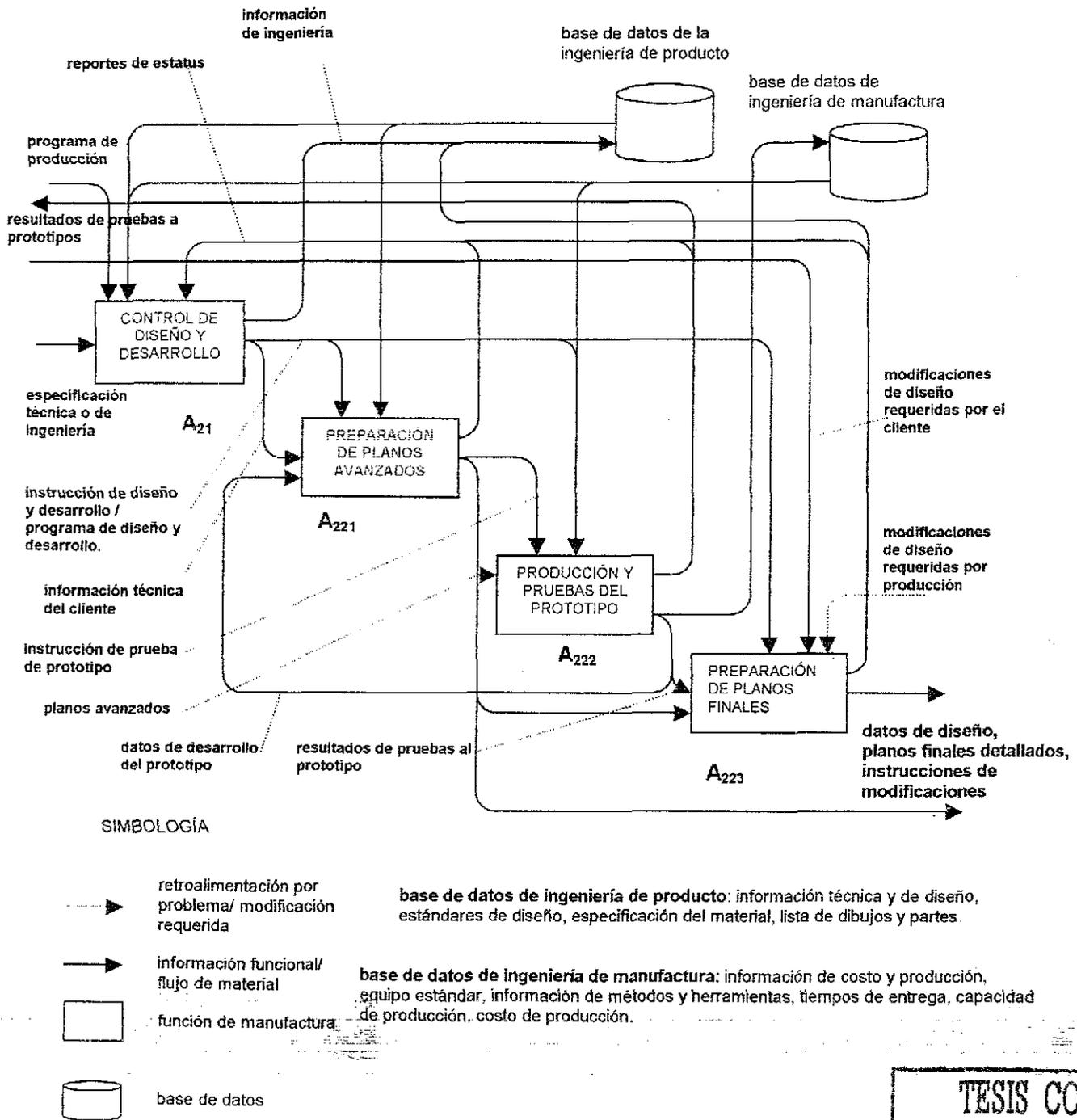
Habría que aclarar, la descripción del proyecto, que se ha hecho con anterioridad, parte de la necesidad para de ahí armar toda el desarrollo del proyecto. En este sentido, se diferencia de la función, por no entrar en un sistema de manufactura predeterminado.

Sin embargo, la confluencia de ambos se da en su orientación tecnológica y al ciclo de producción – consumo, y en los mecanismos de retroalimentación e iteración para llegar a cristalizar el diseño del producto, así como en su progresiva complejización.

La ventaja real que ofrece la inserción del proyecto en un sistema de manufactura, es su orientación desde un principio a la manufactura, y la complementación de un proceso total en el cual no solo se da importancia a la función diseño, sino a la administrativa y a la función productiva. En este sentido, la interdisciplinariedad de este proceso y la definición en un marco productivo, hacen más sencilla la comprensión de la estructura, en su contexto maquinante y en sus relaciones autopoiéticas.

Otro aspecto importante es la orientación del proceso al cliente, el cual da como resultado, un importante motivo de mejora y de continua iteración. Además, se constituye, como una manera importante de diversificación y enriquecimiento de los productos, así como, de acumulación de experiencia y de conocimiento.

De este modo, la comprensión del esquema formal planteado en **IDEF<sub>0</sub>** se logrará, a través de la aplicación adicional de las categorías de análisis del ciclo maquinante, y del énfasis en aspectos de autopoiésis análoga inmersos en el proceso.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Fig. 4.6. Función de diseño y desarrollo del producto en IDEF<sub>0</sub>.<sup>111</sup>

<sup>111</sup> Ibid, p. 93.

## CAPÍTULO 4

### Estructuras autoproducidas análogas

#### **A<sub>21</sub> Control de diseño y proceso de desarrollo.**

Podemos decir, que esta función se constituye como la función que direcciona y da sentido al proceso de diseño y desarrollo, administrándolo en un sentido amplio. Es decir, a través de la aplicación de la función administrativa, en un ambiente de gerencia de proyecto.

Su fin es alcanzar la producción de instrucciones para diseño y desarrollo, funciones de monitoreo del progreso del proyecto y el programa de trabajo actualizado.

Por otro lado, es en esta función donde tienen lugar de una manera directa el concepto de autopoiesis análoga, en sus cuatro categorías de análisis. Es decir, los aspectos evaluatorios y de desarrollo, de contexto, instrumentales y de organización social, en el ámbito del control de diseño y proceso de desarrollo de la estructura.

Es importante resaltar que, el interés del presente trabajo no se centra en el desarrollo de la función administrativa, por lo que la gerencia de proyecto, es un tema que requiere un tratamiento mucho más profundo en un contexto más adecuado.

Por lo que, en este apartado solo se desarrollarán la operación de los fines que persigue la función administrativa, esto por ser los aspectos de diseño y de desarrollo los que de una manera tácita persigue el presente trabajo.

La producción de instrucciones detalladas para diseño y desarrollo, esta guiada por toda la información relevante que proviene de las especificaciones del producto y los requerimientos del cliente. Esta función, creara un programa específico y detallado de diseño y desarrollo, para cada orden individual de producción contenida en el programa maestro de producción.

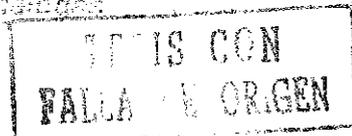
Estos procedimientos detallados, se convertirán en los planes de trabajo de los equipos de diseño, funcionando también como documentos, con los cuales se contrastará y medirá el desempeño de los equipos de diseño.

El planeador o responsable de diseño, tiene como primer tarea definir la extensión y naturaleza del trabajo necesario involucrado en el diseño y desarrollo, partiendo de ejes temáticos tales como:

- La diferencias entre el diseño actual y los anteriores que han tenido.
- La definición de un diseño totalmente nuevo o uno modificado de un concepto previo.
- La dificultad de la tarea encomendada y la cantidad de trabajo involucrada.
- La integración de equipos de trabajo adecuados para desarrollar el proyecto.

Después de esto, una descripción clara y precisa del producto debe ser creada. Sin embargo, existen otras consideraciones que afectan el procedimiento de planeación detallada:

- *Dependencia seriada*, que implica que la aparición de ciertas actividades, es dependiente de un estatus determinado de otras actividades.
- *Dependencia de recursos*, significa que la capacidad de recursos disponibles, restringirá la duración de las actividades del proyecto. Esta forma de afectar toma dos modalidades, la primera, determina la extensión del tiempo de procesamiento requerido para cada actividad. La segunda, que diferentes actividades tendrían que competir por los mismos recursos, haciendo necesario, incluir cierta cantidad de tiempo de espera al tiempo total de salida el proceso.
- *Consideraciones de tiempo de producción*, que incumben al mantenimiento de todo el programa de producción. Por naturaleza, el diseño de productos es un actividad consumidora de tiempo. La cantidad de tiempo, que debería ser tomada como salida del proceso, debe ser considerada al mínimo. Esto significa, que la función de diseño se involucre con otras funciones de manufactura, de tal forma que, las pérdidas sean mínimas o no se den.



## CAPÍTULO 1

## Estructuras autopoiéticas análogas

El monitoreo del avance del proyecto y el programa actualizado de trabajo tiene lugar una vez que se han detallado los procedimientos para el proyecto y se han entregado al equipo adecuado, de este modo la función administrativa vigilará el avance del proyecto, monitoreando de cerca su desempeño, esto puede ser resuelto ya sea por reuniones frecuentes o reportes continuos del equipo de diseño, los problemas imprevistos deberían ser rápidamente detectados y resueltos, de modo que los programas detallados deberían ser actualizadas a tiempo para resolver las dificultades prácticas.

Un importante factor para facilitar las actividades es el contar con un sistema de administración de información MIS –management information system-. El cual genera bases de datos, que tengan disponible información relevante, que facilite el proceso de diseño. Por lo que, la efectividad de un MIS, dependerá de lo apropiado del hardware y software, los canales de comunicación y la competencia de los analistas el sistema.

De lo anterior, podemos resaltar dos aspectos sustantivos de la producción de instrucciones y del monitoreo y programación. La primera función, consiste principalmente en una tarea de análisis de situaciones internas y contextuales, con el fin de direccionar el flujo de información y de materiales, de un modo adecuado a las tareas del proyecto. La segunda, consiste en la labor de control necesaria en el proceso, que es potenciada por la implementación de un sistema de información, el cual, da lugar a la retroalimentación de sistema, y a la posibilidad de generación de conocimiento.

De este modo, el concepto de autopoiesis análoga, esclarece estas relaciones necesarias en estos fines, pudiendo ser enunciadas sus categorías de análisis que intervienen en cada apartado de la siguiente forma:

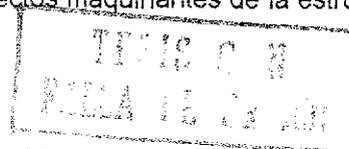
### 1. Producción de instrucciones de diseño y desarrollo

- Evaluatorio y de desarrollo, que incluye, la evaluación del diseño en términos de su mejora o inicio por completo. La de generar una imagen completa y sintetizada de la experiencia de diseño, que da el proyecto no solo al líder de proyecto sino al personal involucrado.
- Contexto, que determina las condiciones productivas. En este sentido, de seriación, de recursos y de tiempos de producción. Además, de condiciones especiales de tipo ambiental que en un momento puedan afectar al proyecto.
- Instrumental, que tiene que ver con la visión general de la tecnología involucrada para alcanzar el desarrollo del proyecto. Es decir, software, hardware, modelados, pruebas, métodos de diseño y de optimización.
- Organización social, que especifica la mejor forma de conformar de acuerdo a la capacidad del staff de diseño, de equipos productivos y cooperativos, con tareas determinadas y plazos alcanzables

### 2. Monitoreo del avance del proyecto y programación actualizada del trabajo.

- Evaluatorio y de desarrollo, actualizando las variaciones, que tienen lugar en el desarrollo del proyecto
- Contexto, que involucran los factores de producción o externos, que afectan la programación del proyecto.
- Instrumental, mediante el desarrollo de canales de comunicación, de sistema de administración de información.
- Organización social, con el contacto e interacción con equipos de diseño.

