



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**ESPACIO Y COORDINACION**

**TESIS**

Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Arquitectura de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

**POR**

**CARLOS BRICHAUX PONCE**

Al conferírsele el Título de

**ARQUITECTO**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**Noviembre de 1971.**

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA:

DECANO	Arq. Carlos Asencio Wunderlich
VOCAL 1o.	Arq. Lionel Méndez Dávila
VOCAL 2o.	Arq. Carlos J. Deleon P.
VOCAL 3o.	Arq. Victor Cohen
VOCAL 4o.	Bach. Arturo Villagrán
VOCAL 5o.	Bach. Juan Enrique Zea
SECRETARIO	Arq. Augusto Vela Mena

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO:

DECANO	Arq. Carlos Asencio Wunderlich
EXAMINADOR	Arq. Victor Cohen
EXAMINADOR	Arq. Fernando Swank
EXAMINADOR	Ing. Rodolfo Hermosilla
SECRETARIO	Arq. Augusto Vela.

## CONTENIDO

### PARTE PRIMERA

#### EL ESPACIO

##### CAPITULO I

ARQUITECTURA....SINONIMO DEL ESPACIO

##### CAPITULO II

LACONCEPCION CIENTIFICA DEL ESPACIO

El Espacio

Espacio Renacentista

Geometrías no Euclidianas, mas allá del espacio absoluto

Espacio Tiempo

##### CAPITULO III

PERCEPCION Y VALORACION HUMANA  
DEL ESPACIO

Estímulo y Percepción

Espacio Axiológico

La Esfera del Yo—Espacial

Impulsos Hedónicos y otros

Pregnancia, Secuencia y Polaridad

## **CAPITULO IV**

### **LA EXPERIENCIA DEL RECINTO**

Experiencia del Recinto  
El fenómeno de Superficie  
De los Harpedonaptas a Le Corbusier y.... mas allá

## **PARTE SEGUNDA**

### **COORDINACION**

#### **CAPITULO I**

##### **EDIFICACION**

La construcción de la superficie  
La Industria y los Nuevos Ordenes de Demanda  
La Industrialización en la Construcción  
Sistemas

#### **CAPITULO II**

##### **COORDINACION**

Coordinación Modular  
El concepto de Modulo  
La Limitación del Modulo  
La Técnica de la Coordinación  
Combinaciones lineales de medidas Modulares  
Dimensionamiento de Unidades Constructivas  
Conclusiones y Recomendaciones.

PARTE PRIMERA  
EL ESPACIO

*“Espacio que separa las aguas / mi alegre amigo / , / i cómo te aspiro con amor! hème aquí, pues, como la hortiga en flor al dulce sol de las ruinas, y como el güijarro al filo del manantial, y como la serpiente en el calor de la hierva: ¿ y qué, el instante es verdaderamente la eternidad? ¿ La eternidad es verdaderamente el instante? ”.*

*MILOSZ, POETA, novela: “La iniciación amorosa”.*

*“Así, el poeta no ha ido a buscar su instrumento de ensueño.¡ Y sin embargo, con que arte ha sembrado el paisaje! ¡Con que fantasía ha dotado el espacio de multiples curvas! He aquí que el espacio curvo maneja la fantasía. Porque todo universo se encierra en unas curvas / todo universo concentra en un núcleo, en un germen, en un centro dinamizado. Y ese centro es poderoso porque es un centro dinamizado. Y ese centro es poderoso porque es un centro imaginado”.*

*GASTON BACHELARD, “La poética del espacio”.*

*“... la única cosa que puede ayudar al arquitecto, es la más amplia capacidad para IMAGINAR cuales son los valores espaciales resultantes de las complejas condiciones de cada caso particular... la arquitectura tiene el monopolio del espacio. Solamente ella, entre todas las artes, puede dar al espacio su valor pleno. Puede circundarnos con un vacío de tres dimensiones, y el placer que se obtenga de el es un don que solamente puede dar la arquitectura.*

*BRUNO ZEVI, “Saber la Arquitectura”*

CAPITULO I  
ARQUITECTURA . . . SINONIMO DEL ESPACIO

## I ARQUITECTURA..... SINONIMO DEL ESPACIO

El proceso histórico de la arquitectura, nos muestra un paulatino, casi inconsciente desarrollo en la aprehensión del espacio. Esta toma de conciencia o concienciación del fenómeno espacial como parte esencial del acontecer arquitectónico, ha sido un largo proceso; balbuceante si se quiere en sus inicios, unas veces lento otras rápido, pero cada vez más persistente y estructurante <sup>(1)</sup> hasta que con el movimiento moderno hemos llegado a un avanzado grado del mismo, comprendiéndose su esencia, su naturaleza, al punto de que no es dable hablar de arquitectura sin hacer referencia a su íntima característica, el espacio.

1. Estructurante: se entiende aquí por estructurante al fenómeno culturizante del acontecer humano. El estructuralismo como tal es un fenómeno inherente a la cultura, está involucrado en el devenir histórico del hombre y concretamente podría definirse como un fenómeno de ordenación evolutiva.

2. Cualquier historia de la arquitectura, involucraba una "historia del arte" y por supuesto cualquier historia del arte es completada con una aparente Historia de la Arquitectura" como la subdivisión inventariada de estilos gótico, renacentista, etc. Nunca se menciona al hombre de la época, sus inquietudes y niveles económico sociales y parece que estos señores historiadores o críticos piensan que el único humano digno es el rodeado de riqueza y señorío y que la arquitectura era o es digna de mención únicamente cuando trate de edificios para ellos construidos. La antropología y sociología modernas enseñan que nada es más falso, las verdaderas y profundas características de cada época o más bien de la culturas en su proceso, radican en la concepción popular; un hecho que habla por sí solo es el que los más grandes artistas, genios creadores, son de extracción popular pertenecientes casi siempre a las más humildes ascendencias. Cuando hablan, por ejemplo de estilo gótico, lo hacen como si el gótico hubiese de pronto y por arte de magia.

Los textos de la historia de la arquitectura, por lo general, no hacen referencia a la formulación espacial, dentro del devenir de la producción arquitectónica, llegándose a juzgar la arquitectura únicamente por valores pseudoestéticos de escasa profundidad, olvidándose por completo del aspecto social del hombre, eje de cualquier relación arquitectural <sup>(2)</sup>. Y al olvidar tan fundamental aspecto se ha omitido necesariamente el medio donde este "animal racional y racionalizante" se desenvuelve, el espacio. Tan es así, que es muy poco lo que se conoce de las viviendas y demás manifestaciones populares del folklore arquitectónico de los pueblos, conociéndose mucho de los templos donde unos pocos entraban y muy poco de donde otros muchos habitaban. Ello, claro está, no solo es debido a la limitación del estudio que los especialistas han efectuado, sino también a la fragilidad de tales construcciones, lo que ha hecho el que se conserven escasos ejemplos de esas edificaciones para oscuridad de la historia y gloria de lo vanal.

Hasta tan solo unas decenas de años, se comprendió en su real importancia lo que hasta entonces bastante inconscientemente, la arquitectura procuraba y hacia prevalecer, en ignorancia esencial de los mal llamados "estilos" de arquitectura, que deberían llamarse más bien "camisas de fuerza" artificiosas creadas por los no-arquitectos, para los que no saben arquitectura, en procura de lo ambiguo y fácil.

<sup>(3)</sup> Un aspecto aparte y sí de gran interés y valor es el de las "formas" arquitectónicas,

aparecido y en la misma forma concluido, cuando en realidad no podrá jamás saberse ( y además carece de sentido e interés) donde concluye el Románico y empieza el gótico. Por supuesto que tales divisiones estilísticas ayudan al Neófito en su comprensión del devenir de la producción artística pero.. nada más. Estudiar la enseñanza de la arquitectura en tal "terminología" es obsoleto e inconsecuente.

3. El profesor Sigfried Giedron en su libro "Espacio tiempo y arquitectura" es claro al respecto y dice: ... Se enseña siempre el desarrollo artístico bajo la forma de una enciclopedia diluida, de una historia de los estilos, en vez de presentar al estudiante el cuadro de la época mediante un preciso análisis de fenómenos aislados.  
... La historia no es simplemente depositaria de hechos inmutables, sino un proceso, una exposición de actitudes vivas y mudables, y de interpretaciones; como tal vez está íntimamente ligada a nuestra naturaleza. Volver la cabeza hacia el pasado no es justamente inspeccionarlo, encontrar un patrón que sea el mismo para todos; al mirar hacia atrás el objeto se transforma; todo espectador, en cada período diferente; y en cada instancia, transforma el pasado de acuerdo con su propia naturaleza. No tiene el historiador mas puntos de referencia absolutos que los que posee el físico; ambos dan una descripción limitada en relación con una situación particular... De la misma manera que no hay sistemas absolutos en las artes... no se puede tocar la historia sin cambiarla.

generalmente hijas de concepciones estructurales eficientes, creadoras y honestas, en pugna con cualquier estilística forzada y a veces absurda y de mal gusto. Con el movimiento moderno se ha involucrado, el uso racional y definido del espacio, decíamos: hace tan solo unas decenas de años, llegándose con ello a un replanteo total de la teoría arquitectónica y de los patrones que la conforman; se ha abandonado cualquier conformación estilística, resurgiendo el auténtico folklore, fruto de la resolución de necesidades y tipos étnicos—geográficos.

La aprehensión del espacio se ha llevado a cabo por medios muy diversos, en concordancia casi siempre con el nivel cultural al cual pertenece históricamente y de consiguiente con las posibilidades técnicas existentes y los valores económico—sociales prevalecientes. La arquitectura en cada capítulo histórico, es una **síntesis** que evidencia en gran manera, los elementos que conforman determinado proceso histórico, pues trabaja con todos estos elementos y es en definitiva la que proporciona el medio mas importante del desenvolvimiento y acontecer humano, el espacio. Este espacio precisamente es el objeto del presente estudio. Trataremos de entender con absoluta claridad su esencia, cada una de sus características, y partiendo de ello, encontrar la coherencia estructural que permita manejarlo dentro del esquema de una metodología rigorista por su inevitable carácter tecnológico.

¿ Por qué la formulación contemporánea ha llevado a la definición de la arquitectura en función del espacio? ¿ Cómo de esta acepción ha surgido una aparentemente confusa producción arquitectónica? ¿ Es dable persistir en la búsqueda de una metodología iniciada y truncada con el renacimiento? y por fin ¿ No es maduro ya el tiempo para que la adecuada convergencia del sentir y del razonar, permita la complejión de una nueva culturización, en que se hace imprescindible la creación de nuevos ambientes dentro de una formulación adecuada y ordenada, en suma una metodología?

La respuesta a tales cuestiones aparentemente de cierta simpleza, no es en manera alguna fácil. La etapa de la arquitectura que ha durado diez mil años, concluyó; se hace necesario el reordenamiento y planteamiento de una nueva dialéctica de la

aprehensión espacial donde lo improvisado, lo asistemático desaparezcan, cediendo lugar a lo ordenado coherentemente, a lo sistematizado metodológicamente.

El camino a seguir no es hacer una nueva valoración histórica del proceso, basta con las ya efectuadas; ni procurar una nueva interpretación teórica, puesto que sería como cualquieras otras que han surgido, estéril desde antes de nacer. No, definitivamente debemos intentar generalizar; pero no en historicidad, sino en apreciación y valoración; axiomatizar pero sin individualismos caústicos, sino sencillamente ordenando y estructurando lo prevalente. Concluyendo así el divorcio iniciado con Descartes y el Racionalismo, entre ciencia y arte, entre actividad creadora y metodología científica; poner en su lugar el MITO DEL GENIO CREADOR, inconsecuente e irresponsable y utilizar sin límites el instrumental que la ciencia y la tecnología han puesto a nuestro alcance; se tratará en suma de integrar lo esencial, y encontrar lo invariable. (4)

4. Giedeon, obra citada:

"La destructora confusión de los acontecimientos en el mundo en general es tan grande, que una tendencia hacia la universalidad es claramente visible en el campo de la ciencia y el saber. El anhelo por una similitud de métodos en las diferentes ciencias— incluyendo las ciencias sociales en filosofía, en arte, se vislumbra cada día mas... No obstante los años que estamos viviendo parecen realmente ser un período de prueba para la humanidad una prueba para determinar la habilidad del hombre para organizar su propia vida". La preocupación del profesor Giedeon coincide con la de gran cantidad de pensadores intelectuales modernos — la necesidad de encuadrar el acontecer humano dentro de la coherencia metodológica que no solo garantice su sobrevivencia sino además su superación ininterrumpida — algo que esta aún muy distante de lograr.

Haciendo uso del método axiomático de la moderna lógica simbólica, veremos que lo esencial e invariable en la arquitectura es:

### CONFORMAR ESPACIOS HABITABLES

Esencial; que no se puede prescindir de ello; Invariable: que es constante en la estructuración

#### Conformar:

Sea A el conjunto (5) de todos los espacios habitables, los que podrán ser de muy diversas formas, , estar de muy diversas maneras, dimensiones, etc; de tal manera que:

$$A = a, b, c, d, \dots, n \quad n$$

donde ningún miembro del conjunto podrá ser excluyente de otro, dado que en nuestro sistema dimensional (espacio—tiempo) no puede existir superposición

espacio – temporal, así:  $a - b$ . Es evidente además, que el conjunto es “parcialmente cerrado” y en sus subconjuntos tiende al infinito.

Además,  $a, b, c, d, \dots, n$  que son subconjuntos de  $A$  son a su vez conjuntos de uno o varios elementos, <sup>5</sup> así:

5. Los términos Conjunto, Elemento, entidad, forman parte del léxico corriente de la teoría de conjuntos, instrumento de la llamada Lógica simbólica base de la moderna, metodología científico-matemática.  
La definición sinforemática de conjunto es: “significamos por conjunto cualquier tipo de colección de entidades de cualquier clase”  
Se hace indispensable en la posterior teoría de coordinación modular y en la de la sistematización el dominio de la “teoría elemental intuitiva de los conjuntos. Una buena introducción y texto al respecto es el volumen de Patrick Suppes llamado Introduction to Logic.

es decir que entre los subconjuntos de  $A$ , habrán elementos de entre los subconjuntos que podran ser prevalentes y habrá que asociarlos o conjujarlos, es decir CONFORMARLOS.

#### Espacios:

Sea  $B$  el conjunto de todos los conformados habitables, por definición CONFORMAR involucra elementos prevalentes y habitables involucra elementos y el hombre el único elemento humano, solo puede accionar a través del espacio– tiempo, su masa necesita espacio, luego tenemos:

Cada subconjunto de  $B$  será evidentemente una serie de elementos espaciales pues los demás términos no son sino acciones, es evidente el carácter de espacio o espacios de los posibles “conformados... habitables”.

#### Habitables:

Sea  $C$  el conjunto de todos los conformados espaciales está demostrado que conformados involucra elementos prevalentes combinables y que por supuesto los

espaciales involucra espacios o campos de acción. No hay acción si no hay espacio donde realizarla, esto es biológico, físico y psicológico.

Pero se dirá, ¿pueden haber conformados espaciales que no sean habitables? —pueden haberlos; pero el objetivo de nuestros conformados espaciales es el hombre, de consiguiente solo nos interesan del conjunto de todos los conformados espaciales, los conformados habitables. Pero insistimos, —¿y los ductos y otros que involucran espacio? — si han de ser habitables (ductos visitados por hombres) su característica será esa; en caso de no serlo, serán únicamente elementos conformadores del espacio habitable a quien son inherentes.

Esta demostración más tautológica que simforemática ha sido necesaria para no perdernos en la búsqueda de lo esencial y auténtico de la arquitectura, claro está que con ello no se pretende descubrir lo evidente, sino tan solo hacer resaltar eso, lo evidente.<sup>(6)</sup> Pero, se dirá, la conformación no involucra creación o creatividad estética, el reunir o encerrar espacios cualitativamente habitables podrá ser cualquier cosa incluso arquitectura, pero no siempre arquitectura y mucho menos Arte. Esto no gustará a los que aún pregonan haciéndose partícipes del agonizante Romanticismo ecléctico de nuestra cultura, que la arquitectura antes que nada es una arte (estos patrones importados tardíamente por nuestra cultura son absoletos) y que su finalidad esencial, pues sencillamente pasa a un plano secundario, así, sin mas ni mas.

Worringer<sup>(7)</sup> es definitivo al respecto: "El arte estuvo alguna vez dentro del teatro, de la cultura, pero hoy se halla irrevocablemente al margen, y todas las afirmaciones contrarias se apoyan en ficciones inconocientes", esto en la producción artística en general es válido con plenitud, pero lo es aún más en la arquitectura, donde es más palpable la veracidad de tal afirmación, veamos, continuando con Worringer que

6. Han sido numerosos los críticos de la arquitectura, historiadores, filósofos, arquitectos, que han efectuado extensas valoraciones de la implicación espacial de la arquitectura, algunos como Zevi han sido terminantes en la determinación de la caracterología espacial de la arquitectura, otros como Hesselgen han sido menos concluyentes tal vez porque se han enredado en el difícil campo de las percepciones y las teorías psicológicas del asunto; otros como Retner Baham afectados por la actitud irresponsablemente atecnológica de los arquitectos de las Escuelas de Arquitectura en su afán absurdo de la "creatividad por la creatividad misma" han necesitado la de la justificación de valores mecanicistas como esencialidades arquitectónicas (el grupo Archigram como ejemplo) sin

embargo todos ellos coinciden — por fin en algo: La arquitectura y el concepto “espacio habitable” evidentemente son inseparables, estando presente ésta en cualquier producción arquitectónica.

7. Wilhem Worringer, “Problemática del arte contemporáneo”.

esto es concluyente: “...es en la plástica donde mejor reconocemos que la producción artística actual ya no encuentra su lugar adecuado y que sociológicamente ya ha llegado a su fin. Ella es la que mas claramente lleva hoy las comillas; ella la que más notoriamente se convirtió en artículo de museo. Con todo parecería contrario a la lógica interna que ese destino cayera justamente sobre la plástica; podría pensarse que la arquitectura, que para su existencia viviente requiere algo mas elemental, desde el punto de vista funcional habrá caducado antes. Y en realidad fué así. Solo que hoy se nos oculta esta trágica situación por la necesidad permanente de construir. Pero lo que sigue viviendo como función práctica —por muy estética que sea su fisonomía exterior—, no por eso es necesariamente viviente, en el sentido sociológico y cultural mas profundo. Y en tal sentido la arquitectura ya no tiene vida ni actualidad”. Está claro que la estructura monumental de la arquitectura como arte puro esta conmovida hasta sus cimientos, es más, ha sido desmantelada de cuajo y con ello lo que le estaba o está ligado. El arte y sus componentes como la arquitectura son una función sociocultural, no puede haber arte por el arte mismo, pues no tendría sentido ni razón de ser, o como diría Worringer no “viviría”. La realidad y la producción artística estarían aislados — pobre herencia del aburguesamiento racionalista de siglos pasados — sin oportunidad de la integrada y orgánica interrelación de las épocas anteriores.

Mientras todo ello sucede, ¿qué es lo que hacen los arquitectos y lo más grave, las “escuelas de arquitectura”? —pues sencillamente en un gran porcentaje, nada, absolutamente nada. Se contentan todos con repetir la lección sin aprenderla y mucho menos de iniciar o motivar cualquier cambio, tratando todos de contribuir un poco mas al desorden y a todos esos males que surgen inevitablemente cuando el camino está errado. Sin embargo nuestro objetivo no nos lleva a la crítica, mas bien fácil, sino a tratar de proporcionar lo necesario, encontrar lo evidente y sobre todo de ordenar lo desordenado. Que en el transcurso sea necesario el hacer llamados críticos, es inevitable, pero insisto no es ese el afán, pues caeríamos en el objeto mismo de lo criticado, lo que hemos dicho es el problema persistente. En otras palabras nuestro objetivo, es concretar, encontrando de ser posible el camino hacia una metodología arquitectónica.

Se han aclarado algunos conceptos que podrían haber molestado el subsiguiente

desarrollo de este ensayo, que por su naturaleza o mas bien los términos con que se encuentra, ciertamente poseedores de alguna ambigüedad, por lo menos simbólica no así analítica, obligaban y lo seguirán haciendo más adelante, a deternos en su conceptualización formal y esencial. Ha sido evidenciado el carácter espacial inmanente de la arquitectura y por otra parte la crisis conceptual por la que atraviezan las llamadas bellas artes, muy especialmente la arquitectura; donde han encontrado su fin los planteamientos que milenariamente ha efectuado el hombre para resolver a su problemática ambiental. El problema surge ahora tanto cualitativamente como cuantitativamente, ambos extremos son concluyentes de la forma y quehacer constructivo tradicional; si fue en un tiempo aceptable procurar por ejemplo estructuras dimensionalmente y dinámicamente ambivalentes, ahora no es aceptable construir concreto con formas nacidas del construir en madera; si antes la formulación espacial estaba ligada a una pausada secuencia de movimientos, en la actualidad esta pausada secuencia es sencillamente "una velocidad"; si la construcción antes estaba ligada al individuo ahora está y tiene que estarlo a la máquina; y, máquina y eficiencia son hermanos inseparables y no es eficiente en definitiva lo que se ha venido haciendo. Pero lo más grave es la ausencia de una metodología que ordene y haga coherente la realidad ambiental, urbana, donde producción eficiente, economía funcional y simbolismo formal estén conjugados en un abrazo sublime de la finalidad cósmica de la humanidad.

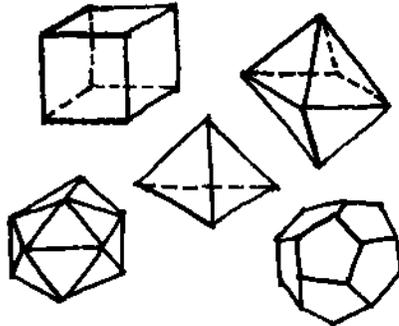
La equivalencia de "Arquitectura" y el término oracional: "Conformar espacios habitables" ha sido plenamente establecida, con ello encontramos el punto de partida que permita con limpieza y claridad el planteamiento de una sistematización de la producción arquitectónica.

CAPITULO II  
LA CONCEPCION CIENTIFICA DEL ESPACIO

## II LA CONCEPCION CIENTIFICA DEL ESPACIO

Decíamos que arquitectura y espacio son inseparables o más bien que la arquitectura es inseparable en su esencia del concepto de "espacio". Pero esta palabra tan usada que es como nuestra segunda naturaleza en esta época, en el fondo describe o nombra algo que no podemos negarlo, es absolutamente abstracto, más bien inmaterial, etéreo como dirían los poetas y sin embargo la ciencia actual, toda ella, lo toma como algo insustituible e intensamente ligado a cuanto fenómeno estudie y algo más, capaz de "actuar" sobre o en estos fenómenos. Decimos que vivimos en la era espacial, en que el hombre ha iniciado la conquista del espacio, espacio sideral claro está, pero no es menos cierto coincidentemente que también asistimos a la conquista del espacio arquitectónico. Ocupa en nuestro lenguaje un lugar predominante la palabra "espacio"<sup>(8)</sup> y todos en definitiva la usan y hablan de ella pero... no podemos definir con todo ello su significado, lo que no implica que en el lenguaje común definamos muchas cosas o cuestiones con ella. Para Kant, por ejemplo es una forma a priori de sensibilidad; para Leibniz no es una substancia, sino el orden de las coexistencias posibles; Locke pensaba que era, una realidad objetiva que nos es revelada empíricamente por la vista y el tacto; una enciclopedia lo define como, extensión ilimitada; en fin podemos decir sin temor a equivocarnos, que cada mente tiene su propia conceptualización del espacio y lo definiría en forma muy particular y diferente una de otra. Sin embargo el espacio es evidentemente uno solo, y para dolor de los filósofos, una realidad aprehensible científicamente con clara certidumbre y eficacia. Todo ello muy interesante se dirá, pero — ¿qué tiene que ver la arquitectura con las concepciones y problemas científicos del espacio? — muy fácil, es la única posibilidad que posee el arquitecto ( y cualquiera) de entender su realidad espacial, donde está parado, por donde camina, donde y cómo está sentado leyendo esto. Más aún, la metodología científica de aprehensión del espacio es el único instrumento RACIONAL de manejar el mismo. El mayor orgullo de la física-matemática moderna. Será posible que el arquitecto en el colmo del endiosamiento estéril, ignore y niegue la utilidad de tal metodología, sin saber siquiera como es, e incluso pretenda producir su propio mundo espacial con invariantes propios y ajenos. La verdad es que nuestra

8. De la palabra ESPACIO, del latin SPATIUM, la enciclopedia Larousse ( para dar un ejemplo) da las siguientes definiciones: Extensión indefinida. Extensión superficial limitada: un pequeño espacio de terreno. Porción de tiempo, trayectoria que describe un punto en movimiento. Parte de la geometría que trata de las figuras que no están contenidas en un mismo plano. etc. etc. Es obvia la inconsistencia de las definiciones de la palabra espacio, mencionadas y que no son mas que unas cuantas de las muchas que hay, todos ellos por herencia directa del inconsecuente divorcio entre ciencia y filosofía.



9. **ALGORITMO:** el concepto de algoritmo es uno de los conceptos fundamentales de la matemática, cuya derivación máxima es la llamada "máquina de TURING" cuyas descendientes directas, las computadoras son un ejemplo de la vital importancia del término. Por algoritmo entendemos una prescripción exacta del orden determinado en que ha de ejecutarse un sistema de operaciones para resolver los problemas de cierto tipo: B. A. Trajtenfrot, sabio soviético de la teoría general de información, de quien es la definición anterior, dice: "Los algoritmos mas simples lo son las reglas de acuerdo con las cuales se ejecutan las cuatro operaciones aritméticas en el sistema decimal ( el propio término algoritmo deriva del nombre ALGORISM, matemático uzbesko de la Edad Media, que enunció en el siglo IX dichas reglas) Así, por ejemplo, la operación suma de dos números de varias cifras se descompone en una cadena de operaciones elementales, y cuando un calculista las ejecuta de una en una solamente contempla las dos cifras correspondientes de los sumandos.
10. **HANKEL,** uno de los más profundos y competentes historiadores de la matemática.
11. **THALES DE MILETO,** nació alrededor del 640 antes de J. C. y murió en el 550, antes de J. C. En Mileto, ciudad del Asia Menor. Fué uno de los llama-

responsabilidad actual no lo permite, ni siquiera permite el discutir o dudar de ello, es imperativo pues entrar en materia del asunto, siendo necesario el recorrer con cierta parsimonia el camino histórico del escudriñamiento matemático y físico del espacio.

## EL ESPACIO EUCLIDIANO

Posiblemente el hombre fue incubando durante miles y miles de años una idea inconsciente del espacio, inclusive aprendió a efectuar elementales cálculos en base a primitivos y rudos algoritmos<sup>(9)</sup>, más sin embargo necesitó mucho tiempo adicional, para iniciar el tratamiento científico de las relaciones espaciales. Hace algo mas de dos mil quinientos años, bajo el ardiente sol de Egipto (que por ese entonces visitaba) un genial griego inició el tratamiento científico de las relaciones espaciales, con palabras de Hankel<sup>(10)</sup>: "El convencimiento intuitivo e inconsciente de que atando por el extremo superior dos palos de la misma longitud y apoyando sus extremos libres en el suelo, ambos palos quedaban igualmente inclinados respecto de la horizontal, ya lo tuvo el primer hombre que utilizó dichos palos para consruirse una tienda o un refugio; el mérito de este filósofo consistió en llevar por primera vez a la conciencia este convencimiento inmediato, en darle a esta intuición una expresión abstracta, haciendo de ello el principio de un tratamiento científico de las relaciones espaciales, analizando las intuiciones mas o menos embrolladas, inconscientes y llevándolas a la forma de conceptos y proposiciones abarcables por el entendimiento". Este filósofo griego que no era otro sino Thales de Mileto<sup>(11)</sup> y que enunciara varios teoremas de la forma siguiente: "en todo triángulo isósceles los dos ángulos de la base son iguales entre sí", es importante no solo por sus teoremas en sí, sino en realidad mas bien porque por primera vez se aprehendió al espacio dentro de una expresión abstracta. Thales dió el gran paso al circunscribir la realidad física, geométrica dentro de un esquema científico, suficiente sólo para que de una manera paulatina, se tenga una cada vez más clara concepción del universo y por ende del espacio.

Continuando a Thales se sucedieron uno tras otro, los más extraordinarios pensadores, que fueron trabajosamente, descorriendo el velo de las entidades geométricas y matemáticas. Platón, Aristóteles, Pitágoras y otros más, contribuyeron

dos Siete Sabios de la Antigüedad.

12. EUCLIDES, alrededor del 325 antes de J. C. matemático y filósofo griego, fué el primer guía de la escuela de Alejandría.
13. Elementos de Geometría, serie de volúmenes clásicos escritos alrededor del 300 antes de J. C. por Euclides, donde agrupó y presentó de manera sistemática todos los principales descubrimientos geométricos de sus predecesores, un libro para dos mil años, dice Karlson de él: "A través de los tiempos antiguos, a través de la época medieval, y en la moderna hasta el siglo XIX, los Elementos sirvieron no solamente como texto de geometría sino también como modelo de lo que debería ser el pensamiento científico". Los postulados son los siguientes:
  1. De un punto a otro puede trazarse solamente una línea recta.
  2. Toda línea recta finita puede extenderse continuamente en línea recta.
  3. Dados un punto y una distancia, puede trazarse solamente un círculo con este punto como centro y esta distancia como radio.
  4. Todos los ángulos rectos son iguales entre sí.
  5. Si una línea recta corta a otras dos líneas rectas de manera que la suma de los ángulos interiores de un lado sea menor que dos ángulos rectos, entonces las otras dos líneas rectas, si se prolongan lo suficiente, se cortarán al mismo lado de la primera línea en que se encuentren aque-

en esta época sin par a tal objeto; pero siempre tratando cada caso en particular, sin relacionarlo o encontrar su correspondencia generalizadora. Cuando se resolvía un teorema, se hacía por una ingeniosa combinación de abstracción y juego, sin llegarse jamás a intentar tan solo el establecer patrones algorítmicos o conceptuales. Al igual que ellos, Arquímedes, Euclides, Eratóstenes, Apolonio de Pérgamo, se aunaron todos en realizar una de las más grandes proezas de la humanidad, la griega; sin embargo, de todos ellos es Euclides<sup>(12)</sup> quien nos interesa particularmente. El autor de los "Elementos"<sup>(13)</sup> realizó un trabajo de tal magnitud para su momento histórico (para cualquier momento por su nivel de abstracción efectiva) que pocas veces ha sido igualado, con él fue SISTEMATIZADO con acucioso y genial fervor el pensamiento científico iniciado con Thales.

¿Cuál es el método, la sistematización, en el trabajo de Euclides? En primer lugar siempre formula sus leyes geométricas en forma universal, sin discutir nunca las propiedades de ninguna línea o figura determinada y realmente existente, refiriéndose siempre solo a las propiedades que toda línea o figura de tal o cual clase posee. Además sus leyes y postulados son siempre expresados de una manera rigurosa, exacta y absoluta, sin aproximaciones, y lo más importante, Euclides no solo formula sino **demuestra** sus leyes, de hecho, todo su libro consiste en pruebas ordenadas en **ORDEN SISTEMÁTICO**. Por otra parte, sus pruebas no son inductivas, jamás pide que midamos los ángulos de un triángulo para saber que miden dos rectos, nunca se ocupa de experimentos o de observaciones reales como ésta; son sus pruebas deductivas<sup>(14)</sup>, donde trata de establecer sus conclusiones con el rigor de la necesidad lógica absoluta.

La concepción griega del espacio fue una estructuración metodológica bidimensional. Por ello su cultura tan integrada, produjo una arquitectura donde el concepto del espacio era exclusivamente ligado al manejo de la forma superficial, y su metodología, concordante con ello buscó proporciones y armonías dentro de la delimitación espacial del plano. El estudio del trazado de las fachadas y plantas de edificios tanto egipcios como griegos ha mostrado con gran certeza el procedimiento lineal y plano del diseño y manejo de la forma arquitectónica, así tenemos que los

los ángulos.

Los axiomas son los siguientes:

1. Las cosas que son iguales a la misma cosa son también iguales entre sí.
2. Si dos cantidades iguales se añaden a cosas iguales, los totales son iguales.
3. Si cantidades iguales se restan de cosas iguales, los restos son iguales.
4. Las cosas que coinciden una con otra son iguales entre sí.
5. El todo es mayor que la parte.

A partir de estos postulados y axiomas, Euclides de una manera paulatina, ordenada y sistemática construyó el esquema geométrico que gobernó las relaciones espaciales durante más o menos dos mil años.

14. DEDUCTIVAS: Euclides establece una RELACION LOGICA SISTEMATICA (y ese es uno de sus mayores méritos) que le permite obtener de premisas evidentes, básicas, una conformación racional del espacio, todo ello en la manera lógica DEDUCTIVA, es decir sin establecer nunca concordancias o parangones físicos a fin de hacer aceptable una afirmación o negación. Debe recordarse que DEDUCCION no es lo mismo que DEMOSTRACION; deducir una conclusión de premisas equivale a dar una demostración de la conclusión solo si las premisas son ya conocidas como ciertas.

