

DESDE VITRUVIO A LE CORBUSIER
 Arqto. HERNAN BARRIÁ CHATEAU

40 Dell'Architetti di Vinc. Scamozzi,

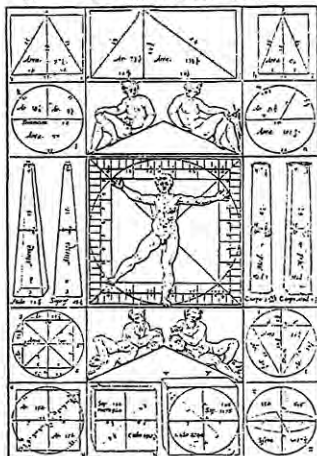


Fig. 1 Diagrama "el hombre de Vitruvio" de Vincenzo Scamozzi.
 A History of Architectural Theory, fig. 55.

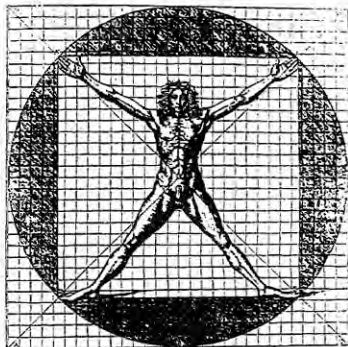


Fig. 2 Diagrama "el hombre de Vitruvio" de Cesare Cesariano, siglo XVI.
 Elements of Architecture: From form to place, fig. 75.

Formas habent quia numeros habent. (1)
 San Agustín, *De Libero Arbitrio*.

Reférese a obras como el Partenón en la Época Clásica; a la Villa Capra-Rotonda en Vicenza durante el Renacimiento, o a La Unite d'Habitation en Marsella durante el Movimiento Moderno, es descubrir en la historia de la arquitectura la fascinación de muchos arquitectos por las teorías de número y proporción.

Arquitectos que en el pasado crearon obras de relevancia en nuevos estilos arquitectónicos, basaron sus conocimientos sobre métodos matemáticos de diseño. Alberti, Palladio y Le Corbusier, entre otros, usaron teorías de número y proporción en la propuesta de sus obras más significativas.

Número y proporción

La historia y teoría de la arquitectura están íntimamente ligadas a

principios matemáticos de número y proporción y desde la antigüedad hasta nuestros días se han desarrollado y usado diferentes sistemas, los que fundamentalmente se agrupan en dos tendencias: los sistemas de número y proporción conmensurables y los sistemas de número y proporción inconmensurables.

Los sistemas de número y proporción conmensurables utilizan en el diseño arquitectónico dimensiones que tienen un común denominador entre ellas, por ejemplo, éste puede ser la medida de un elemento configurante del todo. Estas medidas se basan en el uso escalas de proporción de fácil percepción al ojo, fundadas en conceptos filosóficos-matemáticos que derivan de Pitágoras, Euclides y Platón (ej. escalas 1/2, 1/3, 2/3, etc.).

Estos sistemas conmensurables "presentan grandes ventajas para el diseño y su puesta en práctica es a través de un módulo de dimensión pequeña, común al completo rango de relaciones

del todo. Si mas aún el arquitecto se restringe a sistemas de relaciones numéricas cuyo común denominador es una exacta ley, estas medidas no necesitan ser abstractas y pequeñas como, por ejemplo una pulgada. Puede ser un pie, o un elemento de construcción, como el espesor de un muro o, en el caso de los griegos, el diámetro de una columna".⁽²⁾ Esta ductilidad en su uso, los hace más atractivos y son los de mayor uso entre arquitectos. Alberti y Palladio, entre otros, desarrollaron este tipo de sistemas.

Los sistemas de número y proporción inconmensurables, a diferencia de los sistemas conmensurables, utilizan en el diseño arquitectónico dimensiones que no tienen un común denominador entre ellas, están fundados sobre escalas de proporción que no son fácilmente perceptibles al ojo, que derivan de construcciones geométricas como la Sección Aurea.