La función de producción de instrucciones para diseño y desarrollo, contempla desde la perspectiva del concepto de autopoiesis análoga, el análisis de los aspectos maquinantes de la estructura arquitectónica, de la siguiente forma:



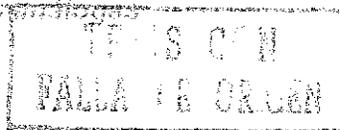
## CAPÍTULO

## Estructuras autopoiéticas análogas

1. Evaluación y desarrollo, que determina la constructibilidad del proyecto, en función de la síntesis de aspectos maquinantes. Son expresados en términos de, especificación de ingeniería, apoyados por la experiencia y pericia del líder o equipo líder como sigue,
  - desempeño mecánico general del proyecto, en términos de, clasificaciones conocidas de comportamientos mecánicos. Es decir, de las condiciones de la estructura, en cuanto a: dimensión espacial predominante para el análisis, solicitaciones, dirección de la solicitación, estado del material que la conforma y mecanismos desarrollados;
  - geometría involucrada en el sistema en general y en los componentes;
  - material o materiales propuestos y su disponibilidad;
  - la síntesis de la combinación de la información anterior, en términos de su organización y accionar mutuo;
  - el tiempo aproximado para su diseño y desarrollo expresado en actividades realizables;
  - medios de obtención, que planea las acciones tecnológicas necesarias en términos de personal, equipos, instalaciones e información;
  - recursos disponibles, que se relacionan con la seriación de procesos, y con la dependencia de recursos que tienen lugar durante el proceso;
  - los destinatarios que en este caso tienen tres modalidades siendo definidos como,
    - el cliente, al que habrá que satisfacer con la especificación que requiere,
    - el equipo de diseño, al que se le encomienda una serie de actividades, objetivos claros y delimitados, que deberán cumplir,
    - el equipo de producción, al que se ajusta el perfil de las instrucciones de diseño y desarrollo.
2. Contexto, que interesa específica y mas detalladamente de factores relacionados con:
  - el tiempo en que las actividades deben ser resueltas, y su interacción con otras de importancia que tienen lugar dentro y fuera del sistema;
  - el ambiente, en el cual el proyecto será integrado, a fin de detectar su influencia en el diseño;
  - el recuento de los medios de obtención y recursos disponibles, de acuerdo a la complejidad del proyecto;
  - la influencia de las condiciones del equipo de producción, y de los posibles cambios de especificación por parte del cliente.
3. Instrumental, que tiene que ver aspectos relacionados con, la disponibilidad de facilidades en instalaciones, equipos e información, como sigue:
  - la administración de la información durante el proyecto, así como, los canales de información;
  - los equipos y dispositivos necesarios para el desarrollo y pruebas del proyecto;
  - el criterio de optimización estructural, filosofía, pruebas y métodos de diseño respecto al proyecto
4. Organización social, que tiene que ver con, la forma en que el recurso humano es organizado de la mejor manera en el proyecto, de tal modo que se interesa de:
  - la selección e integración del perfil idóneo por experiencia y aptitudes del equipo de diseño,
  - la organización de actividades y la fijación de metas, y objetivos del equipo de diseño,
  - el criterio de relación con, los programadores de la producción y el equipo de producción.

La importancia del concepto de autopoiésis análoga radica en que este concepto mediante las categorías que lo integran seleccionan, documentan y acumulan información y experiencia que se volverá conocimiento acerca del proyecto.

Esto es facilitado mediante, la información que brindan los aspectos maquinantes, en términos cuantitativos y cualitativos. De tal manera que, el análisis y la posterior síntesis en un proceso de manufactura se ve facilitado y estandarizado debido a la delimitación que ejercen ambos conceptos.



## CAPÍTULO 2

## Control de actividades análogas

Los aspectos maquinantes, permiten visualizar ciertas cualidades y cantidades de la estructura en sus ámbitos productivos y de competencias práxicas. De los cuales, el concepto de autopoiesis análoga permite seleccionar, evaluar, documentar y retroalimentar solo los aspectos importantes en un proyecto, que tiene lugar en un ambiente de manufactura.

La función de monitoreo del avance del proyecto y de programación actualizada del trabajo, tiene un perfil totalmente orientado hacia el control de actividades. Es ahí donde el concepto de autopoiesis expresa otra de sus modalidades.

Generando la posibilidad de retroalimentar el proceso, acumular información, experiencia y fomentar el conocimiento, en ese sentido organización de lo anterior en sus categorías es la siguiente:

1. Evaluación y desarrollo, que se interesa de los siguientes puntos:
  - actualización de actividades y su documentación;
  - Integración de información producida en el proceso a bases de datos de ingeniería de producto y de ingeniería de manufactura, con el fin de tener índices de diseños;
  - mejoramiento continuo, a partir de la comparación entre soluciones que se han dado durante el proceso, y la historia acumulada por otros proyectos.
2. Contexto, que atañe a la documentación de factores y circunstancias internas y externas que alteran al proyecto, en este caso:
  - aspectos de capacidad tecnológica, tal como la complejidad no prevista de componentes o de la solución final,
  - aspectos de capacidad productiva por el volumen o tamaño del proyecto,
  - por desfase de tiempos y actividades,
  - impactos no previstos del medio ambiente en el proyecto, ya sea en el destino último o durante el proceso de producción,
  - por desfase financiero.
3. Instrumental, que tiene que ver con,
  - la administración de la información y,
  - los procedimientos de documentación, control y auditoría del proceso.
4. Organización social, en donde se especifica el control formal de los intercambios entre los diferentes equipos que intervienen, en este caso,
  - el perfil y programación de las reuniones con el equipo de diseño;
  - el perfil y programación de las reuniones con los equipos de producción y de programación de la producción

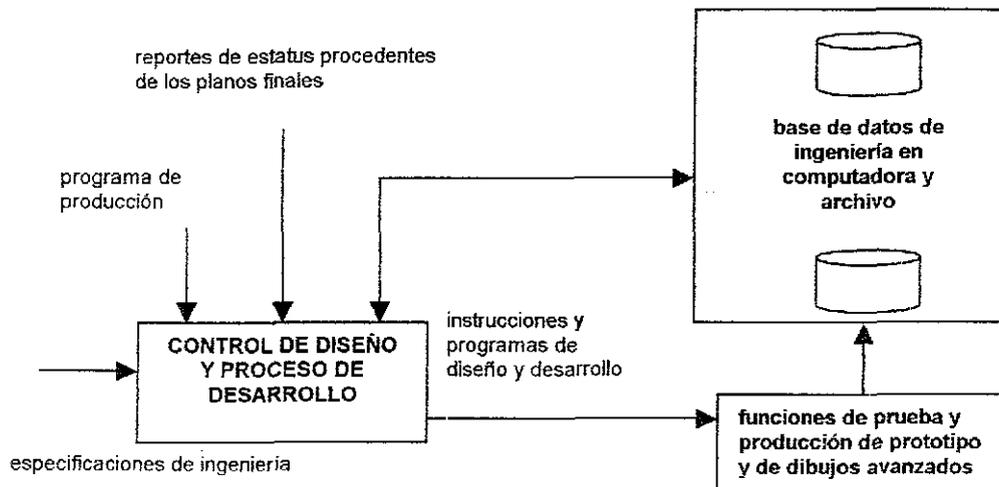
El esquema del sistema de administración de información se considera mediante la implementación de una base de datos mixta de documentación y archivos de computadora.

Este incluye, información de ingeniería del proyecto, planos detallados del conjunto y de los componentes, memorias de cálculo, criterios de optimización estructural, resultados de pruebas y producción de prototipos, reportes de avance, programaciones, modificaciones y soluciones a problemas en el proceso, tomando la siguiente forma general:



## CAPÍTULO 4

## Structuras autopoiéticas en México



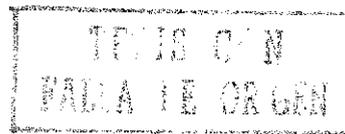
De este modo, la función que incluye la producción de instrucciones de diseño y desarrollo y el monitoreo de avance de proceso y programación actualizada del trabajo generan como resultado de su operación los siguientes resultados:

1. Controles en términos de,
  - apego al programa de producción inicial, en donde se describe la naturaleza del proyecto de estructura,
  - reportes de status, en donde documentan los avances del proyecto en su fase final de planos detallados;
  - información para las bases de datos de ingeniería de producto y de ingeniería de manufactura, que es la que resulta de la actividad autopoiética de esta función;
  - información de diseño acerca del producto, planos detallados finales e información de modificaciones, la cual, también es resultado de la actividad autopoiética de la función.
2. Entradas que se especifican en,
  - especificación e ingeniería requerida por el cliente
  - investigaciones acerca de proyecto, en el cual, se incluyen el proyecto arquitectónico y el criterio estructural, y las que por su importancia resaltan aspectos del ambiente y del lugar.
3. Salidas que se centran en,
  - información de ingeniería, que es producto del trabajo de la función y el procesamiento de las instrucciones de diseño y desarrollo, así como, el que representan los reportes que se reciben del avance.
  - instrucciones y programa de diseño y desarrollo, que es una producto del trabajo del proyecto.

### A<sub>22</sub> Desarrollo del prototipo.

Una vez, que el proyecto de diseño de una orden de producción tiene un plazo apropiado, el trabajo comenzará como ha sido dispuesto por la programación.

Es un hecho que muy pocas tareas de diseño comenzarán de cero sin ningún antecedente de desarrollo. Por lo que, la mayoría de los trabajos en los que se ve involucrada una compañía manufacturera, estarán basados en diseños entre los cuales habrá filiaciones históricas y de concepto.



## CAPÍTULO I

## Estructuras autopolíticas indígenas

Por tanto es importantísimo que, la compañía tenga un índice de diseños y conceptos que maneja o ha manejado. Es posible que un nuevo producto pueda representar solo modificaciones de algunos de los diseños existentes, o pueda ser modelado a partir de dichos diseños. Es ahí donde radica la importancia de un buen MIS, y de contar con la información adecuada. Además, del personal con la suficiente pericia y experiencia para potenciarlo<sup>112</sup>.

Generalmente, dentro del proceso de diseño que tienen lugar en el desarrollo del prototipo, existen tres actividades principales<sup>113</sup>:

1. *El diseño preliminar*, creando el perfil y las propuestas detalladas de diseño.
2. *Desarrollo de producto*, desarrollando prototipos, preparando y ejecutando estudios de validación del prototipo.
3. *Diseño final*, preparando diseños terminados en una forma conveniente, para su uso en manufactura.

Estas tres actividades representan a los bloques A<sub>221</sub>, A<sub>222</sub>, A<sub>223</sub>. Sin embargo, en la realidad es poco probable que el proceso de diseño siga ordenadamente estos bloques. Pudiéndose dar numerosos bucles entre ellos de manera iterativa, hasta que haya un resultado adecuado para seguir adelante. Por lo que, aún en el bloque de planos finales, puede no serlo tanto, debido a las modificaciones que pueden tener lugar, una vez comenzada la funciones relacionadas directamente con la manufactura<sup>114</sup>.

Otro concepto importante que es deseable su rescate, es el de diseño orientado a la manufactura. Este garantiza el flujo adecuado de todo el sistema, una vez que el diseño haya pasado a la etapa de manufactura. Se precisa de que el diseñador conozca la práctica manufacturera, con el fin de que, pueda prever las condiciones y limitaciones existentes en la planta de producción.