15. Los llamados cuerpos platónicos son cinco (ver fig.) y son llamados también poliedros regulares convexos continuos, teniendo como caras polígonos regulares idénticos (para el mismo poliedro), que convergen en vértices idénticos, unidos por aristas de igual longitud. Cada uno de estos poliedros regulares es inscriptible en una esfera, pero su número en lugar de ser infinito, está limitado a cinco:

TETAEDRO

vértice) 6 aristas (3 por vértice) 4 vértices.

templos y pirámides egipcios habían sido trazados haciendo uso del llamado triángulo sagrado egipcio o triángulo perfecto, cuyos lados son proporcionales a los números 3, 4, 5 y cuya figura era empleada por los harpedonaptas egipcios y agrimensores griegos para trazar ángulos rectos y rectángulos con una cuerda, marcada en los 3/12, 4/12 y 5/12 de su longitud. La concepción espacial euclidiana fue entonces una concepción plana del espacio e incluso en el caso de los llamados cuerpos platónicos cuya característica volumétrica era evidente, la fórmula de su conformación fue dada en base a un hilvanar de relaciones superficiales y su contexto volumétrico tenido en general como una expresión de masa, de lleno, de imposibilidad, mas bien que de posibilidad del vacío espacial tridimensional. Los cuerpos platónicos<sup>(15)</sup> a lo mismo que la esfera y otros cuerpos o poliedros no regulares fueron estudiados con bastante detenimiento por Euclides y sus contemporáneos, llegando a determinar las relaciones que permitían su construcción gráfica y su conformación estructural; este tipo de figuras forman parte de una de las ramas más importantes de la configuración estructural constructiva, por su intrínseca estaticidad. Los poliedros convexos además de los llamados cuerpos platónicos comprenden, trece cuerpos igualmente inscriptibles en una esfera, llamados POLIEDROS ARQUIMEDIANOS<sup>(16)</sup>, cada uno de los cuales, tiene por caras polígonos regulares de aristas iguales, pero de dos (o en tres casos, de tres) espacios diferentes, a los que hay que agregar las series infinitas de prismas y antiprismas regulares, para todos los cuales (los poliedros) es aplicable la fórmula de Euler  $S + f = C + 2$ <sup>(17)</sup>; y donde ciertos prismas antiprismos, cuyo polígono de base no entra en los tres casos previstos por el teorema de Gauss<sup>(18)</sup> no pueden construirse euclidianamente.

Los griegos estudiaron (y siempre dentro de la geometría euclidiana) el caso de las figuras por crecimiento, aspecto de vital importancia en la geometría de las estructuras llamadas de desarrollo tridimensional, siendo el caso general el llamado Gnomon<sup>(19)</sup> cuyas generaciones especiales por "capas" nos dan las llamadas Redes Isotrópicas, base de las estructuras espaciales ya mencionadas y parte fundamental del desarrollo de la llamada Teoría de la Partición del Espacio, cuya aplicación metodológica y formal en la arquitectura actual es cada vez más evidente y necesaria. La ciencia topológica, es la que ha sentado las bases del estudio racional de las redes

OCTAEDRO	8 triángulos equilateros ( 4 por vértice) 12 aristas ( 4 por vértice) 6 vértices.
*CUBO	6 cuadrados ( 3 por vértice) —12 aristas ( 3 por vértice) —8 vértices.
ICOSAEDRO	20 triángulos equilateros ( 5 por vértice) 30 aristas ( 5 por vértice) —12 vértices.
DODECAEDRO	12 pentágonos ( 3 por vértice) —30 aristas ( 3 por vértice) —20 vértices.

\*EL CUBO, es el único poliedro regular por medio del cual se puede llenar el espacio sin dejar intersticios, además el hecho de tener la propiedad de tener su arista igual al radio de la esfera circunscrita es lo que confiere al cuboctaedro ese monopolio con respecto las llamadas redes ISOTROPICAS y a las AGRUPACIONES de las ESFERAS TANGENTES, lo mismo que el exágono debe a la propiedad correspondiente ( lado igual al radio de la circunferencia circunscrita) su privilegio análogo en el plano. Los centros de las agrupaciones en serie de

isotrópicas y otras muchas cuestiones relacionadas con el concepto de lugar, espacio y eficiencia, posteriormente se tratará al respecto con más detalle. Es de lamentarse que la preparación académica ignore totalmente la formación conceptual arquitectónica basada en un claro conocimiento de las figuras y relaciones geométricas euclidianas y la moderna metodología topológica, para muchos inclusive el término topológico<sup>(20)</sup> les es desconocido en comprobación contundente de la pobre preparación mencionada.

La geometría de Euclides y la formulación matemática fueron durante dos mil años, entes separados, existiendo sistematización en el aspecto formal, que como veremos es limitativo de la metodología de aprehensión especial, cuya íntima finalidad es concretar la realidad en la fácil formulación algorítmica. Hasta aquí llegaron los griegos y con ellos toda la humanidad, en la búsqueda de los gobernadores y patrones espaciales, posteriormente a ellos se avanzó mucho en infinidad de aspectos pero en lo referente a la metodología del espacio fue necesario, ya lo sabemos esperar dos mil años. Sin embargo considero de gran importancia hacer notar un aspecto que me parece ha sido ignorado lamentablemente y que por encima de las consideraciones particulares o especialidades nos muestra un hecho especial:: el Primer gran estudio sistemático y metodológico de la humanidad fue sobre el Espacio, es el caso de los "Elementos de Euclides", lo que confirma la importancia del proceso de aprehensión espacial en la evolución cultural. Muchas cosas se conocían y habían sido estudiadas en esa época y posteriormente, sin embargo fue en un tema relacionado con la realidad física espacial, donde el hombre evidenció su ingenio y algo muy importante, su necesidad de entender, dominar y manejar el espacio, nada puede evidenciarlo con mayor claridad que los Elementos, en ello radica la profunda y pronunciada influencia de su contexto.

Debe entenderse que la geometría euclidiana no es una abstracta invención, sino una clara y extraordinaria aprehensión espacial, de la realidad espacial que se vivió durante muchísimo tiempo, con posteriores e infinitas aplicaciones físicas a tal punto que hubiese sido imposible llegar a los niveles actuales de cultura sino hubiesen existido Euclides y su obra. Deberá entonces cualquier educación arquitectónica iniciarse con el exacto conocimiento de dicha geometría, y la realización de una metodología del

esferas forman siempre en el espacio redes isotrópicas de simetría cuboctaédrica.

16. POLIEDROS ARQUIMEDIANOS: estudiados por Arquímedes, son trece cuerpos inscriptibles en una esfera, son llamados también poliedros semiregulares arquimedianos, algunos de ellos nombro a continuación:

CUBOCTAEDRO:

teros) — 18 lados — 12 vértices 3 aristas. vértice.

TRIAKONTAGONO:

17. Leonardo Euler, matemático y científico natural mas grande dado por Suiza, nació en 1707 y murió en 1783, discípulo de Juan I Bernoulli, fue el algebrista y especialista más importante en la teoría de número del siglo XVIII. Con él se inició la Geometría de la posición que mas tarde originaría la moderna topología.
18. Carlos Federico Gauss, nació en 1777 y murió en 1855, llamado Príncipe de las matemáticas. A la edad de 19 años propuso uno de los teoremas fundamentales de la teoría de los números llamado TEOREMA DE GAUSS, y que dice lo siguiente: la ecuación  $X^n + 1 = 0$  es resoluble mediante raíces cuadradas, o lo que viene a ser lo mismo, el polígono regular de N vértices, es construible con la regla y el compás cuando "n" sea un número primo de la forma  $N = 2^k \cdot 1$ , con esta fórmula Gauss pudo construir el polígono de 17 lados, el siguiente sería así de 257 lados.
19. Gnomon, es definido acertadamente por Aristóteles como: "Toda figura cuya yuxtaposición a una figura dada produce una figura resultante semejante a la figura inicial ( ver fig. )

espacio de consiguiente, nacen de su más clara comprensión extensiva y limitativa. Por otra parte es notorio el hecho, de que si bien la ciencia ha salido de la rigidez de la metodología griega, la arquitectura aún no ha podido hacerlo completamente. Formalmente lo ha efectuado, teóricamente también, pero metodológicamente no, inclusive innovadores geniales como Le Cobusier, en forma ingenua plantean el proporcionamiento superficial con el uso de elementos totalmente euclidianos y el acompañamiento de estructuras lógico-matemáticas tan elementales, que las hace absurdas en esta época poseedora de instrumentos científicos extraordinarios.

## ESPACIO RENACENTISTA

Durante muchísimo tiempo permanecieron los textos euclidianos ocultos a la generalidad de los mortales, período que la matemática aprovechó en el desarrollo de otras de sus ramas; fue descubierta y completada el álgebra, cuya aplicación inmediata permitía formular algoritmos con eficiencia y sencillez y lo más importante, se podía trabajar con entidades abstractas, simbólicas, ajenas a lo engorroso de lo numérico. En el siglo XV se descubrió la perspectiva a la par que aparecían las primeras traducciones de los escritos de Euclides y Arquímedes hechas por Nicolo Fontana, conocido por Tartaglia<sup>(21)</sup>; es decir que por un lado se encontraba un nuevo instrumento de aprehensión especial, la perspectiva; y por la otra se ponía al alcance de muchos el saber y la metodología de los griegos del siglo de oro pericleano, además según Revi el descubrimiento de los textos de Vitruvio en 1416 por Poggio Bracciolini en el monasterio de San Gallo marca otra fase vital para el Renacimiento, aunque tales textos no son sino una elemental aplicación de la metodología euclidiana del espacio.

Sin embargo se continuó con el esbozo bidimensional, en la metodología espacial dado por los griegos; aunque la apreciación y concepción del espacio, empezó a ser ya de lleno mas tridimensional que bidimensional, en respuesta paralela a la introducción de la técnica de perspectiva, generalmente esta de un solo punto de fuga central, bastante rígido. Tal concepción planimétrica parcial proporcionada por el uso contradictorio de un método de tres dimensiones como lo es la perspectiva<sup>(22)</sup>,

20. **TOPOLOGIA:** ciencia del lugar; del griego TOPOS - lugar, LOGOS - discurso, su iniciador Euler, formuló sus bases, con el nombre de geometría ANALYSIS situs. Es en el presente una de las partes más importantes de la matemática cuya aplicación es fundamental en los modernos cálculos de estructura, eficiencia, etc., de la ingeniería de la edificación.
21. Es de hacer notar que los Elementos de Euclides a lo mismo que otras insustituibles obras de la antigüedad, permanecieron durante gran número de siglos ignorados por la casi totalidad de los mortales, donde solo unos cuantos iniciados y escogidos sabían de su existencia y otros en número mucho menor entendían. Nicolo Fontana es para la matemática como Poggio Bracciolini lo es a la arquitectura, ambos permitieron el que viesen la luz los textos ya citados, precisamente en el momento apropiado eideéticamente.
22. **PERSPECTIVA:** al respecto el historiador del arte H. W. Jansen dice lo siguiente: Brunelleschi inventó también el sistema de perspectiva lineal, y el "Festín Herodes", de Donatello, es probablemente el primer ejemplo que ha sobrevivido de un espacio pictórico construido por este procedimiento. El descubrimiento de Brunelleschi es en sí más científico que artístico, pero inmediatamente adquirió gran importancia para los artistas del Protorenacimiento, puesto que contrariamente a los sistemas de perspectivas del pasado era objetivo, preciso y racional. Si los métodos empíricos permitían conseguir resultados sorprendentes, la perspectiva matemática hizo posible en adelante representar el espacio tridimensional sobre una superficie plana de manera que todas las distancias fuesen mensurables — y esto significaba, a su vez, que invirtiendo la operación, el plano podía deducirse de la imagen perspectiva de

conjuntamente al uso de la metodología euclidiana bidimensional, a partir de ese momento ha permanecido inalterable en la ideación espacial arquitectónica y ni siquiera el movimiento moderno iniciado a finales del siglo pasado ha logrado desligarse de tan rígido influjo; inclusive a pesar del hecho de que la ciencia a diferencia de la arquitectura prosiguió su evolución, buscando constantemente nuevos métodos y nuevas ideas, que ayudada por una, cada vez más, eficiente matemática, terminó por sacudirse la sombra griega de influjo. Unos años más tarde cuando finalizaba el Renacimiento, esta evolución científica dio un fruto inesperado y de vital importancia para el desarrollo posterior de la metodología espacial, hecho que por otra parte iniciaría el divorcio más tristemente necesario de la historia, el del sentir y el del razonar.

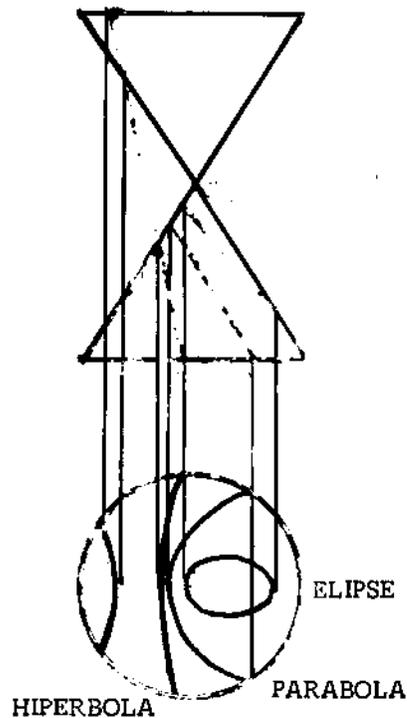
Cuando el caballero Renato Descartes de Perron, formuló el consabido "Pienso, luego existo" y todo el mundo contemporáneo suyo vio su pequeña figura, donde la espada y la pluma eran lo único que traslucían su hidalga procedencia sobre su atuendo sencillo y modesto, jamás se pensó que una tan grande revolución en el pensamiento científico hubiese sido iniciada. Podemos sin embargo afirmar que en la historia de la cultura quedó indeleblemente marcada la frontera entre dos épocas, la anterior a Descartes y la posterior o racionalista. Fue él quien por primera vez se impuso seriamente la empresa de buscar una concepción del Universo estrictamente racional. Claro está que estas transiciones nunca son demasiado netas ni pueden atribuirse por completo a un solo hombre, y el mismo Descartes se encuentra a caballo entre las dos épocas, además de que durante su vida se mantuvo mucho más como espectador que como actor del gran teatro del mundo, y el papel de revolucionario lo alejó de sí todo lo que pudo. Sus normas siempre fueron: "Obedecer las leyes del país y de la religión, ser firme y decidido en sus acciones; no admitir como verdad lo que no fuese clara y evidentemente reconocible; trabajar para sí mismo y no para conquistar honra y fortuna; y sobre todo, mejorar su razón para investigar la verdad de las cosas a lo largo de toda su vida". Su programa pues estaba dispuesto, y era evidentemente más negativo que positivo. En el libro del mundo esperaba encontrar lo que los libros no le habían podido dar: había que encontrar un método adecuado y un punto firme en el mar de la duda. Solamente el METODO era lo que a él le interesaba, no los resultados ni los

un edificio. Por otra parte, las complicaciones científicas de la nueva perspectiva exigían su aplicación exacta y consecuente, exigencia que no siempre los artistas estaban en condiciones de satisfacer, tanto por razones prácticas como estéticas.

objetos. "Pienso luego existo". He aquí el punto fundamental de su filosofía, con el que había de desgonzar al mundo en una sublimación de la duda cognoscitiva, donde nada de lo que los sentidos enseñan, o la experiencia o incluso el pensamiento, es cierto; solo en el hecho irreductible de que yo dudo y de que mientras dudo existo solo en ello es imposible la duda. La aplicación del método analítico al espíritu humano y al pensador mismo, y la seguridad y certeza lograda con ello, fue el fruto de aquella lucha espiritual que en el invierno de 1619 librara victoriosamente Descartes. "El 10 de noviembre de 1619 escribe en su diario— descubrí lleno de entusiasmo los fundamentos de una ciencia digna de admiración. En la atenta meditación de estas cosas he encontrado que todas las ciencias que tratan de investigar el orden y la medida, pertenecen a la Matemática independientemente de que busquen esta medida en los números, figuras, estrellas, sonidos, o cualesquiera otros objetos; que debe haber una ciencia universal que prescindiendo de tales aplicaciones prácticas, sirva de fundamento a todo cuanto se refiera al orden y a la medida y que por esta razón merezca el nombre, honorable por su antigüedad, de Matemática, puesto que las otras ciencias son parte de la misma".

"Discurso del método para bien conducir su razón y buscar la verdad en las ciencias". Así se llamaba con mucho, las más significativas de las obras de Descartes, tanto del hombre como del filósofo; tanto, más aún porque contiene su obra matemática más importante la Geometría. Esta aparición en Leyden en 1637 y desde un principio encontró grandes dificultades para que sus contemporáneos captasen y comprendiesen sus nuevas ideas y profundas conclusiones. Su propósito no fue, desde luego, substituir los Elementos de Euclides por un nuevo sistema de geometría, como tampoco el de tomar ésta demasiado a pecho. La Geometría era simplemente para él un arma espiritual con que desarrollar el "método para hallar la verdad". Veamos ahora en que consistía este método y las consecuentes innovaciones de Descartes.

Todas las grandes ideas son generalmente sencillas y ello es evidente en la Geometría de Descartes, la que hoy conocemos como Geometría Analítica. Reemplazó las figuras geométricas, esto es, los puntos, rectas, triángulos, circunferencias, etc., en suma el universo espacial conocido, por números y ecuaciones o cosas semejantes,



CONICAS

Figura 2.

23. Se ha tomado como ejemplo ilustrativo el caso de las llamadas CURVAS CONICAS, obtenidas de la intersección de un

elementos, simbólicos de ágil manejo, para que los problemas espaciales (geométricos) se pudiesen acometer numéricamente. Su afán racionalista lo llevó a buscar una concepción del Universo absolutamente racional, todos sabemos que felizmente logró, si bien no tan ambiciosa empresa, capturar el espacio, encerrándolo definitivamente dentro de la rigurosa metodología matemática. Introdujo el concepto de COORDENADAS como referencias dimensionales del fenómeno espacial, pero la más importante (y genial) fue la correspondencia unívoca que dio a dichas referencias dimensionales con expresiones simbólicas de la matemática. Formas hasta entonces intuitivas y desligadas unas de otras, todas ellas parte del universo científico, se vieron de pronto en medio de un Universo coherente; fue hasta entonces que las diferentes formas en el espacio antes desligadas unas de otras, donde cada investigador encontraba las características de cada una, sus propiedades comunes, inclusive ciertas normas comunes, pero sin llegar a conceptualizar la infinita e inmanente convergencia del espacio y sus componentes, fueron de pronto interrelacionadas y fue posible su manejo, gracias a la metodología que la geometría analítica proporcionó.

Inicialmente las referencias dimensionales, las coordenadas, fueron dos y por consiguiente solo era posible considerar al espacio bidimensionalmente, y en general era considerado el espacio como una superficie, lo importante por ejemplo: del cubo, eran las caras, las arista, sus vértices; su posibilidad de contenido, es decir su volumen, era una cracterística de la relación entre unas y otras; está claro que el manejo tridimensional del espacio aún no está presente. Pero la perspectiva había surgido ya y propugnaba la necesidad del manejo y realidad tridimensional del espacio, lo que necesariamente fue representado en la geometría analítica, con la inclusión de una tercera referencia dimensional o coordenada. El sistema presente de ecuaciones con dos incógnitas, fue trascendido a otro de tres, donde al espacio superficial con ejes coordenados "x, y" le fue adosado un tercero, el "z". Inmediatamente por ejemplo, las inveteradas curvas como la elipse, la parábola, etc. fueron entonces capítulo de un concepto superior que las incluía como incidentes en el espacio tridimensional de la intersección de un plano con un cono.<sup>(23)</sup> (ver fig. 2) De tal manera que elementos independientes vienen ahora a formar una familia de curvas con una naturaleza común

plano con un cono, porque en la actualidad algunas de las figuras formas superficiales resultantes tienen especial importancia en las construcciones laminares o cáscaras. Las curvas resultantes de esta intersección son: la elipse, la parábola, la hipérbola y la circunferencia y según una ecuación común o canónica de tres variables ( $f(x, y, z) = k$ ), que podrán a su vez engendrar: SUPERFICIES CONICAS, SUPERFICIES DE REVOLUCION, SUPERFICIES REGLADAS Y SUPERFICIES CILINDRICAS. En este caso cuando la estructuración del espacio era bidimensional, su expresión la superficie sustenta fenómenos LINEALES ( las curvas mencionadas). Cuando la estructuración es tridimensional y su expresión es el volumen, este sustenta fenómenos, superficiales.

La ecuación general cuadrática con tres variables para este tipo de curva es la siguiente:

$$Ax^2 - By^2 - Cz^2 - Dxy - Exz - Fyz - Gx - = K$$

ésta es pues, la expresión racional algebraica para los fenómenos de superficie en la geometría de tres dimensiones o volúmenes, en los tratados de matemática superior, se demuestra que mediante la transformación adecuada de coordenadas, la ecuación anterior puede tomar una forma mas abstracta y simple:

- 1)  $Mx^2 - Ny^2 - Pz^2 = R$
- 2)  $Mx^2 - Ny^2 = Sz;$

siendo la ecuación (1) para superficies con un centro de simetría ( el origen) y se llaman CUADRATICAS CON CENTRO, la ecuación (2) define superficies sin centro de simetría o CUADRATICAS SIN CENTRO.

y lo más importante, una expresión comunmente simbólica. Esta metodología está en condiciones de proporcionar a los arquitectos sucesivamente, instrumentos cada vez mas precisos para la aprehensión del espacio arquitectónico dentro de un esquema racional. Que los arquitectos necesitarán de casi trescientos años para poder empezar a hacer uso de ella; es una cuestión larga y compleja, que sale de los límites de este estudio; bástenos saber que fué necesaria una revolución en el acontecer arquitectónico (y sobre todo en los medios y formas de enseñanza), y donde intervinieron factores de cambio del tipo social, conceptual y tecnológico, incubados en forma consciente e inconsciente a lo largo de dicho período.

Es evidente por otra parte, que a partir de la producción llamada barroca, la arquitectura tomó la pendiente en sentido inverso al progreso científico y mientras por una parte la ciencia progresaba en forma extraordinaria la "arquitectura de las academias" se hundía mas y mas en el abismo de lo ecléctico, absoleto y hasta irresponsable. Esto lo han heredado los arquitectos de este siglo (y nosotros con ellos), quienes a pesar de las sacudidas del movimiento moderno<sup>(24)</sup> no comprenden que arquitectura y metodología científica son inseparables, que diseño y estructuración racional no pueden estar divorciados. El lema de dichas academias fue refugiarse en el "arte por el arte mismo", introduciendo a la arquitectura de esa manera en una camisa de fuerza que le impedía resolver su realidad. Es muy notorio que los críticos mas impugnadores del academismo, que aclaman al "modernismo" muy acertadamente como la indefectible e irreversible realidad arquitectónica, ingenuamente circunscriben "arquitectura" dentro del término general de arte. Algunos como el progresor Gillo Dorfles<sup>(25)</sup> entienden con gran claridad el fenómeno tecnológico e incluso llaman a la arquitectura "proto arte", y estiman que la arquitectura encierra o puede involucrar en sí las demás artes visuales como la pintura y la escultura, etc., hasta el diseño industrial; es decir por una parte inconscientemente aceptan la variable NO ARTE o NO SOLO ARTE, de ciertas manifestaciones, consideradas eminentemente artísticas y por la otra, heredando el academismo claman arquitectura un arte.

24. Sigffried Giedeon, en su fundamental libro: "Espacio, tiempo y arquitectura" efectúa un acertado e imprescindible análisis de la conformación de la arquitectura llamada "moderna", como producto de la confluencia de los mas diversos factores conformadores, llamando la atención sobre obras y pasajes arquitectónicos hasta entonces anónimos. Sin embargo hay que entender que este capítulo "arquitectura moderna", tal cual Giedeon lo define ha sido ya trascendido y forma parte de la historiografía de nuestra actual problemática.
25. Guillo Dorfles, crítico agudísimo del arte en general, al respecto ver su obra: "El devenir de las artes".

## GEOMETRIAS NO EUCLIDIANAS MAS ALLA DEL ESPACIO ABSOLUTO

Hemos visto como el espacio ha sido "racionalizado simbólicamente", obteniéndose con ello enormes ventajas en la conceptualización y manejo del mismo, es dable a partir de ella una dialéctica espacial y por ende una estructuración coherente del ámbito formal espacio-arquitectónico. Sin embargo, toda esta conceptualización estaba basada en la estructuración euclidiana del espacio, pero hacia el 1840, apareció una concepción más profunda del espacio geométrico, ya no euclidiana. Fué Carlos Federico Gauss, ese gran matemático alemán quien inició el proceso que llevaría al esclarecimiento por Boyai, Lobachevsky y Riemann, de que la geometría euclidiana no es mas que un caso particular de una geometría mas general, aquel espacio cuyas regiones todas tienen curvatura cero; entendiendo que aquí el término usado de "curvatura", es definido básicamente por referencia a las propiedades matemáticas de las ecuaciones que describen la conducta de la "geodésicas"; que, en el caso del espacio de curvatura cero, el euclidiano, la geodésica será la línea recta.

El quinto postulado de Euclides, fue durante muchísimo tiempo objeto de las mas diversas inquietudes matemáticas; muchos pensadores insatisfechos con él intentaron encontrar modos de eliminarlo: modos de demostrar que no es necesario considerarlo como un postulado o que podía ser substituído por otro mas simple y evidente por sí mismo; sin embargo, todos estos intentos llegaron siempre a la conclusión que si bien podía ser modificado o substituído por otro, este nuevo postulado era igual de complicado que el objetado. No obstante tal búsqueda tuvo un resultado así como inesperado, de importante, al darse cuenta los matemáticos que el quinto postulado de Euclides realmente es independiente de los demás, lo cual significa que puede haber sistemas geométricos lógicamente consistentes, en que en lugar del quinto postulado se tenga algún otro contrario.

Los principios de esta nueva geometría eran extraños y diferentes de los de la euclidiana. En esta nueva geometría, desde un punto exterior a una recta siempre se podía

trazar mas de una línea paralela a dicha recta; también, la suma de los ángulos de un triángulo es siempre menor que dos ángulos rectos, y la cantidad en que es menor es proporcional al área del triángulo; la razón de la circunferencia de un círculo a su diámetro, es siempre mayor que  $\pi$ , y la razón es tanto mayor cuanto mayor es el área del círculo. Pero por extraños que pareciesen tales principios, no se encontró que se contradijesen unos a otros. Podríamos describir la geometría euclidiana como considerando un espacio cuyas regiones todas tienen curvatura cero. En la geometría de Lobachevsky se considera un espacio cuyas regiones todas son semejantes en tener cierta curvatura constante negativa, donde los principios antes mencionados, tienen natural vigencia y validez; el desarrollo de esta geometría fué del tipo postucional.

Más avanzado el siglo XIX, el matemático alemán Riemann a los mismo que Helmholtz, desarrollaron otro tipo de geometría que correspondía efectivamente a la hipótesis de Sacchieri <sup>(26)</sup>, donde se niegan tanto el quinto postulado de Euclides como, que una línea recta puede prolongarse cuanto se quiera. En esta geometría hay una longitud máxima hasta la que puede prolongarse. "De hecho, Riemann —dice Barker <sup>(27)</sup>— no desarrolló su concepción mediante un enfoque de tipo postucional, sino generalizando y extendiendo la noción de "curvatura" que Gauss había desarrollado". Efectivamente, Gauss al estudiar las superficies y ecuaciones que las describen, introdujo el concepto de geodésica, (entendiendo por geodésica, como la línea que extendiéndose dentro de una superficie es la distancia más corta entre dos puntos de la misma), demostrando que la característica íntima de ésta, depende de una propiedad de la superficie que llamó "curvatura" Como se dijera, en una superficie plana, obviamente todas las geodésicas son líneas rectas, y se dice que la superficie tiene CURVATURA CERO; en una superficie esférica, también, todas las geodésicas son semejantes, todas son arcos de grandes círculos, se dice entonces que la superficie tiene CURVATURA POSITIVA UNIFORME; siendo la cantidad de curvatura inversamente proporcional al tamaño de la esfera; en la superficie del tipo por ejemplo de un huevo, las geodésicas no son semejantes, sino que se diferenciarían para pares de puntos situados en regiones diferentes de la superficie y se diferenciarían también según la orientación de los puntos, aún dentro de la misma región; una superficie en

26. Hieronymus Sachieri, matemático italiano, su libro: "Euclides, limpio de toda mancha", aparecido en 1733, trata en forma ingeniosa el 5o. postulado de Euclides — al tratar de demostrar que los ángulos de un cuadrilátero semejante son agudos es un absurdo; Sachieri dedujo una variedad de consecuencias paralelas, si bien extrañamente disímiles, a los teoremas de la geometría euclidiana, sin comprender la importancia de lo que había hecho, Sachieri, había demostrado en realidad buen número de teoremas fundamentales de la nueva geometría, no euclidiana.

27. STEPHEN F. BARKER, su obra "filosofía de las Matemáticas".

forma de huevo se dice entonces que tiene CURVATURA POSITIVA VARIABLE.

28. El Paraboloides Hiperbólico, forma una de las entidades geométricas de mas uso en la construcción laminar de cubiertas, cuya óptima utilización la han venido realizando especialmente el arquitecto e ingeniero, mexicano español Félix Candela; sin embargo el mérito de haber reconocido la gran importancia constructiva del paraboloides hiperbólico, corresponde a los ingenieros Aimond y Lafaille.

Una acertada definición del "paraboloides hiperbólico" es debida al profesor y arquitecto Jürgen Joedicke en su libro "Shalenbau": "Entre las superficies de doble curvatura, el paraboloides hiperbólico, presenta una importancia particular para la construcción. Nos ofrece toda las ventajas constructivas de las superficies de doble curvatura sin tener los inconvenientes derivados de los elevados cortes de encofrado. El paraboloides significa un encofrado sencillo ya que sus generatrices son líneas rectas. Otra ventaja del paraboloides hiperbólico reside en el cálculo relativamente sencillo de las fuerzas en presencia. Y, desde luego, es sumamente favorable al trabajo del arquitecto al poder representar facilmente su forma por medio de una superficie reglada, lo cual permite verlo comodamente en el espacio". Geométricamente, el paraboloides hiperbólico puede considerarse, en cualquier caso, no solo como una superficie reglada, sino también como una superficie de traslación. La interpretación como superficie de traslación es importante para la comprensión de las relaciones constructivas. Una superficie de traslación se obtiene al DESPLAZAR paralelamente a sí misma una generatriz a lo largo de

De una superficie en forma de silla de montar se dice que tiene CURVATURA NEGATIVA y es manejada su formulación por las llamadas funciones hiperbólicas; éstas superficies son llamadas PARABOLOIDES HIPERBOLICOS <sup>(28)</sup> y su referencia a la ecuación general cuadrática ( ver fig. 3) estriva, en que un paraboloides hiperbólico se extiende a lo largo del eje coordenado correspondiente a la variable de primer grado en la forma canónica de su ecuación; es evidente que el paraboloides hiperbólico nunca puede ser una "superficie de revolución"; y, decimos que es UNA SUPERFICIE REGLADA ENGENDRADA POR CUALQUIERA DE LOS HACES ALABEADOS ( puede demostrarse que por cada punto del paraboloides hiperbólico pasa una y solamente una generatriz de cada haz), entendiéndose por haces alabeados, a las familias de rectas generatrices; es esta característica estructural del paraboloides hiperbólico la que ha permitido su impulso en la construcción, dado que puede componerse con elementos lamires rectos ( ver fig. 4)

Es evidente la importancia que la aportación conceptual y formal de las geometrías " no euclidianas" (término creado por Gauss para definir las) tiene a la comprensión de la problemática espacial, pero aún hay una aportación que conlleva implícita, una más profunda influencia en la búsqueda de nuestra metodología. Y es que al comprobarse las lagunas lógicas en la demostracion de Euclides fué necesaria una metodología del análisis, más rigurosa, mas abstracta; pues si bien la geometría euclidiana, que había perdurado dos mil años gracias a que sus diagramas llenaban cómodamente las lagunas del razonamiento; en las geometrías no euclidianas, dado que no pueden ser representadas gráficamente mas que reduciéndolas a patrones euclidianos, no podían haber diagramas que llenasen las lagunas del razonamiento. Por estas razones a fines del siglo XIX, se desarrolló gradualmente un concepto mas riguroso de como debe organizarse un sistema deductivo de manera que evite la clase de lagunas lógicas que afectan a la exposición euclidiana, es decir "presentar demostraciones que sean válidas a causa de su forma lógica"; donde, por una parte no se preste atención al nivel cualitativo de los axiomas y teoremas analizados, sino solo a sus interrelaciones deductivas; y por otra parte, no interesen los significados de los

una directriz. En el caso del paraboloides hiperbólico, la directriz y la generatriz son dos parábolas. Es una superficie de doble curvatura cuya fórmula de su superficie de segundo grado es así:

$$z - x^2 - y^2 \quad z - x^2 - y^2$$

29. Gottlob Frege, "The Foundations of Arithmetic".

30. Whitehead y Russell, "Principia Matemática".  
Bertrand Russell, "Introducción a la filosofía matemática".

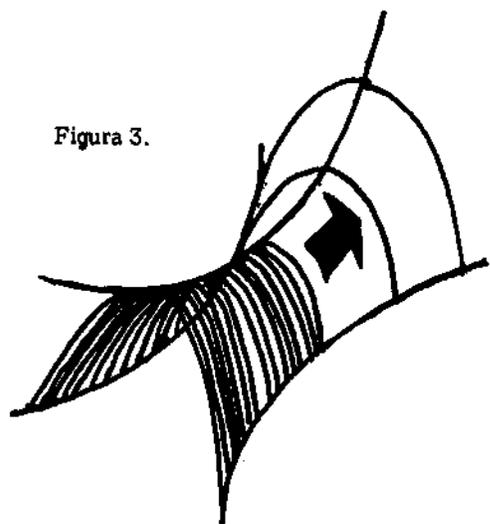


Figura 3.

