

AREA

AGENDA DE REFLEXIÓN EN ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
agenda of reflection on architecture, design and urbanism

número 6
agosto 1998 [1999]

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Secretaría de Investigaciones en Ciencia y Técnica

CONTENIDOS/CONTENTS

1. Editorial

Carlos Alberto Abaleron

3. Calidad de vida como categoría epistemológica

Jorge Lombardi, Carlos Cremaschi y Luciana Marsili

17. Las migraciones internas y los asentamientos poblacionales. Caso de estudio: Cuba

Iván Burgos

25. Hacia la normalización de los datos de los diferentes organismos de los servicios de infraestructura de la ciudad

Juan Carlos Pérgolis

33. Lenguaje urbano y lenguaje arquitectónico en las ciudades latinoamericanas

Carlos Alberto Viarengi

39. Leyes armónicas y arquitectura

Alejandro H. Aldasoro

49. El perfil del arquitecto en el proceso de inserción profesional

57. información para los autores

Los contenidos de AREA aparecen en:
The contents of AREA are covered in:
Architectural Publications Index
LatBook, Internet <http://www.latbook.com>

AREA

AGENDA DE REFLEXIÓN EN ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
agenda of reflection on architecture, design and urbanism

número 6, agosto 1998 [1999]



LEYES ARMÓNICAS Y ARQUITECTURA

Carlos Alberto Viarenghi

armonía objetiva
objective harmony

música y arquitectura
music and architecture

progresiones matemáticas
mathematical progressions

evolución de la consciencia
consciousness evolution

Secretaría de Investigación en Ciencia y Técnica
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA
Ciudad Universitaria Pab. 3 piso 4
1428 Buenos Aires, Argentina
Dirección particular: Av. Cramer 2850
1428 Buenos Aires, Argentina
Fax (54-11) 4543-4031
E-mail: viaren@arnet.com.ar

Harmonic laws and architecture

Regarding the generic study of the form, this line of research starts from the acknowledgement of physical and mathematical laws ruling the organizational forms of matter, in different spheres of manifestation, such as can be verified in biology, crystallography, chemistry, astronomy, etc. Those forms of organization contain constants in the ratios among the parts of a whole and with that whole itself, that is, they contain harmonic principles. This is specially evident in the sphere of sound vibrations and consequently in music, where harmony can be felt through the auditory sense. Those universal principles reveal themselves, as in sounds, in the sphere of visual perception, for instance in the transposition from arithmetical series of objects in space to harmonic progressions in perspective vision. In this work, mathematical relations between arithmetical, geometrical and harmonic progressions were studied, relating to architectural applications.

Con relación al estudio genérico de la forma, esta línea de investigación parte del reconocimiento de la existencia de leyes físico-matemáticas que rigen las formas de organización de la materia en sus diversos campos de manifestación, tal como se verifica en biología, cristalografía, química, astronomía, etc. Esas formas de organización encierran constantes en las relaciones entre las partes de cada totalidad y con la totalidad misma, es decir, encierran leyes armónicas. Esto es particularmente evidente en el campo de las vibraciones sonoras y por ende en la música, donde esa armonía se puede aprehender vivencialmente a través del sentido de la audición. Así como en los sonidos, esos principios universales se manifiestan en el campo de la percepción visual, por ejemplo en la transposición de series aritméticas de ordenación de objetos en el espacio a progresiones armónicas en el cuadro de la visión perspectíva. Se ha indagado en este trabajo en las relaciones matemáticas que existen entre las progresiones aritméticas, geométricas y armónicas, induciendo aplicaciones en el campo de la arquitectura.

Partimos de la noción tradicional de la armonía como un sistema de leyes que relacionan el todo con las partes y éstas entre sí. Tales leyes podrán tender a ser subjetivas, vale decir principios emergentes principalmente del acto creativo de un sujeto productor (científico, artista, técnico), o bien tender a una mayor objetividad, es decir a leyes rectoras de las estructuras y procesos que ordenan la materia o la energía en sus diversos niveles y campos de manifestación, aún por encima del nivel de la inteligencia ordinaria de ese ser creativo. Expresado así, obviamente resulta de mayor interés la indagación en la segunda posibilidad, o más aún en la coincidencia de ambas: la subjetividad en conformidad con la objetividad para un trabajo más armonioso de ese científico, artista o técnico con relación al mundo al que pertenece.

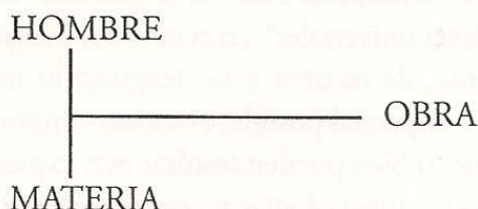
En ese sentido, resulta significativo lo que dice Emanuel Kant al respecto, en su *Crítica de la razón práctica*:

Pero hay una segunda atención que es más filosófica y arquitectónica; es, a saber: concebir exactamente la idea del todo, y, partiendo de ella, considerar en una facultad pura de la razón, todas aquellas partes en su recíproca relación unas con otras, derivándolas del concepto de aquel todo. Este examen y esta garantía sólo es posible por medio del conocimiento más íntimo con el sistema, y aquellos que, en consideración de la primera investigación se hubieran haviado, estimando por tanto que no valía la pena adquirir ese conocimiento, no llegan al segundo grado, a saber: a la vista de conjunto, que es un regreso sintético a aquello que ha sido antes dado analíticamente; y no es maravilla si tropiezan con inconsecuencias en todas partes, aún cuando los vacíos que hacen suponer, no se encuentran en el sistema mismo, sino sólo en la propia incoherente marcha de su pensamiento. (Kant 1788 [1984: 20])