En estos sistemas inconmensurables "las figuras geométricas básicas,

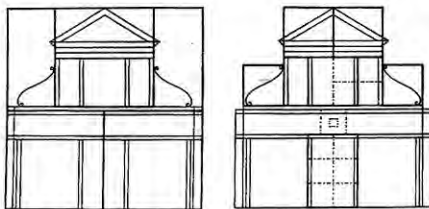


Fig.3 Santa María Novella, León Battista Alberti 1458-1471



el triángulo equilátero, el triángulo 3:4:5, el cuadrado, el círculo tienen tales propiedades que la altura, la diagonal, o el diámetro establecen relaciones de proporción de números irracionales entre los lados. Simples de dibujar geométricamente, ellos son imposibles de medir con precisión¹⁹. Esta cualidad los hace más complejos y son de menor uso entre los arquitectos. El triángulo equilátero es básico en la construcción de catedrales, los Griegos usaron en adición a las proporciones conmensurables, la relación $1:\sqrt{2}$, conociendo la Sección Aurea. El Modulor de Le Corbusier se basa en las series Fibonacci de la Sección Aurea.

Estos dos principios que dividen la historia de las relaciones de número y proporción matemáticas en arte y arquitectura, arquitectos de todas las épocas se han interesado y han desarrollado un pensamiento empírico en su hacer arquitectónico. Tendencias que no tienen una continuidad en el tiempo, han sido intermitentes y en algunos periodos completamente interrumpidas. Junto con esto, muchos de los conocimientos que tenemos hoy de la Antigüedad Clásica y Edad Media han sido de forma indirecta a través de las interpretaciones de textos antiguos como los de Vitruvio y Villard de Honnecourt por generaciones posteriores de teóricos y arquitectos, principalmente desarrolladas a partir del Renacimiento.

Número y proporción conmensurables y la arquitectura de Vitruvio, Alberti y Palladio.

En la arquitectura de Grecia y Roma, como en el Renacimiento, las teorías de número y proporción en obras como el Partenón en la Acrópolis griega, Santa Maria Novella en Florencia y las Villas Palladianas, fueron desarrolladas en base a sistemas conmensurables.

La primera referencia en la historia de estas teorías son los escritos de Vitruvio (arquitecto romano en el primer siglo A.C.), su libro "De Architectura Libri Decem" expone sobre los tratados de arquitectura en Grecia y Roma, y el ideal antropomórfico en arquitectura.

Su planteamiento se basa en que todas las medidas y dimensiones de las partes que configuran el todo son submúltiplos de la medida total del entero. Con esta definición su contribución más importante, fue el uso de una escala armónica en arquitectura, donde las dimensiones principales son desarrolladas como submúltiplos de una totalidad (M, M/1, M/2, M/3, ..., donde M es igual a la altura de un hombre).

En sus escritos encontramos las primeras ideas de la importancia del número y proporción como fuente de belleza arquitectónica. Sus trata-

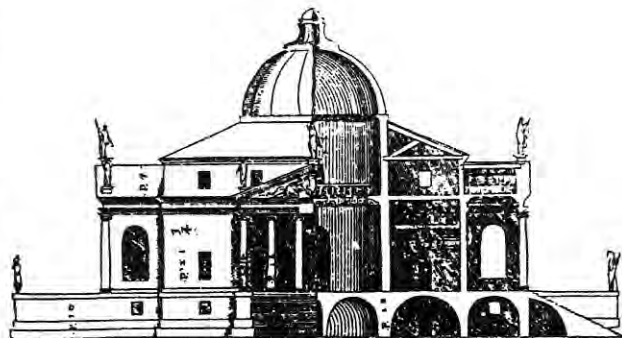


Fig 4 Villa Capra-Rotonda, Andrea Palladio 1550. A History of Architectural Theory, fig 49.

dos exponen las reglas de número y proporción de los ordenes clásicos, de los templos, patios y espacios interiores de edificios. Aunque la teoría que define Vitruvio se basa fundamentalmente en el uso de dimensiones conmensurables, al igual que los griegos, también tuvo conocimiento del rectángulo $\sqrt{2}$ como dimensión incommensurable.

La importancia de los tratados de Vitruvio trasciende más allá de la Época Clásica, en el Renacimiento su trabajo fue la referencia para los estudios de número y proporción en arquitectura. Sus ideas y escritos redescubiertos en el siglo XV fueron de gran importancia para desarro-

llar un nuevo concepto arquitectónico. Arquitectos como Brunelleschi, Alberti y Bramante buscaban encontrar formas, dimensiones y escalas de proporción universales de dimensión en el cuerpo humano, basando sus estudios sobre principios filosóficos, numéricos y geométricos de la antigüedad.