31. En los últimos tiempos se ha generalizado distinguir entre lo que se llama "Geometría pura" y lo que se llama "Geometría Aplicada". La geometría pura es la geometría estudiada desde el

términos geométricos, por no tener nada que ver con la validez lógica formal de las demostraciones de los teoremas. Nos referimos a la llamada LOGICA SIMBOLICA que basándose en la teoría de los números de Cantor y Zermelo, fué inicialmente formulada por Grege <sup>(29)</sup> Whitehead y Rusell. <sup>(30)</sup> Presentaron una forma de lógica que hizo de la aristotélica algo absoluto parcialmente, de ellos dice Barker: "Frege sostenía solamente que las leyes de los números podrían reducirse a la lógica de esta manera. Whitehead y Russel tienen una tesis mas ambiciosa, pues sostiene que todas las matemáticas pueden reducirse a la lógica. La geometría tendría que ser manejada mediante la geometría analítica, identificando los puntos del espacio con tríadas de números reales. Las formas abstractas del algebra ( que no emplea números), podrían considerarse como derivadas de la lógica de relaciones que Whitehead y Russell lograron desarrollar."

"No es accidente que la tesis logística fuese desarrollada por abogados del realismo como filosofía del número, pues estos dos puntos van naturalmente unidos. En realidad, cualquiera que no abrace el realismo puede concebiblemente aceptar la tesis logística o viceversa. Fue el realismo sin embargo, el que proporcionó el impulso intelectual motivador que hay tras la obra de Frege y Russel, y si estos hubiesen sido devotos del nominalismo, del conceptualismo Kantiano o de alguna filosofía no literal del número, es menos probable que hubiesen desarrollado la tesis logística". Se consideraron a sí mismos como exploradores de niveles hasta entonces desconocidos de la realidad abstracta, que había de ser dominada y comprendida a través de una mas completa y exacta metodología del proceso lógico. Tanto los procedimientos actuales de la lógica simbólica, referidos a las formas deductivas, como las teorías de conjuntos, series, tipos, y sistemas, de la misma, son imprescindibles de la teoría de la COORDINACION, que trataremos mas adelante.

Es tan fundamentalmente diferente el pensamiento matemático de las geometrías no interpretadas e interpretadas <sup>(31)</sup>, sus procesos deductivos, que aún hoy no hacemos sino vislumbrar los alcances que para la posibilidad ideética humana tengan tan extraordinarias concepciones. Se hace evidente que ya NO PODEMOS RAZONAR COMO ANTES, que toda la formulación cultural existente debe ser reedificada con tal

punto de vista abstracto que acabamos de estudiar, y geometría aplicada es la geometría estudiada desde un punto de vista que atribuye significados específicos a los términos; sin embargo tal forma de hablar es un tanto desafortunada, puesto que, según ella, la obra de Euclides debería llamarse geometría aplicada mas que geometría pura, dando a entender que Euclides no está realmente haciendo matemáticas sino algo quizá más parecido a la ingeniería, lo cual está equivocado. De consiguiente es mejor — y así opinan los teóricos actuales— decir sistema no interpretado en contraste con un sistema interpretado de geometría, en cuyo caso los Elementos de Euclides son un sistema interpretado.

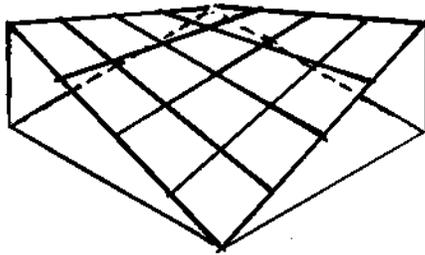


Figura 4.

metodología más rigurosa, exacta y absoluta, y naturalmente la metodología de la aprehensión espacial arquitectónica. Tal cosa, en la arquitectura lamentablemente aún no ha sido intentada seriamente, los centros de enseñanza de tal disciplina, por una parte se encuentran incapaces de emprender empresas de tal envergadura e individualmente, sus miembros no pueden romper el rígido y acostumbrado esquema deductivo aristotélico.

En resumen, es posible ahora trabajar con el espacio (  $n$  dimensional) a través de entidades simbólicas, totalmente abstractas y por ende extremadamente precisas y objetivas, para obtener resultados de aplicación física y uso práctico. Nos es dable por otra parte manejar sistemas de mas de tres dimensiones con iguales facilidades ( o casi) que los tradicionales bidimensionales y tridimensionales, aunque no puedan ser representados objetivamente e incluso imaginados formalmente. Por otra parte tenemos métodos de deducción y racionalización lógica de inusitada claridad y eficiencia, a través de los cuales podemos concluir con metodologías arquitectónicas de aprehensión espacial y su consecuente estructuración. Los esfuerzos de Gauss y Riemann, de Frege y Rusell, como el de otros tantos teóricos y creadores, es cada vez más evidente, aprovechado en feliz confirmación de la validez de sus ideas e inquietudes y sobre todo de la consistencia de sus métodos. Mas adelante volveremos nuevamente a tratar al respecto en forma mas objetiva; y, concluyentemente reafirmaremos muchos de los valores aquí sustentados.

## ESPACIO TIEMPO

El término "espacio" hasta ahora utilizado tiene características que le son constantes a lo largo de su devenir histórico, ya sea que hablemos de espacios euclidianos o no euclidianos, de geometrías de curvatura negativa o de curvatura igual a cero. Todos estos términos nos definen un espacio, que si bien es fundamental en la conformación de las estructuras espacio—arquitectónicas, no representa con claridad absoluta el espacio dentro del cual el hombre se realiza, es decir el arquitectónico. Las

realidades y entes geométricos son entidades concretadas en su totalidad, absolutas, sin recorrido o movimiento ( el término recorrido se regirá exactamente, a la ausencia de la variable temporal, en las ecuaciones de la relación matemático-geométrica y que rigen la metodología de los sistemas geométricos interpretados). Es notorio el escollo con que se tropezaba a finales del siglo pasado, para la armonización de lo absoluto con lo relativo, lo formalmente constante y lo variable.

Cuando en 1905, Albert Einstein publicó su ELKTRODINAMYC, contaba tan solo 25 años, pero las ideas encerradas en su "Teoría Restringida de la Relatividad", provocaron de súbito el cambio total del punto de vista que de la realidad se tenía; la ciencia, las artes, la filosofía y por supuesto la arquitectura, todas a una, fueron brutalmente modificadas en su actitud y en su planteamiento. Nautralmente que las ramas de la cultura que tratasen con la problemática espacial, en cualesquiera de sus aspectos, fueron las que en mayor manera hubieron de cambiar sus patrones de conceputación lógico formal.

Anteriormente hemos visto que la concepción griega de la realidad fué reelaborada, perfeccionada, si se quiere sublimada, en los años, siglos posteriores a la edad de oro helenística. Toda la concepción cultural basada en una realidad absoluta, conformada y percivable en su totalidad como un todo invariable, fué el sello constante de esta cultura y de cada uno de sus aspectos conformadores. Cuantos miles de años tuvieron que transcurrir para que irrumpiera con solidez una concepción tan ordenada del espacio como la griega es algo que jamás se podrá precisar con certeza, sin embargo sabemos que se necesitaron despues, de dos mil años para que tal concepción se viera radicalmente y substancialmente modificada. Se vió que primero se pasó de un esquema bidimensional a otro tridimensional, pero siempre las relaciones fueron Euclidianas; luego el siglo anterior trajo consigo el planteamiento de sistemas tridimensionales no euclidianos ; y, posteriormente, el planteamiento de sistemas pluridimensionales; pero aún estos sistemas, aunque ya no euclidianos en su estructura, continuaban siendo herederos del absolutismo conceptual griego de la realidad. Sin embargo, el aparecimiento de geometrías no euclidianas e incluso de geometrías pluridimensionales, fué la puerta que se necesitaba para entrar en la acertada

conceptuación no absoluta de la realidad; donde lo estático no tiene cabida, donde lo relativo y lo dinámico representan la verdadera realidad por tanto tiempo ignorada.

La teoría científico-matemática del profesor Albert Einstein es de gran complejidad y profundidad, habiendo numerosos tratados, ensayos y estudios que tratan mas o menos, de hacerla plausible al juicio de los no iniciados, e incluso existen muchos aparentemente inocentes y bien intencionados autores que discuten los méritos del profesor Einstein, ambas cuestiones como algunas otras no ofrecen ningún interés al fin perseguido en este estudio; lo que si nos es de vital importancia es entender con absoluta claridad, la concepción espacial einsteiniana; ver en que manera afecta o afectó nuestra concepción espacial arquitectónica y establecer si su nueva metodología, es de alguna utilidad en nuestra búsqueda de una metodología del diseño espacial.

Hasta la Teoría de la Relatividad, el espacio y el tiempo eran entidades absolutas y separadas; poseían cada una cualidades claramente definidas, y consiguientemente se estimaba que no existía ninguna interrelación ni ningún tipo de influencia entre ambas. La física había desarrollado su interpretación simbólica de la realidad en base a esta idea y la matemática por otra parte, había constantemente ofrecido interpretaciones geométricas del espacio de carácter esencialmente espacial no temporal. Decíamos que se necesitaron dos mil años para que se transformase o modificase la realidad helenística de tipo absoluto; ello nos indica que fueron necesarias las innovaciones, descubrimientos y geniales invenciones de cientos de grandes hombres, cerebros aunados en un lapsus de dos mil años; y, que finalmente integradas procuraran el eruptivo aparecimiento de las geniales aportaciones einsteinianas. Pero esta lenta y profunda evolución conceptual, únicamente tenía lugar en el pequeño grupo de científicos y ligados a tal proceso; la gran mayoría integrante del complejo cultural y no digamos el gran público, fué ajena a tal cambio y ello se manifestó consecuentemente en la producción cultural en general y naturalmente en la arquitectura.

¿Cuál fué la modificación esencial de la teoría Relativista en la realidad física

hasta entonces aceptada?

Al perder el espacio euclidiano y el tiempo, su calidad absoluta se introdujo el concepto de la RELATIVIDAD de la valoración y cuantificación de los fenómenos físicos, es decir que tanto el espacio como el tiempo son relativos siempre a un punto o esquemas de referencia desde el cual es posible medirlos. Esto trajo consigo la interacción mutua del espacio y el tiempo, uno hacia el otro y viceversa; creándose una nueva entidad hasta entonces inexistente, el ESPACIO TIEMPO; cuyos componentes son el espacio relativo y el tiempo relativo, condicionándose mutuamente, estableciéndose nuevos absolutos como el concepto de SIMULTANEIDAD entre acontecimientos alejados y el de INTERVALO, así como el de equivalencia entre los conceptos de MASA Y ENERGIA.

La Relatividad en la apreciación de un fenómeno nos lleva evidentemente a una AMBIGUEDAD DE LA SIMULTANEIDAD con lo cual llegamos a que hay una AMBIGUEDAD PARALELA EN LA CONCEPCION DE DISTANCIA como expresa Russel <sup>(32)</sup> "Hay una especie de subjetividad sobre las mediciones separadas de tiempo y espacio, no una subjetividad psicológico sino física dado que afecta a los instrumentos y no solo a los observadores mentales". "Un concepto nuevo pugna aún por salir, el de INTERVALO; anteriormente existían dos relaciones entre dos ACAECIMIENTOS <sup>(33)</sup> distancia en el espacio y lapso en el tiempo; ahora existe solamente una llamada intervalo, y esta única relación de intervalo es lo que nos permite substituir el espacio y el tiempo por el único concepto de ESPACIO-TIEMPO. Sin embargo aún sí existen dos especies de intervalos ( aunque ya espacio y tiempo no puedan ser separados), uno espaciforme y otro tempiformes; y siguiendo a Russell: "dado que nada viaja mas de prisa que la luz, podemos decir que el intervalo es TEMPIFORME cuando un acaecimiento puede tener efecto sobre otro algo en la misma región espacio-temporal que el otro; cuando esto no es posible el intervalo es ESPACIFORME", y continúa Russell: "la materia y el movimiento cesan de ser partes del aparato fundamental de la física. Lo que es fundamental es la variedad cutridimensional de acaecimientos, con varios géneros de relaciones causales... la masa es solo una forma de energía y es la energía no la materia lo que es fundamental en la

32. Bertrand Russell, "The Human Knowledge, Its Scape and Limits". Dentro de los límites a que lo obliga el lenguaje común Sir Bertrand Russel hace una de las exposiciones mas claras y objetivas de la nueva realidad einsteniana.
33. ACAECIMIENTO, es definido por Russell como algo que precede o sigue a algo. Un acaecimiento se dice que existe en un instante si es un miembro de ese instante.

física”.

34. SIGFRIED GIEDEON, “Espacio, tiempo y arquitectura”.

Toda esta concepción dinámica de la realidad es completamente diferente a sus predecesoras y aun no ha sido concluida y naturalmente en el concenso común y corriente en que vivimos no ha sido concluída incluso conocida ( muchos hablan de relatividad, de espacio-tiempo pero en realidad son pocos los que vislumbran con claridad esta nueva concepción) y mucho menos, aplicable su metodología a la estructuración, en lo que nos compete, el espacio arquitectónico. Cuando por ejemplo, Giedeon <sup>(34)</sup> afirma que la revolución causada por las teorías relativista fue motor de la nueva proposición cubista del espacio, está en lo cierto, porque es innegable que cambios tan profundos en la concepción y visión de la realidad física, involucran la consecuente liberación e innovación de los patrones formales de una cultura: sin embargo, como me a mí entiendo un gran error al relacionar entidades físicas relativistas, totalmente abstractas, aún no claramente estructuradas en una metodología, e incluso incomprensibles en su profunda esencia, con producciones objetivas, como por ejemplo: “... su representación de los objetos ( por el cubismo) desde varios puntos de vista introduce un principio que se haya estrechamente ligado con la vida moderna, la simultaneidad... estos ángulos y estas líneas ( cubistas), se desarrollaron, se extendieron y de súbito brotó de ellas uno de los elementos fundamentales de la representación del espacio-tiempo, el plano”, es evidente que en esta oportunidad el profesor Giedeon como tantos otros, ha confundido lamentablemente la dinámica relativista; pues como hemos visto con anterioridad, tanto el concepto relativista de simultaneidad como el de espacio-tiempo son entidades absolutamente diferentes de los que cree y dice son, ante su comparación el profesor Giedeon.

Donde radica fundamentalmente la importancia de la concepción einsteniana del espacio, con relación al suyo arquitectural, es en la apreciación relativista de distancia y su constante interacción temporal. El espacio-tiempo físico como el arquitectónico manejan entidades similares: espacio y tiempo, interceccionándolas en su esencia invariablemente, porque ambas son esencialmente dinámicas. (como sabe

mos ahora lo es toda la realidad). En esta similitud de entidades es donde radica la enorme concordancia entre la aprehensión del espacio relativista y la arquitectónica. Sin embargo aún no existe una metodología simbolista accesible para estructurar la nueva concepción espacio-temporal en la arquitectura, porque incluso aún no lo existe en la física matemática; esta es precisamente la parte aún no racionalizable del acontecer arquitectónico, y cualquier acción al respecto será en su fundamento totalmente falsa, dado que no nace de una metodología rigurosa.

¿ Pero entonces que es de la producción arquitectónica actual?

¿ El edificio sobre pilotes de Le Corbusier no es una forma del nuevo proceder arquitectónico dentro del esquema espacio-temporal?

La producción arquitectónica actual participa del nuevo horizonte de la física y matemática einsteniana; el hecho de que Le Corbusier levantara el edificio sobre pilotes obligando a la inter-acción temporal; o, que en otra parte igualara las fachadas rompiendo el frontalismo renacentista; es también una afirmación de la concienciada vez más impregnada de las ideas relativistas, pero entiéndase bien: son manifestaciones INTUITIVAS, donde no es aplicable ni lo fué ninguna metodología, genial la anticipación, eso sí pero nada más. <sup>(35)</sup> Vemos pues que es necesario profundizar con instrumentos propios el proceder arquitectónico para establecer metodología de aprehensión de la nueva dinámica conceptual de la realidad espacio temporal. Habrán analogías entre el proceder científico-matemático y el arquitectónico como veremos mas adelante, pero las valoraciones, normas y relaciones serán diferentes.

35. El historiador y crítico que mas se ha percatado, de ello es el profesor Giedeon, incluso con claridad genial, también ha vislumbrado parte de la problemática de la arquitectura en la nueva edad de la física, no la absolutista Newtoniana, sino la dinamicamente variable y relativa de Einstein. Pero lo escrito por Giedeon hay que entenderlo bien, es un capítulo que la realidad posterior ha confirmado, pero al mismo tiempo ha superado. Fuera de él, ningún otro autor se ha percatado de ello, esto es lamentable y dice poco de la veracidad de sus escritos. Esto claro está no quiere decir que esten equivocados, sino que sus alcances son reducidos en relación al conjunto del acontecer arquitectónico.

Se ha demostrado como es necesaria una clara delimitación a la par de un exhaustivo conocimiento de la formulación espacial tanto en la ciencia física como en la arquitectura. Conocemos ya la metodología científica de aprehensión espacial, se ha tratado ya la concepción del espacio hasta la actualidad de la ciencia física. Todo ello parecería suficiente, para entrar a discutir concretamente sobre la formulación de una metodología de aprehensión del espacio arquitectónico, pero... coincidentemente con Giedeon y con nuestra inicial premisa "conformar espacios habitables," es necesario además del entendimiento físico, racional, del espacio; el entendimiento de su

estructuración en función HUMANA; es necesario analizar el espacio desde el punto de vista del sentir; para concluir con la necesidad giedeonana, de la inveterada e inevitable confluencia de los métodos del pensar y sentir.

**CAPITULO III**  
**PERCEPCION Y VALORACION HUMANA DEL ESPACIO**

### III PERCEPCION Y VALORACION HUMANA DEL ESPACIO

Las leyes causales aún no han podido ser integradas con los procesos cognoscitivos, donde el percibir como lo conocemos introspectivamente, parece ser algo completamente diferente de los acaecimientos que la física considera y por ello si ha de haber inferencia de percepciones a fenómenos físicos o viceversa, es necesario leyes que por el momento no sean del orden físico, quedando a salvo el hecho de una posible interpretación de la física donde se incluyan las leyes que llamaremos perceptivas. Su análisis del concepto formal y estructural del espacio-tiempo lo concluye Russell <sup>(36)</sup> afirmando que: "la teoría de la Relatividad no afecta al espacio y al tiempo de la percepción. Mi espacio y tiempo según son conocidos en la percepción, estan relacionados con los que, en la física, son apropiados con ejes que se mueven con mi cuerpo. En relación son ejes ligados a un trozo de materia, la vieja separación de espacio y tiempo, se mantiene todavía", y cualquier estudio psicológico del espacio y tiempo estaría por el momento fuera de la fenomenología einsteniana.

36. Bertrand Russell, "The Human Knowledge, its Scape and Limite".

Cuando se dice que "el hombre es la medida de todas las cosas", se dice verdad, pero habría que agregar de las cosas por él percibidas. El léxico popular está lleno de evidencias de la caracterología esencial individual de la percepción; cuando decimos, "todo es según el cristal con que se mira" estamos afirmando tal cualificación circunscrita a la esfera personal de percepción y valoración. Cuando el espacio es percibido y valorado por el hombre, tal conceptuación está íntimamente ligada a su naturaleza y a todos los elementos que la conforman sean estos del tipo que sean, siendo evidente por ella nuestra imposibilidad actual de formular un proceso tan complicado, de valores tan subjetivos, dentro de esquemas racionalizados. Es precisamente en este punto donde radica el escollo fundamental para la integración de concepciones del pensar y del sentir. La investigación psicológica del proceso

perceptivo y valorativo ha efectuado interesantes y extraordinarios hallazgos en relación con la problemática de la percepción; hechos que por lo demás no pueden ser desconocidos al intento de una metodología de aprehensión espacial en la arquitectura.

## ESTIMULO Y PERCEPCION

La psicología moderna, cuyo origen podemos iniciarlo con los trabajos del profesor alemán Wilhelm Wundt, quién en 1879 instituyó el primer laboratorio experimental de psicología en Leipsig; a pesar de trabajar eminentemente con elementos subjetivos, trató desde sus inicios de sacudirse del posible irracionalismo que pudiera acompañar a sus formas conceptuales, buscando una sistematización que le permitiese reclamar un lugar en el cuadro de las ciencias. Durante casi un siglo ha venido haciendo esto la psicología, al margen por otra parte de las diferentes escuelas, que una tras otra han tratado de encontrar una razonable y coherente explicación a la conducta y sensibilidad humanas. A partir de la primera guerra mundial surgieron reclamando cada una su lugar como la óptima explicación del mundo psicológico, una serie de escuelas tales como: la escuela de la forma o Gestalt<sup>(37)</sup> la escuela Eideetica, propugnada por Jaensch, la Behaviorista americana, con Hunter y otros hasta a Menninger, la escuela de los Reflejos, cuyo máximo exponente fue Pavlov y su mayor divulgador Bechterew; la Tipológica; la Caracterológica, y finalmente la que ha obtenido un mayor éxito en la explicación del acontecer psicológico, el PSICOANALISIS iniciado por Freud, con sus dos variantes: una, la escuela del psicoanálisis de C. J. Jung cuya tipología formula que no existe una sola vida consciente en el hombre, creador del concepto de ARQUETIPO sobre los que trataremos mas adelante; y la otra propugnada inicialmente por ADLER, que a diferencia de la de Freud considera la constitución psíquica como un producto de la reacción individual en el ambiente y no, un producto hereditario.

37. La doctrina de la forma conocida también como Gestalt, de quien Max Wertheimer que con Ehrengels pueden considerarse como sus fundadores, establece en esencia, que de excitaciones por separado, descontinuas, obtenemos una percepción única y continúa, debido a que los estímulos tienden hacia TOTALIDADES formales ( la forma no solo en su sentido óptico y háptico).

¿ Pero cuál es la relación entre la metodología de la psicología, la de la físico-matemática y la arquitectura?

La moderna psicología nos puede proporcionar los patrones para una

formulación de lo subjetivo que acompaña inseparablemente a la arquitectura, en cuanto a una **DISCIPLINA EMOTIVA**. Porque en el fondo de la cuestión debemos coincidir con Eisemberg: cuando se refiere al hecho de que el físico no tienda hacia una representación de una realidad objetiva de la materia, sino a fórmulas matemáticas que expresen los resultados de las observaciones que son actos de **PERCEPCION**, a la vez que, como explica R. Von Wizer **ACONTECIMIENTOS FISICOS**; es decir, que el Universo es **CONSTRUIDO SINTETICAMENTE** por el hombre a través de la **ESTRUCTURACION SIMBOLICA** de la percepción física, objetivamente comprobable. Con la llamada doctrina de la forma o Gestalt se han introducido métodos de estudio y evaluación de la percepción que hacen posible ( hasta cierto punto) la sistematización de las holidades gestálticas y de los estímulos; y es ella quien posee el mérito de haber iniciado la corriente que en la psicología ha profundizado y extendido nuestros conocimientos en torno a las percepciones.

Por **ESTIMULO** debemos entender todas aquellas cuestiones, hechos, sucesos o cosas que independientemente de nuestra conciencia **ACTUAN** sobre o en nosotros. Para la escuela gestáltica, estímulo es cualquier suceso en el mundo exterior o dentro del cuerpo que sobrepasa un cierto umbral <sup>(38)</sup> ( el umbral absoluto) y produce una reacción en el hombre. Es evidente además que el hecho de la existencia de un estímulo, implica necesariamente de que exista además el organismo o la organización anatómica que lo perciba; un sordomudo ciego paralítico por ejemplo está en completa incapacidad de poseer conciencia de la realidad circundante, de los estímulos que esa realidad provoca en individuos normales; conforme el mencionado sordomudo recupera uno a uno sus diferentes sentidos atrofiados, va obteniendo una cada vez más completa estructuración de la realidad; pero a todo lo largo de tal proceso es obvio que los hechos físicos que son causales de estímulos, existieron; que es pues necesaria la "capacidad de ser estimulado", y el "hecho físico" conjuntamente para que se de un estímulo, es necesario que existan receptores sensoriales y fenómenos físicos que los estimulen.

Es entonces, el estímulo una entidad estática definida porque **SE DA** y

38. **UMBRAL**: el concepto de umbral está indefectiblemente ligado a la ley llamada Weber— Fechner. Entendemos por umbral al débil estímulo sensorial que apenas es perceptible.

Con más precisión llamado también Estímulo de umbral mínimo, nos muestra que la finura de un órgano es inversamente proporcional a la magnitud del estímulo de Umbral, además de la determinación del umbral, es útil determinar el **UMBRAL DIFERENCIAL**, el que será resultante de la diferencia entre dos estímulos correlativos aplicados a un órgano y ambos de una baja intensidad, concretamente la diferencia entre ambos es el umbral diferencial.

La ley de Weber—Fechner es llamada también ley de las diferencias apenas

perceptibles y puede definirse de la siguiente manera: el aumento del estímulo que produce un aumento de sensación es siempre una fracción de la intensidad del estímulo. Que expresado matemáticamente es así:

$$III S = \log. r r$$

En estas fórmulas, "r" es el estímulo "S" es la sensación, es un incremento correlativo de la sensación, tenemos entonces, siendo constante las ecuaciones diferenciales anteriores.

Esta ley Weber-Fechner formulada matemáticamente, es muestra de la posible metodología buscada del mundo intelectual que ha diferencia del físico se resiste a ser encuadrado dentro de una estructuración sistemática.

paradójicamente por otra parte su acción inmediata, el conformar percepciones, es totalmente dinámica, sujeto a cómo nuestra estructura psíquica y nuestra actitud frente a ellos permiten percibirlos. Y es precisamente gracias a esta dinámica implícita, el que los múltiples estímulos que actúan en nuestros receptores sensoriales en un momento dado, formulan en nuestro mundo subjetivo agrupamientos, es decir organizaciones de datos sensoriales y, en consecuencia un todo resultante de elementos de origen sensorial. Pero esta organización sensorial, se nos presenta como un determinado sentido. Podemos, ello es indiscutible y la moderna psicología así lo sostiene, el que en la producción de un estímulo sea posible obtener ciertos MATICES de estimuladores físicos, en base a una adecuada selectividad y graduación ( de cualquier tipo: formal, háptica, del calor, etc.) de los fenómenos físicos, que en el caso de la arquitectura es clara en referencia a la conformación del espacio.

A la noción psicológica de estímulo está indefectiblemente ligada la de PERCEPCION, que puede ser definida como una entidad u "objeto" ( en el sentido Fenomenológico de la palabra), resultante de la organización o construcción de datos sensoriales proporcionados por los órganos del sentido en su mas amplia acepción. A la multiplicidad de los estímulos sensoriales, que actúan sobre nosotros en un momento dado, corresponden en el mundo psíquico agrupamientos, de unidad mas o menos extensa, mas o menos aislada una de otra; es decir que se tiene la formación de organizaciones sensoriales, y por supuesto de unidades resultantes de elementos de origen sensorial. Estas construcciones de datos sensoriales se nos presentan con un determinado sentido, o sea no vemos, no tocamos, no oímos, etc. superficies coloreadas, formas, ritmos, melodias, etc. sino que nos encontramos con objetos, es decir, para no salirnos del lenguaje de la fenomenología psicológica, nos encontramos con organizaciones sensoriales a las cuales está íntimamente ligado un significado tal que podemos enumerarlo, reconocerlo, etc.

39. Fr. A. Gemelli, "Introducción a la Psicología."

40. OBJETO: debe entenderse aquí que el significado de objeto no es el dado usualmente en el lenguaje común, sino que en el lenguaje común, sino que en este caso describe o define las totalidades perceptivas, ya integradas y organizadas como la percepción de "algo".

Estas organizaciones sensoriales — afirma Gemelli <sup>(39)</sup> provistas de significado forman parte a su vez de un conjunto más complejo; o sea el mundo que nos circunda, se convierte en un OBJETO <sup>(40)</sup> una COSA percibida, reconocida denominada entre otros "objeto" de los cuales conocemos forma, tamaño, medida, semejanza, etc. Por este su SIGNIFICADO <sup>(41)</sup> que la cosa percibida tiene no es algo añadido o yustapuesto anteriormente; es el elemento constitutivo, en la percepción se tiene

41. SIGNIFICADO, conjuntamente a la estructuración de la sensación se identifica no incorporándose sino integrándose, un elemento que no es algo añadido o yuxtapuesto exteriormente, sino que es CONSTITUTIVO. Tal importancia es la significación en construcción intelectual, que percepciones que no poseen significado NO existen dentro de un conjunto de entidades mentales, llegan hasta un umbral de sensación pero no conforman jamás percepciones.
42. MICHOTTE, A., "La percepción de la causalité".
43. Prise de Signification, definición dada por Michotte; la existencia de un elemento intelectual cuya función confiere a la organización intuitiva un carácter preciso, que es una especie de sentido del "objeto" percibido.

como una incorporación de un elemento intelectual que puede tenerse bajo la forma de números y de medidas que son ideas; sin embargo, la organización sensorial, que siempre tiene fines de utilidad, está íntimamente ligada con el sentido del objeto percibido. Se tiene lo que Michotte <sup>(4.1)</sup> ha llamado justamente PRISE DE SIGNIFICATION. <sup>(4.2)</sup> La existencia de este elemento intelectual, cuya función ha demostrado Gemelli, de una forma exhaustiva, confiere a la organización intuitiva un carácter preciso, así que solo mediante el uso de artificios es posible separar: significado de objeto.

Es necesario observar que muchas de nuestras percepciones simples no sobrepasan al primer estadio de elementalidad, de tal manera que corrientemente tenemos percepciones simples como las de color, volumen o intensidad sonora, etc. Por otra parte es también cierto, el que otras percepciones no cesan de enriquecerse continuamente, a diferencia de éstas; y, el material gracias al cual se enriquecen está dado por los estímulos sensoriales que ofrecen nuevos "datos", o por las imágenes (ya sean constitutivas o adicionales), o por elementos intelectuales. La percepción, el "objeto percibido", se convierte en un complejo organizado por datos sensoriales, imágenes y pensamientos; con un carácter cada vez más evidente de síntesis, donde está —la percepción— integra y organiza en su TODO, antes que otra cosa, los datos sensoriales diversos y múltiples (por esto, al oír un fragmento de música, no aprehendemos sus sonidos aislados, sino la frase; o en la apreciación del espacio no aprehendemos un volumen o forma determinada, sino el "cuerpo formulado" por todos los elementos que integran, acompañan y definen un determinado ambiente) y posteriormente las imágenes y elementos intelectuales (como al mirar un reloj se acompaña al hecho el conocimiento inmediato de los objetos conocidos). En este progresivo desarrollo, la percepción se hace siempre más intelectual y sobrepasa siempre la esfera de los puros datos sensoriales, en un afán inconsciente e imparable de síntesis constructora. En esta construcción" del "objeto" psicológico el SIGNIFICADO, que la experiencia psicológica demuestra es algo muy distinto de la "organización" de los datos sensoriales, sucede otra paradoja de los procesos intelectuales de percepción y es el hecho que a pesar de que significación y organización son entidades inductivamente apreciables y diferenciadas, en el "todo"

44. EL EQUILIBRIO DINAMICO, aquí mencionado, coincide con los interesantes planteamientos del investigador de la forma MATILA C. GHYKA, que sobre el crecimiento armonioso formula en su libro "Estética de las proporciones en la Naturaleza y en las Artes".

El equilibrio armonioso es una entidad que aparece en cualquiera de las manifestaciones del conocimiento y su expresión más simplista; estuvo en la llamada ley física del mínimo o mínima acción que empíricamente puede ser representada por la "ley de energía potencial de superficie mínima" enunciada por Curie: Un cuerpo tiende a tomar la forma que representa una energía superficial mínima compatible con las fuerzas de orientación. La fenomenología actual ha demostrado que tal

del proceso perceptivo se integran ambas en una sola realidad; en la cual, el significado no se superpone a la organización, sino se incorpora a ella como elemento terminal, en el cual se completa y se perfecciona la percepción. Y es precisamente a través del significado, el que actúa otro elemento formativo y directivo de la organización sensorial, la PASADA EXPERIENCIA y tal como lo afirma el doctor Werner Moore, esta operación comprende dos estadios: 1) colocación del objeto percibido en su propia categoría perceptiva, 2) colocación del objeto percibido en la categoría perceptiva de los otros objetos en cuya situación constituye él una parte. No obstante todo lo anterior, la psicología concluye que la percepción está constituida esencialmente por una organización o construcción de datos sensoriales proporcionados por los órganos del sentido, ( organización intuitiva) a la que está unida un significado, admitiendo además y de acuerdo con la doctrina de la forma, que la percepción del mundo exterior tiene el carácter de estar organizada en una unidad, que es, por consiguiente como FORMADA (gestaltete, en psicología gestaltica, son denominados HOLISMOS gestalticos todo ello con el concluyente hecho de que realidad física y realidad axiológica son dos entidades totalmente diferentes. Koehler que ha sido uno de los más eficaces y apasionados sustentores de la mencionada doctrina de la forma, ha formulado con claridad el llamado paralelismo isomorfo de las percepciones y el mundo físico, donde ambos están gobernados por un EQUILIBRIO DINAMICO (44) equivalente; a formas físicas o fisiológicas corresponden formas psíquicas isomórficas. Los fenómenos subjetivos se funden, por lo tanto, no sobre unidades elementales, como las sensaciones, sino en sus complejos organizados gracias a un dinamismo interno y que se individualizan, además entre ellos para destacarse del fondo en el que se presentan, de acuerdo naturalmente a un proceso de significación.