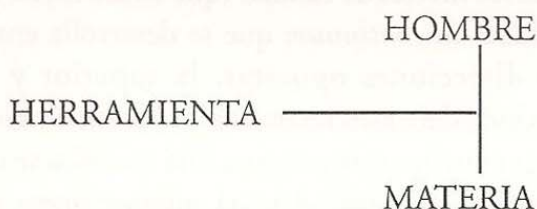
Está implícito que esta “segunda atención” de Kant debe dirigirse hacia el sistema objetivo de leyes, ya que, en su lenguaje, la “facultad pura de la razón”, vale decir la “razón práctica”, es la posible conexión del hombre con la objetividad, a un nivel superior a la conexión básica de los sentidos. Resulta también sumamente significativo que use la palabra “arquitectónica” para referirse al ejercicio de una facultad de visualización de los sistemas que nos presenta la realidad tales como son, en su multiplicidad, complejidad y unidad simultáneas. Se hace necesario aquí considerar el contexto histórico de Kant y las arquitecturas que él conocía: barroca, renacentista, gótica, románica y clásica.

El primer grado sería el que tiende a animar nuestra producción de arquitectura y en general al arte contemporáneo, donde en forma expresa dominan la subjetividad, la reducción simplificada o la fragmentación, a diferencia del enfoque hacia niveles más trascendentes y sintéticos de la objetividad que sobre la producción artística verifica la historia en las diversas culturas superiores y aún en las primitivas. En realidad, el arte contemporáneo, como no podría ser de otro modo, expresa y reproduce los signos de su propio momento histórico y los códigos de su propia cultura, cuyo valor más significativo es el del desarrollo tecnológico. En ese sentido, hace referencia a una objetividad, pero cada vez más se siente que esa referencia se desenvuelve en un nivel relativamente bajo de comprensión del mundo y de la vida, porque a ello nos encontramos condicionados por nuestra cultura misma, que tiende a desintegrar el conocimiento tanto a través de mecanismos tales como la división del trabajo y la especialización, como a través de su apología ideológica de la *cantidad* de información.

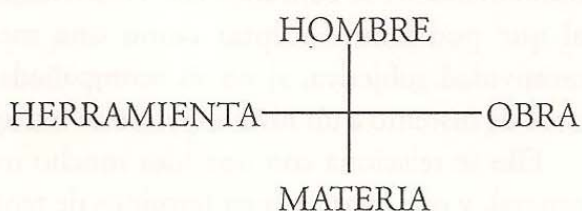
Pero analicemos esta diferenciación en niveles cualitativos con mayor detenimiento. En términos genéricos, la producción humana ordinaria puede ser expresada a través de la siguiente tríada:



Resulta inmediato en ello el reconocimiento de una mayor jerarquía, en términos ontológicos y de nivel de desarrollo de la conciencia, de la entidad *hombre* (aspecto activo de la tríada) con respecto a la de la *materia* prima, más amorfa, inerte y caótica (aspecto pasivo). De igual modo es posible reconocer que la *obra* resultante tiene, en principio, una entidad y un grado de inteligencia incorporada, correspondiente a un nivel intermedio al de ambas causas, vale decir inferior al del *hombre* que la anima, y superior a la de la *materia* amorfa que en ella aparece dotada de mayor grado de organización, intencionalidad y significado. En este caso, el tercer factor aparece como un resultado, si bien ello no es condición *sine-qua-non* de la estructura triádica, ya que por ejemplo no sucede lo mismo en la siguiente tríada, también elemental:

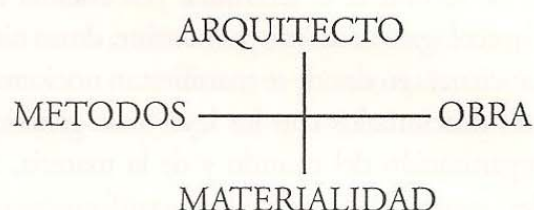


en la que se cumple, sin embargo, la misma caracterización de niveles que en la anterior. Si aquella se nos aparece como la tríada de la producción humana, esta última hace más hincapié en la actividad productiva misma, sin contemplar el resultado. Ambas pueden ser consideradas como concatenadas:



Se trata del caso de la producción mecánica ordinaria, en la cual, sin mediar algún azar excepcional, ya sea milagroso o catastrófico, se verifica que la *obra* resultará de un nivel ontológico, y por ende de un nivel de valor, comprendido en el rango que se desarrolla entre su autor y sus ingrediente materiales, no pudiendo superar el nivel de aquel ni ser inferior al nivel de estos últimos.