De tal modo que, durante el proceso de diseño, tenga una visión clara de como desarrollar el producto, sus componentes y el proceso. Teniendo en cuenta aspectos como la capacidad de producción de la compañía, la capacidad de los contratistas y proveedores en cuanto a tiempos de entrega, y tener la capacidad de prever circunstancias en las que ninguno de los dos, ni compañía ni contratistas tengan esa capacidad. De aquí se destacan dos tipos de reglas propuestas por Williams (1988)<sup>115</sup> aplicables al criterio del diseñador, estas son:

1. Reglas para diseño de ensamblaje.
  - Minimización del número de partes.
  - Uso de partes estándares como sea posible.
  - Asegurarse que el producto tiene una pieza de base adecuada, en la cual se construya el ensamblaje.
  - Asegurarse de que esta pieza de base tiene rasgos que, la hacen capaz para estar ubicada en una posición estable, sobre el plano horizontal.
  - Si es posible, diseñar el producto de tal forma que, pueda ser construido en capas, en la que cada una de las partes sea ensamblada una sobre otra y localizada fácilmente.
  - Tratar de facilitar el ensamblaje mediante acanalamientos, y machihembrados para guiar a las partes correctamente.
  - Evitar operaciones caras y complejas, que consuman mucho tiempo de ensamblaje.
2. Reglas para diseño de partes.
  - Evitar protecciones, huecos o ranuras que causen confusión entre componentes.
  - Buscar la simetría de las partes.

<sup>112</sup> Wu B., Op cit., pp. 97-98.

<sup>113</sup> Ibid, p. 99.

<sup>114</sup> Ibid, p. 99.

<sup>115</sup> Citado por Wu B., Op cit., pp. 107, 110, 111.



- De no ser posible, la simetría exagerar la asimetría para orientar fácilmente el sentido de las partes.

Es evidente que, la apropiada conformación de canales de comunicación adecuados entre las funciones de diseño y de producción, es requisito indispensable para asegurar que, la productividad y el nuevo desarrollo, están debidamente equilibrados.

#### **A<sub>221</sub> Preparación de planos avanzados.**

Esta función toma la especificación y definición de la orden de producción y genera una solución clara en la forma de diseño preliminar. Generalmente una solución debe ser hecha entre un cierto número de esquemas, y las actividades involucradas en esta función son las siguientes<sup>116</sup>:

- Análisis, analizando los requerimientos de diseño que establecen problemas cruciales, proponiendo acciones para solucionarlos.
- Síntesis, que encuentra las posibles soluciones para las especificaciones del producto y determina completamente los perfiles del diseño.
- Evaluación, evaluando la exactitud con la cual alternativa llena las especificaciones del producto y otros requerimientos importantes
- Detallado, convirtiendo el perfil del diseño en una forma detallada adecuada para su uso en el desarrollo del prototipo.

De nuevo las iteraciones de este proceso, darán como resultado el diseño preliminar. De hecho, es en esta función, donde las decisiones mas importantes de diseño son realizadas. Combinándose los requerimientos del cliente, la experiencia previa, métodos de producción y aspectos de costos

En consecuencia, es aquí donde se demanda de una manera importante, las habilidades del equipo de diseño. Durante esta etapa, el equipo de diseño se enfrenta con la tarea de definir un plan de producto, ejecutando análisis de diseño mediante diferentes técnicas de evaluación, seleccionando materiales y componentes.

Así como, la información proveniente de la base de datos de ingeniería de producto, tales como los estándares y el uso de planos de ingeniería, en conjunto con varios tipos información proveniente de la experiencia. Es decir, especificaciones de materiales, datos de partes y componentes, además de planos anteriores<sup>117</sup>.

El diseño preliminar representa inicialmente, un problema de decisión. Se define en la selección de la mejor solución entre las propuestas. Es deseable que se establezcan modelos matemáticos o arquetipos del concepto elegido. Que tengan la posibilidad de ser sometidos a modelos de análisis. Que permitan conocer de su sensibilidad, compatibilidad y estabilidad, y a partir de ahí, buscar su optimización.

En esta función, se intenta medir la forma en que el sistema responderá en el futuro a las normas de excelencia. Así como, de tratar de pronosticar el funcionamiento del sistema bajo las diversas clases de condiciones bajo las cuales puede funcionar. Puesto que es importante visualizar diferentes aspectos y escenarios que tendrá el producto<sup>118</sup>.

<sup>116</sup> Wu B. Op.cit, p. 99.

<sup>117</sup> Ibid, pp. 99-100

<sup>118</sup> Asimow Morris, *Introducción al proyecto*, Herrero Hnos. Suc. S.A., 2ª. Edición en español, México, 1970, p.5



El diseño procede de lo abstracto a lo concreto, este indica un concepto que se forma en la mente, una relación entre ideas o formas geométricas, que de alguna manera se ajustan a las circunstancias del proyecto

Tan útiles como las descripciones verbales y las ilustraciones gráficas, pueden ser las representaciones simbólicas, ya que pueden ser manipuladas empleando la lógica matemática para buscar las implicaciones latentes en el concepto<sup>119</sup>. Además, mediante la formulación de arquetipos es como se va definiendo el concepto del diseño y se puede someter a posteriores análisis.

En este caso, de sensibilidad, compatibilidad y de estabilidad. No obstante, puede partirse de la inferencia de la geometría del diseño y de su desarrollo, para prever rasgos importantes relacionados con número de componentes, necesidad de recursos para satisfacer esos componentes, y la estabilidad que tienen

### Análisis de sensibilidad

Un sistema se concibe en la mente como si estuviera descrito en función de un conjunto de factores variables dentro de dicho sistema o, parámetros de proyecto.

La descripción se hará en la forma de ecuaciones, un modelo matemático en cual intervengan los parámetros del proyecto y las variables relativas de entrada y salida

Es deseable conocer con exactitud el comportamiento del sistema al adaptarse a los diversos parámetros del proyecto, aquellos que afecten de una manera crítica el comportamiento deben ajustarse minuciosamente, en tanto que otros menos críticos, pueden fijarse convenientemente<sup>120</sup>.

Los parámetros del proyecto, representan varios atributos del sistema, algunos reflejan dimensiones críticas, otros representan propiedades importantes o capacidades, y algunos más, posibles estados del sistema.

Un proyecto específico se realiza, en sentido abstracto, dando a los parámetros una combinación específica de valores que son permisibles dentro de las restricciones del sistema. Aquí se tiene una importante fuente de información, que no solo se aplica a variables del objeto mismo, sino a factores de producción relacionados a la elección de una configuración física determinada<sup>121</sup>.

Los resultados del análisis de la sensibilidad en la estructura son:

- Un conocimiento más profundo de los mecanismos íntimos del sistema, y sus dispositivos, conociendo como se afectan las relaciones de los componentes de la estructura, en los ámbitos productivo y de diseño.
- La identificación de los parámetros críticos de diseño, distinguibles de los menos críticos, lo cual da lugar, a la generación de criterios de intervención, y se prevé la potencialidad y dirección de las modificaciones de los componentes de la estructura
- Una idea más cuantitativa sobre el comportamiento general que cabe esperar del sistema, es decir, de la estructura en su ámbito productivo de comportamiento práxico, el cual, permite su intervención objetiva y consciente<sup>122</sup>

<sup>119</sup> Ibid, p 44

<sup>120</sup> Ibid p.44.

<sup>121</sup> Ibid, p 44-45.

<sup>122</sup> Ibid p.45.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **Análisis de compatibilidad**

Un sistema o un dispositivo complicado, puede concebirse como un objeto, que a su vez, se compone de una combinación de piezas de un orden menor de complejidad. En el caso de un sistema complejo, tales objetos se denominan subsistemas.

Estos pueden ser combinaciones de componentes, que a su vez pueden ser combinaciones de partes. Proyectar el sistema en su totalidad, exige examinar, por lo menos, los elementos de primer orden que lo componen. Una combinación de elementos, implica un conjunto de objetos que actúan simultáneamente.

Para que la acción conjunta o la interacción tengan lugar satisfactoriamente, es preciso que los miembros particulares sean compatibles con sus co-miembros <sup>123</sup>

La compatibilidad puede entrañar consideraciones concretas, tales como las tolerancias geométricas – las dimensiones de una columna por proyecto – o las tolerancias permitidas en las características físicas – la resistencia y configuración del suelo-, o la tolerancia química –en el caso de interacciones negativas entre materiales, o de materiales con impacto a la vida humana como el asbesto-.

Otros problemas más difíciles de compatibilidad se presentan, cuando los co-miembros que interactúan deben tener características similares en su funcionamiento. Como acontece cuando un miembro esta en serie con otro, de tal manera que las salidas de uno son las entradas de otro, el cual, es el caso de considerar a la estructura como unidad, en donde la falla de un miembro o de una sección de miembros puede afectar a otras secciones <sup>124</sup>

Aquí el análisis de sensibilidad juega un papel importante. A través de su información, es como se pueden tomar decisiones para incrementar la compatibilidad entre los componentes y partes. Puesto que el análisis de sensibilidad revela cuales son los componentes y partes que pueden ser intervenidos con mayor intensidad. Dando como resultado, un mutuo equilibrio entre sensibilidad y compatibilidad. Ese juego de equilibrio, es el que de una forma iterativa va perfilando, cada vez mas, el diseño preliminar.

### **Análisis de estabilidad**

Los sistemas o dispositivos están expuestos a un comportamiento dinámico del medio y por tanto deben responder a él.

El problema físico de la estabilidad, puede surgir en dos formas. Puede residir exclusivamente en uno de los subsistemas o componentes, o bien, puede provenir de las características de las acciones recíprocas entre varios subsistemas. Esto siempre y cuando sea visto el problema de la estructura arquitectónica como un problema sistémico, no como unidades aisladas.

Representa un problema interesante, puesto que conlleva a la comprensión de la estructura de una forma dinámica. Significa la adhesión e implementación de filosofías de diseño y de instrumentos adecuados, que permitan lidiar con problemas bastantes complejos y extensos, ahí el software y hardware revisten una importancia crucial <sup>125</sup>

El propósito del análisis de estabilidad, es explorar el funcionamiento de un sistema, en esta caso la estructura de manera que se logre:

<sup>123</sup> Ibid, p.46.

<sup>124</sup> Ibid, p 46

<sup>125</sup> Ibid, pp.46-47.



- Tener la seguridad de que, el sistema en su conjunto no es inherentemente inestable, esto aun, cuando se considere como un sistema dinámico y en constante intercambio con su medio y entre sus componentes. Pudiéndose decir hasta en movimiento. Sin embargo, el objetivo es que sea estable en primera instancia, tanto como sea posible a la escala humana
- Determinar las partes que son inherentemente inestables en el espacio de los parámetros del proyecto, a fin de asegurar su supresión. Significa una constante revisión de la estructura, no solo en sus componentes, sino en su accionar como conjunto.
- Evaluar los riesgos y consecuencias de las perturbaciones ambientales, que pueden ser suficientes para causar fallas catastróficas o malos funcionamientos. En este caso, las circunstancias sísmicas, interacciones negativas con el medio en función del suelo, lluvias, temperaturas, ataques por químicos o ambientes agresivos como el marino.
- Aportar más pruebas en pro o en contra de la elección final de un concepto particular de proyecto. Significa la documentación en forma de memoria de cálculo, además, de la información importante para apoyar los criterios ahí tomados

### La optimización formal.

Para que un diseño preliminar avance, los parámetros deben recibir valores de proyecto específicos. Una forma de fijar el valor de un proyecto consiste simplemente en escoger una combinación factible que se estime conveniente

Podemos suponer que entre todas las combinaciones factibles de valores de los parámetros, es decir, combinaciones que satisfagan todas las restricciones del proyecto y que, por lo tanto, es de esperar que funcionen.