## ESPACIO AXIOLOGICO

De acuerdo con la fenomenología de la psicología moderna, y sobre todo al conjugar la concepción "constructiva" de la percepción con la formulación de la sistematización — en el sentido correspondiente a la llamada teoría de la información—

formulación es aplicable a todos los contextos estructuradores del conocimiento humano y NO humano.

45. R. RUYER, "La Cybernetique et l'origine de l'information".

es posible afirmar que dentro de los procesos netamente valorativos de la conducta y del conocimiento, el hombre concibe dos tipos de espacio claramente diferenciados; uno el espacio físico donde hemos visto realiza sus actividades fisiológicas y el cual ha llegado a encerrar en una metodología físico-matemática; el otro, que llamaremos AXIOLOGICO para estar de acuerdo con R. Ruyer <sup>(45)</sup> donde se realizan las acciones que la psicología de la motivación llama fenómenos ideéticos. Esta claro, el espacio AXIOLOGICO es donde los procesos mentales, cognoscitivos y conceptuales encuentran su medio de realización pero de una realización CONCEPTUAL no física.

Los mecanismos maravillosos demostrados por el análisis fisiológico no más que instrumentos montados provisoriamente y de tal manera, que son funcionalmente transformables y que pueden servir para realizar fácilmente todas las motivaciones que constituyen el conjunto articulado de un comportamiento. En el lenguaje de la fisiología se designa esas motivaciones por la metáfora "comando central". O, en un diseño esquemático de la regulación por "feed-back" de una actividad, no falta jamás un "centro superior" vinculado por dos flechas al centro ejecutivo. Una de esas flechas representa la "señal sensitiva", la otra el "comando central". Estos bosquejos son sin duda instructivos, pero es necesario no reducir una "señal" y una "orden" a EXITACIONES, es decir a fenómenos intrínsecamente variables de una manera cuantitativa. La señal y la orden actúan en razón de su significación; luego, una significación es mensurada como valor por algo que hace función de norma. Así no se puede pensar una señal o una orden sino en un ESPACIO AXIOLOGICO, en tanto que los procesos fisiológicos presuponen el espacio físico. El punto de vista de la fisiología es comparable al de la fonética: se hace abstracción de las significaciones y, en consecuencia, de los valores y comportamientos dirigidos por ellas a través de las motivaciones y las decisiones. La palabra es realizada por medio de fonemas. La palabra hablada es un fenómeno en el ESPACIO FISICO y al mismo tiempo en el ESPACIO AXIOLOGICO, y algo más: el hecho fenomenológico es uno, pero conforma dos entidades diferentes y sujetas a ESTRUCTURAS espaciales diferentes.

Es evidente, que en la escala evolutiva humanizante, un primer estrato lo

constituyó la dominación de las estructuras espaciales físicas y el siguiente el de las estructuras espaciales axiológicas. Tal proceso se ha sucedido y SE VIENE SUCEDIENDO desde el mismo inicio de los alitos vitales en el planeta; donde es difícil definir cuando se inició uno y concluyó el otro —si es el caso que hubiese concluido—; en una constante interacción dinámica mutua, característica, la mas patente en el quehacer vital del hombre. A pesar de su enormemente milenaria longevidad, es notorio el hecho de que tal constitución prosaica de la realidad conllevada a cabo por los seres, está únicamente en sus inicios referido al dominio cada vez mas imperante de la conquista espacial axiológica; consecuencia del fenómeno que los antropólogos actuales siguiendo el positivismo evolucionista, llaman HUMANIZACION. El término usado por tales científicos es correcto dado que es el hombre quien posee la más clara conformación dicotómica del espacio, ello en función claro está de su elevado proceso intelectual.

Hay que entender claramente que la denominación “espacio axiológico” no significa que el espacio tiene dos naturalezas, porque sería reducir el espacio axiológico al espacio físico o viceversa; lo que indudablemente sería un error absoluto. El espacio axiológico, es un producto del “proceso cognoscitivo” y está consecuentemente fuera de la determinación espacio-temporal del espacio físico. ¿ Pero cómo es posible tal cosa? , sencillamente debido a que el acto ideético conlleva intrínseco el espacio axiológico, donde las ideas se suceden, el espacio que solo ellas conocen. Nuestra afirmación no es simple especulación, pues la psicología moderna, especialmente la que se ocupa de los aspectos motivacionales y perceptivos, no pueden prescindir de tal concepto en la conformación de la conducta humana. Es más, dado que es un fenómeno mental, cualquiera de nosotros con cierta adecuación autoanalítica puede experimentar la “sensación” previa al proceso perceptivo que lleva a la conformación del Espacio Axialógico. Por otra parte, dado que ambos espacios son en suma, POSIBILIDAD, es decir acción, posición, etc. en posibilidad; tienen la característica común de su INMATERIALIDAD, pero . . . tal cuestión es materia de la filosofía y carece de objeto a nuestro estudio, el encontrar la sublimación filosófica que haga evidente el espacio, bástenos conocer de esta característica de inmaterialidad, que es común a ambos espacios.

Sin embargo para los fines prácticos de la arquitectura no ofrece interés el hecho del conocimiento del espacio axiológico, salvo en un aspecto: la manera en que el espacio físico es conectado, interrelacionado con el axiológico. Este suceso, esta conexión, si es de gran importancia, porque está sujeta a la naturaleza consciente y biológica del hombre, principio y fin de la arquitectura. Es evidente, esencial para el espacio arquitectónico, el conocer tanto el espacio físico como el axiológico, por formar parte tanto del físico como del otro. Hablar de espacio arquitectónico es hablar de realidades físicas y de realidades gnoscitivas, indefectiblemente UNIDAS en la creación arquitectónica. Todos los hechos vitales, son realizados por el hombre tanto en forma fisiológica como psicológica; el que hayan "objetos físicos" y "objetos psicológicos no evita la recurrencia de la física y la mente, en el accionar dinámico vital.

### **LA ESFERA DEL YO ESPACIAL**

Se vió con antelación la necesidad de un medio que permita la interrelación del espacio físico con el espacio axiológico; encontramos que tal medio es de esencial importancia al objeto de la arquitectura y consiguientemente al objeto de este estudio sobre la metodología espacial arquitectónica. Cuando se trató el llamado proceso perceptivo, se hizo mención de la diferencia muy importante —entre "estímulo" y percepción; de como los "objetos" percibidos son integrados en esa su totalidad —gestaltete— que la doctrina de la forma tan claramente definió; y de como en la "construcción" de la percepción se conjugan elementos tanto de origen físico, como de origen intelectual, ya sean datos sensoriales, imágenes, pensamientos o significados; que unidos todos, al final, formulan el "objeto" percibido, éste ya en un plano completamente axiológico, abstracto no físico.

Tanto el espacio físico como el axiológico, son al hombre lo que llamo esferas - SUPERIORES ya que ambos permanecen fuera de lo que podríamos llamar ESFERAS DEL YO ESPACIAL. Es precisamente la "esfera del yo Espacial" la que establece el constante intercambio dinámico, entre los conocidos espacio físico y axiológico. En esta constante interrelación, es la "escala" personal, el yo dimensional, el que mide y

ubica ambos espacios; inclusive, son apreciados en función de las dimensiones del yo; sean estas de eficiencia, tamaño físico, positividad intelectual, significado etc. ( Fig. 4)

Hay un aspecto importantísimo del hecho perceptivo, y es el que la percepción, además de ser forma de conocimiento es preparadora y anticipadora de la acción tanto de animales como del hombre, para adecuar ésta a las condiciones del ambiente en el que viven ambas. Tal ambiente es eminentemente espacial y es donde precisamente el hombre realiza la proyección de su YO, de su esfera espacial.

Para entender mas claramente lo que he dado en llamar ESFERA DEL YO ESPACIAL veamos el siguiente ejemplo de Gemelli: Si mientras subimos las escaleras tropezamos, inmediatamente, para no caer efectuamos la acción de agarrarnos a cualquier objeto; por ejemplo, agarrarnos al pasamano; la mano que debe hacer esto es percibida como algo que SALE de mí, que se separa de mí, o mas concretamente, del esquema representativo de mi cuerpo. El movimiento que se inicia es algo que se separa sobre el "fondo" de nuestro cuerpo como una "parte". La mano que agarra el pasamano pertenece aún al esquema representativo dinámico de nuestro cuerpo, es "nuestra" mano, pero al mismo tiempo se convierte en algo que actúa por si mismo, fuera de nosotros, y que tiene una relativa autonomía. Agarre o no la mano el pasamano, por lo que se refiere a mi interioridad, el acto es como si continuara, si no lo realizamos plenamente, entonces la "parte", la mano vuelve a entrar en el "fondo", es decir, en el esquema de nuestro cuerpo.

Lo que interesa desde el punto de vista del problema hasta aquí estudiado es que, fenomenológicamente, se comprueba con esto, del modo más evidente que hay un espacio fenoménico EXTERNO, y hay un espacio fenoménico propiamente NUESTRO. Valiéndonos sobre todo de los datos sensoriales cinestésicos, táctiles, articulares, construimos este espacio externo y lo construimos en relación con nuestro propio espacio, o sea con el esquema representativo de nuestro CUERPO.

Profundizando aún más en nuestro ejemplo: el movimiento incapaz llevado a

cabo al subir una escalera y seguido del movimiento de agarrarse al pasamano; la representación del ESPACIO EXTERNO ha sido corregido por los datos sensoriales consecutivamente proporcionados por el movimiento hecho por mí para agarrarme del pasamano; gracias a este movimiento he tenido los datos sensoriales necesarios para medir la distancia entre mí y el pasamano, y ha sido posible la realización de un movimiento de corrección.

Podemos concluyentemente decir que tenemos la representación del espacio en que nos movemos; tenemos un esquema representativo de un espacio ESPACIO QUE ESTA OCUPADO POR NOSOTROS, es decir, un espacio nuestro, un espacio propio del sujeto, nuestra ESFERA DEL YO ESPACIAL. Esta representación del espacio propio está construída mediante los datos sensoriales visuales, táctiles y cinestésicos y constituye como "fondo" del cual se destacan como "parte" los movimientos de las partes de nuestro cuerpo, movimientos que se realizan como algo que está en sí y gracias a los cuales corregimos la representación del espacio externo que nos hemos formado sobre la base de los datos visuales. Los datos cinestésicos y táctiles permiten, por lo tanto, corregir o completar la construcción perceptiva formada gracias a los datos visuales.

Así pues, "espacio externo" y "espacio de nuestro cuerpo" no son dos realidades separadas claramente, sino dos realidades en relación recíprocamente dinámica y continuamente mutable. Tal relación es realizada mediante nuestra motricidad, gracias a la cual nosotros, por decirlo así, salimos de nosotros para entrar en el mundo externo, o bien según la cual el mundo externo "entra" en nosotros, en la esfera representativa de nuestro cuerpo.

No existe entonces, un espacio sobre el que actuamos, diferenciado del que nos representamos y percibimos, como producto de dos funciones netamente distintas; ni existe una motricidad separada netamente, o sea "funcionalmente" de una "capacidad perceptiva"; al contrario los dos espacios y los dos procesos están tan íntimamente unidos que puede decirse que la motricidad no es pura actividad motora, sino que tiene también una función cognoscitiva.

46. A. Gemelli y A. Galli. "Introducción a la psicología".

47. W. Fischel, "Psyche und Leistung der Tiere".

48. M. Palagyi, "Wahrnehmungslehre". Según Palagyi, hay movimientos "virtuales" o como él los llama en relación con su particular teoría sobre la fantasía, de la que no hablaremos "fantasmas de movimiento", o sea, no ya representaciones de movimiento, nociones de movimiento, sino procesos vitales y por esto tienen un sustrato nervioso que corresponde a los movimientos. Por medio de estos "movimientos virtuales" podemos percibir objetos en movimiento y fundir distintas sensaciones en un todo.

Son interesantes las investigaciones que al respecto ha realizado el profesor A. Gemelli y A. Galli <sup>(46)</sup> y las investigaciones que sobre la "experiencia del laberinto" han realizado con animales tanto Buytendik como Hage, Fishel <sup>(47)</sup> y otros. En la experiencia del laberinto, no bastan ni la simple y antigua doctrina de las asociaciones, ni la doctrina de los reflejos condicionados o la del behaviorismo. Von Allesh por ejemplo, ha demostrado como el comportamiento del animal debe ser examinado en relación con la percepción que el animal tiene del espacio. En el caso de las experiencias que con perros y topos, han investigado Fishel y otros, se ha encontrado que el comportamiento de estos en el laberinto o ante los obstáculos demuestra, según estos autores, que la conducta de estos animales se dirige a la consecución de los fines precisamente gracias a los movimientos, virtuales o reales, con la función de guiar la actividad del propio animal. <sup>(48)</sup>

Lo que llamo ESFERA DEL YO ESPACIAL ha sido intuido acertadamente por el profesor Enrico Tedeschi; sobre todo por el hecho ya mencionado de que la esfera del yo espacial es el patrón mediante el cual es relacionado y medido tanto el espacio físico como el axiológico, lo que en forma bastante empírica y limitada transcribimos usualmente como ESCALA. En su libro "Una introducción a la historia de la Arquitectura", Tedeschi dice: "Es evidente que la confusión entre escala y proporción es nociva, tanto para la creación arquitectónica, en el arquitecto que no la advierte, como para el examen crítico, y es más grave cuando el elemento más importante, la escala, se reduce al menos importante, que es la proporción. Podrá parecer una herejía decir que la proporción no es tan importante como la escala, pues todos se han ocupado hasta hoy casi únicamente de la proporción. Pero también es verdad que si dirigimos —como creo legítimo— nuestro interés sobre el espacio y no sobre la construcción, se entenderá claramente tal punto de vista. Contemplando una cosa desde fuera, la proporción adquiere una importancia mayor que la impresión que obtenemos de ella, en tanto que la escala puede pasar inadvertida, si no tenemos facilidad de establecer una relación entre lo observado y cualquier otro elemento cercano. Pero si penetramos en algo, la impresión recibida depende entonces en forma inmediata y fuerte de una relación de escala entre el espacio en que nos hallamos y NOSOTROS mismos, y esta impresión sobrepasa en intensidad a la que nos puede

brindar la proporción de una pared o de las partes en las cuales está dividida”.

Esa afirmación de Tedeschi: “si penetramos en algo, la impresión recibida depende entonces en forma inmediata y fuerte de una relación de escala ENTRE EL ESPACIO EN QUE NOS HALLAMOS Y NOSOTROS”, nos muestra como el crítico intuye lo que hemos llamado “esfera del yo espacial”. Pero Tedeschi no solo lo aproxima, sino nos muestra la preeminencia de tal concepción en la valoración del espacio por el hombre sin la cual, éste no puede realizar una adecuada aprehensión espacial. “En realidad —dice Tedeschi<sup>(49)</sup> en el fondo de todo problema de escala está la relación básica entre el edificio y el HOMBRE que lo observa o penetra en él”. La nominación que desde muchísimo tiempo se ha dado la palabra “escala”, lleva implícita una dinámica que refleja una realización intelectual mucho más compleja, de la que tal nominación es tan solo una parcial definición.

49. Enrico Tedeschi, “Teoría de la Arquitectura”.



Figura 5.

50. Erik Fromm, “Psicoanálisis de la sociedad contemporánea”. En realidad Fromm a diferencia de Tedeschi, no usa el término “escala”, sino el de dimensiones humanas”, en su completo sentido psicológico coincidente más aún, con mi formulación de la “esfera del yo espacial”, y así tenemos como ejemplo el siguiente párrafo: “No ha quedado ningún cuadro de referencia que sea manejable, observable, que se adapte a las DIMENSIONES HUMANAS,” refiriéndose en este caso,

Cuanto más se lee a Tedeschi, más nos afirma en la certidumbre de que la valoración del espacio físico —el espacio fuera de mí—, y la del espacio axiológico — el espacio conceptual —, está en función de la interrelación de ambos a través de la esfera del yo. (ver Fig. 5). Es una concepción adecuada, que como todo conocimiento aparentemente nuevo, tiene sus raíces en la intuitiva y evolutiva concreción conceptual, a través del devenir cultural. En cualquiera de tales escritos leemos párrafos así: “nuestras experiencias del mundo que nos rodea se basan sobre el conocimiento de las dimensiones de los seres y cosas en relación con nosotros mismos”. “El psicoanálisis ha investigado este tipo de imaginación en los sueños, indicando su importancia; a tal punto que uno de los más agudos analistas de la sociedad moderna ( se refiere a ERIC FROMM)<sup>(50)</sup> ha visto en la pérdida del sentido de la escala un rasgo fundamental del proceso destructivo que la está atacando.” “... la pérdida del sentido de la escala como hecho psicopatológico tiene dos formas bien definidas desde el punto de vista el clínico: la agorafobia<sup>(51)</sup> y la claustrofobia, que tienen una referencia inmediata a situaciones espaciales propias de la arquitectura”.<sup>(52)</sup>

Es evidente que la “esfera del yo espacial”, es algo mucho más que una escala dimensional, es más aún que una escala dimensional psicológica. Es una REALIDAD

al cuadro completo que la sociedad encuentra y presenta.

51. **Agorafobia = vértigo** que experimentan algunas personas, al atravesar calles y plazas.

52. He considerado importante a manera de complementario, concluir el texto completo iniciado con el párrafo reseñado en el texto: "Es interesante notar que la pérdida del sentido de la escala como hecho psicopatológico tiene dos formas bien definidas desde el punto de vista clínico: la agorafobia, y la claustrofobia, que tienen una referencia inmediata a situaciones espaciales propias de la arquitectura. Bien se ha observado que el arquitecto debe tener muy en cuenta el valor psicológico de la escala. Está claro que la escala adecuada de una vivienda será la escala íntima, en que la altura de los techos, las dimensiones de las habitaciones, el tamaño de los muebles, de ventanas, puertas, el tipo de materiales que se utilizan para revestimientos y pisos, y el disposición todo contribuye a crear una sensación de comodidad y adecuación a la MEDIDA DEL HOMBRE, que vive, descansa y se relaciona en el ámbito familiar. No corresponden allí salones de diez metros de altura ni puertas de cuatro; tampoco un piso de grandes y frías lajas de mármol, ni un revestimiento de grandes blocks de piedra, que pueden estar en escala con el ámbito solemne de una catedral. Independientemente de lo que sea el valor artístico de las soluciones plásticas, es el VALOR PSICOLÓGICO de la escala humana el que puede guiar al arquitecto para evitar errores de este tipo; no solo eso, sino que puede llevarlo a caracterizar, plásticamente y especialmente a un edificio".

53. Curt Sachs, "Historia mundial de la

DINAMICA, en donde todos los elementos pasados, presentes y PRESENTIDOS o intuitivos, sea la clase que fuesen, del tamaño o intensidad que fuesen; todos en forma irreductible nos dan un patrón de interrelación y valoración.

Un primer esquema de la "esfera del yo espacial" nos lo ofrece el giro de brazos y piernas, obteniéndose de esa manera un primer valor de intensidad en la esfera del yo. Esta "esfera de definición conceptual" del espacio, se nos presenta como algo de NUESTRA PROPIEDAD, a partir de la cual, cualquier interferencia tiende a ser rechazada o separada. Entre amigos por ejemplo, este espacio puede ser reducido, entre amantes, suprimido; en el caso de individuos egocéntricos, tal esfera influenciada por su aura personal puede ser alterada, agrandándose.

Tal esfera de valoración, que decíamos es dinámica, consecuentemente está ligada de una manera íntima con el movimiento del hombre. Anteriormente definimos la percepción, como una PREPARACION A LA ACCION, esta definición claro está no es nuestra, sino es una realidad vital que la psicología afirma; pues bien, siendo la "esfera- del yo espacial" una entidad de calidades eminentemente proyectivas, es natural que está íntimamente ligada al movimiento y al movimiento del CUERPO en el espacio. ( ver fig.6).

De este movimiento, saca el hombre su primera relación dimensional, ubicación y otras muchas más. Medirá todo, por ejemplo, en función del largo para alcanzar algo, del ancho para entrar o salir de algo, de que esté situado adelante o atrás e incluso de que esté arriba o abajo de él; hasta su facultad de orientación está en función de las coordenadas que sus ejes corporales engendran en relación recíproca con el movimiento. Tan profundamente ligado está todo esto a su naturaleza, que las manifestaciones más primitivas como la danza afirma CURT SACHS <sup>(53)</sup> son reflejo claro de la dimensión formal del grupo. Otros autores por otra parte han pretendido encuadrar al hombre corporal dentro de una ESFERA GEOMETRICA dimensional en ingenua reacción a una profunda necesidad de hacer racional y evidente la imperiosa valencia de la "esfera del yo espacial", tal es el caso de los estudios de Leonardo de Vinci y Durer, de Zeising y Titchener hasta Le Corbusier y otros <sup>(54)</sup> ( ver fig. 7)

Danza"

54. Leonardo de Vinci, no fue el primero que realizó estudios de la dinámica corporal desde el punto de vista proporcional, tal el caso de Vitruvio y otros investigadores de la antigüedad, sin embargo la "esfera proporcional" de De Vinci es la primero en intuir la esfera primaria del yo espacial. Durero, trabajó sobre el asunto intuyendo, como Leonardo la relación entre la dimensión corporal y el movimiento, bases de la conformación del YO, ESPACIAL. En sus esquemas gráficos, que mas tarde proseguirían Zeizing, Titchener y otros, se confunden, por otra parte las

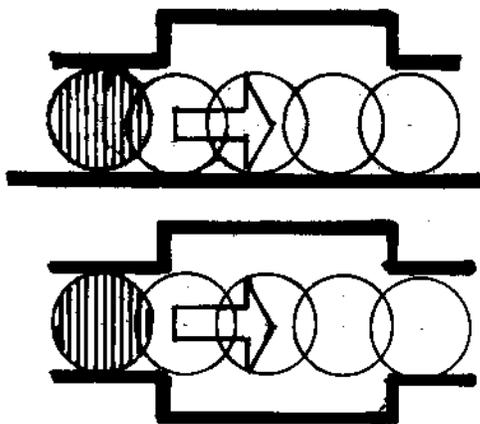


Figura 6.

Se dijo que la motricidad no solo posee una función motora sino también cognoscitiva; cognoscitiva del espacio exterior, realizando tal función en base al patrón del cuerpo humano en todos sus componentes , incluyendo los ojos y los oídos. Cuando el niño aprende a caminar, de manera inmediata empieza a tener vivencia de la realidad espacial que le circunda. En forma inconsciente elabora sus PLANOS DE REFERENCIA, que le servirán a lo largo de toda su vida para poderse desenvolver en la realidad espacial que lo circunda. Pero tal elaboración referencial la realiza en función directa a su entidad física y psicológica, proceso que en forma mas intensa constituirá su ESFERA espacial de SEGURIDAD Y CAPACIDAD. Cuanto más claramente esté estructurada tal esfera valorativa, tanto más será su grado de positividad y eficiencia conceptual. El caso de un gimnasta que desde niño ha sido educado en tal actividad y que es superior a otro cuyo aprendizaje ha sido posterior, o posee la NATURAL facilidad de ubicar nuevos movimientos a su esfera de acción intrínseca; nos demuestra con claridad el acierto de lo afirmado; donde a una adecuada conformación de la esfera se obtiene un mejor y mas eficiente manejo o integración del espacio físico y axiológico.

A través del conocimiento claro y sistemático que de la "esfera del yo espacial" podemos obtener a través de la psicología experimental y su relación con otra serie de elementos conformadores, que la psicología de la motivación llama impulsos y estudiaremos a continuación; creo viable, el camino hacia la formulación de una metodología que integre lo objetivo y lo subjetivo; y, es necesario el profundizar mas en el tema para que polemizando y experimentando, pueda la TEORIA ARQUITECTONICA contar con otro elemento de formulación y analisis cualitativo. Sin embargo a la extensión y fines de este estudio no es necesario el hacer más detenido el tema, ni a lo mismo agotar la serie de ideaciones que sobre el respecto poseo y que en la forma muy escueta he conceptualado, a fin únicamente de lograr la mas clara comprensión del espacio, objeto y medio de la temática en cuestión.

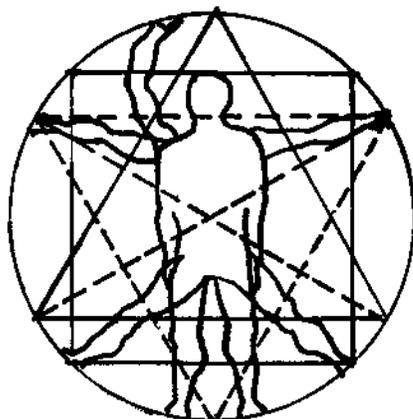


FIG. 7

55. H. PIERON, "Origen y desarrollo de los motivos", Simposio organizado por la asociación de Psicología científica de lengua Francesa en Florencia, PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE
- Piéron, enumera los siguientes "pulsiones":
- necesidad respiratoria
  - necesidad de agua
  - necesidades alimentarias
  - necesidad de calor o de fresco
  - necesidad de sueño
  - necesidad de orinar micción y de defecar
  - necesidad de inyección (tos, vómitos)
  - necesidad de amantamiento
  - necesidades antálgicas
  - necesidad de reposo
  - necesidad de actividad
  - Impulsos de atención exploratriz
  - Impulsos sexuales
  - Impulsos paternales
  - Impulsos agresivos y de dominación
  - Impulsos de defensa
  - Impulsos hedónicos
  - Impulsos competitivos
  - Impulsos de comunicación y solidaridad
  - Impulso social.

## IMPULSOS HEDONICOS Y OTROS

Hasta el momento hemos tratado los aspectos psicológicos del espacio en relación con aspectos cognoscitivos perceptivos, de relación directa con la estructura de la percepción, hasta llegar a la concepción de la que he llamado **ESFERA DEL YO ESPACIAL**; culminación estructural del proceso cognoscitivo del medio. Encaramos el hecho de que la función perceptiva está directamente ligada a la acción, al movimiento consciente y ello en interacción con la significación del "objeto" perceptivo.

Sin embargo, siguiendo a los teóricos de la psicología de la motivación, encontramos la definición de la llamadas **PULSIONES**, como ciertos y especiales tipos estimulativos que "tienden a engendrar actividades apropiadas —siguiendo a H. Piéron (55)—, entre las que están las que favorecen la vida del individuo, otras que aseguran la permanencia de la progenie, o de la colectividad en el caso de sociedades de insectos, a menudo a expensas del propio individuo"; el hambre, es decir la necesidad de comer, la indicación de la dirección la meta hacia la que tiende la actividad dirigidas, etc. Frecuentemente muchas de las "pulsiones", algunas de ellas como por ejemplo, la que dirige la protección y los ciudadanos de los jóvenes, cuya importancia se refiere a la conservación de la especie, deben ser llamados **IMPULSOS**.

De entre las pulsiones de Piéron he encontrado, algunas de ellas, de vital importancia en la fenomenología de aprehensión espacial, dado que explican con claridad muchas de las conductas o patrones que gobiernan la conducta del hombre ante y en su medio ambiente. De las veinte nombradas, cuatro son las que ofrecen especial interés a las cuestiones planteadas, con las siguientes (con su definición según Piéron):

1. **Necesidad de actividad:** La necesidad de actividad se manifiesta en cuanto ésta se halla impedida o muy dificultada por obstáculos. En ciertos casos, puede desempeñar un papel esencial y su satisfacción ser necesaria para el mantenimiento de la vida. Ciertos pájaros no pueden vivir en jaulas, y no se han podido conservar vivos arenques en un

acuario sin disponer en el mismo de una columna central en la cual puedan girar libremente, sin obstáculos; el reflejo de libertad de los perros de Pavlov, etc., pueden ofrecer un ejemplo de lo que se entiende por NECESIDAD DE ACTIVIDAD.

2. Impulsos de atención exploratriz: Los estímulos inesperados o de intensidad desacostumbrada suscitan una reacción de vigilancia inmediata y dirigen un comportamiento de investigación exploratriz, una necesidad de conocer, de saber, para adaptar la actividad y la conducta en función de la significación perceptiva obtenida.
3. Impulsos hedónicos: Una tendencia a la búsqueda del bienestar, del confort, de las impresiones agradables, tiene un carácter muy general, que puede ser encontrado en la existencia de las "preferenda". La importancia de estos impulsos es, evidentemente, muy variable. Se puede referir al mismo la necesidad de propiedad hallada en bastantes animales; las necesidades de excitaciones tonificantes y, de manera general, la búsqueda de medios artificiales para obtener satisfacciones. Ciertas necesidades de CAMBIO, tendientes a ESCAPAR de un MEDIO ENERVANTE o DESAGRADABLE, son también, manifestaciones de un impulso hedónico e importante fuente de motivación.
4. Impulso social: En muchos animales se manifiesta la tendencia a escapar del aislamiento, a buscar compañía frecuentemente de distinto origen. Aquí se manifiesta el rudimento del impulso social propiamente dicho.

En las anteriores definiciones de H. Piéron para los que él llama "pulsiones", no incluí los impulsos de orden fisiológico, que como el comer, respirar, orinar o defecar; representan actitudes que aunque determinantes en la fenología de la aprehensión espacial.

¿Que relación hay entre las cuatro pulsiones y la aprehensión del espacio y la

arquitectura mas concretante?

¿Es dable incluirlos en una metodología compleja del diseño?

Aunque la psicología aún no posee instrumentos que procuren la racionalización de tales impulsos, es evidente que su clara comprensión operativa y de gerarquía, lleva a una mejor elaboración del diseño de determinado espacio. Incluir tales cuestiones dentro de una metodología es naturalmente de momento, imposible, aunque si deseable. Será el futuro desarrollo de la psicología quien proporcione los elementos que harán posible tal cuestión.

El aburrimiento y la "necesidad de actividad" son complementariamente excluyente el uno del otro. La necesidad de cambio— refiriéndose ya al espacio—; de variar el espacio, de romper la monotonía de una fachada, de un corredor, de una calle, todos ellos representan el impulso o necesidad de actividad. Un ejemplo evidente de diseño o metodología espacial deficiente, lo representan los inhumanos, monotómos y artificiosos bloques de viviendas, que en muchos lugares, ciudades y países, incluyendo Guatemala se construyen en base a una geometría elemental, atendiendo mas bién al "balance formal de una maqueta o modelo, que a la humana y necesaria variabilidad espacial.

Los "impulsos de atención exploratriz" son complementario en lo referente a la dinámica espacial, de los anteriores de "necesidad de actividad". Una necesidad de conocer, de saber, solo puede ser satisfecha en un medio espacial que ofresca tanta variedad formal como significación formal; ambas cuestiones obtenidas, solo si la necesidad de actividad ha sido cubierta en el diseño de tales o cuales espacios. La arquitectura medieval, nacida no de patrones artificiales, sino de la respuesta a las necesidades orgánicas del hombre y su comunidad, es un bello ejemplo de como la satisfacción de las "necesidades de actividad y exploración" han sido logradas. Cada casa, cada calle o plaza, cada recodo escondido, donde a veces la luz llega diáfana y contrasta sombras que dan vida y otras donde la iluminación tamizada crea indeterminación del espacio; representan todos el detalle y el sabor de la arquitectura de esta época; donde cada rincón varía, es diferente, en un todo, <sup>(56)</sup> unitariamente formulado.

56. Estos son precisamente las características vitales de la arquitectura

en cada época histórica y que forman parte de su profundo contenido social, humanizante. Como que sencillamente no puede haber arquitectura separada del hombre, sus necesidades y costumbres. Es evidente que la enseñanza de la historia de la arquitectura que se imparte en la actualidad, carece de autenticidad y validez, no es más que relación de las tendencias formalistas, frutos de aspectos mucho más profundos y motivantes. Es por ello que un gran porcentaje de arquitectos se encuentran incapaces de comprender, tan solo vislumbrar la problemática actual de la humanidad, transformándose en un estabón mas del entramado absoleto de la antihumana producción contemporánea. Basten como referencia los escritos de Neutra, Gropius, Fromm o Dioxíades para nombrar algunos.

La tendencia a la búsqueda del bienestar, del confort, representa uno de los aspectos más importantes de la motivación arquitectónica. Es inconcebible en la actualidad, el construir edificios que no proporcionen confort, sano relajamiento o humana dinamización, bienestar siempre en suma, al hombre que los va a habitar. La característica primera que debe llenar una edificación, cualquiera tipo de espacio, para el hombre y por el hombre construido, es la de ser lo mas confortable posible. En nuestra sociedad ha sido llevado realmente al extremo el hedonismo, debido sobre todo a las facilidades de orden tecnológico, que como el aire acondicionado, las escaleras mecánicas, la iluminación controlada, nos proporcionan gran confort, sobre todo si se comparan tales situaciones con épocas pretéritas. Sin embargo en lo que se refiere al "medio urbano", la situación es contrastante. El ruido ha invadido en forma bestial la ciudad, donde no hay casa, comercio u oficina que esté libre de su azote. La contaminación debida a la irracional utilización de la máquina, agentes químicos, la actividad publicitaria y otras FORMAS DE HACER DEL HOMBRE UNA BESTIA, invade cada vez mas nuestro planeta (obsérvese que ya no digo solo nuestras ciudades), haciéndo de la ecología una "ciencia de la supervivencia", dado que de seguir el proceso, vamos tanquilamente a ceder nuestro lugar posiblemente a algún insecto o mamífero mas sensato. El impulso hedonista posee una importancia, de SUPERVIVENCIA, cuya máxima representación la encuentra en la conformación de espacios por la arquitectura.