De estos estudios, uno de los más interesantes en los inicios del Renacimiento fue la Analogía Musical, teoría elaborada por Leon Batista Alberti (1404-1472) quien busca reconciliar los principios de la arquitectura clásica, que se deducen de los tratados de Vitruvio, con sus estudios e interpretaciones de las rui-

nas del Imperio Romano. Estas dos fuentes de información provienen a Alberti de nuevas formas y nuevos propósitos en arquitectura, los cuales aplicó en sus obras más importantes como la fachada de la iglesia de St. Maria Novella (1458-71) en Florencia o en las iglesias San Sebastiano (1460) y Sant' Andrea en Mantua (1470-72).

Desde el punto de vista de Alberti, la parte más importante de los tratados de Vitruvio fue indudablemente su teoría de proporción, particularmente donde compara las proporciones del hombre y de la arquitectura: "el cuerpo humano ha sido creado por la naturaleza de tal manera que la cara desde la barbilla hasta la frente y las raíces del pelo es una décima parte de la altura del cuerpo donde las demás partes del cuerpo también tienen sus propias medidas de proporción. Y por usar éstas, los pintores de la antigüedad y escultores famosos consiguieron grandes e infinitas alabanzas. De un modo similar, las partes del templo deben tener sus dimensiones estrechamente relacionadas con la magnitud de la totalidad. En el cuerpo humano, el ombligo es el centro natural. Si un hombre se levanta con sus manos y pies extendidos y un compás es centrado en su ombligo, los dedos de la manos y los dedos de los pies tocarán la circunferencia del círculo: de la misma manera, es posible inscribir la figura humana dentro de un cuadrado, donde la altura desde la cabeza hasta la planta de sus pies es lo mismo que el ancho de sus brazos extendidos. Por lo tanto, si la Naturaleza diseñó el cuerpo humano para que sus miembros estén proporcionados a la figura como un entero, los artistas de la antigüedad tenían buenas razones al imponer reglas de perfección a sus edificios, donde las distintas partes que componen un edificio deben estar en exacta relación de simetría con la totalidad."²⁰ (fig. 1 y 2).

Esta idea es de fundamental importancia. Así, la forma humana como medida de toda proporción es básica en la arquitectura del Renacimiento (ver los trabajos de Da Vinci,

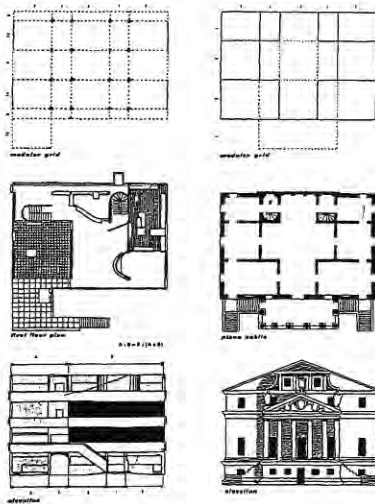


Fig 5 Villa Stein (Le Corbusier) y Villa Malcontenta (Palladio) según análisis de C. Rowe. Le Corbusier Elements of Synthesis, fig 60.

Cesariano, Scamozzi, etc.), y conduce directamente a aquella elaborada armonía musical, que más adelante usará Palladio. Teoría que fue anticipada por Vitruvio y elaborada por Alberti en su libro *"De re aedificatoria"* (1443-52) donde expone la necesidad de los sistemas de relaciones armónicas y proporciones matemáticas en el diseño arquitectónico, a través de tres criterios de belleza: "1) número (numerus); 2) proporción (finitio); 3) organización (collocatio). La suma de estos conceptos, para Alberti, es la armonía (concinmitas), la llave del concepto estético de su teoría".⁹⁹. Concluyendo que sin estos tres componentes un edificio no puede ser hermoso.