Para nuestro caso específico de la producción arquitectónica, el esquema genérico adoptará la forma de:



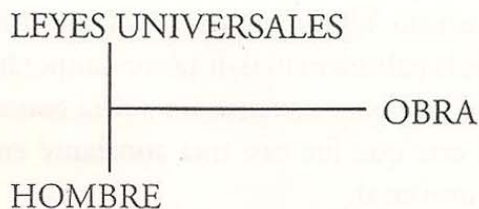
Estos conceptos, que si hemos logrado expresarlos satisfactoriamente resultarán obvios y hasta perogrullescos para el lector, no siempre fueron los únicos que animaron las mejores aspiraciones, búsquedas y realizaciones de los arquitectos de otras épocas históricas y culturas, a tal punto que, si miramos con mayor atención la historia de la arquitectura y sus documentos y monumentos representativos, observaremos que la arquitectura “alta” más generalizada y visible dentro de la cultura materialista contemporánea es una de las pocas excepciones a otra concepción del arte que fue casi una constante en la historia universal.

Decimos “arquitectura contemporánea más generalizada y visible”, ya que, a poco que se indaga con mayor atención y profundidad, nos encontramos con búsquedas y preocupaciones que han tendido a pasar más desapercibidas o que suscitaban menor interés, tanto en figuras reconocidas de la arquitectura occidental en la segunda mitad del siglo, tales como Le Corbusier, Wright, Kahn, Krier, Ungers, etc., como en otros exponentes menos evidentes que entroncan, al menos en ciertos aspectos de su producción, con esa otra concepción más profunda del arte. Por ejemplo, al respecto dice Robert C. Twombly:

Wright pensaba que todas las cosas en el universo eran de una misma pieza, partes de un todo integrado, armonioso, perfectamente correlacionado. En tanto que no inmediatamente obvio, este “todo” era accesible al paciente observador de la naturaleza y de la vida que había sido capaz de entrenarse para descubrir los principios orgánicos. (Twonbly 1974: 130)

Esta otra concepción a la que nos referimos, parte de reconocer la jerarquía, por encima del nivel psicológico ordinario del hombre, de un nivel de conciencia en donde se manifiestan nociones y valores relacionados con las leyes más genéricas de organización del mundo y de la materia, las cuales, entre otras múltiples manifestaciones, dieron origen al propio ser humano y a su variable campo de acción, vivencia y conocimiento.

En ese sentido, la tríada mayor que representa esa otra concepción (presente en el quehacer artístico y científico de culturas con mayor proporción de individuos y escuelas más evolucionados en términos de conocimiento y valores) puede ser resumida de la siguiente forma:



En ella, la mayor jerarquía ontológica de ese nivel que dimos en llamar de las *leyes universales*, anima en forma activa a la psicología ordinaria del *hombre*, dando por resultado, en determinadas condiciones, una *obra* que encierra en sí misma nociones de un nivel de conciencia superior, pudiendo poner así en contacto al sujeto productor o a un espectador ulterior, con formas más directas y sintéticas de comprensión de la realidad, elevándolo por encima de su condición habitual de mayor sueño, ignorancia y mecanicidad. Reflejos de este inefable proceso creativo podemos reconocerlos en la concepción popular de la “inspiración” artística.

Prefiero denominar a ese “nivel más alto” con la frase “leyes universales”, en el intento, siempre insuficiente, de recurrir a un lenguaje lo más objetivo e imparcial posible, evitando connotaciones que, si bien pueden resultar más expresivas en otras terminologías y conceptualizaciones, presentan el riesgo de ser confundidas por tendencias ideológicas parciales. Me refiero con esto a que, por ejemplo, desde un enfoque psicológico jungiano podríamos referirnos a ese nivel que en última instancia encierra un mayor grado de conocimiento y sabiduría, como el del “sí mismo”, que integra los arquetipos universales del “inconsciente colectivo”. Desde un enfoque religioso o teológico, podríamos referirnos al nivel de “lo sagrado” o “lo espiritual”. Desde la filosofía nos referiríamos a conceptos metafísicos tales como el del ser, o lo trascendente, etc. En rigor, la coincidencia con estas vertientes y muchas otras, está dada en la referencia hacia un nivel más real, más estable, menos efímero, con una legalidad que tiende a lo universal e intemporal, al que denominamos aquí entonces como “nivel de las leyes universales”. Para ser más exactos, y tratando de superar la antinomia entre los niveles de calidad (que constituyen en realidad un *continuum* que se desarrolla entre dos direcciones opuestas, la superior y la inferior), debemos reconocer la necesidad recíproca entre los mismos para una manifestación integral en la cual, el nivel inferior opera de “soporte” y de “puesta a tierra”. La Figura 1 intenta sintetizar esta necesidad recíproca, incorporando asimismo algunos conceptos más detallados que pueden contribuir a su comprensión.

Se expresa en la Figura 1 que lo realmente creativo opera desde un nivel mucho más elevado e impersonal que la transgresión a los tipos culturales establecidos, mecanismo éste que ordinariamente se confunde con creatividad, y al que podríamos aceptar como una mera creatividad subjetiva, si no va acompañada y sirve de sustento a un nivel superior de trabajo.