En su estudio de las pulsaciones, como agentes motivadores, H. Piéron encuentra correspondencia entre los impulsos que el llama de "comunicación y de solidaridad" y los que llama de "necesidad de compañía o impulso social". A pesar de ello, he considerado de interés a nuestro tema el "impulso social" por dos razones fundamentales:

- a-) La tendencia a buscar compañía que lleva implícitas la necesidad de comunicación y posteriormente la solidaridad; formula una interrelación DINAMICA de los espacios arquitectónicos, sean estos del orden edilicio o urbano; y
- b-) Siendo que los impulsos de solidaridad se desenvuelven en relación con

la socialización (caso de los rumiantes que forman un frente común cuando están amenazados por fieras, por el hombre muy especialmente), es plausible el estructurar un nuevo concepto del habitat y especialmente de la vivienda; en función a patrones donde se utiliza el factor socializante, como elemento relajante de las tensiones provocadas por la inevitable promiscuidad del necesario elevado hacinamiento en la respuesta arquitectónica a la explosión demográfica.

En nuestro caso la formulación dinámica de los espacios arquitectónicos dada por el impulso social, no ofrece mayor dificultad a la metodología arquitectónica. pero en el segundo caso, el b) dado que en su devenir histórico el hombre ha desarrollado desproporcionadamente ciertos de sus impulsos, tales como: sus "impulsos agresivos y de dominación, impulsos competitivos, el sentido de propiedad que está exagerado y profundamente desarrollado en la sociedad contemporánea. Lo que provoca la dificultad de soluciones de vivienda (sea del nivel socio económico que sea) de tipo colectivo, en que la propiedad y los derechos tienen que ser y tendrán que serlo más en el futuro, una función de la tendencia y de las necesidades comunales y no así de las individuales únicamente.

Es palpable la irreductible importancia que el estudio sistemático de la motivación, en relación con sus aspectos de "necesidades e impulsos". Antropológicamente no podemos explicar la conducta humana (incluyendo la producción arquitectónica) y mucho menos resolver sus planteamientos, sin un claro entendimiento de los factores que integran la motivación del que hacer vital. En la concreción de una aprehensión metodológica del espacio, es imprescindible responder con EFICIENCIA a la problemática motivacional que plantea la psicología. Los países socialistas en donde estaba cifrada la ESPERANZA COLECTIVA, desafortunadamente han olvidado aspectos tan esenciales de la realidad humana, con el consecuente fracaso en sus conocidos "planes"; programados y minuciosamente estudiados. Por el contrario los países capitalistas han llevado al otro extremo la motivación con el uso excesivo de ciertos impulsos, apagando de esa manera los verdaderos y esenciales elementos que

conforman la conducta humana y consiguientemente de su grupo social. Un ejemplo de ello son las escuelas de arquitectura, donde se da mas importancias a la actitud competitiva que a la formadora, sellándose la posibilidad de desarrollo del grupo cultural a que pertenece; pues dado que el arquitecto es y debe ser un catalizador social, al desvincularlo de su motivación socializante se imposibilita tal proyección.

H. Piéron termina su estudio de una manera que tiene muchísima relación con nuestro medio, concluye así: "No olvidemos, finalmente, que si en nuestros países "superdesarrollados" estamos tentados de dar menos importancia como motivación a las necesidades fundamentales, el HAMBRE se vuelve, para una creciente fracción de la humanidad, en razón de la trágica insuficiencia de recursos alimentarios, la motivación dominante". Me pregunto ¿hasta que punto será posible hacer arquitectura, "conformar espacios habitables", en un grupo social que tiene DIFICULTAD EN ALIMENTARSE?

#### **PREGNANCIA, SECUENCIA Y POLARIDAD.**

En la doctrina de la forma, que hemos estudiado, se hizo evidente el hecho de la existencia de las llamadas "totalidades" perceptivas, conocidas también como "holidades"; definidas como la tendencia a estructurarse, organizarse, las percepciones en una forma o sentido definido, en función del significado. La motivación engendrada por una serie de factores y situaciones de carácter impulsivo o necesario, es continuación parcial del proceso cognoscitivo iniciado con la percepción.

En relación con tales planteamientos he encontrado que INDEPENDIENTEMENTE de su calidad formal, social o cualquiera otra que se desea, el espacio arquitectónico, como entidad perceptiva, presenta tres elementos constitutivos esenciales. A los cuales estará sujeta cualquier metodología de aprehensión espacial y sobre los que debe estar basada la enseñanza de la dinámica del espacio, dada su evidente impersonalidad en la que los usuales términos de bello y feo, estético y antiestético, funcional o afuncional, etc.; todos ellos nacidos de la

calificación asistemática del espacio, no tienen cabida.

**PREGNANCIA:** es una característica del espacio, por la cual su percepción en un instante dado, permanece proyectándose en el "campo de la siguiente percepción. Tal proyección se verifica de una manera inconsciente, pero paradójicamente formula una valoración consciente. En la mecánica de la doctrina gestáltica se ofrecen definiciones en cierta forma similares para ejemplos de tipo visual, háptico, auditivo, etc. pero clara está, como lo apreciaremos con un ejemplo que los psicólogos gestaltistas dan; la idea de pregnancia en la doctrina de la forma es proyección substitutiva: en el campo visual, cuando sale o se oculta un objeto, existe un momento en que no podemos precisar si está o no aún. En el caso de un fenómeno de pregnancia espacial, por ejemplo: y cuando nos trasladamos (perceptivamente, y ya sea consciente e inconscientemente) de un determinado espacio a otro, las características de uno se nos combinan a la percepción del otro, ACTUANDO sobre la nueva percepción, formulando así una "superpercepción", muy compleja, cuyo manejo metodológico por el arquitecto será por mucho tiempo aún objeto de una técnica totalmente intuitiva, sujeta más que nada a la experimentación y educación tipológica de la aprehensión espacial. (ver fig. 8).

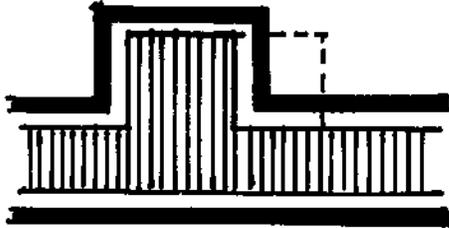


FIG. 8

Está claro en esta primera característica del espacio, que su naturaleza no es ni cualitativa, ni cuantitativa; no podremos decir o calificar la pregnancia como fea o como bella, su naturaleza está fuera de cualquier calificación de este tipo. Por otra parte se desee o no en la aprehensión, espacial siempre estará presente, el fenómeno de secuencia. Lo que sí podrá haber será una mayor o menor determinación de la pregnancia; un aumento o disminución de su intensidad perceptiva, en función del movimiento y del contraste, ambos elementos definidores, de las otras dos características espaciales: la secuencia y la polaridad.

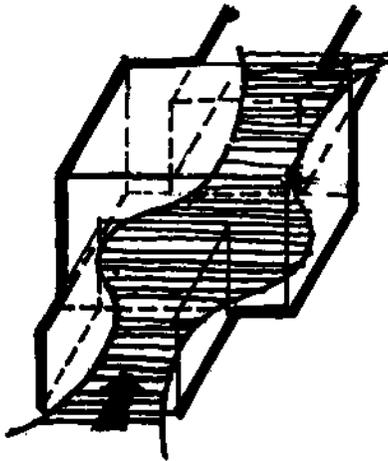


FIG. 9

Entendemos por **SECUENCIA**, a la relación establecida entre un espacio y otro y otros. (ver fig. 9) La secuencia es inseparable de la idea de movimiento y es en suma, quien nos da la referencia de movimiento. Por otra parte no puede prescindir del concepto de **POLARIDAD** que definiremos como "la relación diferencial entre un estímulo y otro en la percepción del espacio". La sucesión de la percepción espacial

generada por la divergencia simultanea de valores de apreciación de el NIVEL DE POLARIDAD, y esta, definirá el grado de sentido de las percepciones. (ver fig. 10).



$$\text{NIVEL DE POLARIDAD} = \frac{\sum \text{ESTIMULO O PERCEPCION PRESENTE}}{\sum \text{ESTIMULO O PERCEPCION PRECEDENTE}}$$

Es claro, que el NIVEL de polaridad será mayor o menor en función del contraste o diferencia de estímulos o percepciones experimentales. En relación con un estímulo dado, la polaridad la dará el contraste entre los estímulos precedentes, presentes y siguientes. Tendremos así, espacios cuya polaridad esté en función de su tamaño, grado de iluminación, definición, etc., factores todos ellos que determinan la diferencia y definen un espacio habitado de otro. Un nivel muy bajo de polaridad entre espacios da por resultado una casi inexistente secuencia al movimiento.

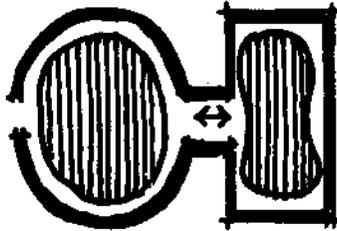


FIG. 10

Podemos concluir, que la PREGNANCIA, al igual que la SECUENCIA y la POLARIDAD, son inseparables en la experiencia espacial, el uno del otro. Además la mayor incidencia de uno, dará por resultado la mayor incidencia del otro y todo a una DEFINEN la experiencia del espacio, su percepción y valoración.

Es evidente que esta formulación de las características perceptivas del espacio en función de su íntima naturaleza formal, donde las acostumbradas valoraciones de tipo superficial (en el sentido de superficie), que han sido aplicadas a la percepción del espacio, lógicamente dejan de tener lugar. Un espacio no podrá ser como decíamos equilibrado o desequilibrado, sino podrá tener un elevado índice o no de secuencia a polaridad por ejemplo. Y su valor estará (para la apreciación) en razón de la manera en que el arquitecto interrelacione estas tres elementales estructuras formales de la percepción espacial.

CAPITULO IV  
LA EXPERIENCIA DEL RECINTO

## EXPERIENCIA DEL RECINTO.

Las estructuras que he definido como: *Pregnancia*, *Secuencia* y *Polaridad*, se suceden en el espacio Físico, exterior a nosotros, que puede ser percibido. Sin embargo su presencia (la *pregnancia* y otras), y el grado de esta, será consecuencia del porcentaje en que dicho espacio se encuentre definido formalmente. Tendremos entonces, espacio infinitamente indeterminado, cual es el caso del espacio de un extenso y verde prado; o el opuesto, de una habitación cerrada y sin ventanas, totalmente definido y rígido. Evidentemente el arquitecto, formula sus espacios, entre ambos extremos; donde el extremo indefinido será objeto de la urbanística pues llegará al caso de absoluta indefinición formal. El otro, el espacio definido, es el causante del fenómeno que la psicología gestáltica en forma acertada definió como la EXPERIENCIA DEL RECINTO y que por el hecho de ser mas o menos conformado ha sido precisamente el objeto inveterado de la arquitectura. La experiencia del recinto, es considerada psicológicamente, como una holidad o totalidad de tipo gestáltico, que es característica de la percepción de los espacios en alguna forma definidos.

Antes de entrar a considerar lo que entendemos por experiencia del recinto y los elementos que la estructuran a la "construcción" perceptiva, es necesario referirnos a uno de los aspectos más interesantes que la nueva psicología antropológica ha hecho evidentes.

Tanto la psicología como la antropología, han tenido que unificar sus esfuerzos, para lograr la comprensión de los capítulos de la historia humana, de su acontecer productivo, de su cultura milenaria. Dentro de tales esfuerzos, la doctrina del INCONSCIENTE COLECTIVO de Jung (57) ocupa un lugar preponderante aunque es innegable que no ha sido posible aún el confirmarla en su totalidad. Sin embargo en los aspectos motivacionales de la mencionada "experiencia del recinto", como veremos a continuación, sí encuentra una acertada aplicación a la vez, que explica con verosimilitud, situaciones que fuera de ella no son dables de hacer plausibles.

Para Jung el inconsciente colectivo, común a todos los hombres, está

57. Carl. J. Jung, "El hombre y sus símbolos". Jung considera un consciente, un inconsciente personal y un inconsciente colectivo formado por arquetipos. Admitió la existencia de un plano A—RACIONAL, en que la noción de terminismo de causa y efecto no tiene ya valor. Es trascendente en relación al tiempo y al espacio y de su observación dedujo posteriormente su teoría de la SINCRONICIDAD. En este nuevo orden de hechos designado por

Jung con el nombre de sincronicidad, y que puede definirse como estudio científico de las coincidencias, no nos hallamos ya en presencia de relaciones entre el consciente y el mundo exterior, el ser y el inconsciente colectivo. En relación con el sincronismo deben darse, según Jung, cuatro hechos, a saber: 1. coincidencia, 2. Emoción, 3. Arquetipo, 4. Desaparecer la noción de tiempo y espacio.

constituida por las múltiples experiencias humanas colectivas que se manifestaron en las situaciones típicas que les son propias, tales como el miedo a la lucha contra fuerza superiores, ciertas costumbres que adquieren carta de naturaleza colectiva, como el impulso de comunicación y la necesidad de la experiencia del recinto; situaciones todas ellas, que afectan indeleblemente a la sensibilidad profunda del individuo y que son relacionadas a través de la herencia, de la natural y biológica prolongación personal en la progenie, en la descendencia. Considera Jung, que el inconsciente es, ante todo, el conjunto de todas las experiencias olvidadas, de todas las experiencias personales que el hombre registra desde su más tierna infancia. Pero, mas allá de esta aportación personal convertida en inconsciente, más profundamente, remontándose a los orígenes mismos de la vida, se desarrolla el "inconsciente colectivo"; pues de la misma manera que ciertas partes del cuerpo humano todavía conservando vestigios de nuestros remotos antepasados, así nuestro inconsciente colectivo guarda estructuras mentales arcaicas, una especie de potenciales de pensamiento y acción, a los que Jung designa con el nombre de ARQUETIPOS y que constituyen el inconsciente colectivo.

Algunos pensadores, llevando las cosas a su último extremo, opinan que, así como el consciente extrae su dinamismo del inconsciente personal y colectivo, este último obtiene su fuerza del inconsciente cósmico que le envuelve. Creo sin embargo que la exposición de Jung y sus seguidores han emitido un hecho que sería interesante analizar y es al que en la confrontación del subconsciente colectivo los valores o nuevas experiencias tienden a substituir progresivamente o mas bien a desplazar valorativamente los arquetipos más primitivos y lejanos. Ello es natural y lógico, lo demuestra un hecho simple; si no fuese así el proceso de la configuración del inconsciente colectivo, aún hoy poseeríamos con igual vivez arquetipos totalmente arcaicos y de nivel instintivo irracional; sin embargo, a pesar del hecho de que en algunos casos los poseemos, ciertamente no son tan evidentes y tienden a serlo menos.

De las aportaciones de Jung, la que nos interesa esencialmente es la idea de ARQUETIPO, del cual me parece tenemos una manifestación en la problemática del

58. Lewis Mumford; "La ciudad en la historia"

recinto. La apreciación, hedonicidad y configuración del espacio definido forma parte integral del inconsciente y las reacciones que genera son en su mayoría, inconscientes; cuya expresión es la llamada tendencia recipientaria, del cual tenemos en Mumford<sup>(58)</sup> un acertado análisis.

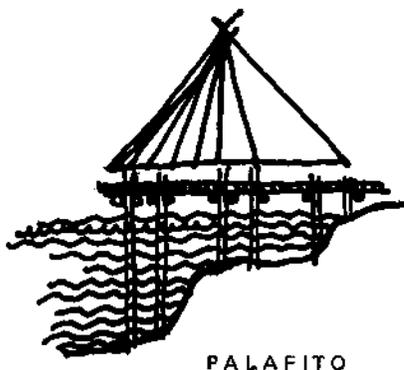
Considera Mumford al RECIPIENTE, como un objeto de vital importancia evolutiva en la conformación del hombre y su cultura. Considera al período neolítico "ante todo, como un período de recipientes", en el que se suceden uno tras de otro los más variados elementos recipientarios: vasos, jarros, tanques, cisternas, represas, aldeas; todos afirma, no son sino recipientes. La correspondencia de recipientes actuales con los de aquella época es total y continúa: "obsérvese cuanto le debe técnicamente la ciudad a la aldea. De la aldea proceden, directamente o por perfeccionamiento, el granero, el banco, el arsenal, la biblioteca, el almacén. Recuérdese, también que la acequia, el canal, el estanque, el foso, el acueducto, el desagüe y el cloaca son también destinados al transporte automático o al almacenaje. El primero de estos fue inventado mucho antes que la ciudad; y, sin todo este amplio margen de forma que alcanzó finalmente, pues, la ciudad sería nada menos que un RECIPIENTE DE RECIPIENTES"<sup>(59)</sup>

59. Ibid, las mayúsculas son impuestas.

Siguiendo la línea del pensamiento de Mumford, llegamos a converger necesariamente en la concepción del inconsciente colectivo de Jung, en lo que se refiere a la problemática del recinto. El primer recipiente o recinto, el vientre materno con su conformación esférica; es prolongado simbólicamente en las estructuras primitivas a las habitaciones, casas, tumbas, cestas y vasijas que por lo común tienen forma redonda. Ello recalca Mumford, es causa del desarrollo neolítico, el cual sin la invención del recipiente jamás hubiera provocado el desarrollo y pasó de la evolución del mesolítico cazador neto, al paleolítico agricultor y de este a las primeras culturas prehistóricas.

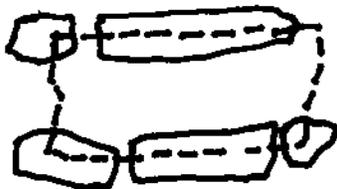
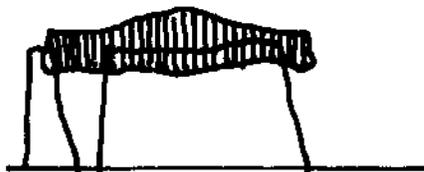
Pero con relación a nuestra problemática, lo esencial es la importancia y magnitud que el concepto de RECIPIENTE posee en la complejidad del inconsciente

60. La aspiración íntima a experimentar la delimitación del recinto, es una actitud irreversible.



PALAFITO

FIG. 11



DOLMEN

colectivo, con el ARQUETIPO DE DELIMITACION FUNCIONAL DEL ESPACIO. A tal punto que tal concepto es parte esencial del proceso perceptivo y cognoscitivo del hombre común; y, su ausencia generadora de los más extremos y graves trastornos psicopatológicos.<sup>(60)</sup>

La puntualización de Munford es acertada, al ilustrar en forma clara como el acontecer histórico de la ciudad (que no es otro que el arquitectónico) en su realización física), iniciado con las primitivas cabañas, cuevas o palafitos aislados, (ver fig. 11) y posteriormente asociados; con una vida social cada vez mas compleja y organizada, desde los pequeños grupos cazadores a las hordas guerreras, desde los aislados pescadores a las organizaciones tribiales dedicadas al pastoreo y la agricultura, todos sin excepción han formulado sus pasos evolutivos en la "búsqueda y sistematización" de RECIPIENTES. Como expresamos el primero de ellos, el vientre materno con su conformación esférica, origina la serie cada vez más compleja de elementos cuya función esencial será el servir de recipientes de los más diversos contenidos; así habrán recipientes que contengan agua y granos, base de la alimentación primitiva y recipientes que CONTENGAN HOMBRES, hasta los modernos RECIPIENTES INFORMATIVOS, cuya expresión máscima, la computadora es instrumento de la moderna y fundamental ciencia de la información o computación; de lo cual trataremos posteriormente con mas detenimiento.

Por esta necesidad biológica irrecuctible de estructurar conformando, es que está presente en las más primitivas muestras de actividad humana, la arquitectura. Casi se podría decir que la arquitectura empezó cuando surgió el hombre; y a diferencia del análisis histórico de la aprehensión físico-matemática del espacio, la historia de la aprehensión arquitectónica del espacio tiene una evocación multitudinaria. Esta "necesidad recipientaria", que es una necesidad vital, es la que hace dinámica y continúa la labor del arquitecto, mas sin embargo, a pesar de su milenaria trayectoria, la búsqueda del recipiente y su consecuente experiencia del recinto, no ha sido aún interpretado con claridad y mucho menos en su magnitud real.

### ¿Pero en qué consiste la experiencia del Recinto?

La experiencia del recinto, cuya trayectoria histórica en la antropología nadie discute y cuya relación con el inconsciente colectivo hemos mostrado, ha sido seis hasta muy recientemente estudiada y conceptualizada. Establecimos que la doctrina de la forma, acuño el nombre, para designar un fenómeno perceptivo de características holísticas, y, que concretamente es definida como la actitud motivante a integrar las delimitaciones espaciales en totalidades perceptivas. Con nuestro estudio hemos podido aproximar sin embargo, una definición más clara y completa. Debemos considerar por un lado el hecho de que "la experiencia del recinto", a pesar de haber sido formulada por la psicología experimental, es un concepto que interesa, y, debe ser estudiada su formulación en relación con la arquitectura, cuyo objeto es precisamente el manejo de tal fenómeno. Por otra parte debemos hacer hincapié en el hecho, de que la dinámica de la experiencia del recinto surge de actitudes innatas del individuo, profundamente grabados en él y con un enraizamiento antropológico inmemorial.

En la aparición del recinto, como elemento conformado, donde aparece lo que considero esencial de la experiencia del recinto y que llamaré "fenómeno de superficie", mas adelante se hace un detallado análisis al respecto, por ahora es de nuestro interés analizar la experiencia del recinto en forma global.

En la arquitectura la experiencia del recinto ha sido objetivada plenamente, en cada uno de los aspectos o recintos, que constantemente crea, produce. Intuitivamente siempre se ha considerado la arquitectura como una disciplina que procura espacios habitables, donde el hombre, el habitante de tales espacios, los usaría y en algunos casos los gozaría. Cuando el arquitecto Sven Hesselgren habla del recinto, acentúa nuestras afirmaciones: "el recinto satisface extraordinariamente al sujeto y parece confirmarle de que constituye el centro de su mundo perceptual, por lo que la "gestalt" del recinto representa una de las necesidades primitivas del hombre. La arquitectura tomada en su significado de arte del recinto, constituye el género de arte

61. Sven Hesselgren; "Los medios de expresión en la arquitectura"

que llega hasta las capas más profundas de nuestra necesidad de experiencias que puedan confirmar nuestras observaciones"<sup>(61)</sup>

Hesselgren nos relata un experimento de Jaensch, que formó parte de una extensa investigación sobre la fenomenología de la percepción visual del recinto (que esencialmente es la que interesa a la arquitectura). "De día se ve el espacio vacío existente entre el observador y los objetos observados, de manera completamente diferente a lo que sucede de hecho. La seguridad creciente no cubre solamente los objetos, sino que se ubica "entre" nosotros y los objetos, para terminar ocultándose completamente y llenar sola el recinto. Si miro hacia dentro de un cajón oscuro los veo lleno de oscuridad, y no solamente como si el cajón tuviera colores oscuros sobre sus paredes. Una esquina con sombra dentro de un recinto por lo demás claro, está llena de oscuridad, la cual no se encuentra solo sobre las paredes que delimitan la esquina, sino que está localizada en el recinto que delimitan las mismas".<sup>(62)</sup>

62. Hesselgren hace mención de Jaensch y sus experimentos, así como de la influencia que sobre éste ejerció Hering, de quien es lo transcrito con atelación.

63. INNER SETT.— disposición interna del individuo.

Jaensch, examinando los experimentos de Hering en relación a la conformación de la percepción espacial y concretamente a la existencia de la experiencia del recinto, encontró que tal experiencia dependía del INNER SETT <sup>(63)</sup> individual y de los elementos que se usaran para fijar la atención. El más importante de ellos es o son los relacionados con la estimulación visual, sin embargo considero que el concepto general de esta formulación sensitiva de la percepción o experiencia del recinto, radica en suma, en lo que llamo FENOMENO DE SUPERFICIE, cuya mas congruente expresión sería la superficie pura o de limitación espacial del recinto.

Estos espacios delimitados por superficies, nos producen las mas puras satisfacciones hedónicas del impulso o pulsión del recinto. Los valores dentro de los cuales la experiencia del recinto, a raíz del movimiento del hombre, nos va a formular los más idóneos estímulos, radica en las estructuras conceptuales del espacio ya mencionados: Pregnancia, Secuencia y Polaridad. Al respecto, por ejemplo Sven Hesselgen encuentra, polos dinámicos y estáticos, envolventes o visuales, cerrados o

abiertos, etc. todos ellos muy difíciles de medir en función de sí; siendo posible su valoración a través del contraste, fórmula que hemos mencionado con un carácter general, al tratar de las estructuras polares de la percepción espacial.

El equilibrio que debe existir, entre la formulación que el medio ambiente ofrece a la necesidad del hombre a experimentar la experiencia del recinto y la propia experimentación de tal fenómeno; posee una importancia capital en la naturaleza del hombre y su actividad vital. Tan es así, que precisamente en la defectuosa formulación ambiental de las ciudades contemporáneas estriba la inhabitabilidad, que provoca en forma cada vez más determinante la disociación destructiva de la sociedad (64)

64. En la actualidad tal esquema desolador ha provocado, el surgimiento de disciplinas que tienden a procurar su solución tal es el caso de la "Ecología" y el llamado "Diseño del Entorno". El límite del presente estudio no permite el adentrarnos mas en la teórica ecológica y del Diseño del Entorno ( Environmental Design, en su denominación original); Christopher Alexander, Kelvyn Linch, Mumford, Dóxiades, son algunos de quienes se pueden obtener acertados criterios al respecto.

## EL FENOMENO DE SUPERFICIE

La problemática del recinto, nos llevó a la valoración de los distintos factores que intervienen en la configuración de la percepción espacial, la experiencia del recinto. En última instancia encontré que la apreciación del espacio, que surge precisamente de la definición del mismo por una envolvente o superficie y cuya naturaleza ( la de la superficie ). puede ser de los mas variados elementos: desde la superficie física y masivamente percible hasta la superficie lumínica lograda por los efectos ópticos de una iluminación adecuada: está directamente relacionada con la SUPERFICIE.

Llamo entonces FENOMENO DE SUPERFICIE, al provocado por la adecuación estimulante de diversos elementos en un sentido superficial y que tiene por objeto la definición -total o parcial- de un determinado espacio. La superficie construible, un tabique por ejemplo, nos ofrece la más simple y elemental forma de definición espacial y consiguientemente de la formulación del "fenómeno de Superficie".

En el experimento que Jaensch nos menciona ( pag. 38) y que relata la

65. Bruno Zeiv, "Saber ver la arquitectura".

influencia de la iluminación en la apreciación del contorno que define un determinado espacio, lo que se hace evidente es el hecho: **de que todo el experimento en sí no revela más que una mayor o menor claridad en la apreciación de la superficie y que el nivel e intensidad de esta apreciación es lo que nos permitirá efectuar la construcción perceptiva del recinto o especie delimitado. La superficie es un definidor cualitativo.**— En este hecho, aparentemente tan simple radica la FUERZA de la arquitectura en el manejo de la aprehensión espacial; ello es lo que le permite como afirma Zevi <sup>(65)</sup> tener el "monopolio del espacio". He aquí el punto fundamental de esta tesis. La manera en que le sea dado al sujeto el envolvente superficial, es lo que en esencia definirá un determinado espacio por él percibido. Entender tal envolvente, hacer de su conformación un todo estructural donde la coherencia sea el fruto del orden sistemático, de la metodología rigurosa; todo ello es lo que la arquitectura trata de hacer hasta el momento, pero... de una manera INTUITIVA.

Por fin hemos encontrado el elemento esencial en la formulación arquitectónica del espacio y a la percepción humana de la misma. En la percepción y valoración del espacio, es la "superficie" como elemento delimitador definidor lo que cuenta; en los experimentos de la "experiencia del recinto" que se ha visto, el sujeto en su afán de percibir una concreción formal del espacio; inicia, por así decirlo, su conteo espacial a partir de la superficie pura o de la superficie ilusoria ( caso de los efectos de iluminación); pero siempre a partir de la superficie. Tal cuestión, vista a través de la metodología físico matemática, es natural y lógica, puesto que la única manera de conformar el espacio físico en el cual habitamos, es su delimitación.

Se ha visto — en el capítulo de la concepción científica del espacio—, que la definición mas clara del espacio tridimensional, la produce el elemento ( o elementos) bidimensionales, llamados, superficie. Considero además que la estructuración tridimensional del espacio por elementos de superficie —tridimensionales— se efectúa, física y perceptiblemente de una manera instantánea y coherente, en el plano de la valoración inconsciente; de tal forma que la complejión del espacio tridimensional y la

66. Elementos constructivos, se usa aquí tal término de acuerdo a la acepción que le da la actual TEORIA DE SISTEMAS, de la que hablaremos mas adelante. Bástenos por ahora entender que por ELEMENTO, tenemos a la parte de un conjunto.
67. La teoría de la Información, es la disciplina del conocimiento que estudia las técnicas del manejo de los datos y algoritmos de secuencia lógico-formal, a través de la técnica de computación. Se inició con la invención de la primera máquina denominada "cerebro electrónico" y es en la actualidad la llave de la tecnología.

del espacio bidimensional son inseparables en la realidad cuatridimensional del espacio o espacio-tiempo. Pero la realidad arquitectónica que es inseparable del espacio-tiempo, se basa en el hombre, pudiendo utilizar el invariable eisteniano de "intervalo"; en el fondo podría inclinar tal cuestión, a pensar que solo es posible hacer una metodología arquitectónica con tales invariables. Sin embargo, a pesar de ello, la formulación de la producción arquitectónica, solo admite metodología en el manejo de las superficies, del FENOMENO DE SUPERFICIE, en el manejo de los "elementos constructivos" (66). Dado que aún no contamos con instrumentos que permitan una metodología de la configuración espacial tridimensional y menos aún la cuatridimensional o espacio-tiempo, hechos que por otra en el futuro, solo será posible encarar dentro del margen de la cibernética, la llamada "Teoría de la Información" (67) cuya aplicación al diseño han intentado los arquitectos de la escuela norteamericana del llamado "Performance design".

Sabemos que la existencia de la "experiencia del recinto", como entidad perceptiva inmanente en la problemática del acontecer vital humano. Esta experiencia del recinto, hemos comprobado que podemos experimentarla de muy diversas maneras y en función de los mas diversos factores; pero la formulación mas exacta de la misma, se dá con la delimitación del espacio tridimensional por medio de la superficie. La ilumina el sonido, el color, etc., hemos visto, nos AYUDAN a encontrar una mejor definición del espacio, por la superficie delimitado; incluso como en el caso de la iluminación, esta podrá producir — lo hemos afirmado ya— la ilusión de ciertos elementos de superficie o la conformación superficial, para partiendo de ella, obtener conformación tridimensional y de esta obtener conformación tridimensional y de esta obtener ya relaciones sutiles y complejas de "intervalos".

Es indudable que el "fenómeno de superficie presentará muchos matices en su intensidad. Desde el que llamó fenómeno de superficie SIMPLE, hasta otros complejos y variables cuyo encuadre formal metodológico, es definitivamente al momento imposible de expresar. En el caso del "fenómeno de superficie simple que vemos en la

figura.9 el hecho de su simpleza y elementalidad, es precisamente lo que nos permite apreciar con claridad, que la experiencia del fenómeno de superficie sugiere movimiento, estructura perceptivamente el espacio y su instancia final provee protección física. Tal experiencia, solo en pocos casos se da tan simplificada; generalmente es parte de la confluencia perceptiva de varios tipos de estímulos, la mayoría de ellos ligados a la secuencia, polaridad y pregnancia de espacio.

La vivencia del "fenómeno de superficie" estriba en el hecho, por otra parte esencial, de que el espacio TIENDE A SER ESTRUCTURANTE DE SU PROPIA CONFORMACION. Esta es una cualidad inherente a él y que deriva del proceso perceptivo del fenómeno de superficie, cuya mas coherente expresión será la GEOMETRICA. Hablar de delimitación espacial es entonces hablar, de SUPERFICIE GEOMETRICA, si esta delimitación tiene que ser CONSTRUIDA.

Tal circunstancia es la causa de que durante mucho tiempo, se equivocara el sentido del acontecer arquitectónico, hasta llegar a extremos de deificación de la superficie con fórmulas, se pensaba ( y aún hoy se piensa) capaces de proporcionar belleza al edificio arquitectónico. Claro está que tal formulación es además fruto de la inconsciente pero vital necesidad de encontrar orden y metodología en la producción y realidad humana. Históricamente el hombre en sus albores ya intuía el espacio, en toda su complexión dinámica, pero fueron necesarios miles de años de evolución y refinamiento perceptivo-cultural para que "comprendiese" lo que intuía para que fuese capaz de conceptualizar simbólicamente entidades como la pluralidad dimensional de Lowachewsky y Riemann, o la entidad espacio-tiempo, cuatridimensional de Einstein, o la comprensión gestaltica de la experiencia del Recinto. Se ha aprendido a ligar el conocimiento, hacer coherente la producción, y es natural que se intente lo mismo con la arquitectura y su producción de la superficie construida, delimitadora y definidora del espacio.

Expresamos que la SUPERFICIE CONSTRUIDA es en términos de

68. Entiéndase por "época histórica, el sentido que la clasificación del acontecer temporal le da: la época del hombre histórico, siguiente a la llamada "época neolítica" y que se estima se inició alrededor de hace unos diez años.

arquitectura, hablar de delimitación espacial y, de como tal característica inclinó históricamente a conceptualizar la arquitectura como una formulación esencialmente superficial o de superficies. Todo ello a lo que llamo el **DESCUBRIMIENTO DE LA RELACION PROPORCIONAL**, cuya presencia histórica se remonta a los mas lejanos inicios de la época histórica <sup>(68)</sup> y cuya realización estudiaremos en seguida.