Esta teoría o sistema de analogía musical, que tiene como referencia la estructura de tonalidades del sistema musical griego, comienza desde el hecho que un grupo de notas producidas en música, por ejemplo; cuerdas cuyos largos son simples y commensurables, agradan al oírlos. Se supone que este hecho de consonancia tiene una causa fisiológica, y que la mente reconoce escalas musicales simples y es agrada por ellas. La teoría de Alberti busca la correspondencia entre nuestra percepción visual y nuestra percepción auditiva, es decir, encontrar relaciones coincidentes entre sonidos armónicos y las dimensiones físicas del espacio.

En St. Maria Novella en Florencia la altura de la fachada es igual a

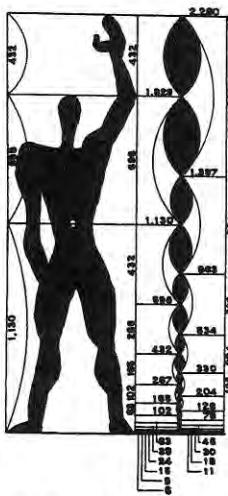


Fig. 6 Diagrama del Modulor 1945-1950.

su ancho, por lo tanto la fachada entera se puede inscribir en un cuadrado. La parte de arriba (fronton) es 1:4 de la fachada entera, la parte

de abajo es un rectángulo donde el largo es dos veces el alto. Los elementos y el todo en el diseño de Alberti está basado en un sistema de número y proporción de relaciones armónicas (fig. 3).

La influencia de Alberti es difícil de trazar a primera vista pero después de su muerte en 1472, gracias a la difusión de su trabajo por Sebastiano Serlio (1475-1555), su corriente humanista se expandió en el resto de Europa.

Casi un siglo después, cuando el Renacimiento había sido expandido más allá de Italia, el trabajo de Andrea Palladio (1508-1580) y su libro *"I quattro libri dell'architettura"* publicado en Venecia en 1570, son quizás el legado más importante de arquitectura en este periodo.

Los tratados sobre arquitectura de Palladio se basan en el pensamiento de Vitruvio y en las teorías matemáticas de proporción y armonías que aluden a sus predecesores Alberti y Serlio. Su trabajo teórico-práctico es "una compleja serie de relaciones armónicas, basada en escalas musicales, que fueron las que ordenaron las proporciones, no solamente de un espacio, sino de cada secuencia de espacios. Junto con ello, conservo una estricta disposición simétrica de los espacios, algunas veces prolongada tan lejos como una completa simetría bi-axial, como en la Villa Rotonda."¹⁰⁰.

Palladio además propone varios métodos para determinar la altura apropiada de sus espacios. Y cómo

esta altura debe estar en correcta proporción con el ancho y el largo de la habitación. "En espacios con techo plano, la altura debe ser igual a su ancho. En espacios cuadrados con techo de bóveda, la altura debe ser un-tercio más grande que su ancho. En otros espacios, Palladio usó la teoría de significados de Pitágoras para determinar las alturas. Por consiguiente, hubo tres tipos; aritmético, geométrico, y armónico."¹⁰¹.

Sus obras más importantes están representadas en el diseño de un prototipo ideal de palacio o Villas. Dentro de este tipo de edificación, los más significativos en el uso de sistemas de número y proporción armónicos son la Villa Capra-Rotonda (1550) en Vicenza, el tipo ideal de edificio centralizado, matemático, abstracto, cúbico, sin una aparente funcionalidad y que tiene una distribución universal (fig. 4); y la Villa Foscari o Malcontenta (1550-60) en Malcontenta di Mira, donde Palladio intenta descubrir una razón estructural para la planificación y uso de simetrías.

No cabe duda de la influencia de Palladio en arquitectura. Sus tratados sobre arquitectura fueron traducidos a los idiomas más importantes de Europa. Y su influencia abarcó arquitectos como Inigo Jones (siglo XVII) en Inglaterra, y Thomas Jefferson (siglo XVIII) en Estados Unidos. Además el nivel de abstracción de su obra tiene un paralelo notable en la arquitectura moderna del arquitecto más importante del siglo XX, Le Corbusier (fig. 5).

Número y proporción incommensurables y la arquitectura de Le Corbusier.

Los sistemas incommensurables aparecen principalmente en la Edad Media a través de las interpretaciones geométricas en la construcción de catedrales; y a partir del siglo XVIII, después del colapso de las teorías del Renacimiento, con los "Revolutions" arquitectónicas.