Ello se relaciona con una idea mucho más general, y que expresada en términos de teoría del conocimiento, Saint-Yves D’Alveydre transcribe de Proclo, discípulo de Pitágoras:

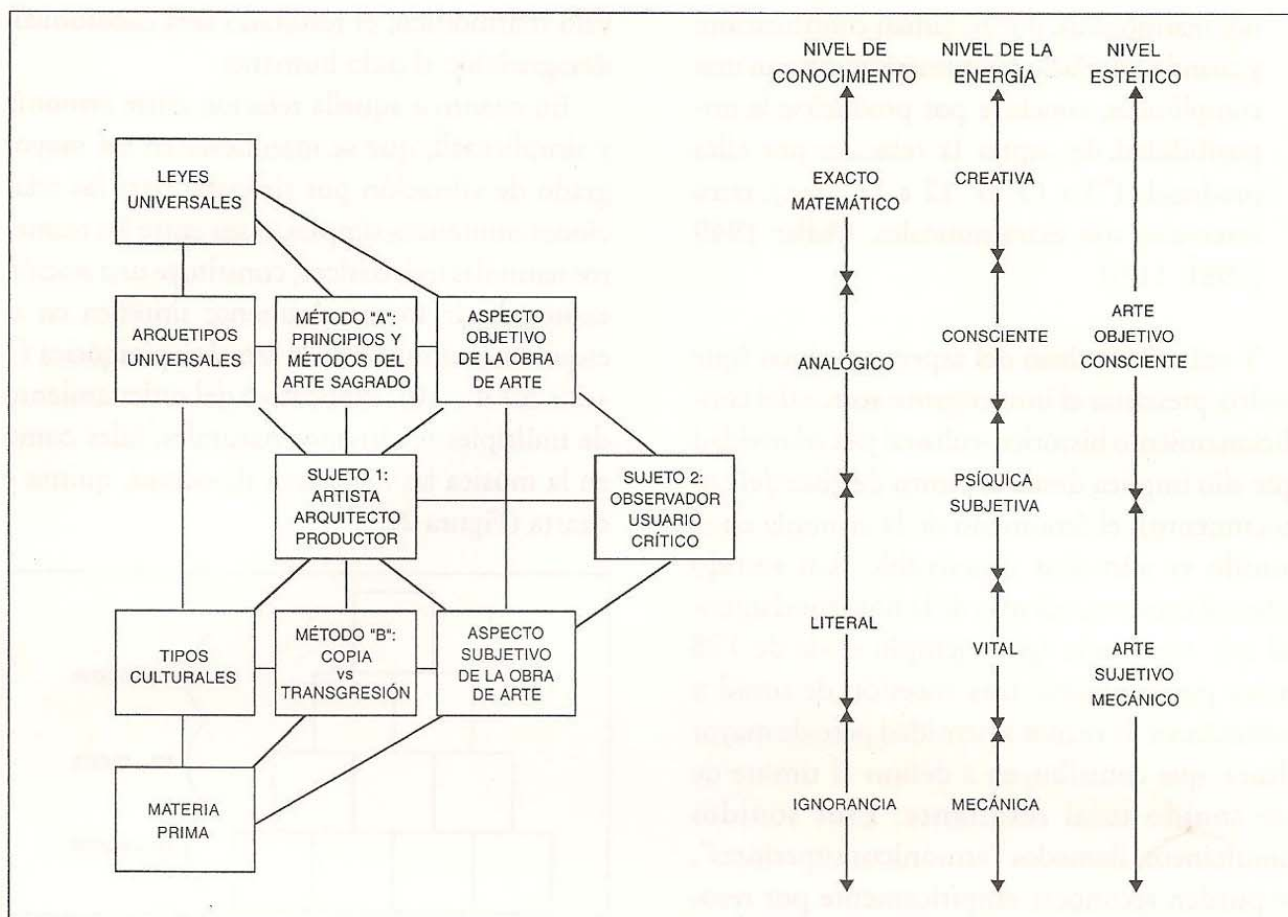


Figura 1: Esquema jerárquicamente organizado de la producción artística.

La razón humana no tiene, por sí misma, más que un valor de conjetura. La Ciencia y la Sabiduría no pertenecen más que a la Divinidad y no tenemos poder de tomar conocimiento de ellas, sino según nuestro grado de receptividad. (Saint-Yves 1911 [1981: 27])

Interesa aquí profundizar entonces, a los efectos de intentar aproximarnos al tema de la armonía en la arquitectura, en aquello que en la Figura 1 aparece como los principios y métodos del arte sagrado, y su relación con las leyes universales y con arquetipos universales, que en la música podrán ser, por ejemplo, los de armonía, melodía y ritmo, y en la arquitectura los de forma, función y construcción.

En la jerarquización de los niveles de conocimiento se hace referencia al conocimiento analógico. Esto implica, entre otras cosas, el hecho de que en manifestaciones de órdenes diferentes, tales como la música o la arquitectura, se cumplen, o deberían cumplirse, patrones genéricos para ambas, respondientes a leyes objetivas de

nivel superior. El conocimiento de uno de los campos de manifestación de esas leyes da elementos para la comprensión del otro campo, por analogía.