Concluyendo podemos definir el "fenómeno de superficie", como una característica del espacio al ser percibido, por la cual este tiende a ser configurado y delimitado, siendo la superficie simple— hecho espacial bidimensional— su mas elemental expresión. El "fenómeno de superficie" podrá ser:

1. De convergencia
2. De exclusión
3. De superficie ilusoria
4. De ambivalencia

De convergencia:

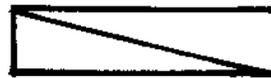
Es el fenómeno por el cual las superficies tienden a unificarse formalmente, en una que podríamos llamar aspiración geometrizable. ( ver fig. 12) Tal aspiración podría mas o menos ser interrumpida en su convergencia, por el arquitecto, segun los elementos que haga prevalecer en una determinada ecuación ambiental. Es la estructura espacial de "Polaridad" la que en forma mas determinante afectará al fenómeno de superficie de característica convergente. En el caso de espacios geoméricamente cerrados, una habitación sin ventanas, por ejemplo, la convergencia será nula, salvo que a través de elementos ilusorios —líneas pintadas y efectos cromáticos por ejemplo, — se obtenga en forma artificial un determinado efecto de convergencia.

De exclusión:

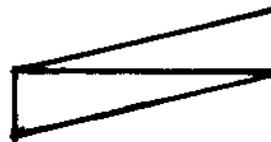
es el fenómeno por el cual una configuración espacial dada, tiende a ser excluida por otra, la denomino "exclusión". En el caso de superficies rígidas, tal



CAIDA A CERO SEGUN FITCHE



DOBLE CAIDA A CERO SEGUN NYMAN



DOBLE CAIDA A CERO SEGUN HERING

FIG. 12



fenómeno se presenta debido a la presencia de una estructura pregnante, que hace gravitar perceptivamente nuevos valores formales. En el caso de superficies traslúcidas o ilusoria, el fenómeno se presenta debido a la polaridad o la secuencia, o a la pregnancia, o a la presencia de todos indistintamente; en tal caso ocurre un fenómeno de ambivalencia también.

#### De Superficie Ilusoria:

El fenómeno de superficie de tipo ilusorio, en la realidad común y corriente de la edificación arquitectónica de la superficie, se da escasamente. Sin embargo, en el caso de un elevado índice de pregnancia ( al que tiene que ir aparejada una alta polaridad), puede producirse un fenómeno ilusorio de la superficie. En forma artificial, a través de la iluminación sobre todo, es cuando mas claramente podemos producir un fenómeno de superficie ilusoria

#### De Ambivalencia:

En este caso el fenómeno de superficie, permanece sin proporcionar una definida delimitación del espacio y tal situación de equilibrio dinámico puede adecuadamente manejada, proporcionar una de las situaciones del espacio arquitectónico más motivante. Su degradación, en el equilibrio estático formal sería por ejemplo; los ambientes ligados visual y formalmente de igual nivel de polaridad (69) tenderán a producir en nosotros efectos desagradables, por la tendencia de tal fenómeno a impedir la ACCION, de la cual, cualquier percepción debe ser preparadora.

Estas calificaciones, que he encontrado pueden caracterizar a la presentación de un "fenómeno de superficie", considero, son de vital importancia en el planteamiento de la metodología arquitectónica, muy especialmente, en la enseñanza academica del manejo estructuración del espacio.. Hasta el momento tales aspectos no han sido tratados que yo sepa, por ningún autor o investigador, en alguna parte, lo que nos

69. En la filosofía psicológica existe una representación abstracta de la polaridad. En la fig. 12 tenemos las representaciones de: Método de caída acero, según Fitch; método de doble caída acero, de Nyman; y método de doble caída a cero de Hering.

permitiría en el futuro, si la facultad de Arquitectura lo fomentase a través de la investigación rigurosa obtener las primicias de tales descubrimientos y su revolucionaria aplicación en la enseñanza del "diseño de espacios habitables", de la arquitectura en suma.

Lamentablemente la premura del tiempo y la extensión del presente estudio a la par de los clásicos determinantes económicos no me han permitido efectuar una adecuada experimentación y valoración cualitativa del "FENOMENO DE SUPERFICIE" lo que indefectiblemente redundará en la estrechez de lo aquí expresado. Es mi firme convicción procurar en el futuro el desarrollo de una investigación a nivel universitario de las cuestiones aquí planteadas. Todas ellas, fundamento de la ansiada metodología arquitectónica en cuya aspiración han sido hermanados, a lo largo de todas las épocas, los talentos y profesiones más diversas. Únicamente el futuro tiene la palabra.

#### DE LOS HARPEDONAPTAS <sup>(70)</sup> A LE CORBUSIER Y..... MAS ALLA.

Iniciamos la primera parte de este estudio, afirmando que proceso histórico de la arquitectura nos muestra un paulatino, casi inconsciente, desarrollo en la aprehensión del espacio. Ahora, después de nuestro recorrido conceptual hemos encontrado que tal aprehensión del espacio, es, esencialmente el dominio de la superficie como un envolvente, un definidor de espacio. Los fines prácticos de tal delimitación pueden ser de los más diversos, mas sin embargo en última instancia, lo obtenido será un espacio definido por una superficie. Vimos como la cultura de recipientes de Munord, se caracterizó por la fabulosa fecundidad de ellos, todos nacidos de NECESIDADES del hombre de esa época. Necesidades que podían ser desde el almacenar agua y cereales, hasta resguardar el rebaño de las fieras amenazantes. Pero siempre todos ellos con una cosa en común, una delimitación superficial o de superficie; así, en el caso del almacenaje de agua, la superficie sería una vasija de barro, una superficie de arcilla modelada y cocida; en el caso del corral para el rebaño, la superficie sería una empalizada mas o menos bien amarrada.

70. Harpedonaptas o harpedonapten, egipcios encargados de trazar de nuevo los lindes, tan pronto las aguas del Nilo se retiraban del fértil suelo de sus márgenes. Con cuerda y estacas, teniendo como base el conocimiento del famoso triángulo sagrado egipcio, triángulo rectángulo de proporción: 3, 4, y 5 en sus tres lados. A ellos se debe el inicio de la moderna topografía, sin su participación la economía agrícola del Nilo, no hubiese podido converger en la potencialmente fuerte estructura de la economía faraónica.

Cuando las hapdonaptas famosos, iniciaron su trabajo de dominar con trazos firmes pero elementales la "superficie" de cultivo, estaban muy lejos de imaginar la importancia de tal actitud en el desenvolvimiento de la aprehensión espacial. Pero en realidad no se tardó mucho en pasar de tal forma de trazado superficial del suelo, al trazo de la "superficie construida". Si retrocedemos aún más en el acontecer arcaico y prehistórico, no se vislumbran actitudes conscientes del dominio racional de la superficie, pero ya el futuro está intuido con la actitud del dominio MAGICO de la realidad a través de su captura en la representación superficial, cuyos ejemplos aún hoy conservados, como las superficies de las curvas de Altamira, Lascaux, etc., no solo representan las primeras manifestaciones del arte pictórico y mural, sino además del manejo de la superficie, aunque sea en un sentido mágico, irracional. El uso de tales cuevas brindaron al hombre prehistórico una aproximación burda y somera de la capacidad protectora y receptora de la superficie.

Inicialmente no modificó las aproximaciones superficiales que la naturaleza le brindaba. Habitaba ocupaba la caverna, sin efectuar sobre sus superficies ningún tipo de acción, ninguna transformación. Si su objeto protector era la hoja gigantesca de algún liken, se colocaba abajo sencillamente sin entrar a cambiar la situación formal de tal superficie; la hoja. Era natural todo ello, puesto que el hombre Mezolítico era un nómada empedernido, un cazador inestable; que lo mismo un día permanecía en un sitio determinado como que al siguiente recorriendo grandes distancias, amanecía muy lejos del lugar precedente. En fin, dice Mumford: "la caverna dió al hombre primitivo su primera concepción del espacio arquitectónico, su primer atisbo del poder de un recinto amurallado como medio para intensificar la receptividad espiritual y la exaltación emotiva". El descubrimiento de los cultivos y el domesticamiento de ciertas especies animales debido a que las variaciones climatológicas se hicieron menos rigurosas inicia la llamada cultura Neolítica; la cultura, que ya mencionáramos y que Mumford define como un período eminentemente recipiente. En este período el hombre ya entendía el sentido funcional de las superficies y su preocupación fué descubrir las solicitudes estructurales de la conformación espacial a través de la superficie. La evidencia arqueológica nos enseña que lo intentó de infinitas maneras,

71. Los palafitos, las tiendas, los canales o empalizadas de la época neolítica, son las primeras estructuras cuya función de sosten de la superficie se conocen. (ver fig.13)

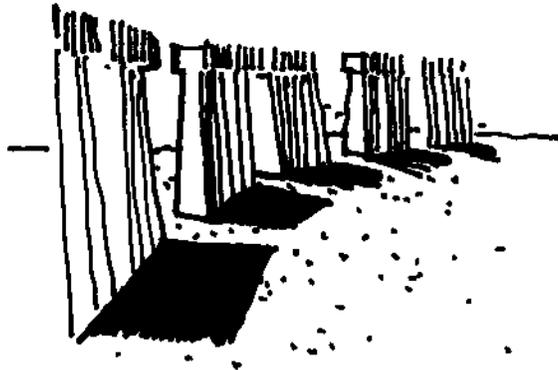
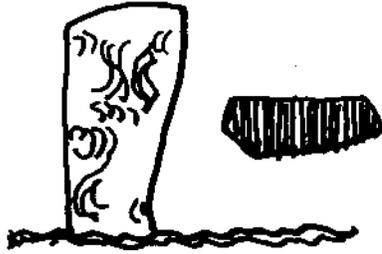


FIG. 13

72. ROBERT MAKGRAGEN: Antropólogo, define las épocas o procesos del acontecer universal basándose en conceptos de la reciente teoría de la información, así: "El proceso evolutivo está directamente condicionado a la forma de obtener y transmitir información. En los complejos aleatorios

algunas de ellas tan excelentes en su formulación, que en la época actual son naturales, "aún no han pasado de moda" como se diría vulgarmente.

La manifestación arquitectónica del Neolítico fue simplista pero riquísima la imaginación, a tal extremo que la concepción estructural aún en vigencia de "apoyo y sostén", nacida de la estructuración en base a la madera-columna y viga es conceptualmente la misma que las primitivas de los palafitos y tiendas del neolítico (71); el concepto fué el mismo, por otra parte, para los Dólmenes y Menhires que como el de Estonege y Gravimis demuestran la contundente formulación estructural del neolítico. (ver fig. 13)

Expresé que los harpedonaptén o harpedonaptas, fueron los primeros de que se tenga certeza y referencia histórica, en efectuar la racionalización geométrica de la superficie. Ello trajo como consecuencia lo que llamaré el **DESCUBRIMIENTO DE LA RELACION PROPORCIONAL**; suceso de profunda influencia en la concepción arquitectónica siguiente, nada menos que un intervalo de 10000 años.

Si seguimos el criterio de los antropólogos hasta MackWragen, (72) es dable afirmar que los albores históricos fueron de una lentitud evolutiva desesperantemente lenta. Las formas, su evolución y su creación —entendiéndose por formas no solo las artísticas, sino en una acepción mas amplia, las formas culturales o entidades culturales que incluyen desde luego las "formas del arte" estuvieron circunscritas a un pequeño y selecto grupo de iniciados que usualmente fueron los sacerdotes y sus elegidos; hegemonía que posteriormente se iría perdiendo en relación directa a la generalización de la cultura. Estas familias culturales (73) los sacerdotes, recogieron de los harpenoptén la racionalización superficial geométrica y dándole como era natural, un aspecto pseudomístico; efectuaron la construcción de edificios —de superficies— con normas del orden proporcional.

Tal hecho hizo de las culturas egipcia y caldea, las iniciadoras de la arquitectura como una disciplina definida y seria. Si en el neolítico se hizo evidente la

iniciales de la química, como en los seres vivos más simples, toda la información les fué grabada en sus ordenaciones DNA y en sus genes. Fué ésta la primera etapa de la evolución. La segunda, cuyo actor es el animal inteligente, la información fué inicialmente imitativa y se descubrió el lenguaje, posteriormente la escritura. Cientos, miles de años, duró tal proceso y actualmente estamos asistiendo a sus FINALES, está por surgir un nuevo y adelantado sistema de información, que exigirá del hombre actitudes y capacidades extraordinarias, hasta ahora inimaginables, donde el lenguaje no será el que conocemos, sino algo evidentemente más eficiente."

73. Por ejemplo, los secretos arquitectónicos se legaban de padre a hijo en forma de depósito hereditario, UN RECIPIENTE HUMANO de conocimientos. Brugach llegó a determinar verdaderas genealogías de arquitectos.

74. Auguste Choisy: "Historia de la Arquitectura".

75. Herodoto, "Los nueve libros de la historia".

"imaginación" de la comunidad; con los griegos y caldeos fue patente el potencial de la racionalización. Establecidos estos grupos étnicos en zonas de escasa foresta, madera; tuvieron que utilizar los materiales del suelo, que arcillosos en gran manera en unas partes —sumner— y pedregoso en otras —egipto—; que obligó a una formulación unitaria de la superficie: el ladrillo de barro y piedra. El primer y más importante elemento de la construcción de la superficie inició su aún interminable preponderancia en la conformación espacial. Se construyeron así grandes y extensas instalaciones, donde no solo se levantaron muros, sino se encontraron nuevas formas del cerramiento horizontal; como bóvedas y techambres de lo más ingeniosas: la bóveda sin cimbra en sus dos variantes, la cúpula ( Abydos) y el medio cañón ( almacenes de Rameseum, 18a. dinastía.)

Un claro entendimiento del proporcionamiento no existía. Sus formas de cerramiento del espacio eran más bien una imitación por símil de las formas que la naturaleza ofrecía. Así, aparecen las columnas palmiformes y lotiformes, donde el paisaje presta la forma y el hombre estructura los materiales, racionalizando su uso y logrando por supuesto el objetivo: estructurar superficies para delimitar el espacio.

Al respecto dice Choisy <sup>(74)</sup>: "Los egipcios gustaban de las proporciones simples; y entre éstas adoptaban preferentemente las que se identifican con las construcciones geométricas simples", necesariamente las concebidas en la técnica superficial de los harpedonaptas, cuya máxima producción, la Pirámide de Kheops es un extraordinario exponente, ante el cual palidecen ejemplos de civilizaciones o culturas mucho más avanzadas. Es procedente el denotar que del estudio sistemático y concienzudo de la gran pirámide, han surgido una serie de concordancias de tipo científico, extraordinarias. Bástenos saber que Herodoto <sup>(75)</sup> relata que los sacerdotes egipcios le habían enseñado que las proporciones establecidas en la Gran Pirámide, entre el lado de la base y la altura eran tales que el cuadrado construido sobre la altura vertical era exactamente igual al área de cada una de las caras triangulares, que en expresión algebraica no es sino la ecuación fundamental, cuya raíz positiva es el número o número de oro  $\approx 1.618...$

76. Herschell y el abate Moreaux, han sido los iniciadores del estudio de las particularidades científicas de la Gran Pirámide. Los trabajos matemáticos más serios han sido los realizados por Jarolimek—Der Mattematische Schussel zu der Pyramide des Cheops, y por D. Kleppish en su — Die Cheops Phyramide: Ein Demkmal Mathematischer Er Kemtris. De ella dice Matila C. Ghyka, en su libro "Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes": "Lo que hay de mas curioso en este enigma ( el de la gran pirámide), es que si se compara la Gran Pirámide con los demás monumentos egipcios que en su mayoría son posteriores a ella, nos sentimos casi imperiosamente arrastrados a concluir que no se trata de los comienzos balbucientes de una cultura, sino de la culminación de una cultura llegada a su apogeo y que a punto de desaparecer, hubiese querido, en un gesto de supremo orgullo, legar a las civilizaciones venideras un soberbio testimonio de su superioridad."

Un aspecto ajeno a los enunciados analíticos que sobre la Gran Pirámide han efectuado muchísimos investigadores, como Jarolimek, K. Kleppish, Herschell y el abate Moreaux <sup>(76)</sup> entre otros, es su relación con la delimitación del espacio a través de la superficie. La Gran Pirámide evidentemente NO es una delimitación superficial en el sentido ya estudiado del recinto; en tal sentido, es mas bien una aberración. Pero, encuentro que ahí estriba otro de sus rasgos extraordinarios; si la Gran Pirámide —inicial si se quiere pero evidente—, es un intento de definición mas bien, del espacio arquitectónico universalizado, el urbanístico. Es claro que las interpretaciones arqueológicas que le definen un carácter y una razón eminentemente funerario—religioso son acertadas, tal cuestión es: la MOTIVACION en la erección del objeto; pero la función espacial es la PARCIAL DEFINICION DE UN ESPACIO URBANO, porque ademas de su monumentalidad, la Gran Pirámide al igual que las otras y otros tipos edilicios egipcios, no están aislados, sino formando PARTE DE UN CONJUNTO EDIFICADO. ( Este sentido urbano es aún mas evidente en las producciones arquitectónicas mayas, que en tal sentido son superiores a las mencionadas egipcias. )

Si los egipcios fueron quienes iniciaron la formulación del espacio a través del proporcionamiento de la superficie, los griegos sublimaron tal concepción formal. Si la Gran Pirámide de Kcheops, ofrece la primera manifestación consciente y racional de patrones proporcionales y armónicos, archivo milenario de los conocimientos que los sacerdotes de Heliópolis y Sais poseían; la gran cultura helénica, heredera de tales conocimientos a través de las escuelas de Pitágoras y Platón, planteó en sus construcciones el sentido hasta entonces olvidado o desconocido de la universidad numérica esencial y de la CONVENIENCIA DEL PROPORCIONAMIENTO ANTROPOMORFO, en una anticipación genial, con las limitaciones del caso, de lo que mas de dos mil años despues afirmó como la "Esfera del yo espacial". El descubrimiento egipcio del proporcionamiento armonioso, como un proceso ordenador en la arquitectura, fue sistematizado —de la misma manera que el espacio físico por Euclides— por los matemáticos y geometras griegos. Fue una conclusión lógica la de

estos artistas científicos—filósofos, que veían en el número, en su esencia y luego en su geometría, el orden divino de las cosas. El hombre mismo, como parte de ese conjunto universal, deico, debía tener en su conformación, relaciones armoniosas que concordasen con los sistemas matemáticos descubiertos.

77. Canon, el más antiguo de que se tiene conocimiento es el que apareció en Menfis, en una tumba de sus pirámides, de una antigüedad de alrededor de 5,000 años. De los varios cánones griegos que hubieron, el más conocido es el de Policleto, inmortalizado en su conocido Doriforo. Hubo así iniciación en la época de Tolomeo, de los griegos y de los Romanos.

El hombre como unidad dimensional entró de esa manera, a formar parte de una forma racional del planteamiento constructivo de la superficie. El canon <sup>(77)</sup> proporcional fué el eje sobre el que giraron los diseños de los edificios griegos (y de todo su arte) y la base de tal canon era por supuesto un determinado proporcionamiento dimensional fijo de la figura humana. Tan profundamente el arquitecto griego entendió esto, lo demuestra el que se impusiera el orden caríatide como elemento constructivo. Ya no solo se proporcionaba antropomóficamente la superficie, sino SE LE DABA LA FORMA HUMANA.

En su afán de buscar la belleza, el griego se aferró al número y a su consecuente ordenamiento lógico; tal aspecto llevó al arquitecto helénico a buscar en el ORDEN, la proporción armoniosa ansiada, creadora de belleza. Pero entiéndase bién, esta belleza a la que tanto se aspiraba en esta arquitectura, no era una belleza del ordenamiento espacial sino, del ordenamiento superficial. Tan imperiosa necesidad ordenatriz trajo consigo la lamentable ignorancia a las extraordinarias formulaciones constructivas a la superficie dadas por sus vecinos y antecesores, “lejos de imitar los atrevimientos del arte micénico o los ensayos de arcanania —escribe Choisy—, el arte helénico excluye la bóveda y se limita casi sin reserva, a las conbinaciones tríticas, emplea con dispendio los materiales de arcilla y adopta la techumbre a dos aguas creada en las regiones lluviosas ocupadas por los dorios”, llevan a la construcción en piedra las formas constructivas en madera.

A los fines aquí perseguidos no intesan las motivaciones que a juicio de los investigadores conformaron un Orden Dorico o un Jónico; lo importante de la producción griega, es que por primera vez en la historia de la producción de la

superficie –se intentó con éxito de racionalizar y normar tal producción y para fortuna de nuestra apreciación estética, sin desmerecimiento en la calidad de la obra artística.

Pero... del punto cualitativo logrado en la producción arquitectónica griega, del nivel metodológico obtenido, la posterior ejecución de la arquitectura en las diferentes épocas, fue incapaz de liberarse de tales patrones ordenadores y conceptuales, y como establecimiento para la historicidad de la aprehensión del espacio por la ciencia, el influjo griego de gran fecundidad y positividad inicial, tránsformose debido a la necesidad eclética en sombra negativa y rigidizadora. La historia al respecto es elocuente: después , del planteamiento dado por los griegos al manejo de la superficie, no ha sido introducido ningún planteamiento radicalmente nuevo y mejor de metodología de proporcionamiento superficial. Ni los romanos cuyas aportaciones en relación con la técnica constructiva, es elocuente; ni el gótico ni el renacimiento, ninguno modificó tan solo la dialéctica formal griega.

Leonardo da Vinci, Alberti, Durero, Zeysing, continuaron en este aspecto la metodología griega, y, ha diferencia de la ciencia que como viéramos, despues del Renacimiento rompiera con el absolutismo griego, la arquitectura, se aferró absurdamente a tales patrones, olvidando por mucho tiempo los principios que conforman su nacimiento.

La filosofía ordenadora del griego estaba bién, su formulación formal antropomórfica lo mismo. Y como ello estaba bién para la época helenística debía, decían y dijeron durante mucho tiempo los edécticos ser bueno para su época presente. No entendieron evidentemente que lo excelente de la cuestión era el fin y no la manera de hacerlo de los helenos. Estaba bien desear, por ejemplo el orden, pero muy malo estimar que la manera de lograrlo era construir columnas dóricas. Fin y método eran buenos a su momento histórico, pero el método debe variar de acuerdo a las técnicas y valores que de manera invariable van presentándose.

Este afán de encontrar ecuaciones universales de belleza, que en función de la

aprehensión del espacio hace la arquitectura a través del PROPORCIONAMIENTO ARMONICO DE LA SUPERFICIE, encontró en Le Corbusier su más nuevo y poderoso propugnador.

El genial, francés, comprendió la importancia de una metodología de la superficie, como base para una aprehensión sistemática del espacio arquitectónico. Y algo más aún, entendió lo imprescindible de que la relación de tal metodología fuese antropomórfica, dando así de plano el carácter eminentemente humano de cualquiera de las realizaciones que puede tener la arquitectura. Su aportación al respecto, forma parte ya de la teoría de Coordinación que es tratada mas adelante por lo que concluimos esta primera parte precisamente con el arquitecto que concluyó el período no coordinado de la arquitectura, e inició el siguiente, donde, el orden, es función orgánica del conocimiento prevalente, y, la forma nueva su fiel expresión.

PARTE SEGUNDA  
COORDINACION

PARTE SEGUNDA  
COORDINACION

*Pero es imposible combinar dos cosas sin una tercera: es preciso que exista entre ellas un vínculo que la una. No hay mejor vínculo que el que hace de sí mismo y de las cosas que une un todo único e idéntico.*

*PLATON, "Timeo"*

*Pour comprendre l'essence d'une forme, son Schéma constructif, sa structure, el fant pouvoir définir des lois gouvernante, la coordination entre les elements et enregistres ainsi leurs position mutuelles —leur arrangemente.*

*D.G. EMMERICH, "Les Structures"*

CAPITULO I  
EDIFICACION

## I EDIFICACION

Hasta ahora hemos hablado del espacio como realidad arquitectónica ineludible. Se han puntualizado sus características tanto del orden físico como del axiológico, hasta llegar a los elementos estructurales de la percepción espacial, tales como la pregnancia y la secuencia. Finalmente hemos concluido en el hecho simple, pero esencial de que la superficie como elemento conformador del espacio, es lo esencial en su percepción, es la base desde la cual es estructurada una determinada aprehensión, espacial. Se ha evidenciado por último el hecho de que la única posibilidad de formular una metodología del diseño espacial, debe surgir precisamente de la superficie. En su manejo adecuado y sistemático encontrará la arquitectura la fórmula inicial que haga coherente, eficiente y profundamente bella su producción, que como sabemos es abrumadoramente voluminosa y tiende cada día, cada minuto, a serlo más de una manera irreversible.

Para formular tal metodología es imprescindible entender un hecho fundamental: el planteamiento constructivo tradicional ha sido modificado substancialmente, ante lo cual, ahora, no puede seguir teniendo validez los principios que han regido y normado, cada vez mas explícitamente una arquitectura que era diferente y respondía a situaciones motivantes de radical diferencia. Debemos pues, plantear la problemática edilicia actual para luego intentar concretar un nuevo proceso metodológico que "haga fácil lo bueno, lo natural y razonable, haciendo difícil lo malo, lo irrazonable."<sup>(78)</sup>

78. Para la construcción del edificio de las Naciones Unidas, viajó Le Corbusier a los E. U. Ahí tuvo oportunidad de mostrar a los ojos del gran físico su famoso Modulor. Einstein después de estudiarlo exclamó: "Es una gama de proporciones que hace lo malo difícil y lo bueno fácil."

### LA CONSTRUCCION Y LA SUPERFICIE

Arquitectura y técnica constructiva, poseen una ambigüedad difícil de superar: ¿Cuándo empezó la arquitectura? o ¿Cuándo empezó la construcción? ¿Cuál de ellas fué la primera, etc.? Estas y muchas otras preguntas, se formulan constantemente historiadores, críticos y arquitectos, en su afán de aclarar el origen y fundamento de una de las ramas mas importantes del acontecer cultural y físico.

La historia de la arquitectura, es evidentemente la historia de los procesos constructivos, en suma, de la construcción. Hablar de una es necesariamente hacer mención de la otra, que es nada menos que su formulación física, su objetivo realizado,

Construir es levantar, crear en el espacio físico superficies cuyo fin es DELIMITAR el espacio.

Sin embargo de acuerdo con nuestra definición de la aprehensión del espacio a través de la superficie podemos concluir, sin ninguna dificultad: que si la arquitectura es espacio, la construcción es superficie. La arquitectura delimita su espacio, con superficies, con construcciones; es pues, la construcción el instrumento físico de que la arquitectura se vale para formular sus espacios. Es obvio que no puede haber realización arquitectónica sin construcción, por una parte; como sí puede haber construcción, sin que por fuerza tenga que ser arquitectura. La ausencia de una excluye a la otra pero no viceversa.

Esta construcción de la superficie, a pesar de las diferentes épocas a las que fué compañera, de las diferentes técnicas y concepciones espaciales a que sirvió; hasta mediados del siglo pasado, no modificó jamás su planteamiento de construcción por APAREJO O LEVANTADO. Ya sea que los muros fuesen de carga, de recubrimiento, etc. Siempre el proceso de construcción del envolvente espacial fue formulado por la aplicación mas o menos sistemática de un elemento sobre el otro, a manera de conformar con su adecuada sobreposición: una superficie.

El aparejo constructivo, la pared y la cubierta, fueron de esta manera diferenciales, debido al sistema estructural vigente desde tiempos remotos, y que ya definiéramos como de apoyo y sostén, base conceptual de la mayoría de las construcciones aún de hoy en día. Así el "recipiente" fué debido al proceso racionalizador de la conformación estructural de la superficie dividido en dos partes fundamentales. Una de ella, la PARED, permaneció esencialmente inalterada a lo largo de todo el proceso, inclusive hasta llegar a la época actual. La otra, cuya función de cubrir la define nominalmente como techo o cubierta si varió pero dentro de dos polos

claramente definidos: la cubierta plana y la cubierta curva

Consecuentemente los constructores formalmente planos, como los griegos y los egipcios, produjeron una metodología de la superficie, proporcionadora y geométrica. Los que en aras de sus limitaciones materiales (afortunadamente) produjeron las cubiertas curvas, concentraron su interés a diferencia de los anteriores en los aspectos tecnológicos de su obra, tal es el caso de los sumerios, persas y romanos. El Renacimiento llevó a la brillantez los conceptos del formalismo proporcional griego; y el gótico, a su vez llevó la orgánica tecnología formal iniciada en el Summer a su punto culminante. Era evidente que la técnica constructiva aunque lenta, había evolucionado constantemente de manera ininterrumpida A LA PAR DE LA CIENCIA.

Sin embargo, en el momento en que la ciencia, como esencia del conocer, del pensar; y el arte, con la arquitectura a la cabeza, como esencia del sentir fueron divorciados —ya lo dijimos anteriormente con relación a Descartes— la técnica constructiva, hija de la arquitectura, se estancó rigidamente en confirmación paradójica del florecimiento científico. A partir de las últimas creaciones e innovaciones renacentistas, la formulación constructiva de la arquitectura fué una copia oscura y gélida de lo válido para situaciones diferentes. Entre las últimas creaciones de Borromini y Newman y el Palacio de Cristal <sup>(79)</sup> en Londres cuya aparición en 1851 marca el final de la oscura época precedente, median muchos años, durante los cuales la ciencia avanzó en forma extraordinaria e hizo de la técnica constructiva algo cada vez mas separado, desafortunadamente del espíritu arquitectónico prevalente. Porque si bien es cierto que durante tal período hubieron extraordinarios innovadores de la formulación constructiva, tal hecho no nació de un pensamiento arquitectónico de aprehensión espacial, sino de, por ejemplo: las nuevas solicitudes materiales y subjetivas; construcción de elementos netamente estructurales, como los puentes de cuya evolución conceptual aprendió y aún tiene mucho que prender la estática arquitectural.

79. Al respecto de Borromini, transcribo a continuación un párrafo de Leonardo Benévolo, "Introducción a la Arquitectura": "El que pasa por un revolucionario, no desea poner en duda la continuidad de la tradición clásica y la validez de los primeros principios, sino que se preocupa más bien de convalidar continuamente sus experiencias con la autoridad de los antiguos; juzga, sin embargo, que la expansión virtual de los principios clásicos haya sido con arbitrio reducida por los preceptos de la tradición reciente, y se propone reivindicar su universalidad, incluyendo un conjunto de NUEVAS EXPERIENCIAS TÉCNICAS y consejos inéditos y olvidados.

El profesor Gideon nos da un interesante comentario al respecto de la

80. Joseph Paxton (1801–1865), arquitecto inglés. Levantó antes del Palacio de Cristal un invernadero para el Duque de Devonshire en 1837–40, que tenía 83.10 metros de largo, 39.60 metros de ancho y 20.10 metros de alto, cuya formulación constructiva hacía entrever los logros del Crystal Palace.

81. Félix Candela, "Hacia una nueva filosofía de las estructuras".

innovación constructiva del Palacio de Cristal, sin dejar de lado los aspectos evidentemente esenciales de tal edificación. Dice Gideon: "El Palacio de Cristal fué obra de la extraordinariamente desarrollada industria inglesa, y constituye una aplicación del sistema mas sencillo y racional de manufactura –el de la producción en serie.... El proyecto de todo el edificio se realizó a base del mayor tipo de láminas de cristal, que solamente tenían un metro veinte (1.20) centímetros de longitud. Cristales de mayor dimensión no se producían en aquella época... Nos asombra el que Paxton<sup>(80)</sup> pudiera en aquella poco adelantada época, reducir la completa construcción del edificio que cubría una superficie alrededor de setenta y dos mil metros (72,000 M) cuadrados– aproximadamente, cuatro veces mayor que la cúpula de San Pedro, que con orgullo hacían observar los contemporáneos– fué construido en seis meses".

Pero en relación con la construcción de la superficie, lo que resulte de tales hechos, es la separación ortogonal que se hizo entre estructuras sustentante y cubierta. Surgió el ESQUELETO como base constructiva de la superficie y de consiguiente a la par de las ventajas técnicas que se obtenían, se constreñía aún mas la concepción estructural a la idea megalítica del pilar y la viga, del apoyo y el sostén. De tal manera que cuando surgieron nuevos materiales como el concreto armado, cuya naturaleza heterogénea es evidente, en lugar de ser manejados en función a tal característica, fueron –y hoy en día lo continúan siendo– tratados constructivamente como la madera, material iso trópico, homogéneo. Al respecto el profesor Candela<sup>(81)</sup> dice que el "hecho es que la Teoría de la Elasticidad se refiere a un material ideal, homogéneo que responde además a la ley de Hooke, sin embargo los materiales usuales distan mucho de semejarse a tal hipotético material y el concreto armado, que en la actualidad es el material de construcción por excelencia, es heterogéneo por definición, es alótropo, puesto que solo contiene hierro en ciertas zonas y en determinadas direcciones, y no responde, en absoluto, a la ley de Hooke. El diagrama de deformaciones del concreto simple no tiene ningún trozo recto y la deformación de una sección compuesta depende especialmente de la cantidad y disposición del hierro de refuerzo." Todo lo anterior es grave a la problemática de una tecnología de la estructuración de la superficie, pero siguiendo en la exposición de Candela, llegamos a comprender claramente que la Teoría de la Elasticidad en general

82. Ibid, las mayúsculas son impuestas.

es inapropiada para el análisis de estructuras hiperestáticas de concreto armado, y en el colmo de lo absurdo, los Reglamentos gubernamentales y municipales que norman la construcción solo aceptan métodos basados en tal Teoría; de tal manera que “nos encontramos ante el hecho insólito de que NO PODEMOS aplicar, para el cálculo de estructuras de concreto armado —casi el único material estructural— métodos que esten de acuerdo con sus características”.<sup>(82)</sup> Tales hechos son manifiesta herencia de la mencionada influencia formal megalítica de la construcción de madera, con sus clásicos componentes: la columna y la viga.