De estos sistemas, la Sección Aurea ha sido siempre interés de estudio, esto se debe a la alta calidad estética de sus proporciones y además por la propiedad matemática de ser infinitamente subdivisible en ambas direcciones. En el siglo XIX fue considerada por algunos teóricos como la llave de toda morfología, tanto en la naturaleza como en el arte. En los años cincuenta Charles Edouard Jeanneret, Le Corbusier (1887-1965) basó "El Modulor" (1945-50) en las series de números racionales de la Sección Aurea del matemático del siglo XI Fibonacci.

"Un hombre con su brazo extendido hacia arriba es inscrito en un rectángulo de 113x226 cm, formado desde dos cuadrados superpuestos en el nivel del ombligo. Una división sucesiva del total en segmentos de escalas correspondien-



Unidad habitacional de Marsella. Le Corbusier.

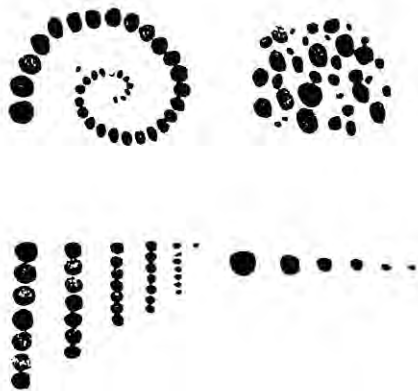


Fig. 8 Experimento con piedras (36), escala que representa el "continuum" de medidas en la naturaleza. Dom Hans Van Der Laan: *Modern Primitive*, fig. 5.11.

tes a la Sección Aurea, tomados de la serie Fibonacci 226, 140, 86, 53, 33, 20, etc., ('serie azul'). Una división sucesiva de la mitad de la altura, es decir desde el cuadrado de 113, 70, 43, 27, 16, etc., hacia abajo, y hasta la altura del hombre 'standard', 183cm. = 70-113 ('serie roja')⁹⁸. Esta teoría usa dos escalas de Fibonacci, la escala "roja" y la escala "azul". Las dimensiones de la escala "azul" son el doble de las de la escala "roja" y las divisiones de cada escala está basada en la Sección Aurea (fig. 6).

De este modo, la construcción de Le Corbusier consistió en combinar un principio geométrico de números racionales, conocido por siglos, con las dimensiones y movimientos del cuerpo humano. Formulando armonizar la Sección Aurea con las dimensiones del hombre 'standard' (primero 1.75 cm. después 1.83 cm.) en un sistema de medidas que no sólo fueron la base de su propuesta arquitectónica después de los años cincuenta, sino que también de la estandarización de unidades prefabricadas.

La *Unite d'Habitation* (1947-1952) en Marsella fue el primer intento para aplicar este sistema de proporción universal, siendo este edificio el modelo que Le Corbusier repitió en Nantes, Berlín, Meaux y Briey-en-Foret (fig. 7).

El número plástico y la arquitectura de van der Laan.

Una teoría que no se puede incluir en las tendencias anteriores, pero que es interesante destacar, es el número plástico, teoría elaborada por el arquitecto holandés y monje

Benedictino Dom Hans van der Laan (1904-1989) y expuesta en su libro *"De architectonische ruimte"* (1977).

Los escritos de van der Laan apuntan a que la obra de arquitectura está regida por leyes matemáticas donde el espacio interior está en relación del espacio exterior, la forma del muro en relación del espacio exterior, la forma del muro en relación al tamaño del plano y el volumen. Y donde todos estos fenómenos están finalmente contenidos en un sistema de relaciones de número y proporción que tienen su origen en la escala 1:2 de números abstractos, y su terminación en la medida del espacio continuo de la naturaleza. Estableciendo un puente entre los sistemas conmensurables y los sistemas incommensurables de número y proporción.

Van der Laan fue más allá de establecer relaciones matemáticas de diseño, y apuntó a los fundamentos de la arquitectura proponiendo la reconciliación entre hombre y naturaleza, donde el espacio arquitectónico no sólo comienza a ser un bien material, sino que es también un bien espiritual.

Comentario final.

