

LA TEORÍA DE LA PROPORCIÓN ARQUITECTÓNICA EN VITRUVIO

JUAN FRANCISCO ESTEBAN LORENTE*

Resumen

Vitruvio considera el cosmos, el hombre y la arquitectura sometidos a las armonías musicales. Concibe la posibilidad de usar armonías geométricas pero no las explica. Explicamos las armonías musicales del texto de Vitruvio. Aclaramos el concepto y contenido de términos oscuros. Recogemos la composición de la columna y la teoría del módulo en Vitruvio. Ponemos unos ejemplos de la Alta Edad Media donde todo ello se ha usado con rigor o con alguna interpretación.

Vitruve considère le cosmos, l'homme et l'architecture soumis a les harmonies musicaux. Il pense, aussi, aux harmonies géométriques mais il ne les explique pas. Ici on explique les harmonies musicaux du texte de Vitruve; aussi le contenu de divers mots difficiles. On expose la théorie de la colonne et du module; et on montre divers exemples du Haut Moyen Age où tout ça est employé avec précision ou avec quelque interprétation.

* * * * *

Hoy conocemos a Vitruvio por su tratado de arquitectura, escrito y dedicado al emperador Augusto hacia el año 15 a. J. C.; pero, fundamentalmente, tenemos una idea de él a través de las interpretaciones renacentistas y las posteriores que siguen estando condicionadas por los escritos de los humanistas y arquitectos renacentistas.

Si para Wittkower estaba claro que Vitruvio no elaboró una teoría de la proporción en su tratado de *Los diez libros sobre la arquitectura*, para Schofield la cuestión no es tan tajante y dedica un capítulo de su libro a analizar la idea que Vitruvio tenía sobre la proporción¹.

No obstante estos fundamentales trabajos, consideramos que el tema de las proporciones en el libro de Vitruvio merece una consideración, aún hoy.

* Profesor Titular del Departamento de Historia del Arte de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Zaragoza. Investiga en platería, arquitectura románica e iconografía.

¹ SCHOFIELD, P. H.: *Teoría de la proporción en arquitectura*, Labor, Barcelona, 1971, (The Theory of Proportion in Architecture, Cambridge, 1958), p. 29.

WITTKOWER, R.: *La arquitectura en la edad del humanismo*, Nueva Visión, Buenos Aires, 1969, (Architectural principles in the Age of Humanism, Londres, 1949).

KRUF, Hanno-Walter. *Historia de la teoría de la arquitectura*, Madrid, Alianza, 1990 (1ª Munich, 1985. *Geschichte der Architekturtheorie*), tomo I, p. 23-34 (con abundante bibliografía).

RUIZ DE LA ROSA, José Antonio. *Traza y simetría de la arquitectura en la Antigüedad y en el Medievo*. Universidad de Sevilla, 1987.

Hemos usado algunas de las traducciones e interpretaciones del texto de los siglos XVI, XVII, XVIII y otras actuales².

Schofield hizo lo propio tomando como fundamento las versiones de Barbaro (1567), Newton (1791), Wilkins (1812), Gwilt (1826), Morgan (1914) y Granger (1931).

También Arnau Amo contrastó otras versiones, concretamente las castellanas de Miguel Urrea (1582), José Castañeda que traduce a Perrault (1761) y Ortiz Sanz (1787)³.

Acompañamos la exposición de algunos fragmentos del texto de Vitruvio para explicar su contenido y aplicaciones.

La oscuridad del pensamiento vitruviano

El propio Vitruvio avisa de la difícil comprensión de algunos párrafos de su texto⁴. Esta sensación existía a mediados del siglo IX, así CAROL HEITZ nos muestra una carta escrita por Eginardo y enviada desde Seligenstad a su discípulo Vussin en Fulda, el 14 de marzo del 840, donde le hace notar que Vitruvio tiene palabras y párrafos oscuros⁵.

Por otra parte hemos de considerar, como ya lo explicó PIERRE GROS⁶, y el propio Vitruvio lo dice en la introducción del libro quinto, que no se propone dar explicaciones de matemática ni de otra ciencia, sino crear

² VITRUVIO, Marco Lucio. *Los diez libros de arquitectura*. Traducción directa del latín, prólogo y notas de Agustín Blázquez, Barcelona, Iberia, 1986; la numeración de los libros y páginas se hace sobre esta versión (B.).

Los textos latinos se han tomado de la edición francesa de Les Belles Lettres: VITRUVÉ *De l'architecture*, livre I, texte établi, traduit et commenté par Philippe Fleury. París, Les Belles Lettres, 1990. VITRUVÉ *De l'architecture*, livre III, texte établi, traduit et commenté par Pierre Gros. París, Les Belles Lettres, 1990.

VITRUVIUS *on Architecture*. Ed. from the Harleian manuscript 2767: por F. Granger: Cambridge, Mass. Harvard Univ. Press, London, W. Heinemann, 1983.

VITRUVVIO Pollion, M. *De architectura, dividido en diez libros, traducidos de latin en castellano por Miguel Urrea architecto, y sacado en su perfection por Juan Gracian impresor vezino de Alcalá. Dirigido a la S. C. R. M. del Rey Don Phelippe Segundo deste nombre nuestro Señor*. Alcalá de Henares, Juan Gracián, 1582, ed. facsímil, Valencia, Albatros, 1978 (U.)

VITRUVIO, *Les dix livres d'architecture*. Traduction intégrale de Claude Perrault, 1673, revue et corrigée sur les textes latins et présentée par André Dalmas. Les Libraires Associés, 1965.

VITRUVIO Polión, Marco. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Traducción y comentarios por José Ortiz y Sanz (1787). Prólogo por Delfín Rodríguez Ruiz, ed. facsímil de Madrid, Akal, 1987. (O.S.).

VITRUVIO Polión, Marco Lucio. *Los diez libros de arquitectura*. Introducción por Delfín Rodríguez Ruiz. Versión española de José Luis Oliver Domingo. Madrid, Alianza, 1995.

³ ARNAU AMO, J. *La teoría de la arquitectura en los tratados. Volumen I: Vitruvio*. Madrid, Tebor Flores, 1987.

⁴ Libro V, en la introducción y en el capítulo 4, al hablar de la armonía.

⁵ HEITZ, C. «Vitruve et l'architecture du Haut Moyen Age», en *Settimane di Studio del Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo*, XXII, 1974 (Spoleto 1975), p. 725-752.

⁶ GROS, P. «Structures et limites de la compilation vitruvienne dans les livres III et IV du De architectura», en *Latomus, Revue d'études latines*, 34, fasc. 4, 1975, p. 986-1009.

una compilación ordenada y sistemática de los diversos conocimientos sobre la construcción, en resumen una compilación divulgadora para lectores interesados.

Del texto de Vitruvio podemos encontrar traducciones distintas en las partes más oscuras y de mayor complejidad en la explicación teórica, si bien no difieren en exceso las diversas explicaciones del texto. Todavía hoy se consideran aquellos párrafos teóricos llenos de oscuridad, ello es debido principalmente a la pérdida o cambio de significación de algunos vocablos y a que éstos en aquella época eran polivalentes. Esta cuestión la afrontó y extractó particularmente Schofield⁷, también Arnau trata este tema en uno de sus capítulos⁸.

Los contenidos de la arquitectura

Vitruvio (I,1) comienza el libro primero distinguiendo la parte teórica de la arquitectura a la que llama «ratiocinatio» y la construcción a la que llama «fabrica». Más tarde afirmará que las cualidades de la arquitectura son que sea firme, útil y bella: «firmitas, utilitas, venustas» (I,3).

En el capítulo segundo del mismo libro primero enumera los seis componentes de la arquitectura teórica o «ratiocinatio», que explica a continuación y en otras partes del tratado. La arquitectura se compone de «ordinatio», «dispositio», «eurythmia», «symmetria» «decor» y «distributio»⁹. Expliquemos éstos y otros conceptos no siempre tenidos en cuenta.

«*Ordinatio*» significa tamaño adecuado, modulación, proporción y correcta distribución de las diversas partes de un edificio. Es la ordenación de las partes respecto a un módulo, que surge como división de la parte principal del templo, la fachada.

Aquí tenemos que recordar que en una de las inscripciones del plano de San Gall (hacia el 820) alude a este concepto: «*Ordine quas isto constituisse decet*».

«*Compositio*», esta parte y función del trabajo arquitectónico no viene citada por ninguno de los autores, ello se debe a que Vitruvio no la cita en esta exposición del libro primero, pero a ella se referirá continua-

⁷ SCHOFIELD, p. 33-35.

⁸ ARNAU AMO, p. 113 ss.

⁹ El significado de los seis contenidos clave de la arquitectura los explican SCHOFIELD, p. 32-40 y ARNAU AMO, p. 113-133. También los analiza PANOFSKY, E. «La historia de la teoría de las proporciones humanas como reflejo de la historia de los estilos», en *El significado de las artes visuales*, Buenos Aires, Infinito, 1970, p. 94 («Die Entwicklung der Proportionslehre als Abbild der Stilentwicklung», en *Monatshefte für Kunstwissenschaft*, XIV, 1921). Nosotros diferimos en algún detalle de estas interpretaciones.

mente en los libros III, IV y V. La primera alusión clara que de ella hace es la siguiente (III,1: traducción literal):

«La composición de la construcción de los templos depende de la simetría, cuyas reglas deben por tanto ser observadas cuidadosamente por los arquitectos» ... «ningún templo puede presentar una razón en las composiciones sin la simetría y la proporción, al modo como hay una exacta razón en los miembros de un hombre bien formado».