Repasemos nociones fundamentales de armonía en la música, ya que sabemos de su especial injerencia en ella. Según lo expresa Oskar Adler,

desde Pitágoras, es conocimiento científico de validez universal el hecho de que la relación entre sonidos o alturas de tono o relación de intervalos entre dos tonos dependa de las medidas de longitud de las cuerdas que vibran o, expresándolo mejor, de las medidas de longitud de onda de las vibraciones sonoras; si tales medidas resultan relaciones numéricas simples, como, por ejemplo, "1 a 2", "2 a 3", "3 a 4", "4 a 5", "5 a 6", se producen armonías fáciles, agradables; en cambio si las longitudes de onda se encuentran en relaciones numéricas menos simples, "8 a 9", "9 a 10", resultan relaciones difíciles de comprender, insatisfactorias, intranquilizado-

ras, inarmónicas, que reclaman continuación; y cuando las relaciones numéricas son aún más complicadas, concluye por producirse la imposibilidad de captar la relación por ellas producida (“3 a 13” ó “12 a 17”, etc.); estos intervalos son extramusicales. (Adler 1949 [1981: 113])

Y más allá incluso del aspecto estético (que podría presentar el interrogante acerca del condicionamiento histórico-cultural y la relatividad que ello implica desde el punto de vista del conocimiento), el fenómeno de la armonía en el sonido es aún más objetivable: Un sonido musical importa, además de la nota fundamental que representa (por ejemplo el *do* de 128 ciclos por segundo), una sucesión de sonidos simultáneos de menor intensidad pero de mayor altura, que contribuyen a definir el timbre de ese sonido total resultante. Esos sonidos simultáneos, llamados “armónicos superiores”, se pueden reconocer empíricamente por resonancia de cuerdas. Ese era precisamente el trabajo de investigación de las leyes universales de vibraciones y resonancias que realizaba Pitágoras en su monocordio. A partir por ejemplo de la vibración *do* 128, se escucharán por ley el *do* 256 de la siguiente octava, el *sol* 384, el *do* 512, el *mi* 648, el *sol* 768, etc., con intensidades que tienden a decrecer. Los intervalos entre las notas de la progresión son, respectivamente, los reconocidos como intervalos de octava, quinta, cuarta, tercera mayor, tercera menor, etc. Vale decir que, como fracciones de la cuerda afinada para la nota fundamental, la progresión será la de $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$, $1/6$, etc. Es una progresión que representada en coordenadas polares consiste en una espiral logarítmica, tal como la que se presenta en la anatomía de nuestro oído. Se explica en parte así esa coincidencia de lo subjetivo con lo objetivo que se manifiesta en la música cuando es armónica. Si no hay afinación armónica recíproca, una cuerda no hará resonar a otra por simpatía, o lo hará sólo en una ínfima medida; y si se fuerza a que suenen simultáneamente ambas cuerdas con su inter-

valo inarmónico, el resultado será cacofónico, desagradable al oído humano.

En cuanto a aquella relación entre armonía y simplicidad, que se manifiesta en un mayor grado de vibración por simpatía para las relaciones numéricas simples, o sea entre los números naturales más básicos, constituye una noción expresada de forma altamente sintética en el esquema jerárquico de la *tetraktis* pitagórica ($1 + 2 + 3 + 4 = 10$), explicativo del ordenamiento de múltiples fenómenos naturales, tales como en la música las relaciones de octava, quinta y cuarta (Figura 2).

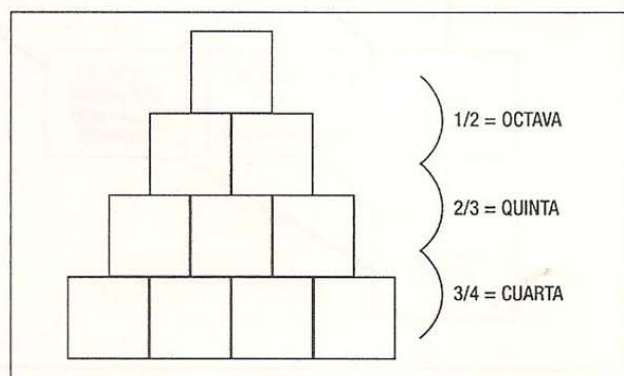


Figura 2: Tetraktis pitagórica.

En un detalle particular de *La Escuela de Atenas*, de Rafael, aparece la tetraktis dibujada en una tablilla que un discípulo sostiene ante Pitágoras. En la misma tablilla figura otro diagrama denominado *Epogloon*, en el cual se establecen, si bien con un aparente error en una cifra, esas relaciones de octava, quinta y cuarta, y además la de segunda o tono, en la sucesión 6, 8, 9, 12 (Figura 3).

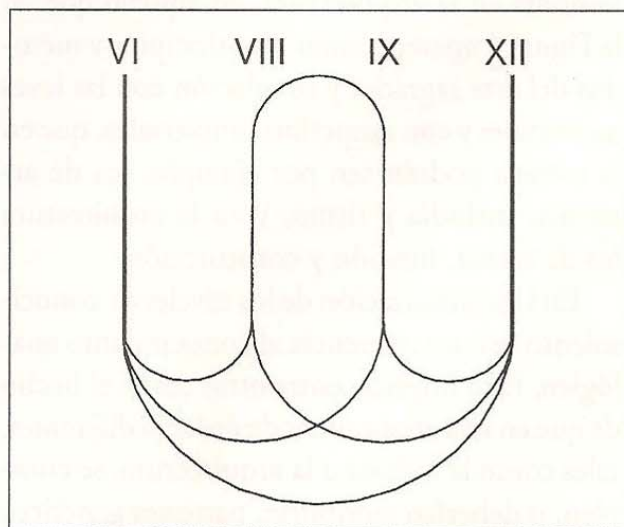


Figura 3: Diagrama pitagórico denominado Epogloon.

Otro esquema de relaciones numéricas simples es el triángulo rectángulo de lados 3, 4 y 5, que representa las longitudes de cuerda del acorde perfecto mayor *do-mi-sol*, y sus implícitas relaciones de tercera mayor, cuarta y sexta.