No obstante, hay una superior a todas las otras, esto es, la combinación óptima. El proceso que se sigue para encontrar esta combinación se le conoce como optimización<sup>126</sup>.

Es necesario además enunciar con precisión las reglas por medio de las cuales se ha de juzgar lo que consideramos con calidad de excelente. Siendo una necesidad especificar como han de nombrarse y definirse los atributos, especificando como se miden y su importancia relativa.

Si la optimización tiene que llevarse a cabo matemáticamente, será necesario exponer estas consideraciones, bajo la forma de una ecuación que se denominará función del criterio<sup>127</sup>.

En conclusión, el paso formal de optimización proporciona evidencia adicional, por lo general concluyente, para fijar el concepto final sobre el proyecto.

Permite seleccionar, entre todas las combinaciones factibles de valores para los parámetros del proyecto, el conjunto que rinda los resultados mejores, según los especifique el criterio en relación con el proyecto total. En este sentido, la utilización de metodologías de optimización estructural resulta ser de gran importancia. La optimización estructural permite adecuar de una manera clara, las mejores relaciones entre componentes, las cuales ya reflejan, las consideraciones que han sido tenidas en cuenta durante los análisis de sensibilidad, compatibilidad y de estabilidad<sup>128</sup>. Aquí metodologías como ACESPI -MH o ESO tienen un papel crucial -ver anexo 2-.

<sup>126</sup> Ibid, p48.

<sup>127</sup> Ibid, p 49.

<sup>128</sup> Ibid, p 49.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## IV. Conclusión

## Proyecciones hacia el futuro

### Proyecciones hacia el futuro.

En términos generales, no se puede llevar el proyecto más allá del conocimiento actual o inmediatamente previsible de su disciplina.

Sin embargo, debe esforzarse por ajustar el proyecto al impacto de la transformación, de tal forma que, se proteja al máximo contra la caída en desuso. Las posibilidades que se pueden explotar son:

- El uso del proyecto más avanzado compatible con los riesgos tecnológicos y económicos.
- El favorecimiento de proyectos que, capaciten al sistema para ser aprovechado en funciones secundarias, cuando se torne anticuado para su utilización primaria, esto significa situar a la estructura en un ámbito mayor funcionalidad.
- La incorporación en el sistema, de algunas medidas o disposiciones que, permitan efectuar futuras modificaciones internas, para adecuarlo a los adelantos tecnológicos. Es aquí, donde la flexibilidad del concepto y la experiencia y pericia del equipo permiten decidir las mejores incorporaciones.
- La estipulación de compatibilidad con nuevos componentes o subsistemas que puedan añadirse en el porvenir, aún cuando se tiene que cerrar el diseño, es importante tener un manejo amplio del repertorio en el desarrollo tecnológico de la estructura
- La intensificación de labores de investigación y desarrollo, en aquellas direcciones donde se augura la aparición inminente de avances importantes. Jugando un papel crucial un esquema reproductivo y acumulación de conocimiento, experiencia e información del equipo de diseño, lo cual, reedituara en un mejor posicionamiento en el futuro de la compañía. Todo diseño, representa la oportunidad de incrementar la capacidad competitiva y el capital pasivo de la compañía, en forma de información, experiencia y conocimiento.

### A<sub>222</sub> Producción y pruebas al prototipo.

El fin del producto en esta etapa, es el de alcanzar una mejora sustancial respecto al diseño preliminar, esto al poner a prueba sus hipótesis de diseño. Las propiedades mecánicas y funcionales del diseño, serán previstas por medio de varias técnicas de análisis.

Una vez que, el prototipo esta disponible, diversas pruebas son hechas para evaluar su definición y especificación de producción. Dependiendo del tipo de producto y del tipo de información requerida, las pruebas pueden ser de tipo<sup>129</sup>:

- de resistencia, tales como esfuerzos y fatiga,
- ambientales que implica factores como temperatura, suelos, humedad, vibración, sismo
- funcionales, que contemplan factores de desempeño mecánico, productivo, de ensamblaje, de transporte y manejo.

El principal interés de esta función, es que el producto alcance la confiabilidad y características de mantenimiento que son requeridas en términos reales. Expresadas una en la calidad del producto y la otra por medio, su capacidad de conservar sus especificaciones de servicio de una forma adecuada y accesible durante su periodo de vida.

El intercambio de experiencia e información, durante este periodo con el área de producción y con el cliente, es una valiosa forma de mantener un buen curso de desarrollo del prototipo. Es importante tener una orientación de diseño orientado a la manufactura para evitar problemas futuros

<sup>129</sup> Wu B., Op cit, p.100

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la producción y pruebas del prototipo, se recurre al proyecto experimental, considerándose las partes críticas del diseño en las rigurosas realidades de la prueba física. Los resultados se utilizan para revisar el concepto de diseño.

En caso de ser necesario, considerándose todas las formas posibles de llegar a la solución adecuada del concepto del diseño para su desarrollo posterior en la función de planos detallados y listas de partes<sup>130</sup>.

### **Pronóstico del funcionamiento del sistema.**

Es necesario examinar como funcionará la estructura en el futuro dentro de una escala particular de medios ambientes, de acuerdo a las características con que se proyecta. De tal forma que, la estructura al proyectarse con una finalidad y en consonancia con una especificación de terminada sea positivamente apta para producir un determinado conjunto de desempeños deseados.

Por lo que, se hace necesario hacer pronósticos substanciales sobre el funcionamiento físico referido a su resistencia, sobre las características operacionales y funcionales, sus características ambientales, y sobre los costos que resulta en su producción. Después de que el concepto del diseño, se ha llevado hasta la conclusión de la fase preliminar del proyecto mismo<sup>131</sup>.

La vida de servicio de una estructura, se medirá racionalmente al considerar la duración en la cual la utilidad neta derivada de su posesión – el exceso de valor que la utilidad del uso de la estructura reporta sobre la utilidad negativa de adquirirlo, operarlo y conservarlo – es más grande que cualquier otro equivalente.

Para esto es necesario indicar que la longevidad efectiva, en un caso particular, se puede determinar por el desgaste –vida física-, o por los efectos antieconómicos – cuando el costo de operación y mantenimiento excede el valor de uso -, o por el tiempo que tarda en caer en desuso – cuando se dispone de mejores medios económicos y tecnológicos-.

A menudo, es posible efectuar economías para el consumidor y acrecentar la posición competitiva del productor. Procurando en el diseño, un cuidadoso equilibrio entre la duración física y la caída en desuso, es en ese sentido que el prototipo auxilia a prever algunas de estos factores que dan lugar al pronóstico de vida útil<sup>132</sup>.

### **La prueba del concepto del proyecto.**

La confirmación del mérito de un diseño radica en el uso del producto. El diseño nuevo, depende en gran medida de su capacidad de aglutinar las capacidades productivas, tecnológicas y cognitivas de la empresa de una forma que por cada proyecto la capacidad reproductiva de la empresa se vea incrementada.

Lo cual implica, un posicionamiento ya sea en o detrás de la cresta de los adelantos tecnológicos, según sea la política de la empresa, siempre y cuando de una ventaja competitiva y le permita cumplir adecuadamente con los productos puestos bajo su responsabilidad.

Los datos sobre el funcionamiento de los productos creados por el equipo de diseño, deben de recabarse con gran rapidez a fin de que puedan influir en el proyecto inmediato. El recurso es la prueba de laboratorio.

El medio ambiente que pesará sobre el producto en estudio se reproduce experimentalmente, el tiempo y el espacio pueden contraerse hasta ajustarse a los confines y conveniencia del laboratorio, o bien pueden

<sup>130</sup> Ibid, pp. 100-101.

<sup>131</sup> Asinow Morris, Op cit., p.51

<sup>132</sup> Ibid, p. 51.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

agrandarse cuando el sujeto de la prueba es microcósmico. En el caso de la estructura, toda la serie de pruebas que permiten saber de sus competencias prácticas y de sus limitaciones productivas<sup>133</sup>.

La prueba no se limita a demostrar el funcionamiento aceptable, es además arbitro de cuestiones relacionadas con la realización física de la estructura como sistema o de sus componentes, cuando tales cuestiones no pueden resolverse por medio del análisis o experiencias pasadas

El proyecto experimental, se refiere a una prueba o programa de desarrollo que acompaña y se guía por la planeación del diseño. Sirve para

- Verificar las hipótesis sobre el diseño.
- Generar nuevos datos informativos sobre todo lo relacionado con el mismo.
- Perfeccionar el concepto sobre el diseño preparando para su detallado final
- Descubrir dificultades, que hubieran haberse pasado por alto en el esquema general del proyecto<sup>134</sup>.

Con los apuntes y registros obtenidos en la construcción experimental, datos y demás observaciones generales del programa de pruebas puede comenzarse a preparar la revisión del proyecto o su renovación total, se puede analizar exactamente los costos. De tal forma que, si el costo resulta satisfactorio, quedando el equipo proyectista libre para concentrar sus esfuerzo en otros problemas.

De no haber una reducción en el costo se plantean una serie de revisiones, con un sentido iterativo, algunos de los medios para lograr una disminución de costos pueden ser<sup>135</sup>.

- La simplificación del proyecto
- La reducción de tolerancias rigurosas.
- Hacer menos críticas algunas de las especificaciones para el funcionamiento.
- El empleo de materias menos costosas.
- La sustitución de algunos procesos de producción por otros más baratos

Otros problemas referentes a la producción necesitarán un análisis penetrante, entre ellos:

- Los problemas de montaje.
- Los de adaptabilidad general a las instalaciones de producción de la compañía.
- Los especiales de empaque, de almacenamiento y transporte.
- Los que entrañan riesgos para el personal.

Estos problemas, aún cuando se han revisado con anterioridad, pueden en este momento volver a revisarse a la luz de una experiencia incrementada<sup>136</sup>.

Teniendo a la mano el juego completo de esquemas, el taller experimental puede emprender la construcción de los primeros prototipos a escala completa, en algunos casos el prototipo es el producto terminado, este pudiera ser el caso de la estructura

En el caso de grandes proyectos, se cambia y revisa el proyecto, a fin de superar dificultades que en el común de los casos se restringen a los problemas de la realización física, que se presentan a medida que procede la construcción y las fabricaciones

Se comisiona a un responsable para supervisar, que intentará anticiparse a las dificultades, y a un cuerpo de campo encargado del proyecto, con personal debidamente proporcionado. En los dos casos quedan

<sup>133</sup> Ibid, p 52

<sup>134</sup> Ibid, pp. 52-53

<sup>135</sup> Ibid, p. 64

<sup>136</sup> Ibid, p. 64.



## ANEXOS

## Los planos de construcción

adscritos al proyecto en el lugar de la construcción; el grupo revisor procura concretamente, llevar a efecto la realización física con un mínimo de repercusiones prácticas en el equilibrio de la construcción<sup>137</sup>.

### A223 Preparación de planos finales y lista de partes.

Hasta aquí un gran número de problemas de distribución de comunicación y de instrucciones entre las funciones tienen lugar. Como resultado de esto, un número significativo de modificaciones y rectificaciones han sido llevadas a cabo en el diseño preliminar. Ha tenido como consecuencia, que el diseño preliminar sea aterrizado en una forma específica que refleje el trabajo que ha tenido lugar durante el proceso.

