

Matematización de la forma arquitectónica*

Roberto Machicao

Colaboración: Giovanna Andaluz

La velocidad del avance tecnológico está impactando intensamente en el desarrollo de las diferentes profesiones tradicionales y de ello no puede ser una excepción la arquitectura. La alta tecnología cambia la conducta de la sociedad y esta sociedad entra en un estado de inestabilidad tanto económica como social, factores que influyen fuertemente en el proceso de concepción de la arquitectura.

La aparición de nuevas costumbres, nuevos materiales, la influencia de las comunicaciones, el desarrollo de la informática, su participación e intromisión en la vida cotidiana, hacen –con muchos factores más– que la nueva sociedad viva en un mundo acelerado. Es entonces necesario lograr, de alguna manera, compatibilizar este desarrollo tecnológico con el desarrollo de la sociedad.

Paradójicamente la actual generación infantil, sin pasado, está mejor preparada a asimilar este nuevo mundo que la gente madura, cuya experiencia muchas veces es un obstáculo para la asimilación de la nueva cultura; ésta tiene más posibilidades de adaptarse al nuevo mundo que un adolescente y más aún que un hombre maduro. Por eso es necesario desarrollar entre las actividades de la sociedad una nueva manera de enfocar el proceso educativo (entrega de conocimientos). Para esta generación infantil todos los mecanismos informáticos son cotidianos, tomados y aprendidos sin dificultad generándose en ellos un proceso de conocimiento intuitivo. Pero para nosotros, la gente con experiencia, es más difícil pues debemos hacer un doble esfuerzo al eliminar el conocimiento obsoleto y reemplazarlo por el conocimiento vigente. Así tenemos el caso específico de la medicina, que tiende cada vez más a confundirse con la biotecnología y la electrónica, hasta hacer del paciente un mapa genético cuyo diagnóstico pudiera llegar a ser simplemente un código de barras.

La arquitectura no se queda atrás en este aspecto. Va a sufrir un cambio muy intenso, desde el espacio doméstico y los conjuntos habitacionales hasta los grandes espacios urbanos y, quién sabe, si no estará obligada a considerar los mega-espacios regionales al disminuir paulatinamente la distancia-tiempo entre todos.

La solución del problema de contaminación ambiental cumplirá un papel importante en el diseño, del agua, al consumo de la energía, nos afectará la delincuencia electrónica y otros factores más que en la arquitectura del siglo XX aún ni se habían previsto. Habrá otros problemas subjetivos, inconscientes, como el estrés, debido al cambio violento a una sociedad acelerada cuya diferencia tendrá que ser reinterpretada subconscientemente.

Este esfuerzo adicional se manifestará en malestares psicosomáticos, este mundo tan nuevo y diferente necesitará de nuevos profesionales que reinterpreten la arquitectura, la ingeniería, el espacio, la materia etc., modificando y eliminando muchos de los conceptos que hoy consideramos viables.

Nuestra percepción cambiará y en un futuro veremos las actuales construcciones de concreto como la obsoleta expresión de monumentos megalíticos contruidos con piedras artificiales.

Las nuevas ciudades se construirán con materiales más ligeros pero a la vez más resistentes que respondan a un mundo que permanentemente cambia y que esté habitado por gente con mayores posibilidades de desplazamiento que, en una especie de actitud nómada, modifique el concepto sedentario de la ciudad del siglo XX.

Al hablar de construcciones muy livianas y muy resistentes, estamos hablando de una alta eficiencia estructural constructiva a la cual podemos llegar a través de estructuras como la Textile Roof y las estructuras tridimensionales de acero de gran resistencia, que pueden ser permanentemente modificables para adaptarse al acelerado desarrollo tecnológico.

Quién sabe estemos viviendo ya en ese mundo y no tendremos más oportunidad de esperar que las cosas envejecan debido al tiempo, sino debido a la tecnología.

Modelando la materia

La aparición de un sistema constructivo que exija la coincidencia de la organización de las fuerzas con la organización del material, nos obliga a la búsqueda de una nueva manera de diseñar, en la que el camino que recorran las fuerzas coincida con las formas expresadas por el material. Muchos de los conceptos que se van a dar a continuación son ya muy conocidos en sus respectivos campos, pero ahora se mostrarán en una unidad para su utilización en la arquitectura.