El sistema racional de la escuela pitagórica (que explica estos fenómenos armónicos en el mundo de los sonidos en particular, y en el universo constituido de vibraciones en general), se muestra además en un diagrama denominado

Lambdoma dibujado por Von Thimus, y retomado en nuestro siglo por Hans Kayser y sus seguidores. Reproduciremos la porción más cercana al origen de las coordenadas del diagrama; dicha porción se llama *Senario*, y comprende los “armónicos” que se verifican dentro de las tres primeras octavas a partir de una vibración original, tanto por encima como por debajo de la misma (Figura 4).

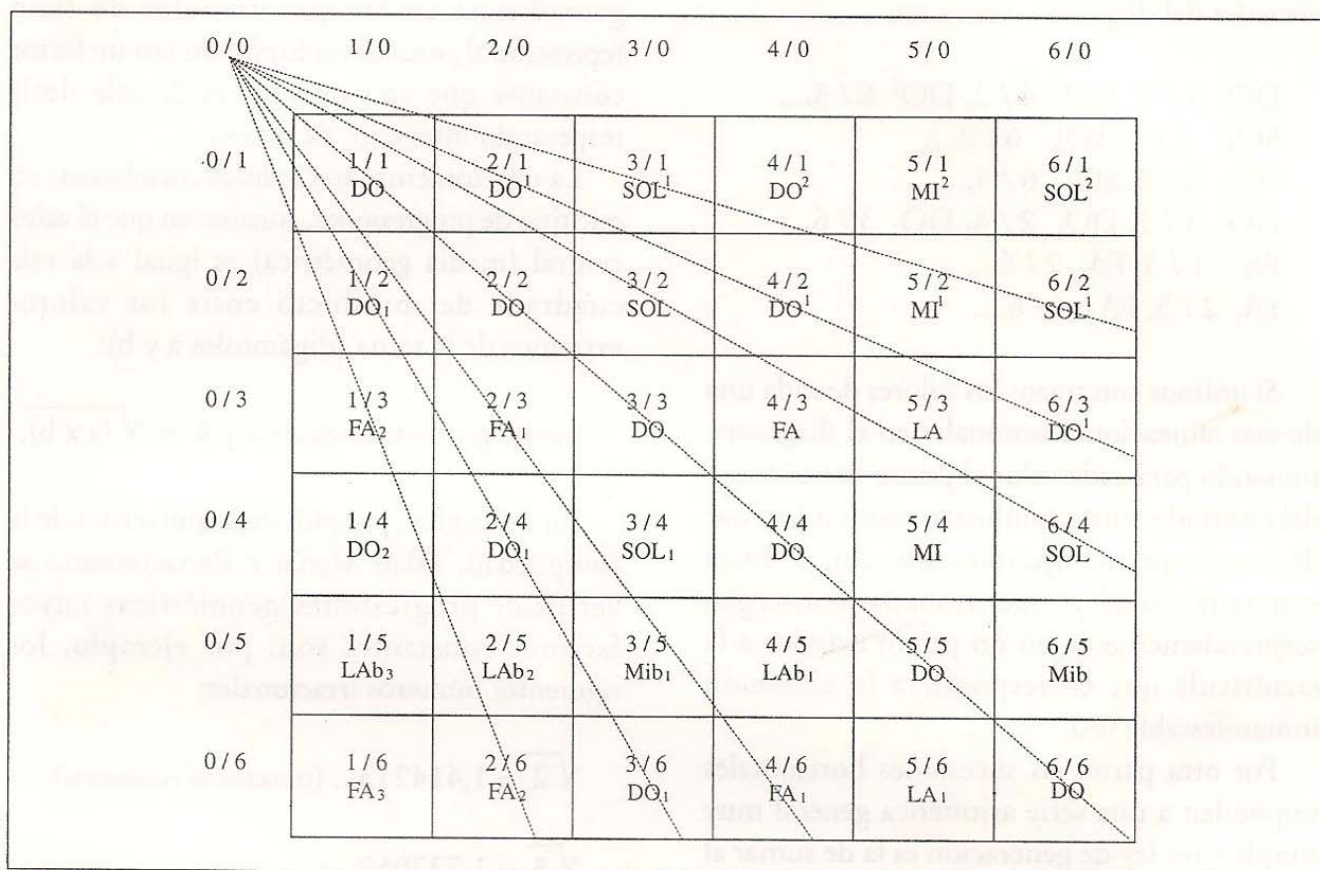


Figura 4: Porción básica del Lambdoma denominada Senario, según Hans Kayser.

En el diagrama de la Figura 4 se ordenan los armónicos de acuerdo a la ley universal por la cual la longitud de onda, o bien el largo de una cuerda sonora o tubo sonoro (aspecto material), es inversamente proporcional a la frecuencia de las vibraciones (aspecto energético). De izquierda a derecha se expresan las progresiones crecientes de frecuencias de vibraciones a partir de una vibración inicial que en el origen del diagrama está representada por la unidad (progresiones de los armónicos superiores). De arriba hacia abajo se desarrollan las progresiones de longitudes de cuerda, o fracciones de la cuerda completa representada por la unidad

(progresiones de los armónicos inferiores). Los armónicos inferiores son inaudibles en su propia frecuencia, ya que sólo resuenan por simpatía a la vibración de su nota fundamental, por lo cual en el rango de las frecuencias audibles por el hombre, emiten el sonido de esa nota fundamental con mucho menor intensidad y sin producir intervalo sonoro.