Hemos entrado de lleno a los albores que precedieron a nuestra actual formulación constructiva. El sistema tradicional del levantado por aparejo, de la superficie, a pesar de los adelantos tecnológicos, no ha sido modificado. Unicamente se introdujo el concepto de “esqueleto” pero la forma constructiva de la superficie vertical continuó siendo la misma.

Con la superficie horizontal o cubierta sí se plantea con la nueva tecnología una modificación radical del concepto ortogonal de la estructuración. Primero las bóvedas, luego las armaduras y mas tarde las cáscaras, formularon paulatinamente el cambio deseado hacia una concepción estructural ya no bidimensional, sino pluridimensional, dándose origen a las llamadas estructuras espaciales, cuya configuración metodológica nació de la mencionadas redes isótropas del tipo bidimensional y tridimensional.

Estamos preparados entonces para el replanteo que dos factores extremos de la técnica constructiva formularían; es ésta, y su influencia, el determinante del planteamiento final de este estudio. Me refiero al repentino surgimiento de dos aspectos en intensa relación el uno con el otro, dentro de la problemática del acontecer humano actual: la Industria y la Explosión Demográfica.

Hasta que aparecieron tales factores, el desarrollo cotidiano de la vida, de la producción y en general de toda la realización del hombre, transcurrió como dentro de cierta semejanza a todo lo largo de la historia. El hombre poseía un centrado concepto

de la realidad de una naturaleza estática, imperceptiblemente invariable, los cambios, cuando los habían, eran fruto de una larga, lenta maduración. Por ello hemos asistido a una evolución de la estructuración de la superficie, arquitectónica, pausada, y, algunas veces hasta inalterable; pero a presencia de tales hechos, ha redomado tal cuestión, produciendo el cambio súbito y cada vez más imperioso de la realidad, incluyendo la arquitectura.

## **LA INDUSTRIA Y LOS NUEVOS ORDENES DE DEMANDA**

En forma Global, el desenvolvimiento de la cultura, de la obra humana en sus mas contradictorios componentes; es necesariamente orgánica. A la formulación de nuevas solicitudes ambientales, por ejemplo, el hombre responde modificando sus estructuras y las que lo rodean, a manera de volver a encajar dentro de un todo unitario la realidad que vive y que modifica. Tal aptitud es característica del hombre y por miles de años ha representado, el patrón de su conducta ante la presión y acción del medio con el cual se relaciona.

Sin embargo, el hombre de pronto, ha comenzado a llenar su medio, a saturar sus arcaicas estructuras sociales, en suma a crecer demográficamente en forma cada vez mas desmesurada e incontrolable. Solo en Guatemala en el 1980 y de acuerdo a nuestra tasa de crecimiento demográfico sumaremos ocho millones, en el año dos mil, a tan solo veintinueve años de ahora, nuestra población (y la de todo el globo) estará triplicada y en consecuencia todas las necesidades de un grupo humano, a la escala que sea.

Mientras escribo esto, a unos "cuantos miles" de kilómetros dos naciones se ensañan en iniciar en forma cruenta, una guerra, que entendámoslo así, libera a sus arcaicos regímenes de la presión de su población. Aquí mismo, en Centro América, dos repúblicas hermanas, se dan de puntapiés en aras de una estúpida violencia iniciada también bajo el auspicio de la aplastante demografía.

Todo ello es fruto de la nueva situación, de los nuevos órdenes de demanda,

que la creciente población a involucrado. Tal cuestión empezó a tener vigencia a mediados de la segunda mitad del siglo actual. Cuando el hombre se dió cuenta de que la demanda de ciertos artículos era imposible de satisfacer con la producción artesanal existente. Se planteó así, de una manera inesperada la revisión de las "herramientas" de la producción, de tal manera que podríamos decir que lo que se fomentó fué una Revolución de las herramientas y surgió la máquina, como instrumento de una nueva dimensión productiva; de la aparición de lo que conocemos por **producción industrial**.

Tales cuestiones, es indudable, habían de afectar todos los ordenes de la vida del hombre, sin embargo, es la arquitectura quien habría de ser mas radicalmente modificada, dado que debía responder de manera INMEDIATA a las nuevas demandas de construcción. Hubo de pronto que PRODUCIR MAS, mas rápidamente y al menor costo. Tres absolutos que aunque no se quisiese, uno solo de ellos bastaba para revolucionar el **ámbito** de la construcción.

Con ello la arquitectura de principios de siglo y finales del anterior, se encontró de pronto en un callejón sin salida de su concepción. Por una parte se seguía aferrado al criterio eminentemente tradicionalista de la función artística de su formulación, y por la otra, se comprendía que en cualquier tipo de industrialización no cabía el tipo de arte hasta entonces conocido, Ruskin y Morris <sup>(83)</sup> la habían entendido así, hace mas de un siglo.

La construcción de la superficie se vió así modificada en forma también radical, la construcción entró de lleno entonces en la industria y fueron los patrones de ésta —la industria— los que siguieron a partir de entonces, como dice Giedeon <sup>(84)</sup>, "...el equilibrio desaparecido por la revolución industrial no se ha restablecido todavía. La destrucción de la paz interior y la seguridad, en el hombre, continúa siendo la consecuencia mas visible de la revolución industrial. El individuo quedó inmenso en la marcha de la producción, fue devorado por ella.

83. Ruskin y Morris son tratados acertadamente por NIKOLAUS PEVSNER en su libro: "Pioneros del diseño Moderno. Ruskin es autor de "Las siete lámparas de la arquitectura" y ejerció gran influencia en su tiempo, a los mismos que G. MORRIS.

84. S. GIEDEON, "Espacio, Tiempo y Arquitectura".

## LA INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION

La industrialización de la producción, involucra de una parte el uso cada vez mas reducido de la mano de obra artesanal y por el otro la reducción del costo de la unidad de obra realizada. Es evidente entonces el hecho del incremento de la pre-fabricación de los elementos constructivos en centros extra-obra de ejecución parcial o total.

Tratándose de lo que ahora es dable llamar: industria de la construcción, la problemática moderna no presenta alternativas para soluciones fáciles. En primer lugar, no es solo la fabricación de elementos de superficie lo que es objeto de tal producción; deberán haber además elementos cuya función no solo sea el encuadrar cerramientos "sólidos" del espacio, sino procurar por ejemplo iluminación, conducción de aire, o talvez, circulación de sujetos a través de continuos espaciales.

El llamado edificio hecho a la medida, ha cedido lugar a complejos de POSIBILIDAD constructiva, donde sus elementos puedan ser usados o combinados libremente, pero en definitiva, la fórmula constructiva existente, tradicional, ha dejado de existir conceptualmente.

Antes de continuar, debemos definir las dos nociones esenciales cuya semejanza las hace confundirse algunas veces, me refiero a la industrialización y a la prefabricación:

La PREFABRICACION existe desde la antigüedad, ella implica la construcción de elementos fuera de la obra o al pié de la misma, donde la puesta en el lugar facilita la ejecución.

La INDUSTRIALIZACION, surgió en el siglo pasado, a través del automatismo

de la máquina y de la reducción esencial de la mano de obra, ha introducido el concepto de PRODUCCION CONTINUA en grandes series de elementos repetitivos todos ellos necesarios a la realización de una determinada UNIDAD, por ejemplo: el automóvil.

Pero la casa, por ejemplo, no es un auto. Debe adaptarse a su situación geográfica y permitir las diferentes modalidades de vida, que felizmente varían de región en región, lo mismo que de un país a otro. Y tal estandarización acompañada de un super-funcionalismo tenderán a privarnos de la felicidad íntima y profunda que le ha dado la VARIEDAD. El hombre no está hecho para la uniformidad.

Por otra parte nos surge el riesgo de una Industrialización sin control, cuando la especulación o la falsa economía, toda ella nacida de la búsqueda de precios favorables; cuando se torna confort, calidad, por economía. Otro de sus riesgos es el de crear la posibilidad de deshumanizar el cuadro urbano y personal del hombre. La estandarización y la super-funcionalidad llevadas a un extremo, son el opuesto de las mas profundas aspiraciones del hombre y tenderán -en ese caso- a hacer de él, un robot, preparado a admitir un ambiente, su universo, concentracionario.

El hombre no es libre, si no es CONSCIENTE de su dignidad, de la posibilidad de organizar su vida, de encontrarle un juego a sus aspiraciones o de simplemente arreglar su vivienda de acuerdo a su personalidad; de formar, en suma un cuadro donde el pueda realizar su vida y encontrar expansión y solaz.

#### **INDUSTRIALIZACION LIGERA:**

Conocemos ahora un desenvolvimiento extraordinario de materiales nuevos. Unos han nacido de un perfeccionamiento de los materiales existentes, otros de la transformación de sub-productos de industria. La calidad y precio de venta de estos novedosos materiales son de interés, por permitir la realización de elementos constructivos ligeros, fáciles de montar y de transportar.

La puesta en obra de un elemento de tal tipo, es el resultado de la investigación árdua, del montaje de fábricas y de otra serie de elementos que hacen necesaria una gran inversión, la que solo puede ser emprendida si está asegurada una segura y gran demanda de tal producto.

Algunos especialistas, consideran al respecto de la construcción ligera, la que es propia de la fabricación de autos, aviones; que tal tipo de fabricación será aplicable en la construcción de viviendas, solo el día que de las mismas fábricas, las mismas máquinas sirvan para producir los elementos prefabricados tanto de autos, casas o aviones. Por otra parte está el hecho de la influencia que sobre la edificación con tales elementos, su fabricación, tenga la química; de la cual, será posible obtener en el porvenir verdaderas innovaciones en pro de una mejor industria de elementos ligeros.

#### **INDUSTRIALIZACION PESADA:**

Las dificultades encontradas para la puesta en marcha de una industrialización ligera son aparentemente reducidas con la organización de una industrialización pesada a partir de MATERIALES TRADICIONALES. Donde la supeditación económica estará sujeta únicamente al transporte horizontal y vertical de los elementos pesados prefabricados.

Esta forma constructiva, mejora esencialmente las condiciones de trabajo del obrero y reduce considerablemente la mano de obra en pro de una mas eficiente y rápida producción, pero está obligada a la limitación de un RADIO de acción de cierta proximidad a la planta de fabricación, ello debido a las dificultades nacidas del transpote de elementos pesados.

La prefabricación consecuente de fachadas, tabiques, unidades sanitarias, etc., hasta bloks completos de unidades de vivienda, por otra parte, lleva a la posibilidad de un rigorismo geométrico desolador que se reflejará en la monotonía rígida y

deshumanizada de ciertos bloques de vivienda. Cayendo además en la posibilidad de formular sistemas que paralizan cualquier imaginación. A pesar de todo ello, la industrialización pesada se expande continuamente, tal el caso de los países como Francia, Alemania y URSS, donde se han llegado a construir tres millones de viviendas al año (caso de la Unión Soviética)

Hata ahora hemos analizado la producción en referencia de su definición industrial, pero hay un hecho, que tanto es común a la "industrialización ligera" como a la "industrialización pesada" y es que TODA FORMA DE INDUSTRIALIZACION de un edificio o edificios es parte de la PREFABRICACION; la que puede ser: CERRADA o ABIERTA.

La búsqueda de procedimientos industriales de la construcción, ha pasado por la PREFABRICACION CERRADA, en donde todos los elementos de la serie de prefabricación estan enteramente ligados. De tal manera que no puede ser modificada la producción, ni los elementos mismos, sin provocar la variación total de la organización misma del proceso. Sus concepciones parten de esquemas fijos, donde cualquier tipo de relación entre unos y otros es imposible. En los casos de una industrialización pesada, que parte de una prefabricación cerrada, es imposible cambiar la posición de una pieza interior o de un elemento de fachada, sin perturbar el conjunto estático.

La PREFABRICACION ABIERTA, surgió de la necesidad de ciertas exigencias de arquitectos, ingenieros e industriales; donde el acuerdo unánime de permitir una cierta abertura ha sido traducido en una gran variedad en la expresión arquitectónica, pero en tal caso SE IMPONE UNA MODULACION Y UNA NORMALIZACION, No solamente a escala nacional, sino a una internacional para todos los productos de la industria de la construcción.

Es evidente pues el objeto de basar la metodología del diseño, en una teoría

que coordine la normalización de los elementos constructivos y que además permita utilizar formas elementales, modulares. Todo ello con las ventajas que sabemos encierra una metodología de la aprehensión espacial y además circunscribir tal ordenamiento a la moderna técnica de la producción industrial.

A continuación y en base a lo expuesto, daré una concreta definición de los temas en este capítulo tratados:

## **INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION**

En el empleo en forma racional y mecanizada, de materiales, medios de transporte y técnicas constructivas, para conseguir una mayor productividad.

### **PREFABRICACION**

Procedimiento industrializado de construcción que utiliza en gran medida, elementos prefabricados en serie, previamente a su colocación en obra.

### **PREFABRICACION ABIERTA <sup>(85)</sup>**

Prefabricación que utiliza elementos fabricados en serie, no previstos para la posibilidad de intercambiarlos con otros de procedencia ajena al propio sistema, y que exigen una coordinación estricta en las fases del proyecto, fabricación, transporte y montaje de los elementos.

### **PREFABRICACION LIGERA <sup>(86)</sup>**

Prefabricados que precisa de maquinaria de manejo, para

85. Llamada también "prefabricación según catálogo."

86. Llamadas también: industrialización ligera.

elementos cuyo peso no sobrepasa los 500 Kg., con independencia de su volúmen.

87. Llamada también: industrialización pesada.

### **PREFABRICACION PESADA <sup>(87)</sup>**

Prefabricación que precisa de maquinaria de manejo, para elementos cuyo peso sobrepasa los 500 Kg., con independencia de su volúmen.

### **ELEMENTO**

Objeto fabricado en taller, incorporable a una construcción.

### **ELEMENTO SIMPLE**

Elemento de una sola pieza fabricado con uno o varios materiales.

### **ELEMENTO COMPUESTO**

Elemento fabricado por unión de elementos simples.

### **GRAN ELEMENTO**

Elemento simple o compuesto que tiene una de sus dimensiones de coordinación igual o mayor que la correspondiente a una habitación de vivienda, o unidad análoga, se trata de otro tipo de edificación.

Con la prefabricación abierta, cuya aplicación al orden actual de hechos constructivos, tanto de fabricación como de ilasón, se hace necesaria una forma metodológica que asegure la eficiencia y plausibilidad de la organización y

conformación adoptada en el diseño, tal metodología es la que trataremos con detalle en el siguiente capítulo (V), y está basada en el concepto de coordinación. Sin embargo independientemente del hecho de la aplicabilidad de la COORDINACION, la tecnología en sus mas recientes formulaciones, sobre todo debidas a la ciencia de la información y a la asociación de grandes núcleos productivos, ha introducido una concepción aún mas profunda de la metodología del diseño, ya no basada en la coordinación, sino en la llamada TEORIA DE SISTEMAS y cuya aplicación está por el momento definitivamente fuera de las posibilidades del medio guatemalteco y latinoamericano y en general de cualquiera de los países que no esten dentro de la esfera de los SUPERDESARROLLADOS.

## SISTEMAS

La teoría de sistemas, es una rama muy compleja de la nueva formulación cultural, nacida del uso de las computadoras en formal aplicación de la teoría de la Información. Dado su vasto campo y lo limitado de nuestro estudio y espacio, daremos unicamente algunas definiciones que le son fundamentales y creo permitirán conceptuar para su justa e imprescindible valoración los fundamentos y criterios que básicamente conforman la teoría de sistemas en su aplicación a la industria de la construcción.

88. Eduardo Catalano, "A case for systems".

"La esencia de un sistema —dice Eduardo Catalano<sup>(88)</sup>— es la vida y su capacidad de cambiarse y adaptarse a nuevas demandas. Los sistemas arquitectónicos no están basados en módulos estériles, sino en ideas coherentes de diseño, que proveen una organización siempre cambiante (ever-changing) de ESPACIOS Y COMPONENTES de construcción. Cuando está bien concebido su lenguaje podía ser expresado en una poesía realmente excepcional (rara), puesto aquellas cosas no son simplemente lo que ellas parecen ser inicialmente, sino lo que ellas podrán ser si son desarrolladas en forma adecuada".

“Hay varias creencias engañosas que todavía estorban la aceptación y el desarrollo de sistemas. Una es la creencia de que el determinismo ( negación del libre albedrío) en sistemas imprime restricciones sobre nuestra imaginación. Sin embargo la imaginación no es monopolio de ninguno y no puede sobrevivir la falta de dos características esenciales de los sistemas: PROPOSITO Y DISCIPLINA”. Parte del anterior prejuicio estriba la creencia de que la regulación y leyes que rigen a los sistemas en forma de caer en la estandarización de aburrimiento formal y espacial, de las soluciones arquitectónicas nacidas de sistemas.

“Sin embargo, –continúa Catalano–, los sistemas de construcción pueden proveer transformaciones topológicas ilimitadas, tan ricas como nuestra imaginación, mediante cambios en sus componentes, en longitudes, secciones, tamaños, y ángulos, en su posición relativa hacia los elementos de referencia, en su continuidad como SUPERFICIES positiva o negativas, abierta o cerrada, o como celosías, ya sean rectas o de otra forma, total o parcialmente expandiéndose o contrayéndose. Su variedad tridimensional puede expresar mas dimensiones mediante las cualidades físicas y subjetivas de los materiales de construcción y mediante la libertad formal ilimitada de dar forma a la tierra, al paisaje”.

La formulación matemática de la teoría de grupos y tipos, con invariantes lógicos, es el fundamento de la adecuación matemática de los sistemas y su posterior programación computable. Pero de la infinidad de sistemas que se traducen de la aplicación de la teoría de sistemas, solo nos interesa el llamado SISTEMA DE CONSTRUCCION (SYSTEM BUILDING) directamente ligado a un alto nivel de industrialización. Doy a continuación la definición de la terminología usual de construcción sistematizada:

#### **SISTEMA CONSTRUIBLE O DE CONSTRUCCION –SISTEMA–**

(building System) En la “construcción sistematizada”, el término

“sistema de construcción” o simplemente sistema es usado para identificar un conjunto de “subsistemas” totalmente coordinados e interrelacionados”.

### **COORDINACION**

En la construcción sistematizada representa una positiva característica de interrelación, de donde, en similitud en construcción tradicional, el término “sin interferencia” (Noninterference) es usualmente considerado una satisfactoria coordinación.

### **SUBSISTEMA**

Es un conjunto de partes, así tendremos: subsistemas estructurales, de separación tabique, de plomería (cualquiera de los casos) de distribución eléctrica, de distribución de gas, de acabados, etc.

### **PARTE**

Es un conjunto de componentes en un subsistema por ejemplo: tabiques, la ventana, su marco y vidrio encajada en el tabique representa una parte, o un tabique aislado.

### **COMPONENTE**

Es un conjunto de elementos, en nuestro ejemplo es el marco y el vidrio solos.

### **ELEMENTO**

**Es el complejo fabricado de minima identidad. El marco o el vidrio de nuestro ejemplo.**

Un sistema podrá ser evidentemente cerrado o abierto; cerrado si sus elementos o alguno de ellos no puede ser obtenido en el mercado, es abierto, cuando cualquiera de sus elementos puede ser obtenido en el mercado, requiere UN ALTO GRADO DE COORDINACION MODULAR y de unificación de códigos y normas de construcción.

Con la tecnología actual (fuera del país por supuesto) se presenta ya subsistemas de llamados "corazones o núcleos" ya sean mecánicos, de pisos, de electricidad, etc. En los casos de formas como las instalaciones eléctricas, un subsistema por su simpleza podía ser un sencillo IMPRESO de algún complicado modelo funcional. Tendremos así paquetes de suministro—que incluye componentes varios, por ejemplo— para diferentes esquemas espaciales diseñados. En los sistemas de construcción, un arquitecto diseña edificios INDIVIDUALES dentro de una disciplina sistematizante.

CAPITULO II  
COORDINACION

## II.- COORDINACION

El hacer eficiente y coherente la producción arquitectónica, hemos visto, ha sido la preocupación consciente e inconsciente del hombre, a todo lo largo de su proceso histórico. Sin embargo, fué necesaria la urgencia planteada con la demografía en explosión y su respuesta tecnológica, la industrialización; para que se plantearan soluciones efectivas y válidas a tales preocupaciones.

El hombre aprendió al fin, que si quiere subsistir como especie, debe concentrar sus esfuerzos; procurar el equilibrio, en todas sus formas, ya sea este el natural o ecológico, o sea el de la IMAGEN <sup>(89)</sup> de su ciudad, los ambientes por él creados, etc. Pues bien, tal es el objeto de la **coordinación** en la arquitectura: hacer eficiente la utilización de los recursos constructivos existentes, la edificación, obtener mejores niveles de costo y ejecución, hacer confluír los esfuerzos no solo de arquitectos, sino de constructores y fabricantes, para en última instancia obtener la coherencia formal que solo una metodología adecuada puede proporcionar.

89. Interesante es la aportación al respecto del profesor Kelvin Lynch en su libro "La imagen de la ciudad."

En la **coordinación** puede haber: **COORDINACION DIMENSIONAL**, que es un sistema racional para establecer y coordinar las dimensiones y disposiciones de los elementos que intervienen en una construcción; **COORDINACION MODULAR**, que es un sistema de "coordinación dimensional" basado en el empleo de un "módulo".

### COORDINACION MODULAR

Se dijo que la coordinación modular es una coordinación dimensional referida a un módulo. Tal definición surgió del hecho de que son las **NORMAS dimensionales** las que determinan los valores que pueden admitirse para las diferentes dimensiones de un elemento. Para cada dimensión de éste, esas normas admiten la gama de valores correspondientes, y si el elemento posee "n" dimensiones el número de elementos normalizados posibles aumenta a medida que lo hacen "n"; constituyendo este hecho

un inconveniente para el fabricante, para el constructor, disminuyéndose así las ventajas de la industrialización. Para remediar tales casos en muchos países, se emplean normas preferentes que reducen el número de dimensiones a elegir y conducen a la tipificación de elementos.

Sin embargo, para que los elementos normalizados puedan ser utilizados simultáneamente, es preciso que se coordinen sus dimensiones nominales y que sus formas de DETALLE permitan susimultánea utilización, es decir, su unión entre sí. Dijimos que **coordinación modular es toda aquella coordinación dimensional basada en el empleo de un módulo**, de donde es claro que no toda coordinación dimensional ha de ser necesariamente modular, y de hecho en la construcción existen dimensiones basadas en una coordinación modular, mientras que otras no guardan ninguna relación directa con el módulo y así, para el desarrollo de una industrialización de la construcción, es necesario aceptar una convención referente a la elección de las dimensiones de los elementos y unidades de obra, a la vez por proyectistas y fabricantes.

Es de hacer notar el que las dificultades que encuentra la aplicación modular absoluta para aplicar un módulo pequeño, modular todas las dimensiones de acuerdo a él, han impedido la racionalización de la construcción a términos modulares, esto es referente a la producción arquitectónica de países de poco desarrollo, como el nuestro. Dado que como establecimos la teoría de sistemas y la industrialización pesada que se utiliza en otros países, sí permite la aplicación de una coordinación modular absoluta. En nuestro caso debe obviarse el problema, como veremos, coordinando las dimensiones que nos sean útiles y posibles de coordinar.

Podemos concluir de lo anterior que "la noción de dimensión modulada puede adquirir una mayor generalidad mediante la introducción de varios módulos de incompatibles y también mediante el aumento del valor del módulo" (90); lo que nos permitirá reducir en gran manera el número de dimensiones admitidas por un elemento

90. Fernando Aguirre de Yraola, "Directrices para la coordinación dimensional."

constructivo, con la consecuente sujeción normal, la tipificación y finalmente la industrialización.

En la prefabricación, sea abierta o cerrada, hay un hecho además, de singular importancia y lo es la **PRECISION**; cuya búsqueda es en la actualidad factor de un alza en el costo de la producción. Esa era una de las ventajas de la construcción tradicional, cuyo sistema posibilitaba múltiples posibilidades de recuperación o de compensación en la yuxtaposición o ensamblaje de elementos.

Por otra parte cada material y cada técnica tiene sus propias tolerancias: el metal, la madera, la albañilería poseen cada una las suyas, pero de diferente manera. El pretender por lo tanto una escala generalizada de tolerancias para todas ellas sería un absurdo. Podemos concluir que de momento solo podemos aplicar en nuestro medio y a nuestras condiciones una **COORDINACION MODULAR PARCIAL**.

## EL CONCEPTO DE MODULO

En relación al módulo, la literatura arqueológica nos presenta para citar un caso, gran cantidad de volúmenes, todos ellos nacidos de la controversia sobre el origen, modo de empleo y tipos de módulos empleados en la antigüedad. Tal es el caso que nos relata Dinsmoor<sup>(91)</sup> del empleo de un falso pié griego en las mediciones arqueológicas en Grecia, utilizando una equivalencia de 12 1/8 pulgadas inglesas, en vez de 12 7/8 pulgadas inglesas para el llamado "Pié Atico", y de 11 5/8 pulgadas inglesas para el "Pié Jónico" usado en el Asia Menor y que luego pasara a la Magna Grecia y de allí, a Roma y Bizancio.

(91) W. Bell Dinsmoor: "Modern Theory and ancient practice".

Recordando por otra parte el extraordinario culto al número que mencionaremos en las civilizaciones precedentes a la griega, vemos concordar al rumbo, de procedencia oriental, en la proyección de la filosofía griega, todo ello capaz de

formular una dialéctica capaz de racionalizar, la superficie, conjugando los ritmos, valores y relaciones geométricas con el concepto del número y las proporciones recibidas por las entidades estableciendo los principios reguladores a los cuales estarán sometidas sus construcciones.

Entre los rectángulos que engloban los elementos esenciales de dichas composiciones, y que según los valores de las razones en que se hallan las magnitudes de los lados que los forman poseen un carácter estático o dinámico, existe uno, de acusada personalidad, que ha ejercido una influencia extraordinaria en la Historia de la Arquitectura, e indirectamente, en los estudios modulares. Se trata de aquel cuyos lados están en relación del número de oro.

La belleza de los trazados a que da lugar la sección áurea, o "divina proporción", aparente de un modo más o menos ímplicito en los monumentos griegos, romanos y góticos, constituyen un nexo histórico que enlaza la Antigüedad con el Renacimiento donde el empleo del módulo, el culto a las proporciones y el atento estudio del cuerpo humano revalorizan los tratados de Vitruvio. Genios polifacéticos como Leonardo Da Vinci, hermanan, en simbiosis genial, las ideas platónicas con los conocimientos cada vez mas extensos y sensoriales de un nuevo mundo. Constructores de talento, a la par que tratadistas, regularizan sistemas y marcan pautas que habrán de regir las concepciones durante centurias. Es entonces cuando Vignola, Palladio, Bramante, etc. formulan lo que ellos pensaban era la optimización hacia una metodología de la arquitectura.

Durante el siglo XIX, se presentaron con prodigalidad muchísimos tratados en los cuales solían referirse al proporcionamiento, basado en el módulo y éste, nacido de soluciones antropocéntricas, todas ellas en concordancia con los aportes de Policeto, Vitruvio, De Vinci, Durero, Viollet-le-Duc, Thiersch Moessel, Choisy y Doespfeld, pero sobre todo el acusioso análisis realizado por Zeysing del cuerpo humano en clara intuición de lo que llamo "esfera del yo espacial".

Vemos que el módulo y su inmanente cualidad ordenadora fué la constante preocupación en la teoría y práctica de la arquitectura. Pero la concepción conceptual fué la búsqueda de una metodología del diseño, a través de una **unidad de medida y un coeficiente numérico**.

La palabra **módulo** del latín MODULUS ( medida) era una unidad dimensional cuyo objetivo era el proporcionamiento, generalmente el radio de una columna medida en su base, módulo con el cual se relacionaban las diferentes dimensiones de las otras partes del edificio. Cada una de estas dimensiones era múltiplo exacto del módulo, aunque no siempre múltiplo o submúltiplo exacto de las otras.

Pero el concepto actual de la utilidad del diseño modular, del módulo va más allá de las meras relaciones estéticas armónicas pedidas, por ejemplo, por Vtruvio. Ahora el propósito principal es obtener el máximo de economía por el uso de partes modulares tipos que puedan utilizarse en edificios diversos. Fue este aspecto del módulo, el que, durante la primera guerra mundial, desarrolló el ingeniero Bemis<sup>(92)</sup> quien estudió y experimentó su aplicación a la edificación, y expuso una tesis sobre el diseño modular cúbico, donde se sostenía que el módulo cúbico debe ser la unidad dimensional de la casa.

92. Albert Farwell Bemis, "the envolving house".

El concepto de módulo también puede significar una regla o norma que permita relacionar diferentes números y tamaños. En el caso de una serie geométrica, por ejemplo, el módulo es un multiplicador constante: la razón de la progresión. Este concepto de módulo es utilizado en el **Modulor**<sup>(93)</sup> que ofrece una serie de dimensiones normalizadas; cuyo común denominador o módulo es 1,618; número que constituye el principio unificador de una secuencia completa de dimensiones compuesta por dos series de Fibonacci, y que no es otro que el ya mencionado número de oro.

93. Le Corbusier, "El modulor".

94. EPA/OECC; "La coordinación modular

"En su mas amplia acepción —nos dice la EPA/DECC<sup>(94)</sup> el módulo puede ser

en la edificación". Las siglas significan: "European Productivity Agency" Y "Organización for European Economic Operation".

considerando como unidad de medida y coeficiente tipo al mismo tiempo. En tanto unidad de medida actúa como base dimensional; como coeficiente o factor numérico proporciona la correlación de los términos de una serie de los tamaños de una SECUENCIA de tamaños."

### LA LIMITACION DEL MODULOR

El gran arquitecto, tras numerosos trabajos según el mismo explica en su trascendental libro *el modulos*—, consigue insertar en dos cuadrados contiguos que contiene a un hombre con el brazo levantado en el lugar del ángulo recto. De tal manera que teniendo en cuenta el elemental trazado de dividir un segmento en medida y extrema razón, provoca una floración de secciones áureas por la introducción de la función consecuencia inmediata de la instalación del ángulo recto en un doble cuadrado.

El enrejado de proporciones basado en el esquema que resulta de la fig. es considerado, desde entonces, por su autor como un "utensilio eventual de medidas de las prefabricaciones". Inmediatamente se comprobó la riqueza de las posibles combinaciones, y quedó dimensionado en lo sucesivo según las cifras: 175—216.4—108.2 medidas en las cuales puede comprobarse la serie creciente: 1,2,3,4,5,6, siendo:

- 1 25.4cm.
- 2 41.45cm.
- 3 66.8 cm.
- 4 108.2cm.
- 5 175.0cm.
- 6 283.2cm.

Habiéndose atribuido un valor humano a la relación descubierta, es decir, fijada

para altura del doble cuadrado la estatura de un hombre de 1.75 M.

95. Serie de Fibonacci, serie encontrada por este matemático que se desarrolla así: 1, 2, 3, 5, 8, 13; el miembro siguiente es la suma de sus inmediatos precedentes.—

Observando la serie anterior, resulta ser una de Fibonacci<sup>(95)</sup> y además se verifica que la razón de un número al anterior tiende al número de oro, 1,618, así:

$$\frac{41.4}{25.4} = \frac{66.8}{41.4} = \frac{108.2}{66.8} = \frac{175}{108.2} = \frac{283.2}{175} = 1.618.....$$

Aunque este fué el proceso de invención del modulator, posteriormente los valores fueron referidos ya no a un hombre de 1.75 M sino a uno de 1.82 M. de altura o talla, llenándose así la nueva segmentación con equivalencias a pies y pulgadas.

METRICO	VALOR DE USO	PULGADAS	VALOR DE USO
101.9 mm.	102	4"x 12	
101.9 mm.	102	4"x012	4"
126.02 mm.	126	4"x960	5"
164.9 mm.	165	6"x492	6½"
203.8 mm.	204	8"x024	8"
266.8 mm.	267	10"x504	10½"
329.8 mm.	330	12"x 98	13"
431.7 mm.	432	16"x997	17"
533.9 mm.	534	21"x008	21"
698.5 mm.	699	27"x502	27½"
863.4 mm.	860	33"x994	34"

El Modulor, es decir, una cinta de 2.26 M. de largo (89'') resultaba de un enrejado adaptado a la nueva talla de 182.88 cm. (6 pies) que da tres medidas: 113.70 y 43 cm. que están en la razón (sección aurea) y serie de Fibonacci:  $43 + 70 = 113$ ,  $113 + 70 = 183$ .  $113 + 70 + 43 = 226$ . Estas tres medidas (113, 183, 226), caracterizan la ocupación del espacio por un hombre de 6 pies de altura, es decir, que son medidas antropocéntricas relativas a un hombre cuya talla es de 1.83 M.

A pesar de toda esta serie muy interesante de relaciones y aptitudes del módulo, la coordinación modular no puede partir de concepciones tan poco tecnológicas. El módulo y la relación establecida en el Modulor desafortunadamente no tiene nada que ver con el hecho por ejemplo: de normalizar dimensiones, de encontrar secuencias tipológicas de producción, etc. El modulor es, en definitiva un ingenioso instrumento de regulación proporcional ( en el sentido clásico) basada en la utilización de medidas coherentes, solamente.