La ponencia que se va a presentar tiene el principal objetivo de mostrar el manejo de un recurso tan simple y cotidiano como es un material elástico llamado tejido de nylon que al vincularlo con una organización espacial poliédrica puede servir para ampliar las posibilidades de los procesos de concepción arquitectónica. Entonces, mostraremos la ventaja de trabajar sistemáticamente con el material nylon, que por sus características físico-mecánicas nos puede fácilmente conducir hacia las superficies mínimas (condición esencial para la concepción de una estructura de tracción pura); el mismo sistema puede proporcionarnos una primera aproximación de su estabilidad estructural y asimismo, esta relación entre formas de superficie mínima y elementos estructuralmente estabilizados lleva en sí valores arquitectónicos tan importantes como son la proporción e

interrelación (armonía) entre los espacios y volúmenes desarrollados.

Hemos considerado necesario mostrar los poliedros regulares o platónicos como son el tetraedro, el octaedro y el icosaedro y su capacidad de autoestabilidad estructural, confrontándolos con poliedros no estables como el cubo y el dodecaedro. A estos dos grupos de poliedros, pre-estabilizados y no estabilizados, los vincularemos con la proporción áurea para finalmente interrelacionarlos en infinitud de combinaciones en tramas espaciales, regulares y semiregulares, que han sido bastante estudiadas, pero que si las relacionamos con las esferas derivadas de los poliedros regulares, podremos unificar, a través de la esfera, dos tramas espaciales: una trama tetraédrica y una trama cúbica.

Ambas tramas tienen relaciones matemáticas muy simples que –si son iniciadas desde un cubo o un tetraedro unitario y modular– podrán llegar a través de relacionar estos poliedros (el tetraedro, el octaedro, el cubo y el icosaedro) con la proporción áurea a muchas combinaciones cuyas formas ya estarán pre-estructuradas y nos proporcionarían espacialidades y volumetrías arquitectónicas antes imposibles de concebir al no existir una organización espacial sistematizada precedente que permita su desarrollo y construcción.

Todos sabemos, que existen muchas maneras de llegar a la forma arquitectónica; ya sea a través de la razón, que se manifiesta en el manejo de la función; como de la intuición, que extraemos del subconsciente; asimismo esta búsqueda también se manifiesta cuando estudiamos las formas de la naturaleza, y, en algunos casos, en la inspiración de la metáfora. Existen muchas maneras, pero casi todas ellas se inician desde particulares puntos de vista, todas gozan del privilegio que le concede la actividad creativa; ese privilegio llamado “libertad”, que a veces produce desamparo en el arquitecto.

Si se pudiera lograr una manera de dar un orden, que sin quitarnos la libertad propia de la creación, nos abriera la puerta a un nuevo mundo de formas tan libres como las que nos brinda la naturaleza y que al igual que en la naturaleza –que actúa dentro de los límites de un orden– cumpla estrictamente las leyes de la materia en el universo a través de sus moléculas, átomos y partículas o como en el caso de la poesía, a través de sus leyes gramaticales, o de la música, con sus específicas notas y pentagramas; órdenes que no han limitado la imaginación humana sino que más bien la han podido extender en las fronteras de su creatividad.

Lo que pretende el presente artículo, es demostrar –a través de un recurso antiguo como es la geometría tradicional– que el arquitecto puede organizar el espacio dentro de los límites de la naturaleza geométrica, que le da nuevas alternativas en el campo del espacio arquitectónico y que las cualidades de la arquitectura, como la proporción, el ritmo, la escala, puedan manifestarse simultáneamente con la organización sistemática de la materia, la cual sigue las leyes de la mecánica. Parecería una pretensión arrogante, pero lo que se trata es de demostrar cómo, a través de la geometría más elemental, podríamos tener un instrumento o recurso que nos permita organizar simultáneamente la forma, el espacio y la fuerza, mostrándonos nuevos caminos dentro de la creación arquitectónica.

Para ser breve, lo que queremos es mostrar cómo a través de unos pocos poliedros y una serie de variantes de los mismos, podemos crear formas sistemáticamente concebidas que nos brinden dimensiones, espacios armónicos, proporciones y finalmente una apropiada aproximación de la concepción estructural.