Tras hablar de la composición del cuerpo humano, expondrá la composición de basas, capiteles, columnas en general.

Por «compositio» entiende Vitruvio la aplicación del sistema de proporción (el de las armonías musicales) a las piezas arquitectónicas, tomando siempre como unidad de referencia el módulo, que ya ha sido establecido al determinar la anchura del templo (ordinatio). Como explica el propio Vitruvio la *compositio* nace de la *simetría* y ésta de la *proporción* y la proporción de la *razón* (cociente).

«*Dispositio*» que deberíamos traducir por proyecto. Es el conjunto de planos, ideas, que incluyen dentro de sí una explicación y justificación geométrica. Estos planos luego se llevarán al terreno y a la construcción. Este proyecto nace del estudio y de la invención. Esta es la única parte teórica que cita San Isidoro de Sevilla¹⁰.

Así pues las obras realizadas se aprecian considerándolas desde estos tres puntos de vista, a saber, en cuanto a la exactitud de la ejecución del trabajo, a la magnificencia y a la disposición del conjunto. Cuando se ve una obra realizada con magnificencia se ensalza al dueño por el coste de la obra; si se ve que el trabajo está hecho con habilidad se elogia la destreza del albañil; pero si el edificio alcanza su mérito por su elegancia, proporciones y simetría, la gloria será para el arquitecto.... El arquitecto ve la obra una vez la tiene en su mente ... (VI,11; B.162, 163).

«*Eurythmia*» la define de la siguiente manera:

«La euritmia es el bello y grato aspecto que resulta de la disposición de todas las partes de la obra, como consecuencia de la correspondencia entre la altura y la anchura y de éstas con la longitud, de modo que el conjunto tenga las proporciones debidas» (B. 13).

En el libro IV,3 y siguientes, al hablar de la casa particular, explica prácticamente en que consiste la euritmia, y así nos expone cómo los espacios de cada habitación están sometidos a razones, pero a la vez la anchura de una habitación se determina en razón a la contigua y principal. Así la anchura del tablinio dependerá de la dimensión del ancho del atrio y podrá ser $2/3$, $1/2$ ó $1/3$, según sea menor o mayor el atrio.

¹⁰ ISIDORO. *Etimologías*. Madrid, B.A.C. 1982; L. XIX, 9: *Dispositio*, constructio, venustas.

Creemos que «*eurhythmia*» podía traducirse como «control del espacio arquitectónico». Arnau es partidario de mantener la palabra euritmia, con el significado de bello ritmo.

Es el resultado de la aplicación de la «*symmetria*» y de las correcciones ópticas y también su disfrute subjetivo.

(VI,2; B. 145) «*En nada debe poner el arquitecto mayor cuidado que en hacer que los edificios tengan las medidas justas y proporcionadas entre el conjunto y las partes que lo componen. Por tanto, cuando se haya determinado la regla de la simetría, y se hayan reducido mediante el cálculo las relaciones de esta medida común (módulo), entonces es llegado el momento de atender con la inteligencia a la naturaleza del lugar, al uso y al aspecto externo del futuro edificio; y quitando o añadiendo algo a las proporciones previamente establecidas, llegar al modo y tamaño que le corresponda; pero en forma que por lo añadido o suprimido se vea que el edificio ha sido bien trazado y que en él la vista nada echa de menos.* (Continúa con una exposición sobre correcciones ópticas).

La diferencia entre arquitecto y propietario estriba en que el segundo no puede saber lo que será una obra hasta que no la ve terminada; en cambio el arquitecto, una vez tenga formada en su mente la idea, ve, aun antes de emprender la obra, el efecto futuro de su belleza, de su utilidad y de su decoro» (VI,9; B. 163).

«*Symmetria, proportio (analogia), ratio*». *Symmetria* es usada, a veces simultáneamente, con proporción y razón. *Symmetria* la usa como tamaño conveniente, tamaño de las partes en comparación con el todo y con un módulo. Por *symmetria* o «la regla de la simetría» (VI,2; B. 145), debemos entender las posibles combinaciones de proporciones. Es el conocimiento que permite combinar sistemas de cocientes racionales con otros irracionales. La *symmetria* nace de la proporción y ésta de la razón; todas ellas conforman la «*eurhythmia*».

Proporción y razón corresponden a nuestros conceptos matemáticos actuales.

«*Proportio*» equivalente a «analogía» en griego; significa tanto igualdad entre dos razones (Euclides), como razón o cociente (Nicomaco) o tamaño de las partes en relación al todo. Siglos después Boecio ajustará los vocablos usando para el primer concepto *proportionalitas*, y para el segundo *proportio*¹¹. Así pues, deberíamos traducir unas veces como proporción y otras como razón, o genéricamente proporción, pues en este sentido genérico lo usa muchas veces Vitruvio.

«*Commensus*» lo define como tamaño comparativo, en general. Se puede traducir como conmensuración o proporcionado en general. Forma parte de la *ordinatio* y está muy próxima a la modulación y se confunde con ella.

¹¹ SCHOFIELD, p. 33.

«*Schema*» que significa dibujo geométrico (I,6; B. 29). A este respecto tenemos que recordar que en los documentos del siglo XI, al referirse a la perfección arquitectónica de los maestros lombardos, se cita su obra como de «*novi schemate*»¹².

«*Decor*» que ha sido traducida como hermosura, ornamento, conveniencia o decoro. No es otra cosa que la adecuación de la forma a la función y también el respeto por el rito, la costumbre y la naturaleza del lugar, como subraya el propio Vitruvio. La decoración está dentro de este presupuesto. Podemos mantener el término decoro.

«*Distributio*» (del gasto) que en griego se dice «oiconomía» y que efectivamente para Vitruvio significa buena administración, economía. Al arquitecto compete la ejecución de un presupuesto adecuado y ajustado a la obra (X, introducción; B. 253).

¿En qué consiste la labor del arquitecto?

La idea de cómo expresa su pensamiento Vitruvio, la ha expuesto acertadamente Arnau Amo. Vitruvio se expresa en hipérbaton, al igual que se escribe en latín, y frecuentemente expone en primer lugar las últimas conclusiones. Tomemos el razonamiento de Vitruvio a la inversa de su exposición y con un vaivén de ideas, encontraremos el saber del trabajo intelectual del buen arquitecto, que a la vez es el contratista constructor de la obra.

1.— Tras la recepción del encargo de la obra a proyectar y ejecutar, la primera labor a la que se tiene que atender es a un ajustado presupuesto y una buena administración del gasto: «economía». A llamar la atención sobre ello dedica la introducción del libro X (B. 253) (pensamiento que será copiado desde el siglo XVI al XVIII).

2.— En segundo lugar hay que atender al «decoro». Es decir la forma sigue a la función, a la costumbre, al rito, y a la naturaleza del lugar (en el libro I,2 pone ejemplos de la adecuación de los órdenes a las diversas divinidades, pero a lo largo del tratado insiste continuamente en la adecuación de los espacios, material, medidas, ornamento, etc., según el rango social, capacidad económica, etc.).

3.— Tras estos dos primeros principios empieza la actividad creadora e intelectual del arquitecto; es decir, la determinación de la «regla de la

¹²GALTIER, F. L'art roman lombard en Aragon. Circonstances historiques problèmes artistiques, thèse de Doctorat de 3e. cycle en Civilisation Médiévale, Univ. de Poitiers, 1979; «L'aurore de l'art roman dans le royaume d'Aragon», en *Bulletí del Museu Nacional d'Art de Catalunya*, I,1, 1993, p. 48. Por ejemplo un documento de Ermengol de Urgel en la reconstrucción de Santa Mª de Gualter.

symmetria» o sistema de proporciones, con el que el arquitecto va a trabajar en lo sucesivo (I,2 y VI,2 etc. B. 146).

En el libro IV,2 al hablar de la casa particular, Vitruvio resume en pocas palabras esta actuación, diciendo: Primero hay que determinar la regla de las medidas (sistema de proporción). En segundo lugar hay que trazar la planta para conocer su magnitud (determinar la anchura del espacio) y a continuación adaptar la proporción a la conveniencia (modulación) de modo que inmediatamente salte a la vista la euritmia.

Consecuencia del punto anterior y todavía en el plano de la invención, el arquitecto se plantea la concepción general de la belleza del conjunto; es decir, la «*eurhythmia*» (control del espacio arquitectónico). Es la correspondencia de los volúmenes y la posibilidad de superponer los planos de planta y alzado de ellos. Está basada en el sistema de proporciones previamente concebido, en el tipo de ornamentación a aplicar a los espacios y volúmenes, y en las correcciones ópticas (VI,2).

4.— El cuarto paso es la materialización del proyecto, «*dispositio*», los planos; en ellos solo el arquitecto sabe ver ya el resultado final. Parte importante de esta tarea es la composición, hacer los detalles de la arquitectura y toda ella de acuerdo a los diversos sistemas proporcionales, cuyas razones proceden de los sistemas de proporciones que ha decidido utilizar y de las dimensiones del espacio (VI,11; B. 162-163).