## LA TECNICA DE LA COORDINACION

La adopción del sistema modular como base de normalización de los elementos constructivos es una condición fundamental, dijimos, para industrializar la producción. El objeto de tal sistema de coordinar las dimensiones de todos los elementos de construcción, materiales e instalaciones, refiriéndose a una básica llamada módulo. Gracias a este sistema, el trabajo del arquitecto es simplificado, sin que sea coartada su libertad creadora; la producción será más económica y los trabajos en obra se efectuarán más rápida y fácilmente. Y sobre todo la adopción de un módulo internacional acrecentará las posibilidades de intercambio económico, de materiales y elementos de construcción, entre los diferentes países.

Sin embargo existen dificultades que han impedido hasta la fecha lograr unanimidad en los países respecto a la fijación del módulo base. En primer lugar, la diferencia entre los que usan el sistema decimal y el inglés de pulgadas, que aunque se

ha usado las longitudes de 10 cms. y 4 pulg., ambas no son rigurosamente equivalente ( 4 pulg. 10.16 cms.) sus medidas, el caso de Alemania que ha usado como módulo el de 12.5 dm. por su conveniencia con las dimensiones de sus ladrillos.

Con los anteriores conceptos, que en forma directriz acompañan a cualquier coordinación, considéremos ahora las normas de la tecnificación de la coordinación:

- A. La dimensión del módulo deberá ser suficientemente grande para poder establecer una correlación conveniente entre las dimensiones modulares de los elementos y los espacios modulares de los planos.
- B. El módulo de base deberá ser suficientemente pequeño para que sus múltiplos correspondan a todas las dimensiones que haya que dar a los diferentes elementos de la gama industrial, y para constituir una unidad de crecimiento conveniente, de una dimensión modular a la siguiente, de modo que se puedan reducir a un mínimo las modificaciones que haya que introducir en las dimensiones de los elementos actuales para reducirlos a la dimensión modular mas próxima, así como las modificaciones correlativas de los espacios previstos en los planos.
- C. Se deberá elegir para el módulo de base una dimensión tan grande como sea posible, con el fin de reducir al mínimo la gama actual de las dimensiones industriales.
- D. Para la comodidad de utilización, la dimensión del módulo base debe expresarse por un número entero y hallarse en una relación numérica simple con el sistema de medidas al que se refiera.

- E. La dimensión del módulo de base de ser elegida de acuerdo con todos los países que utilicen o traten de adoptar la coordinación modular, dicha dimensión deberá ser igual para todos los países.

Para asegurar la coordinación de las dimensiones de las construcciones no es suficiente especificar que las dimensiones de los componentes y del diseño de los planos sean múltiplos de un módulo. En la práctica es necesario limitar la gama o serie de medidas para cada tipo de producto, ya que no existe una garantía de que una selección limitada de los tamaños de los elementos constructivos componentes pueda adaptarse o acoplarse a un intervalo modular preseleccionado. El problema se agudiza a medida que la selección es menor y las dimensiones son mayores. Estos hechos acentúan la necesidad de establecer una relación sistemática entre las dimensiones de los componentes y las del diseño, las cuales deberán servir de guía en la selección de una gama de medidas de los componentes para una variedad de productos, y como ayuda al proyectista para la elección de un determinado procedimiento con el fin de lograr una dimensión del diseño, seleccionada a partir de combinaciones de las dimensiones de los elementos componentes.

Aplicar a la práctica industrial, la simplificación que supone que todos los elementos empleados en una construcción sean múltiples enteros del módulo, lo cual no es exacto; sería desprestigiar las dimensiones de los elementos que, por su naturaleza, son obligatoriamente inferiores al módulo básico (espesores de tabiques y paneles, perfiles de carpintería, tubería, etc.)

Es necesario introducir, pues, unas dimensiones llamadas SUB MODULARES, que pueden referirse a fracciones simples del módulo básico ( $1/2$ ,  $1/3$ ,  $3/4$  M. etc.) La selección de dichas dimensiones deberá seguir el procedimiento habitual de la normalización que parta de un análisis detallado de los elementos dimensionados en cuestión.

La A.E.P. propone dos métodos para enriquecer la serie de elementos modulares por medio de la utilización de submúltiplos del módulo:

1. Adición de una dimensión submodular a un múltiplo entero del módulo.
2. Multiplicación de una dimensión submodular por un número entero.

Utilizando dimensiones submodulares para obtener nuevas dimensiones modulares, por cualquiera de estos dos métodos, es evidente que se obtiene por este procesamiento una rica gama de medidas, pero, la simplificación que se obtiene de esta manera, es solo aparente y está en contradicción con la teoría modular, cuyo objeto primordial consiste especialmente, en reducir la variedad de medidas, siempre en compatibilidad con la producción, las necesidades funcionales y la flexibilidad necesaria mínima para el diseño;

En resumen, cuando las razones técnicas o económicas conduzcan a la utilización de dimensiones inferiores al módulo, pero no submodulares, si es posible aplicarlas en cierta medida a los planos y fabricaciones, pero, cuando es el caso de dimensiones superiores al módulo básico, se recomienda tratar de agotar todas las posibilidades de empleo de los múltiplos enteros del módulo antes de recurrir a múltiplos de dimensiones submodulares.

#### **COMBINACIONES LINEALES DE MEDIDAS MODULARES.**

Los estudios de Bemis, que aportaron el concepto fundamental del MODULO DE DISEÑO, fueron continuados y completados por S.N. Harding<sup>(96)</sup> ambos

96. S. W. Harding, "coordination by design Modules".

trabajaron con el sistema de conjuntos y aplicaron en forma rigurosa tal metodología matemática al diseño y normalización.

El resultado de tales estudios concluyó en la adaptación de una serie de dimensiones que contengan todos los múltiplos de un módulo, solo como el primer paso para una coordinación modular. Esta implica, en realidad, dos problemas separados: una selección de medidas componentes escogidas con el propósito de la normalización, y las indicaciones para su composición en el diseño o plano. Basicamente a tales planteamientos corresponden el uso de dos retículas que deberán emplearse en los planos y que pueden llamarse, : **Retícula del módulo base**, y **retícula modular** , en la cual la distancia entre líneas es igual a un múltiplo del módulo básico. A manera ilustrativa doy a continuación un ejemplo donde se explica en breve síntesis el sistema de Bemis aplicado a la DMT <sup>(97)</sup> :

97. DMT Desing modular teory.

Un compromiso entre retícula del módulo básico 4 pulgadas, que de una gran flexibilidad expresada por el producto:

**Px4 pulgadas;**

pero que carece de selectividad , y otra retícula modular para el diseño, expresada por el producto:

**p x 36 pulgadas; (p= 0,1,2,3,.....)**

que proporciona una selección rígida de dimensiones pero que carece de flexibilidad modular, puede establecerse a base de una combinación de la forma:

**(p,q) = p x 36 pulgadas = q x 64 pulgadas**  
**p=0,1,2,3,.....**  
**q= 0,1,2,3,.....**

teniendo en cuenta que los valores de 36 pulgadas y 64 pulgadas (0.90 M. y 1.60 M.) corresponden, respectivamente, a unas anchuras de puertassimple o doble.

Los conjuntos:

$$(p, q)' = p \times 32 \text{ pulgadas} - q \times 36 \text{ pulgadas}$$

$$(p, q)'' = p \times 12 \text{ pulgadas} - q \times 20 \text{ pulgadas.}$$

representa estados de la progresión desde la selectividad sin flexibilidad modular, hasta la flexibilidad modular sin selectividad, y que corresponderían a los distintos valores de p y q.

Otro teorema fundamental de aplicación en la coordinación, es el siguiente de la teoría de números:

Sean a y b dos números enteros primos entre sí, y además  $N - (a-1)(b-1)$

Todo número entero igual o superior a dicho número N, puede obtenerse por medio de una combinación de la forma:

$$p \times a + q \times b.$$

en la cual p y q son números enteros positivos o cero.

El número de enteros que se pueden poner en la forma  $p \times a - q \times b$ , y que son inferiores a N, viene dado por:

$$\frac{N-1}{2}$$

aunque no aparezcan colocados en su sucesión natural.

Por ejemplo y aplicando esta teoría del número a las magnitudes: la combinación de elementos de anchuras 5 y 8, permite formar longitudes de  $(5-1)(8-1) = 28$ , y todos los superiores a 28.

Por debajo del número 28, el número de intervalos que se pueden formar es  $28 \div 2 = 14$  pero esos intervalos no se hallan distribuidos regularmente.

Otro ejemplo según la teoría de Bemis, tenemos para los números:

$$\begin{array}{l} a \quad 3, b \quad 5, \\ N \quad (3-1)(5-1) = 8 \end{array}$$

ambas medidas elegidas difieren en dos módulos, y las dos son impares:

$$\frac{N}{2} - 1 = \frac{8}{2} - 1 = 3$$

A partir de la dimensión longitudinal 8 modulares y por debajo del número 8, existen tres que se llenan como se ve en la fig. 14 que son el 3, el 5 y el 6, distribuidos no uniformemente.

La disciplina anterior nos muestra la aplicación de la metodología matemática a la resolución de una metodología del diseño, basada claro está en la coordinación modular.

## TOLERANCIAS

Existen diversos factores que impiden obtener dimensiones exactas para los elementos constructivos que intervienen en una edificación. Incluso si las medidas pudieran

realizarse con una precisión perfecta lo que no es posible a causa de los diversos errores inherentes a los instrumentos de medida, todavía existiría diferencia entre la medida o cota prevista para el elemento y su dimensión efectiva.

Sin embargo, es preciso que las diferencias resultantes se mantengan dentro de ciertos límites, si se quiere que los diversos materiales y elementos ocupen efectivamente el lugar que se les ha asignado. En los procedimientos tradicionales constructivos se suele controlar la posición de cada elemento y asegurar su colocación exacta mediante golpes y retoques. Pero con la implantación cada vez más rápida de los sistemas industrializados, cada elemento deberá conseguir con una precisión y un acabado tales que pueda ser utilizado directamente en obra. De aquí que sobre todo en los sistemas de elementos obtenidos mediante una coordinación modular, sea indispensable prever ciertos límites admisibles para tener en cuenta las inevitables irregularidades de fabricación, y poder satisfacer las exigencias de montaje y de los métodos de producción, en las modernas fabricaciones industriales, de acuerdo a lo anterior, no se fija un valor exacto a las cotas de los productos, se indica un máximo y un mínimo, entre los cuales deberá hallarse la dimensión efectiva.

A continuación damos una serie de conceptos y nomenclaturas que la AEP y la C.E.P.A.L. dan al respecto y que consideramos son indispensables en la formación de la metodología de coordinación modular.

**COTA BASE:**

Para la coordinación modular, es sinónimo de  $x$  espacio modular.

**COTA MODULAR**

Se puede considerar la cota modular de un elemento como su cota base.

**MODULO BASICO:**

Unidad de medida, de tamaño fijo a la cual se refieren todas las

medidas que forman parte de un sistema de coordinación modular.

#### **MODULO DE DISEÑO**

Unidad básica de medida mayor formulada por múltiples del módulo básico. El módulo de diseño puede variar de tamaño, pero siempre es un múltiplo del módulo básico, que es una unidad de tamaño fijo.

#### **RETICULA MODULAR**

Red de líneas colocadas en ángulo recto a una distancia igual al tamaño del módulo básico.

#### **MEDIDA MODULAR**

Es la medida obtenida al emplear multiples enteros del módulo básico.

#### **COMPONENTE MODULAR**

Unidad simple o compuesta que forma parte de un edificio diseñado mediante el módulo básico.

#### **MEDIDA NOMINAL**

Es la medida que sirve para diseñar y a partir de la cual se consideran tolerancias.

#### **MEDIDA REAL**

Es la medida efectuada en obra o en un elemento acabado o colocado, en la que están incluidas las tolerancias admitidas y las del aparato de medición.

#### **DISTANCIA MODULAR MINIMA**

Es la distancia mínima utilizable entre el elemento y la línea de

retícula modular mas próxima; depende de la naturaleza del elemento y del método utilizado para realizar sus juntas.

#### **TOLERANCIA DE POSICION**

Es la tolerancia que es preciso admitir para la colocación de un elemento.

#### **DEDUCCION MINIMA**

Es la cantidad que es preciso deducir de la cota base para obtener la cota máxima. Es igual a dos veces la distancia modular, mas la tolerancia de posición.

#### **COTA MAXIMA**

Es la mayor de las cotas límites de un elemento por un elemento modular que, por definición ocupe un espacio modular, la cota mínima se calcula a partir de la cota modular, de la que se deduce la tolerancia de fabricación.

#### **TOLERANCIA DE FABRICACION**

Es una tolerancia que permite tener en cuenta la falta de precisión admitida en la fabrica de un elemento.

#### **COTA MINIMA**

Es la menor de las cotas límites de un elemento. Para un elemento modular que por definición ocupe un espacio modular, la cota mínima se calcula a partir de la cota modular, de la que se deduce la tolerancia de fabricación.

#### **DEDUCCION MAXIMA**

Los valores fijados para la tolerancia de fabricación y la tolerancia de posición se corrige, generalmente, con objeto de conservar un valor aceptable para la deducción máxima. Esta no debe dar lugar

a una holgura excesiva que conduciría a una junta inadmisibles entre elementos colocados en espacios modulares adyacentes.

Toda modificación de los valores admitidos para las tolerancias exigirá, naturalmente, un nuevo cálculo de las cotas máximas y mínimas. Por otra parte resulta obvio recordar la enorme importancia que el problema de las tolerancias adquiere a medida que avanza la implantación de los sistemas constructivos altamente especializados.

### **DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES CONSTRUCTIVAS**

El I.M.G. (International Modular Group) nos proporciona las siguientes bases, para la normalización de grandes elementos, tales conclusiones han sido el resultado de diversos estudios y en la práctica existente en los diferentes países. Por grandes módulos óptimos se han considerado:

3 M como módulo grande en general;

6 M como gran módulo en los casos en que sea preferible o necesaria una normalización mas rígida.

Ademas para una completa coordinación modular, es necesario:

- A. Que la normalización de los tamaños de los elementos específicos esté coordinada.
- b. Que las dimensiones verticales entre plantas esten normalizadas.

El grupo de trabajo de las Naciones Unidas, que realizó un simposio al respecto en la ciudad de San Salvador, proporcionó especificaciones de coordinación, donde se llegó a incluir hasta el menaje de las viviendas. A continuación doy un resumen de tales recomendaciones:

### **ENTREPISOS**

Al fin de mantener el módulo vertical es de desear que los entrepisos se ajusten y mantengan en módulos básicos. El cálculo que se haga al respecto permitirá diseñarlos con vigas prefabricadas de acuerdo con diferentes luces y cargas requeridas, manteniendo alturas, pero variando entre ejes de módulo. Este tema requiere mayor investigación con respecto a la forma de aplicación, costo, especificaciones y proceso industrial.

### **PUERTAS Y VENTANAS**

Para una etapa de acción inmediata en la producción de viviendas se propuso iniciar la coordinación modular de puertas con un solo tipo, correspondiente a un vano de 8 M y 21 M., incluyendo 1 M. para el marco.

Para ventanas se sugirió aplicar como prevalente en clima cálido la ventana de 12 M. de alto con unidad de 6 M. de ancho, combinando partes fijas con partes móviles.

### **ESCALERAS**

Lo que interesa en coordinación modular es el total de espacio ocupado por el componente. Por lo tanto, en escaleras el conjunto de huellas y contrahuellas constituye el componente. Como se presenten variables en el desarrollo de una escalera, su relación con los otros componentes modulares puede variar.

### **TABIQUES DIVISORIOS**

Se propuso adoptar la altura de 24 M. y se mencionaron experiencias favorables, de construir muros y tabiques con 20 M. Este último criterio prevalece cuando no se usa cielo raso y el interior de la habitación se sigue la pendiente de la cubierta.

## **ROPEROS**

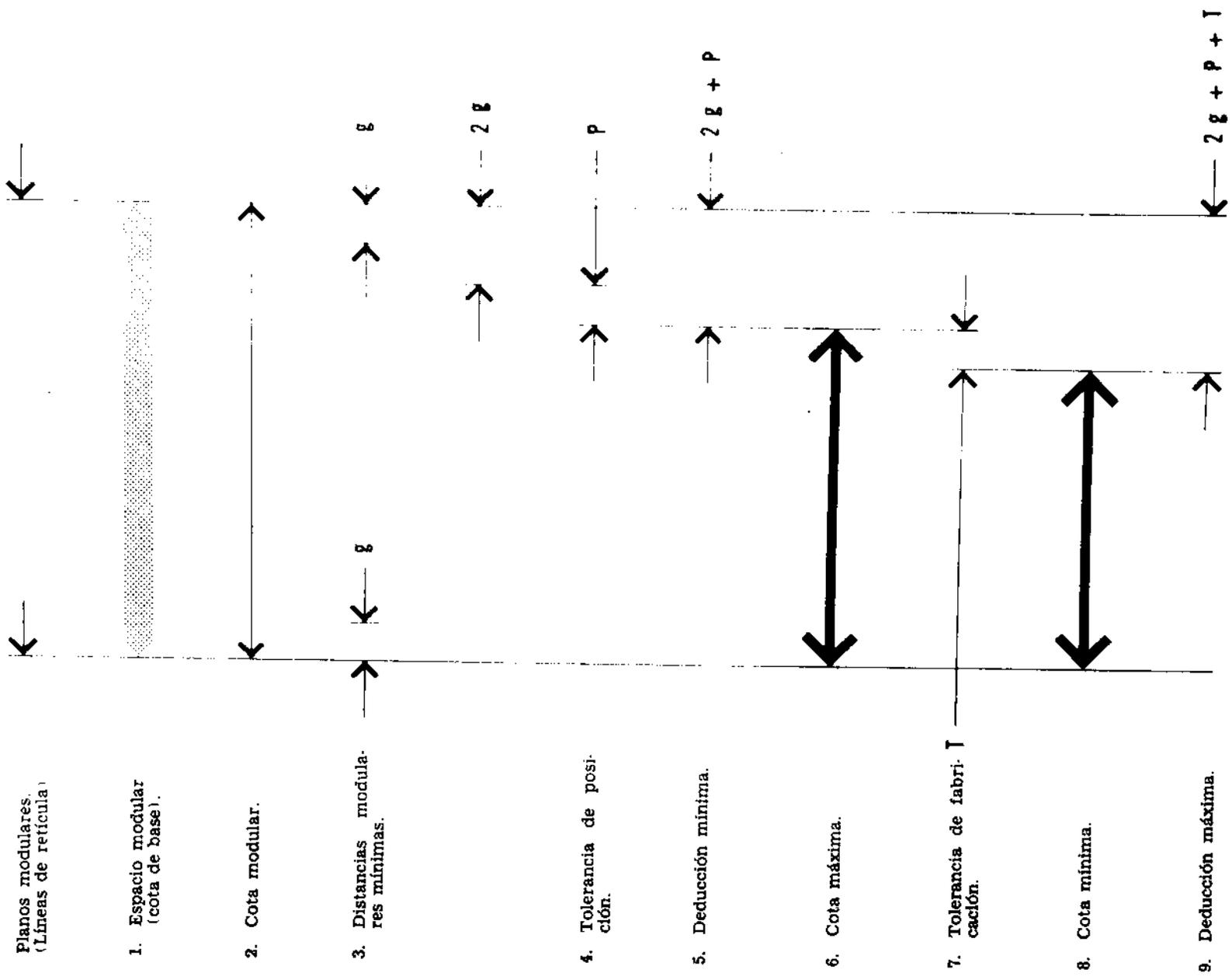
Se aceptaron como unidades basadas en 3M. y 6M. y se sugirió la conveniencia de mantener la mayor flexibilidad posible en subdivisiones y materiales empleados.

Para concluir es necesario no dejar de mencionar los conceptos de Bruce Martin: que sobre los tipos de ladrillos da y clasifica así:

1.           ladrillos modulares.
2.           ladrillos semi-modulares
3.           ladrillos no modulares

Con los ladrillos modulares no existe ninguna dificultad, con los semimodulares, cuya una de sus dimensiones es idéntica a otra dimensión modular, la solución consiste en considerarlos en grupo; con ladrillos no modulares, se puede admitir corte del mismo, alargamiento de sus juntas.

APLICACION DEL SISTEMA DE TOLERANCIAS A UN ELEMENTO MODULAR



### COTA MODULADA

(Cota expresada por un múltiplo del módulo).

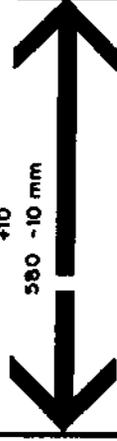
6 M (600mm)



### COTA DE FABRICACION

(Cota llevada a los dibujos de ejecución que, teniendo en cuenta las imprecisiones inevitables de la fabricación, debe encontrarse en la obra terminada).

+10  
590 -10 mm



En este caso, la cota de fabricación está colocada entre los límites.

+0  
590 -20 mm



Cota de fabricación.

En este caso la cota de fabricación está colocada en el límite superior.

+20  
570 -0mm



Cota de fabricación.

En este caso, la cota de fabricación está colocada en el límite inferior.

### DIMENSION EFECTIVA

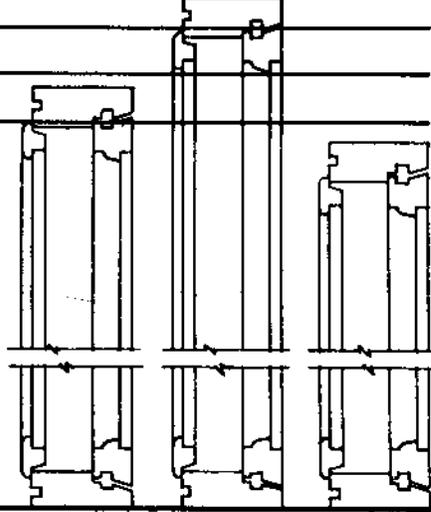
(Dimensiones medidas directamente sobre un elemento terminado).  
Si esta medida está comprendida entre los límites, el elemento es aceptable.

Dimensión efectiva.

Si esta medida sale de los límites (demasiado grande) se rehusa el elemento.

Dimensión efectiva.

Si esta medida sale de los límites (demasiado pequeña) se rehusa el elemento.



Cotas de una puerta con su cerco, para una altura modular de 2,000 mm y una anchura modular de 800 milímetros.

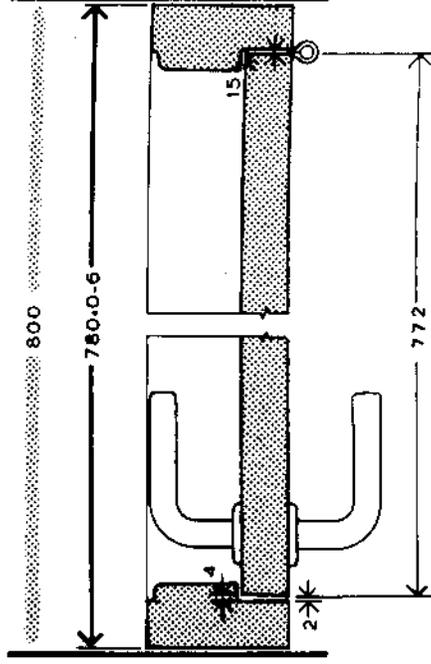
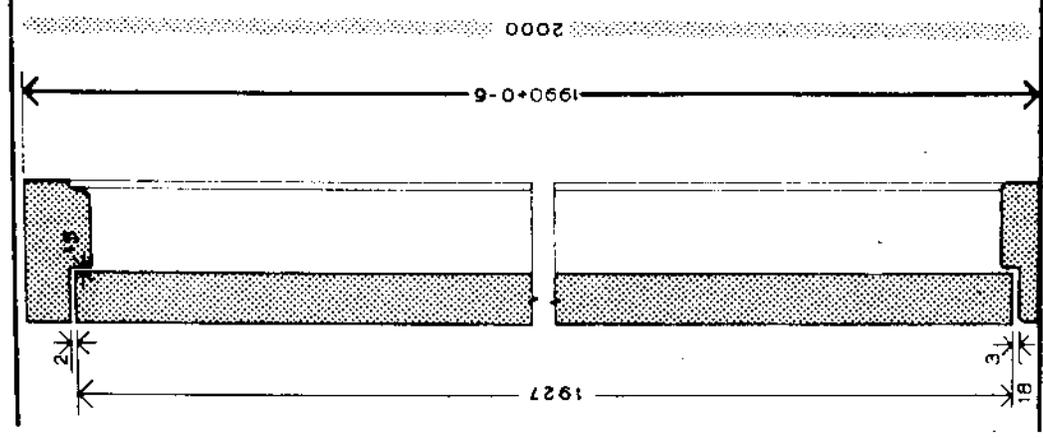
#### ALTURA

Cota modular: 2.000 mm.  
Separación modular superior:  
10 mm.  
Cota límite superior:  
Cota de fabricación:  
1.990 mm.

#### Tolerancia de fabricación:

+ 0 mm.  
- 6 mm.

Todas las otras cotas se reflejan ciertamente a las cotas modulares, pero están fijadas solamente para responder a exigencias funcionales sin relación directa con la coordinación dimensional.







## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La función evidente y esencial de la arquitectura es "conformar espacios habitables".
2. Tal conformación exige una metodología que haga coherente y universal la producción arquitectónica.
3. La arquitectura debe ser modificada de ARTE a CIENCIA INTEGRADA, donde el uso de una metodología, vaya acompañada de la implantación de la disciplina y el rigorismo científico. No mas fomento de la GENIALIDAD EGOCENTRICA sino el incremento de una GENIALIDAD COLECTIVA.
4. En la búsqueda de tal metodología deben integrarse tanto los valores de orden físico como los intelectuales. Debe aplicarse una enseñanza que resuelva el divorcio entre el sentir y el pensar.
5. El estudio del espacio reveló la existencia de características que podríamos llamar de PRIMER ORDEN, claramente definibles y estructurales, que son: la PREGNANCIA, la SECUENCIA y la POLARIDAD; a las cuales están supeditadas otras series de características secundarias, tales como el color, la forma, el ritmo, la proporción, etc.
6. La aprehensión del espacio está condicionada directamente a la ESFERA DEL YO-ESPACIAL, cuya mas conocida manifestación es lo que usualmente llamamos "escala".
7. En la aprehensión del espacio, existe una aspiración estructurante que denomino FENOMENO DE SUPERFICIE, cuya mas simple expresión es la superficie misma, en su clara y evidente naturaleza.
8. La metodología del diseño arquitectónico debe partir de una metodología del

dominio de la superficie.

9. Como tal metodología debe entenderse la COORDINACION MODULAR' donde ya se encuentran integrados los nuevos valores del acontecer arquitectónicos: la industrialización y la abrumadora demanda que forma la explosión demográfica.
10. La coordinación Modular, exige la participación integrada de la Universidad, el estado y la iniciativa privada; incluso a un nivel internacional.
11. Es recomendable iniciar cuanto antes la investigación arquitectónica; cuya finalidad por una parte será la obtención de elementos para el mejoramiento de la metodología arquitectónica; y, por la otra, reestructurar y acondicionar los planes y programas de estudio a tal metodología.
12. En definitiva asumir nuestra responsabilidad social, sin demagogias, pero sí con prontitud y energía y sobre todo con eficiencia y HUMILDAD.

## BIBLIOGRAFIA

- A LLENDOERFER Y OAKLE  
AGUIRRE DE YRAOLA, F.  
AYRES, FRANK  
ARHEIM, RUDOLF  
ARCANGELI, ATTILIO  
AGUIRRE DE YRAOLA, F.  
AGASSI, EVANDRO  
ALEXEIEV, MITROFAN  
ANGERER, FRED  
BARKER, STEPEHN  
BACHELARD, GASTON  
BENEVOLO, LEONARDO  
BOFFA, GIUSEPPE  
BANHAM, REYNER  
BRETON, HENNING  
BELL DISMOOR, W  
BEMIS, ALBERT F.  
CANDELA, FELIX  
CHOISY, AUGUSTE  
CATALANO, EDUARDO  
CATALANO, EDUARDO  
DORFLES, GILLO  
DAVID, AUREL  
DIOXIADES, CONSTANTINE  
EDITORES SIGLO XXI  
EPA/OEEC  
EUCLIDES  
EMMERICH, E.
- Fundamentos de Matemáticas Universitarias.  
Factores de la Industrialización de la Construcción.  
Matrices  
Fundamentos de Diseño.  
La Estructura en la Arquitectura Moderna.  
Directrices para la Coordinación Dimensional  
La Lógica Simbólica.  
Dialéctica de las Formas del Pensamiento.  
Construcción Laminar.  
Filosofía de las Matemáticas.  
La Poética del Espacio.  
Historia de la Arquitectura Moderna.  
La Crisis del Campo Socialista.  
Arquitectura en la era de la Maquina.  
Teoría del Planeamiento.  
Modern Theory and Ancient Practice.  
The Envolving House.  
Hacia una nueva Filosofía de las Estructuras  
Historia de la Arquitectura.  
A Case for Systems.  
Estructuras de Superficies.  
El Devenir de las Artes.  
La Cibernetica y lo Humano.  
Ekistic  
El Porvenir de las Ciudades.  
La coordinación Modular en la Edificación.  
Los Elementos  
Estructures.

FINLEY, M. I.  
FISCHEL, W.  
FROMM, ERIC  
GEMELLI, A.  
GHYKA C., MATILA  
  
GIEDEON, SIEGFRIED  
GIEDEON, SIEGFRIED  
GEDDES, PATRIK  
GROPIUS, WALTER  
HERODOTO  
HARDING, S.W.  
HESSELGREN, SVEN  
JOEDICHE, JURGEN  
JANSON, H. W.  
JUNG, CARL J.  
KAHN, LOUIS  
KARLSON, PAUL  
KLEPPISH, K.  
LE CORBUSIER  
LE CORBUSIER  
LEHMANN, CHARLES  
LYNCH, KEVIN  
LAROUSE  
MADIT, JACQUES  
MUNFORD, LEWIS  
MOHOLY-NAGY, LASZLO  
MARTIENSEN, D.

Los Griegos de la Antigüedad.  
Psyche und Leistung Dertiere.  
Psicoanálisis de la Sociedad Contemporánea.  
Introducción a la Psicología.  
Estética de las Proporciones en la Naturaleza y en las Artes.  
Arquitectura y Comunidad.  
Espacio, tiempo y Arquitectura.  
Ciudades en Evolución.  
Arquitectura y Planteamiento.  
Los Nueve Libros de la Historia.  
Coordination By Desing Modules.  
Los Medios de Expresión en la Arquitectura.  
Estructuras en Voladizos y Cubiertas.  
Historia del Arte.  
El Hombre y sus Simbolos  
Forma y Diseño  
La Magia de los Numeros.  
Die Cheops Pyramide.  
El Modulor.  
Hacia una Arquitectura  
Geometría Analítica.  
La Imagen de la Ciudad.  
Enciclopedia Universal.  
En las Fronteras de lo Irracional.  
La Ciudad en la Historia.  
La Nueva Visión.  
La Idea del Espacio en la Arquitectura Griega.

MICHOTTE, A.  
MACKWRAGEN, Robert.  
MARTIN, BRUCE  
MILOZ, A.  
NUTTIN, PIERON,  
BUYTENDIJK Y OTROS  
NEUFERT ERNST  
NERVI, PIER LUIGI  
NEUTRA, RICHARD  
OUSPENSKY, P. D.  
OUSPENSKY, P. D.  
PROGRESIVE  
ARCHITECTURE  
PONTI, GIO  
PHILLIPS, H. B.  
PEVSNER, NICOLAUS  
PALAGUI, M.  
PIERON, HENRY  
PLATON  
RUSKIN  
RICHMOND, CARL  
RUSSELL, BERTRAND  
RUSSELL, BERTRAND  
ROBERTSON, HOWARD.  
REED, HERBERT  
RUYER, R.  
SANCHEZ V. ADOLFO  
SCOTT, ROBERT  
SUPPES, PATRIK  
SALVADORI Y HELLER  
SACHS, CURT

La Perfección de la Causalité.  
El Hombre y la Maquina.  
Modular Desing Information  
Poemas.  
  
La Motivación.  
Arte de Proyectar en la Arquitectura.  
Structures.  
Planificar para Sobrevivir.  
Fragmentos de una Enseñanza Desconocida.  
Un Nuevo Modelo del Universo.  
  
Abril 1969, Mayo 1969, Sept. 1970  
In Praise in Architecture.  
Calculo Infinitesimal.  
Pioneros del Diseño Moderno.  
Wahrnehmung Siebre.  
Origen y Desarrollo de los Motivos.  
Timeo.  
Las Siete Lamparas de la Arquitectura.  
Einstein.  
El Conocimiento Humano.  
Introducción a la Filosofía Matemática.  
El Proyecto en la Arquitectura Moderna.  
Arte e Industria.  
La Cibernetique et l'origene de L'information.  
Las Ideas Estéticas de Marx.  
Fundamentos del Diseño.  
Introducción a la Lógica Simbólica.  
Estructuras para Arquitectos.  
Historia Mundial de la Danza.

SACHIERI, H.  
TEDESCHI, ENRICO  
TRAJTANBROT, B. A.  
  
ZEVI, BRUNO  
ZEVI, BRUNO  
ZEVI, BRUNO  
WORRINGER, WILHELM  
WHITEHEAD y RUSSELL

Euclides Limpio de toda Culpa.  
Teoría de la Arquitectura.  
Introducción a la Teoría Matemática de las  
Computadoras y de la Programación.  
Saber ver la Arquitectura.  
Historia de la Arquitectura.  
Arquitectura e Historiografía.  
Problemática del Arte Contemporáneo.  
Principia Matemática.



*Brichaux*

Carlos Brichaux P.

*Molina*

Vo. Bo. Arq. Arturo Molina

Imprimase

*C. Asensio Wunderlich*

Arq. Carlos Asensio Wunderlich  
Decano