El objetivo de esta función, es refinar el diseño de los elementos que integran al producto – el plan de diseño, las partes preliminares y planos de ensamblaje, los reportes de pruebas y la información de retroalimentación que ha sido generada durante el proceso -. De manera, que este disponible una versión detallada y completa del diseño del producto.

Esto en una forma accesible para quienes tendrán la responsabilidad de producirlo, en términos de, planimetrías de ingeniería que sean capaces de comunicar instrucciones precisas y reglas apegadas a estándares, códigos y convenciones de una forma precisa y libre de errores<sup>138</sup>.

Es evidente la considerable cantidad de tiempo y esfuerzo que se requiere, por lo que actualmente el hardware y software de diseño asistido por computadora CAD –computer aided design- que juega un importante papel en esta función. No solo como un instrumento analítico para evaluar el diseño parte por parte, sino que permite agilizar el proceso de dibujo y de cambios en este, y por tanto, se ha convertido en la herramienta computacional más utilizada y extendida en manufactura.

El proceso de trabajo del CAD, consiste en la interacción entre el diseñador y el computador a través del establecimiento de parámetros con valores y comandos que en el computador resultan en un modelo matemático del objeto que a su vez es expresado al diseñador en términos de una imagen interactiva del objeto, de una manera dinámica que permite las modificaciones continuas<sup>139</sup>.

Del mismo modo, existen sistemas que CAD que facilitan los procesos de análisis de ingeniería mediante el análisis de las propiedades de su masa, la interacción entre los componentes, el análisis finito de los elementos, animaciones, características de la forma de los componentes, la configuración de varias partes del ensamblaje, la operación de mecanismos en movimiento, la estática o dinámica del sistema, u otras especiales con transferencia de energía calórica<sup>140</sup>.

### El diseño total de subsistemas, componentes y partes.

En el diseño preliminar, se reviso primordialmente el concepto general, el papel de los subsistemas fue el de evaluar la calidad del concepto del sistema total, en este apartado ahora los subsistemas son vistos como una entidad individual.

El diseño de cada subsistema sigue virtualmente el mismo modelo general que en el diseño preliminar de todo el sistema. Si bien, las necesidades de compatibilidad y de acción recíproca adecuada entre los subsistemas constitutivos imponen restricciones más rigurosas sobre ellos, de las que impusieron los factores ambientales sobre el sistema en su totalidad, otra estrecha restricción, es el presupuesto para el proyecto.

<sup>137</sup> Ibid., p. 62.

<sup>138</sup> Wu B. Op cit., pp 101-102.

<sup>139</sup> Ibid., pp 102, 104.

<sup>140</sup> Ibid., p. 107.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIÓN

## Estructura de la Tesis de Maestría

Teniéndose que asignar a cada subsistema una asignación apropiada, esperándose un gran esfuerzo para ajustarse a ese límite <sup>141</sup>.

Los conceptos alternativos sobre el proyecto, que están en armonía con el concepto de la estructura como sistema total, deben concebirse para cada subsistema y sujetarse al mismo proceso de selección del concepto de sistema.

La solución tentativamente seleccionada se analiza para determinar su sensibilidad, compatibilidad y estabilidad, perfeccionándose al máximo en la misma forma que se hizo con el sistema general, y se le sujeta al mismo escrutinio en busca de posibilidades de simplificación.

Para efectuar estas operaciones, cada uno de los subsistemas o componentes seleccionados deberían construirse como modelos matemáticos, a menos que tal formulación sea inmaterial para el trabajo del proyecto. Significa que la dependencia entre los componentes a su formulación cuantitativa, de tal forma que, sean evidentes sus impactos en el sistema total.

Por cada subsistema o componente se prepara un plano maestro provisional que traduce en representaciones gráficas e imágenes los resultados del proyecto del subsistema, estos planos constituyen la base para desarrollar los planos de los componentes <sup>142</sup>.

Mientras mas se descende en los niveles del diseño, los materiales con los que se trabaja se vuelven progresivamente menos abstractos y las relaciones con proveedores, contratistas y producción se hace más inmediata. Implica la posibilidad de trabajar en la elección de formas originales, en su selección y ubicación en los subsistemas, definiéndose en el plano maestro provisional que será la base para el proyecto de partes <sup>143</sup>.

Las partes son piezas elementales con las que están ensamblados los componentes. En el diseño de los subsistemas o de los componentes, se permite que, queden sin resolver un gran número de preguntas relativamente secundarias sobre la manera de detallar la forma física. Tomando en cuenta que el problema particular puede ser resuelto desde el conocimiento y las posibilidades de las tecnologías planteadas.

No obstante, pueden existir partes críticas aún pueden necesitar de un análisis extensivo. Debido a sus rigurosas restricciones, una parte proyectada es objeto de una descripción mucho más completa cuando se hace la consideración final, que la que se hace de los subsistemas o componentes.

La misma clase de problemas sobre la sensibilidad y la estabilidad que se presentan a los niveles más elevados del proyecto, resultan ser importantes durante esta etapa, en el caso de las partes críticas la optimización resulta ser indispensable.

Los problemas de compatibilidad y simplificación, tienen una consideración especial en el diseño de las partes. Dichas consideraciones conducen, a cuestiones relativas competencias prácticas específicas reflejadas en tolerancias en las dimensiones, propiedades físicas, mecánicas, químicas, así como para la composición de materiales y en factores productivos tales como tiempos de entrega, facilidades de producción, disponibilidad de recursos, calidad de mano de obra, ensamblaje, manejo y transporte.

La asociación con el costo de producción es estrecha, en virtud de que a tolerancias más estrechas corresponden precios más elevados. Hay que tomar en cuenta la facilidad de producción de las partes, además de fijar a grandes rasgos los procesos de procesos para su fabricación.

<sup>141</sup> Asimow Morris, Op. cit., p. 57

<sup>142</sup> Ibid, pp 57-58

<sup>143</sup> Ibid, p 58.



## CAPÍTULO III

### El montaje a escala de 1:1

Es necesario compatibilizar el diseño con los medios de producción existentes en la compañía de manera que reflejen las capacidades de fabricación de la compañía y el costo de las herramientas que intervendrán en la preparación de la producción<sup>144</sup>.

Los dibujos detallados ofrecen una oportunidad para la verificación cuidadosa, el verificador es parte del equipo de diseño y esta concentrado en los múltiples detalles del diseño, convirtiéndose en un especialista en los dibujos detallados y de montaje.

Es el crítico profesional del planeamiento del proyecto. Para completar las instrucciones para la fabricación, es necesario algunas o todas las formas de descripción siguientes:

- Dibujos detallados.
- Especificaciones
- Instrucciones especiales.
- Símbolos de uso común.
- Apuntes.
- Bosquejos especiales.
- Revisiones o modificaciones<sup>145</sup>

#### **Preparación de los dibujos de montaje.**

Una vez que las partes constitutivas se han diseñado, y solo entonces, podrá determinarse la forma de los componentes. El plano provisional de un componente se puede ahora sustituir por un dibujo de montaje tentativamente final.

Durante el proceso de producir dicho plano, por lo general quedarán al descubierto casos de incompatibilidad, inadvertencias o descuidos en los análisis de compatibilidad. Aquellas partes que queden afectadas serán revisadas pertinentemente.

Una vez preparados los montajes de los componentes se pueden trazar los correspondientes dibujos de montaje para los subsistemas. De nuevo pueden salir a relucir incompatibilidades y desajustes, ajustándose y verificándose en un proceso iterativo, terminado esto, se realiza el montaje total para el sistema, emprendiéndose de un modo similar al desarrollado<sup>146</sup>.

Los dibujos de montaje permiten visualizar algunos aspectos de la realización física, tratando de prever situaciones en el montaje que pudieran ser difíciles.

Pudiéndose en este momento, calcular con mucho mayor precisión el costo de la fabricación, para algunos proyectos es mucho más barato la construcción de maquetas a escala, en lugar de planos de montaje, traduciendo de esta manera el proyecto a su posible construcción<sup>147</sup>.

<sup>144</sup> Ibid, pp. 58-59, 60.

<sup>145</sup> Ibid p.60.

<sup>146</sup> Ibid, pp 60-61.

<sup>147</sup> Ibid, p 61



### Modificaciones al diseño.

Los análisis y las predicciones sobre el funcionamiento, que son el prelude para la modificación del diseño, son análogos a los del diseño preliminar, que preparó los conceptos completos para el proyecto detallado.

Si la construcción preliminar, y el programa de pruebas, o el equipo verificador en el caso de los proyectos grandes, ha logrado encontrar las suficientes imperfecciones y omisiones, entonces el trabajo de modificar el producto puede alcanzar proporciones mayores, por lo que habrá que encontrar conceptos nuevos para los subsistemas.

Esto representa un problema mayor puesto que puede causar la falla total del proyecto, es por eso que es necesario prever detalladamente las consecuencias de cada revisión.

Siendo el criterio el de que cuando las ventajas sean equivalentes, deberá seleccionarse aquella alternativa que además de resolver los problemas de la revisión, sea la más compatible con el proyecto total, es decir, la que requiere el menor número de modificaciones secundarias<sup>148</sup>

Como resultado del proceso de producción y pruebas de prototipos, se tiene como consecuencia planos detallados, instrucciones de modificaciones e información de diseño. Esta última, tiene cuatro modalidades específicas relacionadas con el ciclo producción – consumo, siendo la siguiente:

#### 1. De producción

- La planeación detallada de los procesos de la fabricación industrial, según se requieran para cada parte, para cada subconjunto de piezas y para el conjunto final de la estructura.
- Proyecto de herramientas y aditamentos, procediendo de los datos obtenidos en el análisis de operaciones sobre los diagramas de procesos en planta y obra.
- Planeación del sistema de control de calidad en planta y obra.
- La planeación de los canales de comunicación y el aprovechamiento del MIS. Además, de determinar que datos se necesitan para transmitir instrucciones, sus mecanismos de retroalimentación, y de formas y registros apropiados. Quedando establecidos en diagramas de flujo del proceso y rutinas.

#### 2. De distribución

- El diseño del empaque del producto, de tal manera que la forma exterior del producto puede llegar a ser influenciada por la necesidad de efectuar economías en los costos de embarque. Los empaques individuales y especiales se necesitan para garantizar la protección contra golpes y malas condiciones atmosféricas. En otros casos llegan a necesitarse de flejes y retenes especiales para facilitar su manejo.
- Planeación del sistema para el almacenamiento, determinándose los sitios que económicamente son más favorables para los almacenes. Así como, la proyección de las instalaciones necesarias para el almacenamiento.
- Planeación de la actividad promocional, elaborándose folletos que contengan información técnica útil en la venta del producto. Basándose en los datos del proyecto y en los datos obtenidos en las pruebas.
- Proyecto del producto para responder a las condiciones que surgen en la distribución. Previendo la flexibilidad necesaria, para permitir modificaciones, que satisfagan las necesidades del consumidor, o para adiciones modulares que incrementen la capacidad del producto<sup>149</sup>.

#### 3. De planeación para el consumo

- Proyecto de mantenimiento.
- Proyecto para confiabilidad.

<sup>148</sup> Ibid, pp 65-66

<sup>149</sup> Ibid, pp.30-31.