5.— A la vez que el proyecto se hacen los detalles de la «*compositio*». El diseño, medidas y proporciones de las partes y detalles arquitectónicos, en especial de la columna. Cuestión esta de la «*compositio*» que está íntimamente ligada a la modulación, y debe ser hecha «al igual que las partes y composición del cuerpo de un hombre bien formado» (III,1; B. 67).

6.— La última fase del trabajo teórico del arquitecto es la conmensuración o modulación, «*ordinatio*». Es decir, el pasar el proyecto a dibujos y medidas concretas y a módulos; medidas que puedan entender los oficiales y capataces de la obra.

Todo esto conforma la «*ratiocinatio*», la labor intelectual del arquitecto que se plasma en planos de planta (*ichnographia*), alzado (*orthographia*) y perspectiva (*scenographia*), a las que llama en griego «*ideas*» (prototipo) de la *dispositio*. En estos planos el arquitecto puede ver todo el resultado final y sus peritos pueden leer las instrucciones y funciones a realizar.

A partir de aquí comienza la dirección de obra, la «*fábrica*», no menos importante en la experiencia arquitectónica; a la que dedica la mayor parte de su tratado de arquitectura. El tratado está escrito y dedicado a Augusto y lo considera apropiado para otros intelectuales aficionados a

la crítica de la construcción; en sus libros incluye consejos que serán útiles también para los arquitectos (así lo escribe Vitruvio).

Teoría de las proporciones

Efectivamente Vitruvio no va a desarrollar un tratado sobre la proporción pero sí unos principios generales sobre su aplicación en la arquitectura en general, incluso en la ingeniería, quedando al saber del arquitecto la decisión de aplicar en cada caso un sistema proporcional (V,7; B. 123); ejemplo:

Estas proporciones no pueden acomodarse generalmente a todos los teatros, sino que deberá el arquitecto advertir con diligencia la commensuración que convendrá dar a las partes, y la forma con que podrá acomodarlas mejor al sitio y magnitud de la obra...

La justificación para aplicar un sistema de proporciones a la arquitectura como criterio objetivo de belleza la define así Vitruvio (III,3; B. 75).

Los ojos son los que buscan la belleza, por lo tanto si no se satisface su gusto tanto con las proporciones como con estas adiciones (correcciones ópticas) que agrandan oportunamente lo que parecía deficiente, el conjunto resultaría desproporcionado y feo a quien lo contemplara.

La idea teórica y práctica que Vitruvio tiene sobre el tema, está declarada a lo largo de su texto, si bien mucho más confusamente que el resto del contenido de su tratado.

Tenemos que considerar que la mayor parte del tratado son consideraciones de tipo práctico y solamente esta cuestión de las proporciones y la de la música son las disertaciones teóricas de gran complejidad y, además, se ve forzado a explicarlas con pocas palabras y con términos griegos.

De su exposición se pueden deducir los siguientes principios generales:

La consecución de la belleza está en la «euritmia» o control del espacio arquitectónico, cuya base es un sistema de proporciones.

El control del espacio arquitectónico, en la práctica, cristaliza en el proyecto. Vitruvio lo considera un trabajo intelectual y que sólo el arquitecto lo entiende.

La base teórica de la belleza y de la eficacia o utilidad radica en los sistemas de proporciones (X,17; B. 282, ejemplo de las ballestas). Vitruvio a esto lo llama de diferentes maneras, pero explica su concepción:

En primer lugar cualquier parte del edificio debe estar hecha a pro-

porción con el todo, es decir cada parte es una fracción alícuota del conjunto (I,2; B. 13-14).

La unidad de medida será la dimensión de la parte más significativa del edificio: por ejemplo la anchura de la fachada de un templo (III,3. B. 73).

La columna de un pórtico recibe el diámetro en proporción a la anchura de su fachada y su altura dependerá del tipo de intercolumnio. De la anchura de la fachada surge el módulo de la columna. Del tipo de intercolumnio surge la altura de la columna. La profundidad del pórtico es equivalente a la altura de la columna. Existe también la posibilidad de tomar la altura de la columna de la tercera parte de la anchura de la fachada (III,3, IV,3, V,3 y 7; B. 72-75, 94-95, 102, 123).

Existe la posibilidad práctica y cómoda de extraer un módulo de la unidad de medida, que es la anchura de la fachada, para luego aplicarlo por multiplicación o división a otras partes (III,3; III,5; IV,1; V,10; etc.). Esto es la modulación o conmensuración.

El ejemplo a imitar y por lo tanto el patrón de la arquitectura como sistema de proporción, es el cuerpo humano (I,2 y III,1; B.13 y 67). Vitruvio aplicó una antropometría a la columna ya que ésta nació en parangón con el cuerpo del hombre (L. IV,1; B.87,88).

La columna pasa a ser patrón de medida de la arquitectura. El diámetro del fuste de la columna en su parte inferior es el módulo de todo el edificio; pero recordemos que este módulo es extraído de una medida más significativa del conjunto, como es la anchura de la fachada del templo; después este módulo definirá la medida y las partes de la columna. Esquema:

De la latitud de la fachada surge el diámetro de la columna, \emptyset .
Pero 1/3 de esta latitud puede tomarse como altura de la columna.
Del intercolumnio surge la altura de la columna que se mide en diámetros, \emptyset .
La columna se construye a imitación del cuerpo del hombre.
El hombre rige la columna y el templo.
La fachada proporciona el módulo, \emptyset , y la altura de la columna.
El hombre también es modular.
Módulo, columna, hombre y templo forman una relación circular y de vaivén.

Las armonías musicales

Vitruvio fue partidario del uso de las llamadas armonías musicales tanto para la arquitectura como para la ingeniería, incluso para los vasos de resonancia del teatro «figuras diseñadas según las reglas de la música» (I,1; II,1, X,17 y V,1 B. 5ss. 38, 282 y120).

No obstante, Wittkower y luego Schofield¹³ afirman que de ello no hay ni rastro en la obra de *Los diez libros sobre la arquitectura*. Wittkower afirma que el tema se debe a que los comentaristas italianos del Renacimiento eran de ideología neoplatónica y que extrajeron las analogías musicales del Timeo¹⁴.

No obstante el principio de la armonía musical aplicada a la arquitectura no era nuevo en el Renacimiento, sino cultivado durante la Edad Media y al parecer por influjo originario del texto vitruviano y de los matemáticos y musicólogos como San Agustín y Boecio.

En cualquier caso podemos ver unas referencias concretas a ello en el texto de Vitruvio. Primero en una exposición teórica: al hablar de la importancia de la música y de la relación con la astrología para el arquitecto (I,1, B. 8, 9 y 11), luego al hablar del cuerpo humano (III,1; B. 68), al tratar la composición de las basas de las columnas (III,5; B. 78ss.) y más tarde al hablar de la armonía (V,4; B. 115ss.).

Recogiendo el influjo de Platón, piensa que las armonías musicales proceden de la ordenación cósmica, compara el globo terráqueo con las consonancias de un arpa y luego afirma (VI,1; B. 142):

Parece que la máquina general del universo está combinada siguiendo las reglas de una consonancia armónica que tiene como regulador el Sol.

En segundo lugar, en el nivel práctico, encontramos continuamente armonías musicales en las propuestas para áreas rectangulares: rectángulos $3/2$, $2/1$, $3/1$, en foros, basílicas, templos (ej. V,1).

El interior de un templo toscano aparece dividido en tres naves, la razón entre la central y las laterales es $4/3$ (IV,7; B. 101). La plaza o foro debe ser rectangular con una proporción de $3/2$ (V,1; B. 109). Las salas de baño en razón de $3/2$. En las palestras, la sala llamada «efebo» es en razón $4/3$.

En los atrios la razón de la planta podrá ser $5/3$, $3/2$ ó $\sqrt{2}/1$, depen-

¹³ WITTKOWER, p. 102 ss. Schofield, p. 30.

¹⁴ La teoría de las armonías musicales aplicadas a la arquitectura en el Renacimiento donde primero aparece es en el tratado de L. B. Alberti (*De re aedificatoria*, redactado en Roma entre 1443 y 1452, ya muy conocido antes de su publicación en Florencia, 1485) y a quien cita es a Pitágoras y no a Platón. Expresamente declara su principio del siguiente modo:

«Los números gracias a los cuales se produce aquella armonía de sonidos sumamente agradable al oído, son los mismos números que consiguen que los ojos y el espíritu queden henchidos de un admirable placer. Por consiguiente, de la música, que ha estudiado muy a fondo tales números... se obtendrán la totalidad de las leyes de la delimitación...

De estos números se sirven los arquitectos a las mil maravillas; y los utilizan bien de dos en dos (para las plantas), como ... en las plazas; bien de tres en tres (para los volúmenes) ... casos en los que ponen en juego la longitud, la anchura, e intentan que la altura esté en armoniosa correspondencia con una y otra dimensión.» (ALBERTO, León Bautista. *Los diez libros de arquitectura*, traducidos... por Francisco Lozano, Madrid, Alfonso Gómez, 1582, ed. facsímil, Oviedo, 1975, L. IX,4, p. 284. En la edición de Madrid, Akal, 1991, L. IX,5, p. 387).

diendo de su tamaño, la altura será igual a la anchura. Al hablar del triclino es aún más concreto y para sus tres dimensiones propone la serie 8, 6, 4, para largo, alto y ancho (VI,4; B. 147-149).