La fascinación por el número y proporción tienen su significación en la satisfacción que éstos dan a nuestra mente y probablemente también a aquellos que contemplan la obra de arquitectura construida. El origen del número puede ser místico, simbólico y/o antropológico, sin embargo, el sentido común de todas las teorías de número y proporción es encontrar leyes o relaciones matemáticas que den un sentido de coherencia y

equilibrio en nuestra percepción del objeto arquitectónico.

Principios que, como hemos visto, pueden ser sistemas conmensurables y/o sistemas incommensurables de número y proporción. El primer grupo empleado por Alberti y Palladio deriva del pensamiento filosófico-matemático de Pitágoras y Platón, y son generalmente sistemas aritméticos, intelectuales y estéticos.

El segundo grupo, como El Modulor de Le Corbusier, está fundado en números y proporciones incommensurables generados por construcciones geométricas como la Sección Aurea. Estos sistemas se basan en el fenómeno de continuidad y crecimiento en naturaleza: en la medida del espacio natural continuo por geometría y en la manifestación de la Sección Aurea en el crecimiento de animales y plantas (fig. 8).

Sin embargo, conviene destacar que Palladio, Le Corbusier o van der Laan desarrollaron sus obras a través de un trabajo empírico en su hacer arquitectónico, es decir, no en la aplicación de fórmulas antiguas, sino mediante su capacidad de observación, riguroso análisis y reflexión del hombre y su relación con el espacio de la naturaleza.

"La función de la arquitectura es ordenar el espacio de la naturaleza mediante la imposición de límites: límites de espacio, de formas y de medidas". (9) van der Laan, Abril 1983.

Referencias Bibliográficas

1.- Hanno-Walter Kruft. *A History of Architectural Theory* (from Vitruvius to the present). Publicado por Zwemmer, London, England 1994. Pág. 36.

- 2.- Meiss, Pierre von. *Elements of Architecture: From form to place*. Publicado por Van Nostrand Reinhold (International) Co.Ltda. London and New York 1990. Pág. 60-64.
3.- Ibid. Pág. 60-64.
4.- Murray, Peter. *Renaissance Architecture*. Publicado por Faber and Faber Limited, London, England 1986. Pág. 28-33; 146.
5.- Hanno-Walter Kruft. *Op.cit.* Pág. 46.
6.- Murray, *Op.cit.* Pág. 146.
7.- *International Dictionary of Architects and Architecture*. (1) Architects Publicado por St. James Press. Detroit, EEUU 1993. Pág. 641.
8.- Chung, Francis D.K. *Architecture: Form Space & Order*. Publicado por Van Nostrand Reinhold (International) Co.Ltda. New York 1979. Pág. 313.
9.- Padovan, Richard. *Dom Hans Van Der Laan: Modern Primitive*. Publicado por Architectura & Natura Press. Amsterdam, The Netherlands 1994. Pág. 13.

Bibliografía

- Van der Laan, Hans. *Architectonic Space*. Publicado por E. J. Brill. Leiden, The Netherlands 1983.
Scholfield, P.H. *The theory of proportions in architecture*. Publicado por The Syndics of the Cambridge University Press. Cambridge, England 1958.
Frampton, Kenneth. *Historia Crítica de la Arquitectura Moderna*. Publicado por Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1993.
Rowe, Colin. *The Mathematics of the Ideal Villa and other Essays*. Publicado por The MIT Press, Cambridge, Massachusetts and London, England 1990.

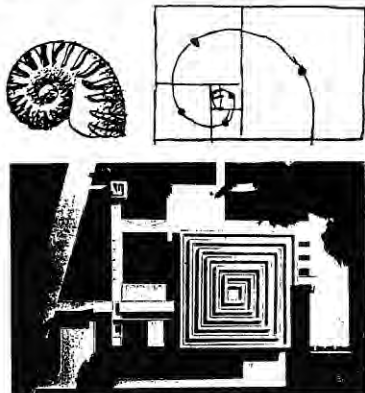


Fig. 9 Análisis de Le Corbusier sobre la manifestación de la Sección Aurea en el origen de la espiral y Propuesta para un museo de crecimiento ilimitado (maqueta, vista desde arriba). Le Corbusier *Elements of Synthesis*, fig. 101-2.