- Proyecto para la seguridad.
  - Proyecto para la conveniencia de uso.
  - Proyecto para las características estéticas –acabados-.
  - Proyecto para la economía operacional.
  - Proyecto para la duración adecuada del servicio.
  - Obtención de información que proporcione una base para mejorar el producto<sup>150</sup>.
4. De planeación para el retiro del producto, que implica la eliminación de la estructura que se elimina del mercado. Sobre todo, cuando se plantea la eliminación de instalaciones grandes o semi-permanentes. Es un problema grande cuando se trata de edificaciones, que algunas veces impactan sobre una estructura vieja, y deben ser reemplazadas por nueva estructuras, con un mínimo de trastornos en las operaciones normales.
- Proyecto para reducir la rapidez de desuso, tomando en cuenta los efectos previstos de los desenvolvimientos técnicos.
  - Proyecto de la vida física para que coincida con la vida de servicio prevista.
  - Proyecto para varios niveles de uso, de tal manera que, cuando la vida de servicio a un nivel más alto de uso se termine, el producto se puede adaptar para un uso posterior a un nivel menos elevado.
  - Proyecto del producto de tal manera que los materiales recuperables y los componentes de larga duración que se pueden recuperar.

<sup>150</sup> Ibid, pp 31-32.



Una vez revisadas tan disímiles posturas podemos en este apartado anotar las conclusiones del presente trabajo, que mantienen aún aquí, su pluralidad y por motivos de estilo, una correlación de acuerdo a los capítulos desarrollados con anterioridad.

En primer lugar se puede afirmar que el papel de lo vital y lo cambiante en la creación artificial, es la de proponer un proceso alterno que le permite a lo artificial obtener un carácter genésico, reproductivo y evolutivo. La estructura por ser una creación artificial por lo tanto, puede participar de dichas cualidades, sin menoscabo alguno de su esencia y función dentro de la arquitectura.

Lo vital es incorporado en una apreciación fenomenológica a lo artificial, a través de:

- Hacer actos de distinción como forma de conocer un objeto, en donde el observador y su contexto son factores que afectan sensiblemente tal distinción y conocimiento del objeto
- Centrar la importancia de lo vital en sus procesos y fenómenos, y no en la transpolación directa de sus características físicas.
- Dar importancia en la capacidad de adaptación y su proceso.
- Observar la forma en que lo vivo es influido e influye en el medio.
- En la capacidad de lo vivo de auto organizarse y de auto producirse.
- Su modalidades de generación, que son reproductivas y evolutivas.

De esta manera, la comprensión de lo vital y su aplicación en la creación artificial se constituye como una de las formas en que lo artificial puede adquirir viabilidad reproductiva y evolutiva, liberándolo de visiones meramente instrumentales.

Otro concepto importante que fue analizado fue el concepto de la máquina. La máquina como concepto actual es desarrollado de un esfuerzo por crear seres artificiales cuya práctica, desarrollo y concepción son de carácter tecnológico.

La máquina es una organización activa originada por acciones y que a su vez genera acciones, la estructura arquitectónica, básicamente responde a dicha descripción, en términos prácticos por:

- Ser originada por una necesidad funcional de resistencia frente el medio.
- Generar acciones entre sus componentes o miembros, de tal forma que forma complicidades de funcionamiento entre ellos, y finalmente mecanismos.

## CONCLUSIONES

Además por compartir, cualidades tales como:

- Su capacidad de síntesis.
- Su correlación con descripciones abstractas y matemáticas.
- Su estética manifestada en la perfección de su desempeño.

El concepto máquina permite a su vez, proponer ciclos que dan cuenta del comportamiento y producción de la máquina, teniendo un carácter recursivo. Dichos ciclos son:

- El ciclo práxico.
- El ciclo productivo.

La conjugación de ambos ciclos da como resultado un proceso llamado maquinante, el cual le da al concepto máquina una salida creativa.

La comprensión de la estructura como un ser máquina permite:

- Analizarla en un contexto más amplio, en términos del usuario y del mercado.
- Considerarla como un producto que se constituye como bien de capital, a entrar en uso.
- Revisarla en términos de un sistema de producción específico.
- Incorporar modalidades de análisis desarrolladas por la ingeniería de proyectos y de manufactura.
- Generar su propio ambiente y proceso de diseño y desarrollo, insertado en un sistema de producción.

Por otra parte, al hablar de la estructura como un ser complejo, sujeto no solo a requerimientos del proyecto arquitectónico, sino los que resultan de

- Su forma específica de diseño y desarrollo.
- Sus factores y condiciones de producción.
- La tecnología disponible.
- La manera de comprender su comportamiento.
- El usuario.
- El cliente.
- El mercado.

Por eso, el comprenderla separadamente desde:

- Su principio estructural.
- Su cálculo.
- Su concepción como producto.
- Su problema funcional.
- Su problema energético respecto a su desarrollo y diseño.



Son condiciones necesarias, pero no suficientes para conocerla, y aún más, para entender su proceso de diseño y desarrollo.

La comprensión del principio estructural es requisito mínimo, en términos de su comportamiento, sin embargo, no dilucida por sí mismo su forma de diseño. La estructura representa un problema mayor a conservar su resistencia, a fin de que conserve su forma y condiciones de uso.

Representa también un problema:

## CONCLUSIONES

- Tecnológico en su desarrollo y diseño.
- Económico.
- De producción.
- De síntesis entre sus componentes.
- De adaptación al medio físico.
- De adaptación al mercado y al usuario.

El cálculo se constituye como un modo de interpretación, verificación y punto de referencia abstracta de su hacer.

La estructura si bien es un producto, tiene la modalidad de ser un bien de capital. No es un consumible, es producida, para que la estructura a su vez, de lugar a ciertas actividades que tienen un carácter reproductivo del capital. Tiene una etapa de diseño, producción, puesta en servicio y caída en desuso.

Es evidente que no es un accesorio al proyecto arquitectónico, su problemática como bien de capital estriba entonces en como:

- Insertarse y ser aceptada por los usuarios y / o clientes en un medio o mercado.
- Permanecer, en términos de su desempeño y mantenimiento.
- Retirarse de su uso o del mercado.

En términos de su eficiencia energética, en cuanto a la menor cantidad de trabajo en su producción y desempeño, esta se centraría en la adecuada toma de decisiones en la etapa de diseño y desarrollo.

Es ahí donde radica la principal forma de ahorro, pues es posible:

- Planear en forma acertada de acuerdo a los recursos y capacidad productiva disponible.
- Concentrar el conocimiento, experiencia e información del proceso completo.

El proceso de diseño y desarrollo de la estructura, con un carácter reproductivo y evolutivo, se genera a través de:

- Un tipo específico y propio de proyecto.
- Un sistema de producción también adecuado.
- Un proceso administrador de información y conocimiento.
- Un ambiente tecnológico determinado.
- Un esquema ordenador y recursivo del proceso de diseño y desarrollo, en términos de operación de entradas, salidas, controles y mecanismos.

Esta síntesis implica la intervención dentro del campo de la estructura arquitectónica de la aplicación de aspectos importantes de ingeniería de proyectos y de manufactura.

El proyecto, debe ser tecnológico en su hacer, de tal forma que su proceso sea recursivo y este insertado en la problemática de producción y consumo. El proyecto tiene un alcance no solo de generación de ideas abstractas del objeto sino de:

- Su operación en un sistema productivo.
- Prever las condiciones y factores del medio, de los usuarios y del mercado.
- retroalimentación del proceso completo.
- Contemplar las condiciones de uso final y desempeño a lo largo de la vida de la estructura.
- Planear su retiro.



## CONCLUSIÓN

El sistema de producción, debe ser el adecuado a la problemática de la estructura, en este caso se propuso el sistema de manufactura por pedido –OHMS-. Dicho sistema contempla la forma en que un producto relativamente complejo y lo suficientemente grande moviliza un sistema productivo que no necesita un despliegue desmedido y sofisticado en extremo de recursos económicos y humanos

Además de tener una plataforma tecnológica accesible, la cual demanda aspectos administrativos, de informática, de organización, de mercadotecnia, de ingeniería y de producción.

En cuanto al sistema administrador de información y conocimiento, se propone el concepto de autopoiesis análoga, como la forma en que se evalúa, selecciona y verifican los requerimientos de información, conocimiento, instrumentación, recursos humanos y de contexto necesarios para llevar a cabo la operación del proyecto

El ambiente tecnológico estará referido a la forma y modalidad en que la tecnología esta integrada a su práctica diaria, así como a sus actividades, de tal manera que constituye una forma de incidir y comprender su contexto a través de la tecnología

El esquema ordenador y recursivo se refiere a la implementación del diagrama de definición integral de manufactura asistida por computadora –IDEF<sub>0</sub>-, el cual permite de una forma sencilla identificar todo el proceso de manufactura del sistema de manufactura.

En este sentido, a través de este esquema se organiza de manera clara el complejo proceso de diseño y desarrollo, así como, se puede incorporar en su descripción el proceso administrador de información y conocimiento, y los requerimientos operacionales y de trabajo necesarios en diseño y desarrollo de la estructura

Permite analizar y visualizar como se retroalimenta cada parte del proceso, en que momento puede incorporarse descripciones y análisis, ya sean de:

- sensibilidad,
- compatibilidad,
- estabilidad.

Permite la incorporación de un sistema de administración de información, el cual da lugar a la generación de filiaciones históricas y a la recuperación de el trabajo en proyectos anteriores, a través de una plataforma CAD y de base de datos. Esto hace posible el desarrollo de catálogos de:

- Proyectos
- Sistemas, subsistemas, componentes y partes.
- Experiencias productivas.
- Soluciones de prototipos alternativos.
- Desempeños históricos y comparativos por proyectos, sistemas, subsistemas, componentes y partes en función a su comportamiento en su contexto, costo de producción, mantenimiento y retiro.
- Aplicación a diferentes etapas del proyecto

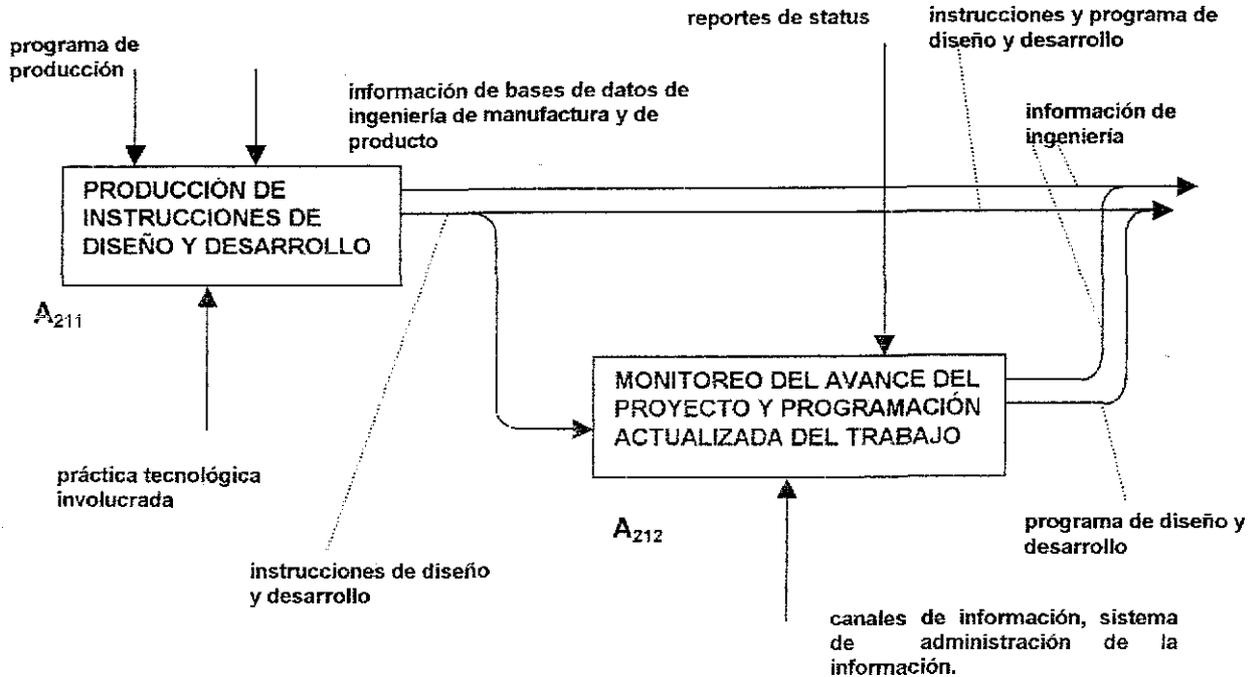
Y en general, este esquema posibilita operar el proyecto de la estructura, en un sistema de manufactura por pedido, con un sistema de administración de información, con el concepto de autopoiesis, de una forma adecuada, haciendo uso de los recursos y conocimientos disponibles, con un sentido reproductivo y evolutivo.