La primera vez que se expuso la posibilidad de diseñar sistemáticamente a través de poliedros, que como las letras o códigos de un sistema sirvan en el proceso creativo, se temió caer en soluciones repetitivas que limitasen la creatividad del arquitecto.

No fue fácil, durante la enseñanza universitaria, demostrar a través de resultados concretos que así como en la música, las siete notas musicales en un pentagrama ampliaban las fronteras de la creatividad musical en vez de limitarlas; con unos pocos elementos estandarizados (poliedros) dispuestos dentro de un orden tridimensional (tramas poliédricas) se podría encontrar nuevas volumetrías, formas y espacios que difícilmente podrían obtenerse sin esta disciplina.

La limitación es la esencia de la creatividad

Deberíamos considerar la limitación como un reto para la creatividad, imaginación y fantasía humana y no como un abismo que nos precipita al vacío de la monotonía. No se trata de usar las matemáticas solamente a través de algoritmos que puedan ser digitalizados, sino más bien, usar la imaginación matemática que nos permita concebir la recta como resultado de la intersección de dos planos o la esfera como la superficie equidistante a un solo punto. Esta geometría es posible imaginársela sin una ecuación o sin graficarla y podemos mantener su imagen en nuestro cerebro de una manera virtual.

Lo que se pretende en este trabajo es demostrar que podemos manejar una secuencia igualmente matemática e igualmente virtual que primeramente se proyecte en nuestra imaginación y que a través de una animación, igualmente virtual, podamos pasar de una recta a un círculo, de un círculo a un cono, de un cono a un triángulo; o, de una elipse a un segmento de recta y de este segmento de recta a un círculo y de este círculo a una esfera. Así este proceso metamórfico nos puede conducir, no sólo a figuras geométricas ya conocidas sino, sobretudo, a crear en el cerebro humano una capacidad de manejo de las formas espaciales que, aunque disciplinadamente, sigamos ciertas reglas básicas que puedan ser la puerta de entrada a un sin número de formas matemáticas iniciadas desde nuestra propia imaginación.

Si tenemos una ecuación matemática o un algoritmo cualquiera, a través de su digitalización recién podremos conocer la forma de esta concepción matemática, pero, lo que se propone es que a partir de un proceso de metamorfosis imaginativa sistemática y matemáticamente desarrollada, podamos llegar a una forma que por su naturaleza intrínseca matemática pueda ser fácilmente matemática y digitalizada para así encontrar su correspondiente algoritmo.

Esta metamorfosis tendrá sus propias reglas que pueden llevarnos a diferentes figuras. Así por ejemplo, de la ecuación de una simple elipse $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$, cuyos parámetros son los focos F y sus extremos A A, con nuestra imaginación podemos unir en el centro los focos F y transformar a la elipse en una circunferencia; igualmente podemos desplazar dichos focos hasta los puntos A A de sus extremos y concebir un segmento de recta.

Pero esa elipse, que puede transformarse en segmento de recta tiene posibilidades de girar alrededor del eje Z y determinar un círculo de diámetro A A con un centro O; y si a ese centro O lo elevamos perpendicularmente al plano vamos a generar un cono virtual cuya base es una circunferencia; y si a esa circunferencia, base del cono, la tratamos como una elipse cuyos focos se encuentran confundidos en el centro de la misma, también podemos pensar que esos focos pueden desplazarse hasta encontrarse nuevamente en los extremos A y A generando en conjunto un triángulo; consiguiendo finalmente la posibilidad de llegar a través de un proceso metamórfico, desde la elipse hasta el triángulo.

De esta manera podremos seguir desarrollando más ejemplos que nos permitan

testimoniar la posibilidad de encontrar una manera de interrelacionar todas las formas geométricas posibles a través de una metamorfosis permanente. Si ese proceso de metamorfosis lo relacionamos con los movimientos ya estudiados por K. L. Wolf y D. Kuhn (*Forma y simetría*, EUDEBA, 1952), como son los de traslación, rotación, extensión, reflexión especular, etc, podremos ampliar las posibilidades de una geometría global orgánica metamórfica, la que nos puede ayudar a desarrollar nuestras facultades mentales para trabajar con sistemas constructivos tales como las estructuras de tracción pura.

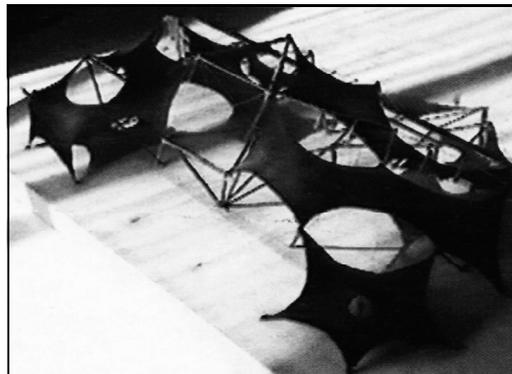
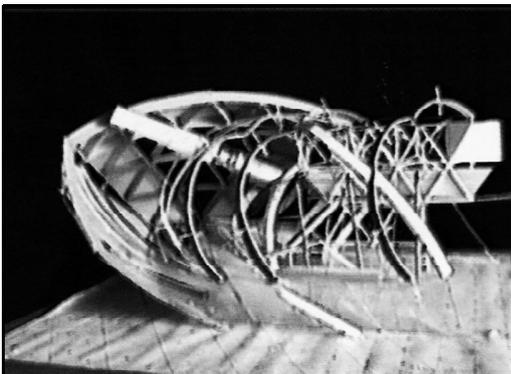
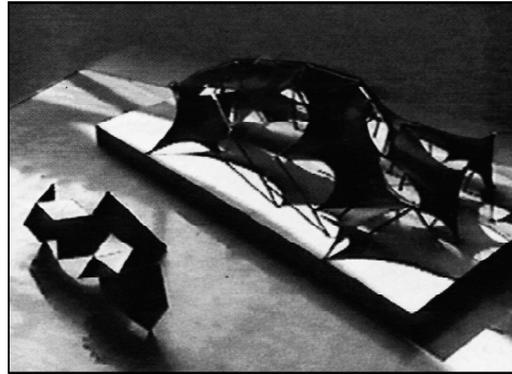
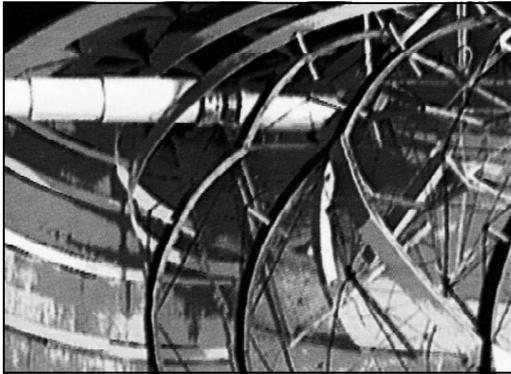
En términos prácticos concluiremos que la orga-

nización de tramas poliédricas nos puede llevar desde la trama pre-estabilizada, como la trama tetraédrica, a la trama cúbica y de allí a reunir ambas en una trama esférica que nos permitirá, en el caso de estructuras geodésicas, poder encontrar la ubicación de un volumen geodésico en cualquiera de las tramas mencionadas en su posición armónica y así poder compatibilizarlo con las formas cúbicas. Es así como se facilitará el desarrollo del diseño arquitectónico, al poderse ubicar en el espacio de estas tramas virtuales todos los elementos que lo configuren.

Con esto quiero decir que, dentro de ciertos márgenes prudentes y con la ayuda de un razonamiento

sistemático, podemos ampliar y enriquecer nuestra gama de formas virtuales que luego podrán ser establecidas en el lenguaje matemático logrando “*la matematización de la forma virtual*”.

Esta es solamente una opción que dice claramente que de las formas imaginativas debemos llegar a las ecuaciones matemáticas, lo que de ninguna manera excluye al lenguaje matemático sino más bien consigue que quien haya logrado un suficiente manejo de la sistematización de estas *formas imaginativas* pueda llegar a la forma resultante de una ecuación matemática a través de una metamorfosis que tenga como motor la propia capacidad imaginativa. ■



Notas

* El presente artículo es un resumen de la ponencia “Physical-modelling” elaborado por el Ing. Roberto Machicao Relis y la

Bach. Arq. Giovanna Andaluz N. para el Seminario Internacional de Estructuras a tracción pura

“TEXTILE ROOF 2000” realizado en la TECHNISCHE UNIVERSITÄT de Berlín, junio de 2000.