Es decir, como en ocasiones anteriores, Vitruvio aunque no hace una exposición teórica sobre las armonías musicales aplicadas a la arquitectura, él las aplicó y, someramente, las explicó, pero de manera que sólo son inteligibles para los conocedores de la materia (el propio Vitruvio avisa expresamente de ello al lector (V,4 y 5; B. 115-120).

Sistemas proporcionales geométricos

Schofield afirma que Vitruvio pudo considerar, además, otros sistemas proporcionales, geométricos e inconmensurables, y que no entran en competencia con los anteriores¹⁵.

La referencia a la posibilidad de usar sistemas proporcionales de tipo geométrico es escasa:

A nivel teórico-práctico afirma que los métodos aritméticos explican, muchas veces más fácilmente que los geométricos, las razones de las medidas y las cuestiones de las proporciones (I,1; B. 6).

A lo largo del tratado muestra algún caso práctico, de gran sencillez: por ejemplo: una de las posibilidades de hacer el volumen de un atrio es $\sqrt{2}$, 1, 1, largo, alto y ancho (VI,4; B. 147); la construcción y la medida del ábaco de un capitel corintio, «la diagonal tenga el doble del diámetro de la columna» (IV,1; B. 68); esta es también la duplicación del área de un cuadrado que explica en la introducción del libro IX, que dice la toma de Platón. La construcción del teatro sometido a una estrella de 12 puntas (V,6). Las acanaladuras del fuste dórico, cuya profundidad es « $(\sqrt{2}-1)/2$ » (IV,3. B. 96). Las volutas del capitel jónico (III,5); y algunas pocas cosas más.

En la misma introducción al libro IX nos explica la escuadra de Pitágoras, de lados 3, 4 y 5, útil para construir las pendientes de las escaleras.

También afirma que Arquitas de Tarento y Eratóstenes de Cirene resolvieron cada uno a su manera la duplicación del cubo (cuestión todavía hoy insoluble, matemática y geoméricamente); pero recuérdese que la diagonal del cubo es $\sqrt{3}$.

Dentro de este tema de números inconmensurables debemos tener en cuenta que el cociente π aparece calculado en 3,125; Vitruvio lo simplifica así, al objeto de construir una máquina útil para medir distancias en carreteras (X,14; B. 275).

¹⁵ SCHOFIELD, p. 45.

En el capítulo dedicado a las proporciones del cuerpo humano, muestra cómo la naturaleza solucionó con el hombre el problema de la cuadratura del círculo (otro de los problemas irresolubles). En este capítulo al considerar la posibilidad de inscribir el cuerpo humano en un círculo y en un cuadrado (III,1; B. 68) podemos suponer que igualmente pensó en las posibilidades de las proporciones derivadas del triángulo = $\sqrt{3}$, del pentágono = $(1+\sqrt{5})/2$ y del octógono = $1+\sqrt{2}$. En la disposición del teatro, sometido a una estrella de doce puntas (ya sea por el triángulo, por el cuadrado, por el hexágono o por el dodecágono), podemos suponer que Vitruvio conoce geoméricamente la división del diámetro de la circunferencia en media y extrema razón, lo que se ha llamado «divina proporción», la razón del pentágono.

Como expuso Pierre Gros¹⁶, además de estas citas concretas, Vitruvio hace continuas simplificaciones a razones inconmensurables, pero todas se refieren a $\sqrt{2}$ y alguna aproximación a $\sqrt{5}$. Igualmente demostró este autor que en Vitruvio no hay ninguna alusión concreta a la llamada «divina proporción».

Así pues a lo largo del texto de Vitruvio se trasluce una posibilidad de explicar por métodos geoméricos el sistema proporcional de la arquitectura, pero su aplicación se restringe casi por completo a la formación astrológica del teatro, a la razón existente en el rectángulo de lados 3 x 4 y diagonal 5 y a la existente entre los lados del cuadrado y su diagonal, tema efectivamente muy usado en toda la época romana.

Las armonías musicales

Se entiende por «armonías musicales» la proporción basada en las siguientes razones de números enteros, o cocientes racionales.

$2/1$ = dupla o disdiapasón.

$3/2$ = sesquialtera o diapente.

$4/3$ = sesquitercia o diatesarón.

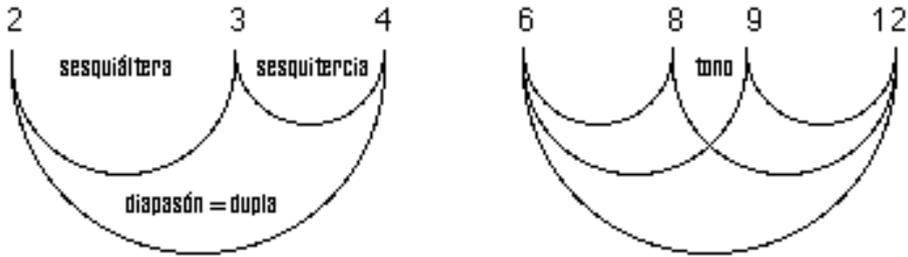
$3/1$ = tripla o diapasón-con-diapente.

$4/1$ = cuádrupla o disdiapasón.

Dupla menos tono = $16/9$ (1,777). Serie 9,12,16: razón continua sesquitercia.

Dupla más tono = $9/4$ (2,25). Serie 4,6,9: razón continua sesquialtera.

¹⁶ GROS, P. «Nombres irrationnels et nombres parfaits chez Vitruve», en *MEFRA*, 88, 1976, p. 669-704. Este autor hace una perfecta crítica a autores como Hanbridge, Ghyka, Lorenzen por su mal uso e interpretación de Vitruvio, o como Vicari quien consideró que Vitruvio se refería exclusivamente a la razón Φ al hablar de «*analogia*».



Los sistemas geométricos

Por sistemas geométricos se entiende la proporción basada en las siguientes razones de cocientes irracionales; razones que rigen la geometría de los polígonos y poliedros regulares.

$\sqrt{2}$ = diagonal del cuadrado (1,414...).
 $1+\sqrt{2}$ = el octógono y su estrella.
 $\sqrt{3}$ = el triángulo equilátero, diagonal del cubo (1,732...).
 $\sqrt{5}$ = diagonal del doble cuadrado, diagonal de la dupla (2,236...).
 $(1+\sqrt{5})/2$ = «media y extrema razón», «divina proporción», Φ , razón del pentágono y de su estrella (1,618...).

Obsérvese la similitud de cocientes:

$3/2= 1,5$ próximo a $\sqrt{2}$, Φ , $\sqrt{3}$.

$16/9= 1,777$ (dupla menos tono), próximo a $\sqrt{3}$.

$9/4= 2,25$ (dupla más tono), próximo a $\sqrt{5}$.

Las medidas romanas y el cuerpo humano ideal

Pertica = 10 pies.
 Passus (paso) = 2 gradus = 5 pies.
 Cubitus (codo) = 0,4437 m. = pie y medio = 6 palmos = 24 dedos.
 Pie = 0,2958 m. = 4 palmos = 16 dedos = 12 pulgadas.
 Palmus (palmo) = 1/4 de pie = 4 dedos = 3 pulgadas.
 Uncia (pulgada) = 1/12 pie = 1+1/3 dedo.

Vitruvio afirma que las medidas romanas están sacadas del cuerpo humano ideal, pero en concreto al referirse al «pie» lo considera equivalente a la huella que deja el pie en la arena (IV,1; B. 87).

La tradición ha hecho que sean comparables con los miembros humanos, no obstante un pie de medida, 1 «pes», casi 30 cm., resulta demasiado grande anatómicamente, es por ello por lo que ya en la Alta Edad

Media vemos cómo el pie humano es 1/7 de la altura total del cuerpo (no 1/6 como dice Vitruvio). Sin embargo 1 «palmus» de 7,4 cm. resulta corto para la anchura de la mano, lo mismo que la medida de un dedo (incluso en la época de Vitruvio). Es decir Vitruvio no renuncia al convencionalismo de las medidas, por las que un cuerpo ideal debía tener en la época 1,77 m. de alto, pero el pie de una estatua no era 1/6 de su altura¹⁷.

La arquitectura y la columna como el cuerpo humano

Que la arquitectura debe ser hecha con las mismas proporciones que «el cuerpo de un hombre bien formado» es uno de los postulados de la teoría de Vitruvio (III,1; B. 67). Además añade que la columna se hizo a imitación del cuerpo del hombre (IV,1; B. 87-88) y que los sistemas de pesos y medidas y la aritmética misma, así como la proporción, nacen de la referencia al cuerpo humano (IV,1; B. 70). De lo que concluye que es digno de alabanza que el arquitecto aplique este sistema proporcional a los templos.