TESIS CON  
 SÍMBOLO DE ORIGEN

**DESCRIPCIÓN SINTETIZADA DE LA PROPUESTA DE APLICACIÓN.**

**A<sub>21</sub> CONTROL DE DISEÑO Y DESARROLLO.**



**FUNCIÓN EN IDEF<sub>0</sub>**

**APLICACIONES DEL CONCEPTO AUTOPIESIS ANÁLOGA A CONSIDERAR**

**PRODUCCIÓN DE INSTRUCCIONES DE DISEÑO Y DESARROLLO**

A<sub>211</sub>

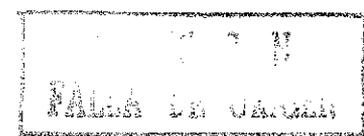
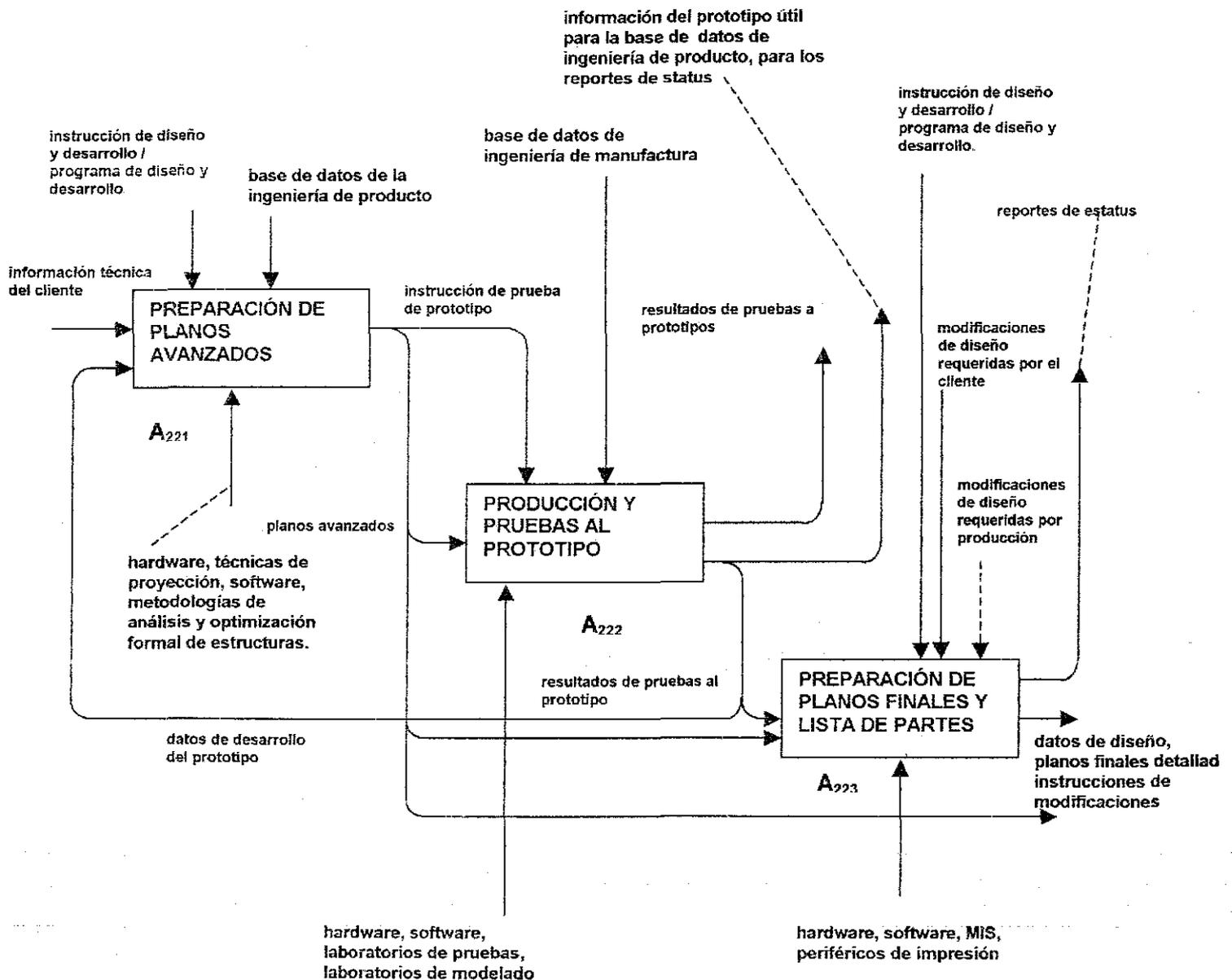
- E&D: evaluación del proyecto mejora o inicio / síntesis de la experiencia de diseño del líder y los equipos involucrados.
- Contexto: condiciones productivas –su seriación de tiempos y recursos-, condiciones ambientales.
- Instrumentales: práctica tecnológica involucrada – informática, capacitación, métodos de diseño y de optimización, organización –.
- OS: conformación y organización de equipos productivos, sus plazos y metas.

**MONITOREO DEL AVANCE DEL PROYECTO Y PROGRAMACIÓN ACTUALIZADA DEL TRABAJO**

A<sub>212</sub>

- E&D: actualización de variaciones durante desarrollo.
- Contexto: factores externos y e producción que afectan su programación.
- Instrumental: canales de información, sistema de administración de la información.
- OS: mecanismos de contacto e interacción con y entre los equipos de trabajo

## A22 DESARROLLO DEL PROTOTIPO.



FUNCIÓN EN IDEF<sub>0</sub>

PREPARACIÓN DE PLANOS AVANZADOS

A221

DISEÑO PRELIMINAR, SOLUCIONES ITERATIVAS

Actividades:

- análisis
- síntesis
- evaluación
- detallado respecto a las instrucciones y programa de diseño

DEFINICIÓN DE PLAN DE PRODUCTO MEDIANTE LOS SIGUIENTES RECURSOS TECNOLÓGICOS.

- **Análisis de sensibilidad:** sistema estructural, componentes y partes, parámetros críticos de diseño, idea cuantitativa respecto a su producción.
- **Análisis de compatibilidad:** identificación de compatibilidades respecto a experiencia de producción, y disponibilidad en el mercado.
- **Análisis de estabilidad:** comportamiento físico, comportamiento dinámico respecto al medio, estabilidad del sistema, estabilidad de partes y componentes, evaluación de riesgos respecto al ambiente, aportación e pruebas para la elección del concepto final.
- **Optimización formal:** elección de metodologías de optimización formal de la estructura.
- **Proyecciones al futuro:** mejor uso de la estructura respecto al riesgo económico y tecnológico presente y futuro.

FUNCIÓN EN IDEF<sub>0</sub>

PRODUCCIÓN Y PRUEBAS AL PROTOTIPO

A222

DEFINICIÓN DEL DISEÑO

- Se procura mejorar sustancialmente al diseño preliminar.
- Se evalúa su definición y especificación de producción.
- Se pretende que la estructura alcance la confiabilidad y características de mantenimiento requeridas.

DEFINICIÓN DE PRODUCTO MEDIANTE LOS SIGUIENTES RECURSOS TECNOLÓGICOS

- **Pronóstico del funcionamiento del sistema:** determinación de condiciones de uso, de vida útil, de respuesta al medio ambiente, de respuesta económica a su uso.
- **Prueba del concepto del proyecto:** verificación de hipótesis de diseño, generación de información respecto a la hipótesis, descubrir dificultades ocultas, plantear, en su caso revisiones; analizar problemas de diseño respecto a su producción.

TESIS CON  
FOLIA DE ORIGEN

**FUNCIÓN EN IDEF<sub>0</sub>**

**PREPARACIÓN DE  
PLANOS FINALES Y  
LISTA DE PARTES**

A223



**REFINAMIENTO DE  
LA DEFINICIÓN DEL  
DISEÑO**

- Refinar el diseño de los elementos que integran a la estructura, en su plan de diseño, partes preliminares y planos de ensamble, reportes de pruebas e información de retroalimentación generada durante todo el proceso.
- Retroalimentación generada por la producción de la estructura.



**REFINAMIENTO DEL  
PRODUCTO MEDIANTE LOS  
SIGUIENTES RECURSOS  
TECNOLÓGICOS**

- Diseño total de subsistemas, componentes y partes de la estructura: incluye dibujos detallados, especificaciones, instrucciones especiales, símbolos de uso común, apuntes, bosquejos especiales, revisiones y modificaciones.
- Preparación de planos de montaje: prever situaciones de montaje potencialmente difíciles, cálculo de costo de fabricación, posible utilización de maquetas a escala.
- Modificaciones al diseño: incluirá modalidades del proyecto adicionales, en consonancia con el ciclo de consumo -producción, en este caso, de producción, de distribución, de planeación para el consumo, y de planeación para el retiro del producto



## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA.

#### a) Recursos de Internet.

CALATRAVA Santiago, Home Page

<http://www.calatrava.com.es>

#### b) Recursos bibliográficos.

TRUESDELL C. *Ensayos de historia de la mecánica*, Colección Estructura y Función, Editorial Tecnos, Madrid, España, 1975.

XIE Y.M. ISTEVEN G.P. *Evolutionary Structural Optimization*, Springer -Verlag, Londres, Gran Bretaña, 1997

ACEDO ESPINOZA Humberto. *Método de Adecuación Geométrica para optimizar secciones estructurales*, Tesis de Doctorado en Arquitectura, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura, el Autor, UNAM, México 1996.

VENTURI Robert *Complejidad y Contradicción en Arquitectura*, Segunda edición, Gustavo Gili, Barcelona, España 1978.

NORBERG - SCHULZ C. *Nuevos caminos de la arquitectura existencia, espacio y arquitectura*, Editorial Blume, Barcelona, España, 1975.

HEIDEGGER Martín. *Construir Habitar Pensar*, Quinta edición, Alción Editora, Argentina 1997.

POLANO Sergio. *Santiago Calatrava obra completa*, Electa, Milán, Italia, 1996.

MATURANA Humberto, VARELA G. Francisco. *El árbol del conocimiento*, Editorial Universitaria, Santiago de Chile, Chile, 1984.

TAMAYO Y TAMAYO Mario. *El Proceso de la Investigación Científica* 3ª. Edición, Limusa, México 1998.

MORIN Edgar *El Método. la naturaleza de la naturaleza*, 5ª Edición, Ediciones Cátedra S.A., Madrid, España, 1990.

MORIN Edgar *El Método: la vida de la vida*, 4ª. Edición, Ediciones Cátedra S.A., Madrid, España, 1990

MUMFORD Lewis, *Técnica y civilización*, versión española de Constantino Aznar de Acevedo, Alianza Editorial, Madrid, España, 1971.

ROSENTHAL Werner H., *La estructura*, versión castellana de Anton Checa i Torres, Editorial Blume, Barcelona, España, 1975.

TORROJA Eduardo, *Razón y Ser de los tipos estructurales*, Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, 2ª. Edición, Artes Gráficas MAG, Madrid, España, 1960.