La mayor curiosidad inicial que despierta este diagrama es que, tanto en la objetividad empírica como en su propia lógica interna de ordenamiento de una serie de leyes físico-matemáticas, el cruce de las dos direcciones de las cifras “cierra”, armonizando en forma exacta

todos los factores que intervienen en el fenómeno de las vibraciones. Hay una línea generatriz tonal que, partiendo del origen del diagrama, lo corta en diagonal, reproduciendo una serie de fracciones de cuerda y valores de frecuencias de vibraciones que siempre representan a la unidad, pero yo entiendo que con menor intensidad a medida que nos alejamos del origen del diagrama. Del mismo modo, se verifican alineaciones de valores idénticos en otras líneas virtuales del diagrama, como ser:

DO¹ 2 / 1, DO¹ 4 / 2, DO¹ 6 / 3,...
 SOL¹ 3 / 1, SOL¹ 6 / 2,...
 SOL 3 / 2, SOL 6 / 4,...
 DO₁ 1 / 2, DO₁ 2 / 4, DO₁ 3 / 6,...
 FA₂ 1 / 3, FA₂ 2 / 6,...
 FA₁ 2 / 3, FA₁ 4 / 6,...

Si unimos con trazos los valores de cada una de esas alineaciones isotonales en el diagrama, tomando para cada valor el punto baricéntrico del cuadrado correspondiente, resultará un haz de rectas que, conjuntamente con la línea generatriz tonal ya mencionada, convergen sorprendentemente en un punto exterior a la cuadrícula que corresponde a la vibración inmanifestable 0/0.

Por otra parte, las sucesiones horizontales responden a una serie aritmética general muy simple cuya ley de generación es la de sumar al número anterior una fracción constante, coincidente con la que figura en el origen de cada una de estas sucesiones horizontales. La representación cartesiana de estas series las muestra como rectas. La relación entre tres valores correlativos en este tipo de series consiste en que el valor central (media aritmética) es el promedio entre los valores extremos de la terna (digámosles *a* y *b*):

$$\text{media aritmética entre } a \text{ y } b = \frac{a + b}{2}$$

En arquitectura responden a este tipo de series las conformaciones simétricas más simples, tales como las series moduladas en una, dos o tres dimensiones (de columnas, vanos,

volúmenes, etc.), y por extensión, el caso de la simetría especular. El ya mencionado triángulo pitagórico de lados en relación 3-4-5 es la única forma de triángulo rectángulo cuyos lados respetan una progresión aritmética.

Asimismo, dentro de las sucesiones horizontales del diagrama, podemos observar que se van repitiendo tonos (por ejemplo en la primera línea *do* 1/1, *do* 2/1, *do* 4/1; y también *sol* 3/1, *sol* 6/1, ...), respondiendo a progresiones geométricas en las que un valor de tono representa al anterior multiplicado por un factor constante que en este caso es 2, vale decir respetando intervalos de octava.

La relación entre tres valores correlativos en este tipo de progresiones, consiste en que el valor central (media geométrica) es igual a la raíz cuadrada del producto entre los valores extremos de la terna (digámosles *a* y *b*):

$$\text{media geométrica entre } a \text{ y } b = \sqrt{a \times b}.$$

En múltiples ejemplos de arquitectura de la Antigüedad, Edad Media y Renacimiento se verifican progresiones geométricas cuyos factores constantes son, por ejemplo, los siguientes números irracionales:

$$\sqrt{2} = 1,414213... \text{ (trazados } ad \text{ quadratum),}$$

$$\sqrt{3} = 1,732050... \text{ (trazados } ad \text{ triangulum con triángulos equiláteros o sus mitades, triángulos rectángulos con catetos 3 y } \sqrt{3})$$

$$\text{o el número } \phi = \frac{\sqrt{5} + 1}{2} = 1,618033...$$

En las progresiones geométricas con factor ϕ , denominadas sucesiones áureas o de la Divina proporción, se da la curiosa identidad entre la relación entre un valor menor y su mayor correlativo (diferenciados por el número ϕ ó número de oro) con la relación entre el mayor y la suma de ambos. O dicho de otra forma: la parte menor es a la mayor como ésta es al todo:

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{a+b} = \frac{1}{\phi} = 0,618033...$$

También resultan notables en la progresión áurea las cifras decimales de la siguiente progresión elemental:

$$0,618033... = \frac{1}{\phi} = \phi - 1 = \phi^{-1},$$

$$1 = \frac{\phi}{\phi} = \phi^0,$$

$$1,618033... = \frac{\phi}{1} = \phi^1,$$

$$2,618033... = \phi^2 = \phi + 1.$$

Además, en la progresión áurea se verifica que cada término de la misma es igual a la suma de los dos inmediatos anteriores, a la manera de la sucesión de valores naturales de Fibonacci (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, etc.), en la cual la razón entre dos valores sucesivos tiende a ϕ , a medida que la sucesión progresa. El Modulor de Le Corbusier es un ejemplo de ordenamiento según una progresión áurea basada en dimensiones de las partes del cuerpo humano en sus diversas posturas funcionales.

Volviendo al análisis del Lambdoma, al igual que en las sucesiones horizontales, también se verifica en las verticales que los tonos se van repitiendo con diferencias de octavas, es decir en progresión geométrica (por ejemplo *do* 1/1, *do* 1/2, *do* 1/4, ...; ó *fa* 1/3, *fa* 1/6, ...).

Pero tal vez lo más significativo del diagrama (y por ende de la armonía musical objetiva) es que las sucesiones verticales completas responden a un tipo de progresión llamada *armónica*, en la cual la relación entre tres valores correlativos de la misma consiste en que el valor central (media armónica) responde a la siguiente función de los valores extremos de la terna, a los que llamamos *a* y *b*:

$$\text{media armónica entre } a \text{ y } b = 2 \frac{a \times b}{a + b}.$$

De la propia expresión, y de acuerdo a lo anteriormente visto, se deduce que:

$$\text{media armónica} = \frac{(\text{media geométrica})^2}{\text{media aritmética}}.$$

Otra deducción interesante emergente del propio contenido algebraico de esta fórmula que relaciona de manera tan particular los valores de las distintas medias matemáticas, consiste en que la media geométrica entre dos valores numéricos es a la vez media geométrica entre las medias aritmética y armónica de dichos valores:

$$\text{media geométrica} = \sqrt{\text{media aritmética} \times \text{media armónica}}.$$

Así como se reconocen correspondencias matemáticas con estructuras biológicas, cristalográficas, astronómicas, etc., expresadas en trabajos tales como el *Harmonice Mundii* de Kepler, existen estudios que relacionan las proporciones de composiciones arquitectónicas con la progresión armónica, o con intervalos armónicos musicales, tal como el análisis del templo dórico de Paestum realizado por Hans Kayser.

Asimismo, resulta curioso el verificar que en las visiones perspectivicas de nuestro ojo (proyecciones cónicas), las series aritméticas que figuran implícitas en los objetos del campo observado, se transforman en progresiones armónicas en el cuadro, señalando una de las interesantes correspondencias entre la realidad empírica y los sentidos de la vista y del oído, y por extensión una posible conexión entre las artes visuales y la música.

Hasta aquí nos hemos asomado sólo a un aspecto de la armonía formal, tomando como base analógica los principios elementales de lo que sucede con los sonidos musicales y su expresión matemática, como manifestación material y concreta de leyes universales que, para nuestro renovado asombro, rigen con una

inteligencia superior los más variados campos y niveles de todo cuanto existe.

En un sistema tan múltiple y complejo como es el de la arquitectura, donde además del aspecto geométrico formal se hace necesario armonizar otros aspectos formales, funcionales, constructivos y contextuales, el campo de investigación desde esa nueva actitud abierta a otros niveles de conciencia se vuelve inmenso. Sabemos también que un desarrollo teórico en arquitectura es en última instancia inseparable de la práctica del proyecto, de la construcción y de la contemplación y vivencia de los edificios.

Lo que se ha intentado transmitir aquí muy sucintamente es la vislumbre de que todo progreso (o recuperación) en el conocimiento de la armonía arquitectónica y sus leyes, depende en principio de un cambio de enfoque de nuestra mente, y de una actitud de búsqueda.

Referencias

- ADLER, Oscar. 1949. *Das Testament der Astrologie*. Trad. española por Carlos F. Grieben, *La astrología como ciencia oculta* (Buenos Aires: Kier, 1981).
- KANT, Emanuel. 1788. *Crítica de la razón práctica*, trad. española por Emilio Miñana y Villagrasa, y Manuel García Morente (Madrid: Espasa Calpe, 1984).
- SAINT YVES D'ALVEYDRE, Marqués Alexandre. 1911. *L'archéomètre*. Trad. española por Manuel Algora Corbi, *El arqueómetro* (Madrid: Luis Cárcamo, 1981).

TWOMBLY, Robert C. 1974. "Organic Living", en *Wisconsin Magazine of History*, winter 1974-1975, 126-139.

Recibido: 25 diciembre 1995; aceptado: 29 diciembre 1997.

Carlos Alberto Viarenghi es arquitecto, egresado de la Universidad de Buenos Aires (UBA) en 1971. En la UBA fue docente de Diseño Arquitectónico de 1971 a 1973, investigador como becario graduado de 1973 a 1974, Profesor Adjunto de Teoría de la Arquitectura en 1984, 1990 y 1991, y Director de proyectos de investigación desde 1984 hasta la actualidad. En la Universidad Católica de La Plata (UCALP) fue Profesor Titular de Teoría de la Arquitectura en 1979, Profesor investigador de 1980 a 1983. Se desempeñó asimismo como Asesor de Presidencia del Instituto Autárquico de Planeamiento y Vivienda de Entre Ríos en 1974, 1975 y 1990, Director de Diseño Urbano y Arquitectónico de la Nueva Ciudad de Federación y Poblado de Santa Ana en 1975 y 1976, Arquitecto Asesor del CEAMSE en 1988, Asesor de Gabinete de la Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental de la Nación en 1989, Subsecretario de Vivienda de la Nación en 1990. Realizó diversas publicaciones sobre investigaciones teóricas, ponencias en congresos, proyectos y obras, en la Revista de la UCALP, Cuadernos de la Secretaría de Investigación y Posgrado de la UBA y en revistas técnicas tales como Nuestra Arquitectura, Summa, Dos Puntos y publicaciones de Espacio Editora.