(III,1; B. 67) *«En efecto, no puede hablarse de una obra bien realizada, si no existe esta relación de proporción, regulada como lo está en el cuerpo de un hombre bien formado».*

(IV,1; B. 87) *«Como desconocían las proporciones que debían dar a las columnas ... resolvieron tomar como medida la huella del pie de un hombre y la aplicaron en el sentido de la altura, y habiendo descubierto que el pie era la sexta parte del cuerpo, transfirieron esta relación a la columna, dando a ésta de altura seis veces el grueso de su imoscapo, incluido el capitel. De esta suerte, la columna dórica, proporcionada al cuerpo varonil ... Algún tiempo más tarde, deseando construir un templo a Diana y buscando la manera de dar proporción a sus columnas, siguieron los mismos principios anteriores, e hicieron su relación en altura sirviéndose de la huella de los pies; pero esta vez les dieron la delicadeza de un cuerpo de mujer. Primeramente hicieron el diámetro de la columna igual a la octava parte de su altura, con el fin de darle un aire más esbelto; seguidamente imaginaron ponerle la basa hecha a manera de calzado; tallaron las volutas a una y otra parte del capitel, queriendo imitar el cabello que cae en bucles a derecha e izquierda, y por medio de cimacios y festones, como cabellos arreglados sobre la frente, adornaron la parte anterior de los capiteles, además trazaron estrías a lo largo del fuste de la columna, a imitación de los pliegues de la túnica de las matronas. De este modo, con estos dos matices vinieron a inventar estos dos géneros de columnas, imitando en las unas la simplicidad desnuda y despreocupación del cuerpo masculino y en las otras la delicadeza, el ornato y las proporciones de la mujer.*

¹⁷ Hay una confusión entre medidas y partes del cuerpo humano. De este tema se ocupa H. Knell, 1984; citado por P. Gros, Vitruvio libro III, p. 65, nota 2.7.

En cuanto al tercer genero de columnas, llamado corintio, representa la delicadeza de una doncella, cuyo talle por su edad, es más fino, y por lo tanto más susceptible de recibir adornos que puedan aumentar su belleza natural.»

La consecuencia de estos párrafos es que el capitel representa la cabeza así como la basa el calzado y el fuste equivale a la longitud del cuerpo humano.

En el mismo párrafo en que Vitruvio pone como ejemplo de proporcionalidad el sistema del cuerpo humano, afirma que similarmente el arquitecto debía encontrar una solución proporcional para la arquitectura de los templos (III,1; B. 68). A continuación (III,3; B. 72 ss.) coloca a la columna y su módulo como patrón de medida del templo.

Ya hemos visto como en el libro IV,1 (B. 86-88) afirma que la columna se configuró, originariamente, a imitación del cuerpo humano y la compara con tres tipos humanos: el dórico con el varón, de seis diámetros de alto, al igual que el hombre tiene seis pies, pero luego la alargaron a 7 diámetros; el jónico al cuerpo de la mujer, de 8 diámetros y, más tarde, la hicieron esbelta de 9 diámetros; y el corintio, más fino y adormado, lo compara al cuerpo de una doncella adolescente (10 diámetros).

De todo esto se saca una conclusión rápida: el cuerpo humano, al igual que la columna y junto con ella son patrón y medida referencial de la arquitectura, especialmente del templo divino (en la Edad Media la iglesia); asimismo la columna se construye a semejanza del cuerpo humano. Esta conclusión la tenemos ejemplificada en varios de los autores del Renacimiento, como Francesco di Giorgio, Sagredo, Simón García¹⁸.

La antropometría arquitectónica expuesta en el tratado de Francesco di Giorgio (hacia 1490), nos muestra la superposición de la columna y del templo con el cuerpo humano; las cabeceras de estas iglesias se asemejan mucho a las románicas. Creemos que Francesco di Giorgio pudo considerar particularmente, un legado medieval que permanecía latente a través de las interpretaciones de Vitruvio.

El hombre vitruviano (III,1)

Vitruvio en el primer capítulo del libro III describe el sistema de proporciones del cuerpo humano porque *«ningún templo puede presentar una razón en las composiciones sin la simetría y la proporción, al modo como hay una exacta razón en los miembros de un hombre bien formado»*.

¹⁸ Ver por ejemplo ARNAU AMO, J. *La teoría de la arquitectura en los tratados. Volumen III: Filarete. Di Giorgio. Serlio. Palladio*. Madrid, Tebor Flores, 1988, p. 99-106. FUSCO, Renato de, *Il codice della architettura, Antologia di trattadisti*, Nápoles, 1968.

Los distintos miembros del cuerpo son partes proporcionadas al todo, pero también se pueden medir por medio de una unidad mínima como el «palmus» o el dedo, ya que 4 palmos o 16 dedos forman la dimensión de un pie.

El cuerpo humano, según se mida, consta de 10 rostros o de 8 cabezas o de 6 pies o de 4 codos o de 24 palmos.

Las medidas romanas se han sacado de las medidas de un cuerpo humano ideal.

El pie romano, «la huella de un pie en el suelo» es 1 «pes» o pie de medida 0,2958 m. Alto total del hombre 1,7748 m.

El rostro se divide en tres tercios. Toda la palma de la mano tiene la misma longitud que el rostro y éste mide $\frac{3}{5}$ de un pie; luego el pie equivale a 5 partes de las 3 en las que se divide el rostro. El rostro no puede medirse en unidades exactas de «palmus» o dedos, pero sí la cabeza que tiene 3 palmos y el pie que tiene cuatro.

Desde lo alto del pecho al arranque de los pelos hay $\frac{1}{6}$ del cuerpo, es decir, un pie; está midiendo desde el fondo de la garganta, la parte alta del esternón, desde la unión de las clavículas.

Desde lo alto del pecho a la coronilla hay $\frac{1}{4}$ de la altura, es decir lo mismo que un codo. Está midiendo desde la parte más prominente del pecho, es decir, desde los pectorales; dimensión que es la misma que la anchura de hombros. Vitruvio usa la expresión «*summo pectore*» con doble sentido: lo más alto y lo más prominente (P. Gros prefiere la elipsis de «a medio pectore»).

El texto más explícito sobre las proporciones es aquel que describe las del cuerpo humano: III,1 (B. 282; O.S. 58-59)

Compuso la naturaleza el cuerpo del hombre de suerte que su rostro, desde la barba hasta lo alto de la frente y la raíz del pelo es la décima parte de su altura. Otro tanto es la palma de la mano desde el nudo de la muñeca hasta el extremo del dedo largo. Toda la cabeza desde la barba hasta lo alto del vértice o coronilla es la octava parte del hombre. Lo mismo es por detrás desde la nuca hasta lo alto. Desde lo alto del pecho hasta la raíz del pelo es la sexta parte: hasta la coronilla la cuarta. Desde lo bajo de la barba hasta lo inferior de la nariz es un tercio del rostro: toda la nariz hasta el entrecejo otro tercio, y otro desde allí hasta la raíz del pelo y fin de la frente. El pie es la sexta parte de la altura del cuerpo: el codo la cuarta: el pecho también la cuarta. (El palmo la vigésimo cuarta). Todos los otros miembros tienen también su commensuración proporcionada ... Del modo mismo, pues, los miembros de los templos sagrados deben tener exactísima correspondencia de dimensiones de cada uno de ellos a todo el edificio.

Luego si la naturaleza compuso el cuerpo del hombre de manera que sus miembros tengan proporción y correspondencia con todo él, no sin causa los antiguos establecieron también en la construcción de los edificios una exacta commensuración de cada una de sus partes con el todo. Establecido este buen orden en todas las obras,

lo observaron principalmente en los templos de los dioses, donde suelen permanecer eternamente los aciertos y errores de los artífices.

Problemas en la interpretación del hombre vitruviano

Muchos comentaristas han considerado irreconciliables las diversas razones y proporciones del hombre de Vitruvio, alegando que no podía tener el cuerpo humano a la vez 10 rostros y 8 cabezas, y que desde «lo alto del pecho» a la frente si era $1/6$ de la altura del hombre, hasta la coronilla, no podía ser $1/4$. Véase a este respecto, como ejemplo, el comentario de ORTIZ SANZ¹⁹.

Leonardo comentó a Vitruvio en su famosa figura y texto del hombre vitruviano (dibujo de la Academia de Venecia), pero hizo correcciones a sus proporciones; consideró el pie $1/7$ de la altura del hombre, como se venía haciendo en la Edad Media.

Soluciones del hombre vitruviano

Vitruvio nos plantea de entrada una sencilla ecuación.

La altura del hombre equivale a 10 rostros o equivale a 8 cabezas. Es decir cada cabeza mide 1,25 rostros; la parte de pelo, la parte superior del cráneo, mide $1/4$ del rostro o $1/5$ de la cabeza.

La cabeza mide 3 palmos que son 9 pulgadas o 12 dedos. El pie mide 4 palmos que son 12 pulgadas o 16 dedos.

Si el rostro se divide en 3 partes; el pie tiene $5/3$ de rostro o $4/3$ de cabeza, o sea $1/6$ de la altura total del hombre. El codo tiene la cuarta parte de la altura del cuerpo que son 2,5 rostros o 2 cabezas.

La altura del cuerpo equivale a 96 dedos, que son 24 palmos, o sea 6 pies. Por medio de dedos puede conmensurarse casi todo el cuerpo humano, excepto el rostro (9,6 dedos)²⁰. En ningún momento Vitruvio considera la posible dimensión de la altura del cabello.

¹⁹ VITRUVIO Polión, Marco. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Traducción y comentarios por José Ortiz y Sanz (1787). Prologo por Delfín Rodríguez Ruiz, ed. facsímil de Madrid, Akal, 1987; notas al libro III, 1, p. 58.

También encuentra problemas de interpretación PANOFSKY, E. «La historia de la teoría de las proporciones humanas como reflejo de la historia de los estilos», e, *El significado de las artes visuales*, Buenos Aires, Infinito, 1970, p. 93.

²⁰ De este modo, la cabeza es conmensurable, 12 dedos = 9 pulgadas = 3 palmos. El rostro no es conmensurable, pues equivale a 9,6 dedos y la parte superior de la cabeza a 2,4 dedos, pero entre ambas partes es fácil llegar a una aproximación, y el rostro puede evaluarse en $9+2/3$ dedos (2 palmos + 1 pulgada + $1/4$ de pulgada) y la parte superior de la cabeza en $2+1/3$ dedos (1 pulgada + 1 dedo); en total 12 dedos o 3 palmos = 1 cabeza.

Armonías musicales en el hombre

Así pues el cuerpo mide 10 rostros = 8 cabezas = 6 pies = 4 codos = 24 palmos, que son 72 pulgadas = 96 dedos = 30 narices = 40 cuartos de rostro = 40 quintos de cabeza.

Vitruvio está buscando en las razones del cuerpo humano unos cocientes intencionados. Veamos:

Razón = pie/cabeza = $4/3$ = sesquitercia.

Razón = codo/cabeza = $2/1$ = dupla.

Razón = codo/pie = $3/2$ = sesquialtera.

Razón = cabeza/palmo = $3/1$ = tripla.

Razón = pie/palmo = $4/1$ = cuádrupla.

Así pues tenemos todas las consonancias musicales y la serie:

1, $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/6$, $1/8$, $1/10$, $1/12$, $1/16$, $1/24$, $1/30$, $1/40$ que es una escala de proporción armónica = 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, junto con otra proveniente del número perfecto, 10, 30, 40. Ver el cuadro de las armonías musicales.

Al ser la cabeza $1/8$ de la altura del cuerpo, esta parte equivale al «tono».

Veamos: La altura total son 8 cabezas y la mitad 4, al igual que la cuarta parte es 1 codo = 2 cabezas y esa es la distancia desde la parte superior de la cabeza a los pectorales. Tenemos pues la dupla o diapasón ($2/1$) y la cuádrupla ($4/1$). La distancia desde la garganta a la raíz del pelo es $1/6$ y desde los pectorales a la parte superior de la cabeza $1/4$; la proporción que existe entre ambas razones o cocientes es sesquialtera $3/2 = 6/4$. El cuerpo lo mide en 8 cabezas o en 6 pies, la razón que existe entre el pie y la cabeza es $8/6$: pie = 16 dedos; cabeza = 12 dedos; $16/12 = 8/6 = 4/3 =$ sesquitercia. La manera más sencilla de encontrar la tripla es en la nariz que es la tercera parte del rostro, pero la tenemos muy aparente en la razón existente entre la distancia desde la garganta a la raíz del pelo (1 pie) y desde la garganta al extremo de los dedos de las manos (3 pies). Nos queda el tono que equivale a $1/8$, es decir la dimensión de la cabeza.

Como vemos, intencionadamente, Vitruvio nos está diciendo que el cuerpo humano, bien formado, se conmensure como se conmensure, está hecho de acuerdo a las proporciones de la armonía musical, cuyas razones fundamentales son $2/1$; $3/1$; $4/1$; $3/2$; $4/3$ y $1/8$ o tono.

Además introduce las razones musicales $5/4$ y $5/3$, también usadas en arquitectura.

La cuadratura del círculo

El párrafo siguiente a las armonías musicales del cuerpo humano, lo dedica Vitruvio a un ejemplo práctico sobre la cuadratura del círculo.

En un hombre tendido de cúbito supino, con las manos y los pies extendidos, si se tomase como centro el ombligo, trazando con el compás un círculo, éste tocaría los dedos de ambas manos y los de los pies. Pero si se coloca de pie y solamente con los brazos en cruz, el cuerpo humano se puede inscribir en un cuadrado y su centro es el sexo. Aquí Vitruvio muestra cómo la naturaleza sabe conciliar el perímetro del cuadrado y la circunferencia, la cuadratura del círculo, problema insoluble para el conocimiento matemático humano.

Asimismo el centro natural del cuerpo humano es el ombligo, pues tendido el hombre supinamente, y abiertos los brazos y piernas, si se pone un pie del compás en el ombligo, y se forma un círculo con el otro, tocará los extremos de pies y manos. Lo mismo que en un círculo sucederá en un cuadrado; porque si se mide desde las plantas a la coronilla, y se pasa la medida transversalmente a los brazos tendidos, se hallará ser la altura igual a la anchura, resultando un cuadrado perfecto. (III, 1; B. 68).

Este tema insertado intencionadamente en el capítulo que habla de la composición del templo, quiere decir, en la mente de Vitruvio, que el templo también se puede componer siguiendo un sistema geométrico, es decir $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, y divina proporción, sistemas que surgen del cuadrado, triángulo y pentágono inscritos en el círculo; todos ellos compatibles con las armonías musicales, tal y como nos lo da a entender Vitruvio²¹.

La alusión simultánea al círculo y al cuadrado y la ya aludida de la estrella de doce puntas para la formación del teatro, puede que sean las únicas que ocultan el conocimiento de Vitruvio sobre la llamada «divina proporción» ya que para inscribir un cuadrado en media circunferencia se tiene que dividir el diámetro en media y extrema razón, en la llamada «divina proporción», lo mismo que para construir el pentágono inscrito en el círculo, y todo parte de la geometría del radio que es el lado del hexágono.

Los números perfectos

Tras la cuadratura del círculo, y recordando las armonías musicales del cuerpo humano, Vitruvio elabora unas pocas líneas sobre los núme-

²¹ $\sqrt{2}$ es la razón entre la diagonal y el lado del cuadrado; $\sqrt{3}$ es la razón entre la altura del triángulo equilátero y su semilado; divina proporción es la razón entre la diagonal del pentágono regular y su lado.

ros perfectos, en resumen el 10 y el 6 que sumados dan 16. Así mismo, como lo ha expuesto previamente, el cuerpo humano tiene esos números: 10 rostros ó 6 pies, pues igualmente el templo deberá tener en su forma y composición estos números.

(III, I; B. 69-70) Los antiguos estimaron perfecto el número diez porque lo tomaron del número de los dedos de las manos; de los dedos nace luego el palmo y del palmo el pie. Por este motivo, Platón estimó perfecto el número diez... Los matemáticos, al contrario, quisieron que el número perfecto fuese el seis, porque los divisores de este número, a su modo de razonar, sumados, igualan el número seis.... Igualmente porque el pie del hombre corresponde a la sexta parte de la altura de su cuerpo, o en otros términos, porque la expresión de la altura del cuerpo en número de pies es este número, que es el de pies de la altura, estos resultan seis, declararon al seis número perfecto y también observaron que la longitud del codo se compone de seis palmos y por consiguiente de veinticuatro dedos.... Los nuestros, por el contrario, primero eligieron el número diez, Considerando después que los números diez y seis eran perfectos, los sumaron y formaron uno perfectísimo, que es el dieciséis. El origen de esto fue el pie, ... resulta que el pie comprende dieciséis dedos ...

La música (I,1; B. 8)

Conviene además que el arquitecto conozca la música para que pueda entender las leyes de las proporciones canónica y matemática («*canonicam rationem et mathematicam*») se debería traducir: para conocer las proporciones basadas en las medias armónicas y aritméticas). Esta alusión la encontramos ya en el Timeo de Platón cuando dice: «después llenó los intervalos dobles y triples de tal modo que entre cada intervalo hubiese medias armónicas y aritméticas»²².

De la armonía (V,4)

(O.S. 116) Los tonos que un hombre puede naturalmente formar con su voz, llamados en griego «*symphoniai*», son seis, a saber: diatesarón (sesquitercia, $4/3$), diapente (sesquíaltera, $3/2$), diapasón (dupla, $2/1$), diapasón-con-diatesarón (dupla con sesquitercia, $8/3 =$ tripla menos tono), diapasón-con-diapente (dupla con sesquíaltera, $3/1$, tripla) y disdiapasón (cuádrupla, $4/1$).

²² PLATÓN, *Diálogos*, VI, «Timeo», Madrid, Gredos, 1992, pp. 175 y 179; hemos hecho una simplificación de un párrafo largo y complejo.

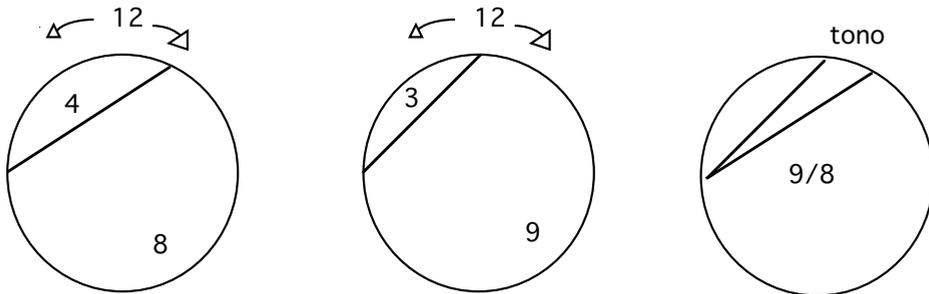
Armonías musicales en el cosmos (I, 1)

«Igualmente entre los astrólogos y músicos es común el tratado respecto a la simpatía de los astros y de las sinfonías, así las cuadraturas y trígonos con el diatesarón y el diapente». Las relaciones musicales, diatesarón y diapente, aluden a las razones $4/3$ sesquitercia y $3/2$ sesquialtera.

La relación entre cuadratura y trígono con la sesquitercia y sesquialtera musical merece una explicación:

El zodiaco tiene 12 signos, el trígono son 4 signos (120°) y la cuadratura son 3 signos (90°). La razón entre $12/4$ es tripla; $12/3$ es cuádrupla. La razón entre el zodiaco y el resto del trígono o de la cuadratura: $12/8 = 3/2$ sesquialtera o diapente; $12/9 = 4/3$ sesquitercia o diatesarón. La razón entre el trígono y la cuadratura es $4/3$ sesquitercia o diatesarón. La razón entre lo sobrante de la cuadratura y del trígono es $9/8$, el tono.

En los 12 signos del zodiaco surge pues la escala 3,4,6,8,9,12, en la que un signo equivale a un tono. En esta alusión Vitruvio recoge parte de la teoría conocida como «música de las esferas celestes». Esquema:



La columna

Vitruvio se refiere a la columna, principalmente, en el libro III, capítulos 3 y 5 y en los libros IV, V y VI; al hablar del templo, basílica, teatro y casas.

Distingue cuatro tipos de columnas: dórico (IV,3) al que concibe sin basa y con veinte estrías en el fuste; toscano (IV,7); jónico (III,5) y corintio (IV,1). Cuando Vitruvio habla de un modo general se refiere siempre al orden jónico cuya composición es la misma que el corintio, salvo en el capitel.

Sólo cita tres tipos de basa: la toscana, la de tipo ático y la jónica.

Cuando cita el pedestal, éste contabiliza separadamente de la columna, pero su altura será una parte de ella (V,7; B. 123).

Vitruvio expone una norma general para la composición de la columna (basa, fuste y capitel). La columna se define por su módulo y por su altura. El módulo surge como una parte de la medida más significativa del templo, la latitud de la fachada; pero la altura de la columna depende del intercolumnio (III,3; B. 72-75). Esta es la norma canónica. Pero por comodidad puede adoptarse otra solución tradicional: que la altura de la columna sea 1/3 de la latitud de la fachada (IV,7 y V,1; B. 102 y 110) (sistema que recoge Isidoro de Sevilla).

El diámetro del fuste en su parte inferior, «imoscapo», unas veces es un módulo y otras dos módulos. El fuste se adelgaza en la parte superior, «sumoscapo», esta disminución es de variable razón, según la altura de la columna (III,3).

La altura de la columna se expresa en diámetros. Para el orden jónico da diferentes alturas en diámetros: 8, 8'5, 9, 9'5 y 10; el corintio tiene la misma composición que el jónico pero su capitel es más alto (III,3 y 5). Vitruvio prefiere para el orden corintio una altura de 10 diámetros.

Intercolumnio

Para Vitruvio el intercolumnio es la distancia entre la parte exterior de dos fustes de columna, medida en el imoscapo y expresada en diámetros. En primer lugar se refiere al templo en general, que, como en otras ocasiones, debemos suponer que es de orden jónico (III,3; B. 72-75).

Así distingue cinco clases de intercolumnios y cinco alturas de columnas: el picnostilo (pesado) tiene de intercolumnio un diámetro y medio y su altura es de diez diámetros; el sistilo (ordenado) tiene de intercolumnio dos diámetros y su altura es de nueve y medio diámetros; el eustilo (bello) tiene un intercolumnio de dos diámetros y un cuarto (pero el intercolumnio central de tres diámetros) y su altura es de ocho y medio (en otro párrafo dice nueve y medio); el diastilo (espacioso) tiene de separación tres diámetros y le corresponde una altura de ocho y medio; el aerostilo (aereo) tiene un intercolumnio mayor a los tres diámetros y la altura de su columna debe ser de ocho diámetros.

<i>Intercolumnio</i>	\emptyset	<i>altura</i>
Picnostilo	1,5	10
Sistilo	2	9,5
Eustilo	2,25 y 3	8,5 o 9,5
Diastilo	3	8,5
Aerostilo	más de 3	8

Para el peristilo de la casa recomienda mayor espacio en el intercolumnio, entre 3 y 4 diámetros, salvo que sean dóricos (VI,4; B. 149).

En el teatro recomienda un intercolumnio de 2,75 diámetros para un orden dórico.

Cálculo del módulo

De todos estos cinco tipos de intercolumnios, prefiere el «eustilo», el más correcto, y calcula el módulo de la columna de la siguiente manera: Si el templo hubiera de ser tetrastilo (de cuatro columnas) de dividirá su frente en once partes [y media], si fuera de seis columnas se dividirá en dieciocho partes y si hubiera de ser octastilo se dividirá en veinticuatro y media, una de esas partes será el diámetro de la columna (III,3; B. 73).

Tiene importancia que conozcamos la versión latina de este párrafo²³ y sus variantes en los manuscritos de los siglos X al XII, pues en ellos, como nos muestran Granger y Gros, se ha podido leer: en lugar de XIs, once, o diez y media; en lugar de XVIII, diez y nueve; en lugar de XXIV, veinticinco.

<i>Eustilo: 2,25 y 3 \emptyset</i>		
Columnas:	4	módulo = 1/11s ó 1/10,5 fachada
	6	1/18 ó 1/19
	8	1/24,5 ó 1/25,5

En segundo lugar habla del templo dórico que carece de basa para las columnas (IV,3; B. 94, 95). Aunque la altura primitiva de su columna era de 6 diámetros, su altura canónica son 7 diámetros. En el caso del dórico diastilo, si fuera tetrastilo la fachada se dividirá en 27 partes (ó 28); pero si fuera hexastilo, la fachada se dividirá en 42 partes (43, ó 33, ó 32). Si el templo fuera dórico sistilo, si fuera tetrastilo la fachada se

²³VITRUVÉ *De l'architecture*, livre III, texte établi, traduit et commenté par Pierre Gros. Paris, Les Belles Lettres, 1990; III,3,7; p. 16-17. «Frons loci quae in aede constituta fuerit, si tetrastylos facienda fuerit, dividatur in partes XI, praeter crepidines et proiecturas spinarum, si sex erit columnarum, in partes XVIII, si octastylos constituetur, dividatur in XXIV et semissem. Item ex his partibus, sive tetrastyli, sive hexastyli, sive octastyli, una pars sumatur aequae erit modulus».

dividirá en 19,5 partes (ó 18, ó 23) y si fuera hexástilo en 29,5 (ó 29, ó 28, ó 35). A cada una de estas partes las llama módulo. Siempre dos de estas partes serán la medida del diámetro de la columna²⁴. Luego reducido a diámetros resulta:

<i>Dórico diástilo: 3 Ø</i>			
Columnas	4	Ø =	2/27 ó 2/28 fachada
	6		2/42 ó 2/32
<i>Dórico sistilo: 2 Ø</i>			
Columnas	4	Ø =	2/19,5 ó 2/18 fachada
	6		2/29,5 ó 2/29

En tercer lugar habla del templo toscano cuya columna tiene de alto 1/3 de la latitud de la fachada y se compone de 7 módulos (IV,7; B. 102); seguidamente afirma que «Algunos arquitectos toman incluso la distribución de las columnas del género toscano y la aplican a los templos de orden corintio o jónico» (IV,8; B. 104). Esto lo interpretó Isidoro de Sevilla en un sentido general, con las siguientes palabras: «*El antiguo canon era que la altura de las columnas debía equivaler a la tercera parte de la anchura*»²⁵.

La altura de la columna toscana será 7 diámetros (el fuste 6); los intercolumnios en el templo toscano dependen de la separación de los muros, pero equivalen a 5 diámetros los laterales y 7 el central²⁶. La altura de la basa es de 1/2 diámetro, se compone de plinto que es la mitad de la altura y del toro con su apófisis; el plinto tiene de ancho diámetro y medio, y se hace de planta circular. El capitel tiene de alto lo mismo que la basa y su altura se divide en tres tercios: uno para el hipotraquelio con su apófisis, otro para el equino y otro para el ábaco que tiene de anchura lo mismo que el diámetro del «imoscapo», sobresaliendo del diámetro superior 1/8 por cada lado.

²⁴Aquí hacemos la misma advertencia que anteriormente pues en diferentes manuscritos aparecen diferentes cifras. VITRUVIUS *on Architecture*, ed. from the Harleian manuscript 2767, por F. Granger, Cambridge, Mass. Harvard Univ. Press, London, W. Heinemann, 1983; IV,3,3 p. 220 y IV,3,7, p. 224.

VITRUVIO ... O.S. p. 90 y 93, notas.

²⁵ISIDORO de Sevilla, *Etimologías*. Edición bilingüe. Madrid, B.A.C., 1982, L.XV,8,14; tomo II, p. 246-247: «*Antiqua ratio erat columnarum altitudinis tertia pars latitudinum*».

²⁶Vitruvio (IV,7; B. 101) no lo expresa así de sencillamente por lo que puede llegarse a varias interpretaciones: una rigurosa, la expuesta de intercolumnios de 5 y 7 diámetros; otra más ligera de 5,3 y 7,4 diámetros; incluso una interpretación laxa de 6 y 8 diámetros. En los ejemplos podemos observar que estas interpretaciones se observaron: en Saint-Hilaire la rigurosa, en Jaca y S. Zeno de Verona la ligera y en San Lorenzo de Verona la laxa.

El módulo en la Alta Edad Media

En la Alta Edad Media encontramos varios templos, iglesias, que se acomodan a los intercolumnios vitruvianos, así por ejemplo: La iglesia del plano de Saint-Gall (hacia el 820) tiene un intercolumnio diástilo (3 Ø). La iglesia de Saint-Genoux (Poitou) tiene un espacio interior todo de columnas y su intercolumnio es picnostilo (1,5 Ø). Santa M^a de Jumièges (Normandía) alterna pilares y columnas con un intercolumnio diástilo (3 Ø). Intercolumnio aerostilo tienen las iglesias de Ingrandes-sur-Vienne (Poitou) (3,5 Ø), Saint-Revérien y Saint-Menoux (Nivernais) (3,5 y 3,25 Ø). Intercolumnio toscano tienen las iglesias de Sait-Hilaire de Poitiers (5 Ø), la catedral de Jaca (5,3 Ø), San Zeno en Verona (7,4 Ø) y San Lorenzo en Verona (6 Ø)²⁷.

La altura de las columnas de estas iglesias es por lo general de 9 diámetros. En Santa M^a de Jumièges es de seis diámetros, en Saint-Genoux es de siete y medio y en Saint-Menoux es de ocho y un tercio. En Santa M^a de Alaón (Huesca) la columna tiene 10 diámetros de altura.

También el módulo de las columnas se extrajo de la anchura de la fachada de estas iglesias: En Saint-Gall la anchura de la nave central, proyectada como fachada, se pudo dividir por 27 o por 28 partes y dos partes hacen el diámetro de la columna; igualmente se hizo en Santa M^a de Alaón. En Saint-Hilaire el mismo espacio se pudo dividir en 24 o 25 partes y una de ellas hace el diámetro. En la catedral de Jaca, en Jumièges, en Saint-Genoux y en Saint-Menoux, el mismo espacio se pudo dividir en 11,5 partes, en 11, en 10,5 o en 10 y una de ellas hace el diámetro. En San Zeno el mismo espacio se dividió en 18 partes y una hace el diámetro. En San Lorenzo de Verona se dividió en 29,5 y dos hacen el diámetro de las columnas.

Las basas

Vitruvio describe tres tipos de basa, a una la llama al estilo ático, la otra la llama jónica, ambas tienen medidas similares (III,5; B. 78); la tercera basa es la toscana (IV,7; B. 102).

El alto total de la basa ática o jónica, incluido el plinto, es igual a la mitad del diámetro. La basa ática sobresale, por cada lado, 1/4 del diámetro.

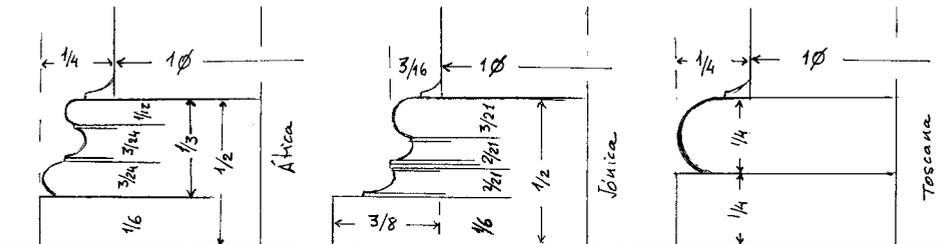
²⁷ESTEBAN LORENTE, J. F. «La «ordinatio» y «compositio» vitruviana en las columnas románicas. Metrología de ejemplos escogidos», en *Imágenes y promotores en el artemedieval. Homenaje a Joaquín Yarza luaces*. M^a L. Melero M., F^o Español B., A. Orriols i A., D. Rico C. (eds.), Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, 2001, pp. 101-114. «El plano de Saint-Gall y la «ordinatio» vitruviana», en *Signo* (Alcalá de Hsenaes), 2002, en prensa.

metro. El plinto tiene de altura $1/6$ del diámetro; la parte superior equivale a $1/3$ del diámetro y está formada por dos toros y una escocia intermedia, el toro superior es $1/12$ del diámetro y las otras dos piezas miden cada una $3/24$ del diámetro (la escocia con sus filetes). De modo que reduciendo a denominador común nos encontramos con la secuencia $2/24$, $3/24$, $4/24$, $6/24$, $8/24$, $12/24$, que es el ejemplo de la más sencilla escala musical: 2 - 3 - 4 - 6 - 8 - 12, ya explicada.

La basa jónica tiene la misma configuración y módulos generales. El plinto tiene de alto $1/6$ del diámetro y sobresale $3/8$ del diámetro. La parte superior de la basa está formada por un toro que con su filete superior mide de alto $3/21$. El centro de la basa lo ocupan dos escocias. La escocia inferior con sus filetes tiene de alto $2/21$ del diámetro. Sobre esta escocia va una serie de astrágalos y otra escocia, estas piezas, juntas, miden $2/21$. Así pues la parte de las molduras, escocias y toro, miden de alto $1/3$ del diámetro y los astrágalos sobresalen $3/16$ del diámetro.

La basa toscana mide de alto $1/2$ diámetro que se reparte a partes iguales entre el toro superior y el plinto que es de perfil circular y sobresale $1/4$ del diámetro.

Dibujo: Basa ática. Basa jónica. Basa toscana.



En la arquitectura de la Alta Edad Media sólo hemos visto basas áticas y cuando se han realizado en las iglesias del siglo XI, cada una se realizó con diferente «composición», si bien guardando el sistemas de armonías musicales²⁸.

²⁸ESTEBAN LORENTE, J. F. «La metrología y sus consecuencias en Saint-Hilaire de Poitiers (hacia 1049)», en *ARTIGRAMA*, n° 12, Zaragoza, Dpto. de H° del Arte, 1996-97, p. 335-357; «La iglesia de San Cristóbal de Luzás, finales del siglo XI», en *Lux Ripacurtiae II, arte sacro medieval*, Zaragoza, Gobierno de Aragón, 1998, p. 53-68; «La metrología en Santa María de Alaón (hacia el año 1100)», en *ARTIGRAMA*, n° 13, 1998, p. 223-241; «La metrología de la catedral románica de Jaca: 1», en *ARTIGRAMA*, n° 14, 1999, p. 241-262; «La metrología de la catedral románica de Jaca: 2», en *ARTIGRAMA*, n° 15, 2000, pp. 231-258.

Columna corintia

Vitruvio prefiere para el orden corintio una altura de 10 diámetros, no importándole el tipo de intercolumnio. Diez diámetros es lo que considera que debe tener de altura la columna corintia de los pórticos del teatro y así las construyó en la basílica de Fano (V,10).

La construcción de la columna corintia es la misma que la de la columna jónica, exceptuando su capitel, por ello es ligeramente más alta debido a la mayor dimensión del capitel (V,10; B. 128). El capitel jónico tiene de altura la tercera parte del diámetro de la columna, pero el ábaco con las volutas alcanzan la mitad del diámetro, ya que éstas descienden por degajo del astrágalo (III,5 y IV,1; B. 79 y 86).

El capitel corintio tiene de alto un diámetro, incluido el ábaco. Se compone de la zona de hojas y del ábaco. El diámetro de la base del capitel, en la parte inferior de las hojas, tiene la misma dimensión que el de la parte alta del fuste; por debajo del capitel queda el astrágalo y la parte alta del fuste.

El ábaco tiene de alto $1/7$ de la altura del capitel. El ábaco tiene planta cuadrada y su diagonal equivale a dos diámetros; los cuatro lados se recortan cóncavamente y la flecha de esta curvatura es $1/9$ de la longitud del lado.

La parte de las hojas se divide en tres fajas: dos fajas de hojas y una superior para los caulículos y flores. Las cuatro flores, situadas en los frentes, tendrán el mismo tamaño que el espesor del ábaco (IV,1; B. 89).

Como la columna corintia se compone igualmente que la jónica, debemos entender que para Vitruvio su altura puede ser, también, de 8, 9 ó 9,5 módulos-diametro, además de los diez diámetros que él prefiere.

Las columnas del teatro

En el caso de las columnas de la escena del teatro, su altura deberá ser la cuarta parte del diámetro de la orquesta (V,7; B. 123).

Al hablar de los pórticos situados detrás de la escena del teatro (V,10; B. 127-128), al no sostener peso, Vitruvio da a las columnas proporciones más esbeltas que las canónicas.

Si las columnas fueran dóricas su altura será 7,5 diámetros y el intercolumnio de 2,75. Si fueran jónicas tendrán de alto 9,527 diámetros: 8,5 para el fuste, $1/2$ para la basa y $19/36$ para el capitel. Si fueran corintias tendrán 10 diámetros de altura y uno de ellos será el capitel.

Los pedestales de estas columnas pueden llegar a medir $1/3$ de la altura de la columna (V,7; B. 123).

Cuando hay superposición de órdenes, las columnas superiores serán $1/4$ más pequeñas que las inferiores y el zócalo sobre el que se apoyan será la cuarta parte de la columna (V,1; B. 110).

Conclusión

La intención de todo lo escrito es dejar clara la idea de proporción arquitectónica en Vitruvio y mostrar cómo a lo largo de la Alta Edad Media los arquitectos siguieron los preceptos de Vitruvio en un sentido general, con libertad de interpretación y de creación, como se ve reflejado en la construcción de las basas, en las proporciones del capitel, en los módulos de las columnas y en la manera de calcular el módulo.

El presente trabajo quiere ser la justificación teórica de trabajos anteriores que sobre metrología medieval hemos hecho. Con todo ello deseamos facilitar la tarea a otros trabajos posteriores.