CARDELLACH Felix, *Filosofía de la estructuras*, Editores técnicos asociados S.A., Barcelona, España, 1970.

RICARDO MORALES Jose, *Arquitectónica sobre la idea y sentido de la arquitectura*, Editorial Biblioteca Nueva, Madrid, España, 1999.

ASIMOW Morris, *Introducción al proyecto*, Serie Fundamentos y Estudios de Diseño y Proyecto de Ingeniería, Herrero Hnos. Suc. S.A Editores, Segunda edición en español, México, 1970

WU B., *Manufacturing Systems Design and Analysis*, Chapman & Hall, Great Britain 1992.

DÍAZ Esther (editora), *La posciencia, el conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad*, Editorial Biblos, Buenos Aires, Argentina, 2000.

#### c) Publicaciones periódicas.

OTTO Frei. "On nature, the model", DOMUS 818, Septiembre 1999.

#### d) Cátedras y seminarios.

Temas selectos de Tecnología, *Teoría de la Tecnología*, -Desarrollo de conceptos autopoiesis

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

y generatividad- Mtro. Francisco Reyna Gómez, CIEPFA - UNAM, México D.F., 1999.

Temas selectos de Tecnología, *Temas históricos de la tecnología arquitectónica*, -Desarrollo de aspectos prácticos de la estructura y estudio de mecánica racional-Mtro. Francisco Reyna Gómez, CIEPFA - UNAM, México D.F., 2000.

Temas selectos de Tecnología, *Teoría de la Tecnología II*, -Desarrollo de conceptos relacionados con la generación de tecnología y el concepto máquina- Mtro. Francisco Reyna Gómez, CIEPFA - UNAM, México D.F., 2000

Temas selectos de Tecnología, *Temas históricos de la tecnología arquitectónica II*, - Desarrollo del primer y segundo capítulo de desarrollo- Mtro. Francisco Reyna Gómez, CIEPFA - UNAM, México D.F., 2001.

Temas selectos de Tecnología, *Sistemas Estructurales Contemporáneos*, - Estudio de sistemas estructurales contemporáneos y sistemas de producción- Dr. Álvaro Sánchez González, CIEPFA - UNAM, México D.F., 2000.

Temas selectos de Tecnología, *Adecuación Geométrica Estructural*, -Estudio de metodología de optimización estructural y de análisis estructural, carácter sistémico de la optimización- Dr. Humberto Acedo Espinoza, CIEPFA - UNAM, México D.F., 2000.

Seminario de Área de Tecnología, *Análisis Estructural*, -Estudio de la estructura de acero, y revisión de los aspectos discursivos de su cálculo- Mtra. Perla Santa Ana Lozada, CIEPFA - UNAM, México D.F., 2001

Seminario de Área de Análisis Teoría e Historia, *Análisis de las tendencias teóricas de la*

*arquitectura y la ciudad contemporánea*, -Estudio de los aspectos vitales en la arquitectura- Arq. Ernesto Alva Martínez, CIEPFA - UNAM, México D.F., 2000

Seminario de Área de Análisis Teoría e Historia, *Estudios de programas y manifiestos vinculados a ejemplos arquitectónicos*, -Estudio de los aspectos vitales en la arquitectura- Arq. Ernesto Alva Martínez, CIEPFA - UNAM, México D.F., 2000

### e) Congresos

Congreso Internacional de Arquitectura II *De ciudad a ciudad*, 22 al 24 de Marzo del 2001, conferencias:

- Toyo Ito –papel de la tecnología en la arquitectura- el día 22 de Marzo del 2001.
- Will Alsop –impacto de el desarrollo tecnológico e industrial en la obra arquitectónica-el día 22 de Marzo del 2001.
- Teddy Cruz – papel del desarrollo tecnológico en la sociedad y en la arquitectura- el día 22 de Marzo del 2001.
- Ted Smith – desarrollo comunitario de la arquitectura y aprovechamiento de recursos tecnológicos, productivos y financieros, el caso de San Diego Cal.- el día 24 de Marzo del 2001.

Organizado por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey ITESM, campus Guadalajara



## APENDICES

## Las metodologías de optimización estructural, dos ejemplos.

Hablábamos de la optimización, pero, ¿ comúnmente que se pretende optimizar en la estructura? Podríamos contestar que la forma estructural respecto a una configuración material. En ese sentido, las metodologías de optimización estructural tienen como objetivo, la de establecer un proceso que en general, permita que el diseño de la forma estructural sea óptimo, fluido y congruente, en términos de las relaciones entre los elementos de la estructura, el entorno de solicitaciones y un material específico

No obstante, este tipo de metodologías son de escasa utilización en el proceso de diseño arquitectónico -por lo menos en nuestro medio-, a causa de.

- Sobre valoraciones del cálculo estructural.
- Su complejidad evidente, tanto para implementarlos, así como para acceder a ellos
- La falta de procesos de diseño estructural adecuados y accesibles

Aquí se expondrán brevemente dos metodologías de optimización estructural, en primera instancia el método ACESPI-MH desarrollado por el Doctor Humberto Acedo Espinoza, catedrático e investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se centra básicamente en la utilización de una metodología cuantitativa -gráfica.

Por el contrario, el método de optimización estructural evolutiva desarrollado por Xie y Steven, utiliza un método numérico que establece un proceso de adición - sustracción en la forma estructural que con carácter evolutivo, finalmente encuentra su configuración óptima

El método ACESPI - MH (Análisis Científico Estructural Sistemático para Investigación - Metodología Hipergeométrica), establece un criterio de análisis para optimizar y estandarizar por un lado, la relación de lados de una sección de un elemento estructural cualquiera, aisladamente o en sistema, a través de la adecuación geométrica estructural del material, utilizando un método cuantitativo - gráfico<sup>1</sup>. Sin embargo, el método tiene otro enfoque, el cual se relaciona como método didáctico.

Dentro del esquema general del método, se establecen las formas de sección posibles de acuerdo a sus limitaciones aparentes y reales. Brinda la posibilidad de analizar gráficamente las opciones de optimización, con la información necesaria para conocer las posibilidades y consecuencias de la selección, y así elegir la forma definitiva<sup>2</sup>.

El criterio de análisis contempla dos etapas:

1. Un análisis estático, que contempla cargas predecibles, entre las que se llaman vivas y muertas.
2. Un análisis dinámico, que contempla cargas accidentales, las cuales el diseñador se sujeta por normas de seguridad, reglamentos y la experiencia personal<sup>3</sup>.

Podríamos decir que la tendencia a la optimización es establecida mediante el proceso de análisis, el cual se basa en encontrar el equilibrio entre la flexión y torsión, considerando las torsiones de las vigas como de origen gravitacional, y las de las columnas como de origen accidental<sup>4</sup>.

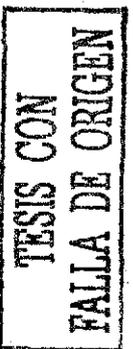
El análisis se puede iniciar de dos modos.

<sup>1</sup> Acedo Espinoza Humberto, *Método gráfico de adecuación geométrica para optimizar secciones estructurales*, Tesis de Doctorado, El autor, UNAM, México 1996, p 1

<sup>2</sup> Ibid, p 1.

<sup>3</sup> Ibid, p 1.

<sup>4</sup> Ibid, p 2



1. Revisando una sección que se tenga, con una relación de lados cualquiera, calculando su módulo de sección correspondiente de esa relación de lados, tratando de obtener su sección cuadrada que da origen al análisis.
2. Preestableciendo el valor del módulo de sección a trabajar, donde se obtendrá la sección cuadrada directamente<sup>5</sup>.

De la misma forma, el método permite conversiones geométricas entre distintos tipos de elementos estructurales, así como de formas de sus secciones. Siendo la tendencia a la estandarización una manera de evitar la afectación de la forma del proyecto arquitectónico. Dicha tendencia tiene una visión sistemática en la optimización de elementos estructurales, de la cual se distinguen dos posturas:

- a. Las vigas se analizan por separado para establecer posteriormente sus relaciones que conlleven a su estandarización.
- b. Las columnas se analizan en sistema conjuntamente con la forma de la planta del proyecto a fin de aprovechar al máximo su rigidez<sup>6</sup>.

De esta forma, el método trata de optimizar la relación entre diseño estructural y diseño arquitectónico, aprovechando por un lado los niveles de experiencia, compensando los errores a través:

- De la estadística
- De la observación,
- De la aceptación o rechazo de opciones

Por otro lado, el criterio de análisis permite observar, construir y probar modelos<sup>7</sup>.

El método ESO – Evolutionary Structural Optimization- se basa en el concepto simple de la remoción lenta de material ineficiente de una estructura, la forma residual evoluciona hasta desarrollar una estructura mejor que la original. Un rasgo importante del método ESO es que es de fácil comprensión, así como de resultados confiables<sup>8</sup>.

Por otro lado, el método ESO utiliza el Análisis de Elementos Finitos –FEA, por siglas en inglés- a través de un software que permite aplicar los algoritmos del método ESO para remover el material ineficiente. En otras palabras, la obtención de resultados se reduce al procesamiento progresivo del algoritmo del método ESO en el software desarrollado a partir del FEA, con la única operación extra de remover el material redundante después de cada operación<sup>9</sup>, esto a través de una interfase gráfica desarrollada en el computador.

El método contempla principalmente las siguientes aplicaciones:

1. Optimización estructural evolutiva básica.
2. ESO para casos de múltiples cargas y ambientes de soporte.
3. Estructuras rígidas o con limitación de desplazamientos.
4. Frecuencia de optimización
5. Optimización contra la torsión
6. ESO para marcos rígidos.
7. ESO para Optimización de la forma y reducción de la concentración de esfuerzos.
8. Software ESO.

Ambos métodos plantean diferentes modos de optimizar y por supuesto de abordar según los recursos disponibles la optimización de la estructura.

El método ACESPI- MH lo toma a partir del conocimiento geométrico, el cual sintetiza el comportamiento mecánico, la esencia del material integrada a una geometría. Plantea una serie

<sup>5</sup> Ibid, p 3.

<sup>6</sup> Ibid, p 2.

<sup>7</sup> Ibid, p.2

<sup>8</sup> Xie Y. M , Steven G.P , *Evolutionary Structural Optimization*, Springer – Verlag, Londres, 1997, p. 2.

<sup>9</sup> Ibid, p. 10

de interrelaciones físicas de carácter sistémico y dinámico, donde el principal retroalimentador es la experiencia personal e individual del proyectista, y no del proyectista ingenieril sino del proyectista arquitectónico.

Por otro lado, el método ESO parte de la utilización de tecnología informática para implementar una compleja serie de cálculos matemáticos, dichos cálculos se harán manejables al usuario a través de una interfase gráfica. El método ESO se orienta fundamentalmente a dos principios de la estructura:

- El de espiritualización.
- El de vaciamiento de macizos.

Su intención es describir gráficamente las líneas de fuerza mínimas requeridas para la solución del problema. El uso de este método hace deducir, que debe guardar una fuerte relación con un proceso de diseño más amplio. Sugiere en su hacer, un manejo como una herramienta informática precisa, que define gráficamente un comportamiento estructural mas o menos esperado.

Ambos métodos, tratan a su manera, ofrecer una visión mas amplia del fenómeno de optimización estructural. Los dos, de por sí, quedan insertados en un proceso mas amplio de diseño, cada cual de acuerdo a su orientación. Entonces, se puede proponer que la optimización estructural es parte de un proceso, que parte de la interrelación del conocimiento de la competencia misma de la estructura, así como de sus factores de producción. Mediado por un esquema humano y material que le de dirección y sentido a esta interrelación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN