

Acercamiento a la música tangible

ARQUITECTO ÓSCAR ALEJANDRO ACOSTA MUÑOZ

Independiente

ORCID: 0009-0009-6320-6608

oacosta.arquitecto@gmail.com

Universidad de Valparaíso

Facultad de Arquitectura

Revista Márgenes

Espacio Arte y Sociedad

Acercamiento a la música tangible

Diciembre 2023 Vol 16 N° 24

Páginas 137 - 153

Recepción: diciembre 2022

Aceptación: julio 2023

<https://doi.org/10.22370/margenes.2023.16.24.3901>

RESUMEN

Una demostración estética sobre la aplicación armónica de los valores musicales universales abstractos en la arquitectura a través del tiempo. Este principio de orden y operaciones que une a las artes en un lenguaje común de proporción y forma, queda definido por leyes matemáticas clásicas que logran determinar la belleza de las obras.

Palabras Claves. Proporción, música, arquitectura, orden, lenguaje, Pitágoras, León Battista Alberti, Palladio, Le Corbusier, Xenakis.

ABSTRACT

An aesthetic demonstration on the harmonic application of abstract universal musical values in Architecture through time. This principle of order and operations that unites the arts in a common language of proportion and form, is defined by classical mathematical laws that manage to determine the beauty of the works.

KEY WORDS. Ratio, music, architecture, order, language, Phytagoras, León Battista Alberti, Palladio, Le Corbusier, Xenakis

ORDEN INMATERIAL

Una pregunta: tanto en la música como en la arquitectura hay elementos que permiten CONSTRUIR y ORDENAR las obras. ¿Si la música es capaz de estar estructurada y medida por códigos perfectamente comprensibles, de qué modo la arquitectura puede ser medida y codificada?

Al parecer, componer no es un modo de ordenar que pertenezca solo a la música. Tal parece que en más de un arte u oficio es un valor fundamental, que está relacionado, estrechamente, con la forma y su belleza. La arquitectura, en alguna medida, también necesita componer estos patrones de orden y belleza que regulan el carácter espacial de los edificios, espacios públicos y toda obra que esta cruzada por las variables de la construcción y el diseño. O así debiese ser.

Extrapolando, tal vez componer música no es distinto a componer en arquitectura, ya que, en una primera mirada, las variables horizontales y verticales que están referidas al espacio arquitectónico, tienen un funcionamiento similar al musical referido a partitura.

Los elementos en música, por una parte, son el tiempo, el pulso y el ritmo; por otro lado, son todos los elementos armónicos dados como distancias entre notas. Para entender lo anterior es necesario pensarlo tanto vertical como horizontalmente, donde lo vertical estará referido a todo el campo armónico determinado por distancias que, en este caso, son variaciones de onda referidas a los armónicos de los instrumentos, y lo horizontal estará determinado por las figuras musicales como corcheas, fusas, etcétera, que, finalmente, en la unión y en conjunto en la partitura logran construir el orden musical.

Para hablar de lo anterior debemos citar a Arnold *Schönberg* (1984), destacado compositor dodecafónico de principios del siglo XX, que asegura en su libro *La composición con Doce Sonidos* lo siguiente: "El espacio de dos o más dimensiones en el que se representan las ideas musicales es una unidad".

De lo anterior se entiende un patrón básico de forma que, incluso, podría ser llamado canon o número en su sentido de orden, que es aplicable en ambas artes que estamos estudiando y que es unitario. Entonces, ¿cómo relacionar el modo de componer en ambas, y con esto demostrar que hay un sistema de medidas que las *una*.

Lo primero es pensar que la arquitectura es al espacio como la música al tiempo; acá está nuestra primera ecuación. Ahora podemos suponer que la arquitectura y la música ocupan similares elementos básicos de composición y abstracción de la realidad. Lo anterior permite formular interrogantes: ¿tiempo y espacio están relacionados en dependencia uno del otro?, ¿unión?, ¿o *entrelazados*?

Podemos entender, entonces, que existen diversas similitudes entre música y arquitectura. Algunas de mayor consistencia armónica, y otras con menos peso

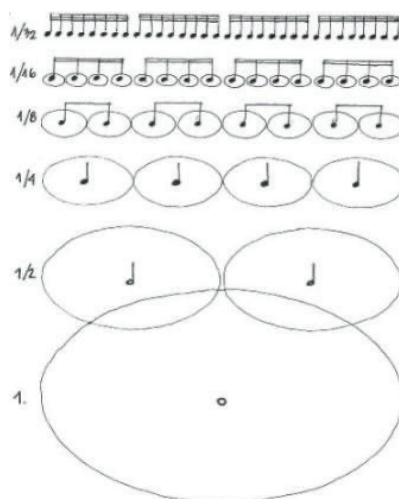


Imagen 1

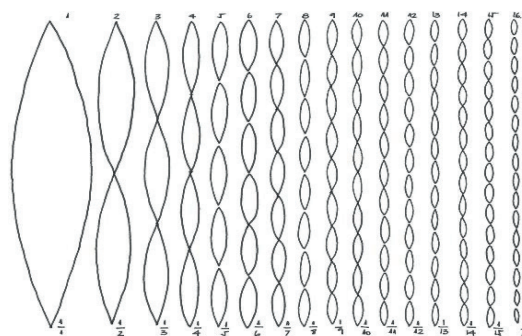


Imagen 2

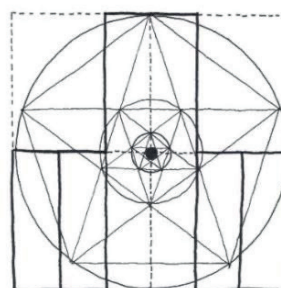
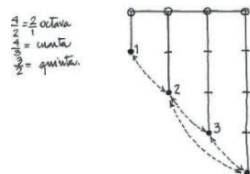


Imagen 3

> **Imagen 1. Subdivisión Rítmica de Tiempos.**
En: Acosta, O. 2005. *Combinaciones Elementales 2005. Tesis para optar el título de arquitecto. Universidad de Valparaíso. Chile*

> **Imagen 2. Subdivisión Armónica.** En:
Acosta, O. 2005. En: Acosta, O. 2005. *Combinaciones Elementales 2005. Tesis para optar el título de arquitecto. Universidad de Valparaíso. Chile*

> **Imagen 3. Escala Pitagórica; León Battista Alberti.** En: Acosta, O. 2005. *Combinaciones Elementales 2005. Tesis para optar el título de arquitecto. Universidad de Valparaíso. Chile*

intelectual. Pero todas, al parecer, tienden a apuntar a que la proporción es el camino que buscan ambas artes, como unidad de medida.

Citando a Stravinski (1946):

Las artes plásticas se nos ofrecen en el espacio: nos proporcionan una visión de conjunto de la que tenemos que descubrir y gozar los detalles poco a poco. La música, en cambio, se establece en la sucesión del tiempo y requiere, por consiguiente, el concurso de una memoria vigilante. Por tanto, la música es un arte CRONIQUE, como la pintura es un arte espacial y supone, ante todo, cierta organización del tiempo, una crononomía, si se me permite... (40)

Stravinski logra poner de manifiesto el carácter sucesivo de las obras musicales, es de esta manera como el tiempo también se hace presente en la música y tiene su correspondiente en la arquitectura.

En este punto es necesario señalar que, como lo indica Stravinski, número, forma proporción y armonía están determinados por un modo poético que se sustenta en el orden. Donde orden es una matriz.

ORDEN MATRIZ NÚMERO LENGUAJE

MATRIZ MUSICAL

Para autores como Alberti es importante entender que la música tiene un orden no solo geométrico, sino vinculado a las proporciones. En este sentido, es muy importante para nosotros que un arquitecto como Alberti diga lo siguiente:

En definitiva, entiendo que existe cierta mutua correspondencia entre las diferentes dimensiones lineales con que se mide la proporción, de las cuales una es la longitud, la otra es la anchura y la otra la altura. Las reglas de estas proporciones se observan mejor en aquellas cosas en que se nos aparece la propia naturaleza más completa y admirable y muy de veras estoy cada día más convencido de la verdad de Pitágoras cuando decía que la naturaleza está segura de que actúa consecuentemente y con una constante analogía en todas sus operaciones: de donde saco la conclusión de que los números por medio de los cuales el acorde de sonidos afecta a nuestros oídos con placer, deben ser los mismos que agraden a nuestra vista y nuestro pensamiento. (en: Schofield, P.H., 1971. pág. 70.

Ahondando en esta concepción geométrica de la música, el mismo autor nos señala que:

Por lo tanto, todas nuestras reglas para determinar las proporciones debemos sacarlas de los músicos, que son los más grandes maestros en esta clase de números, y de aquellos objetos particulares en que la naturaleza se muestra más excelsa y completa, sin que



Imagen 4

> **Imagen 4. Esquemas de Combinación entre espacio y tiempo musical. En: Acosta, O. 2005. Combinaciones Elementales 2005. Tesis para optar el título de arquitecto. Universidad de Valparaíso. Chile**

por eso se trate de llegar más lejos en este asunto de lo que para el propósito del arquitecto sea necesario.
(en: Schofield, P.H., 1971. pág. 70.)

Lo interesante de este párrafo es que Alberti afirma que la naturaleza misma actúa consecuentemente y en analogía de todas sus operaciones, que están definidas por el número, y al estar definidas por el número mágico, en este caso, están arraigadas en la proporción y consecución de formas creadas en base a un total. Si este concepto de número es una operación y la naturaleza basa la operación en el número y proporción, lo anterior puede ser una matriz. Esta relación estrecha entre número y proporción ha sido redescubierta, hoy en día, por la geometría fractal (Mandelbrot, 1997), la que pone en evidencia patrones que se repiten a escala como forma espontánea y natural de organización, generando formas diferentes a las formas ideales platónicas, pero reconocibles en la naturaleza. En estas geometrías, el todo y la parte se relacionan estrechamente, según un factor de escala misterioso, pero medible. Alberti asegura que las relaciones que son verdaderamente importantes corresponden a la altura, longitud y anchura, limitando, de esta manera, el uso de la proporción musical a estas tres componentes. Creo que con esto ya tenemos una pequeña base para determinar un parangón entre:

ALTURA	LONGITUD	ANCHURA	/
MELODÍA	RITMO	ARMONÍA	

Dicha operación fractal de la que hablamos con anterioridad se puede reducir a los movimientos espaciales determinados por la altura de la longitud y el ancho, y en música por melodía, ritmo y armonía. Al parecer estas serían las operaciones básicas del cómo se asimilan lo fractal de música y arquitectura.

Alberti es un arquitecto no platónico y, por lo tanto, no usa las dimensiones áureas. Más bien orienta su trabajo a la búsqueda de una relación armónica entre las partes, con la firme creencia de que la belleza está en ese principio; por lo mismo, se preocupa de establecer un orden propio a su arquitectura, donde dichos órdenes (musicales) puedan regalar un interesante lenguaje. Por ello establece patrones que calzan a la perfección con las determinantes de la música de su época.

Esa búsqueda de patrones que presenta Alberti claramente representa una operación fractal determinada, en tanto permite un ajuste variable y escalar de sus valores y dimensiones, según:

LONGITUD	ANCHURA	ALTURA
MELODÍA	RITMO	ARMONÍA

Este pareciera ser el orden propicio debido que así se entrelazan, y a lo cual apuntaba Alberti en su matriz de orden arquitectónico.

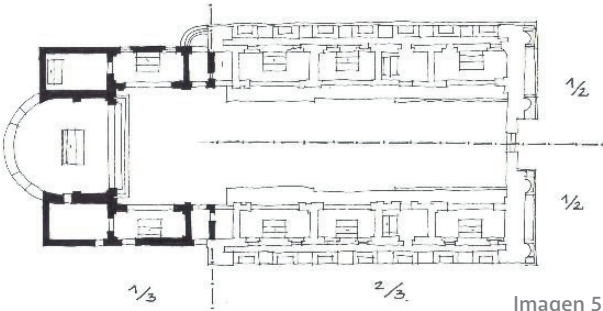
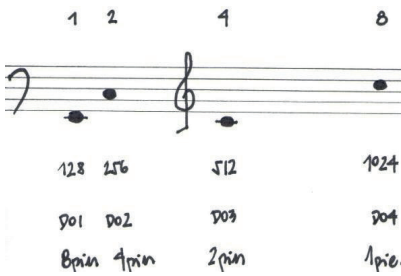


Imagen 5

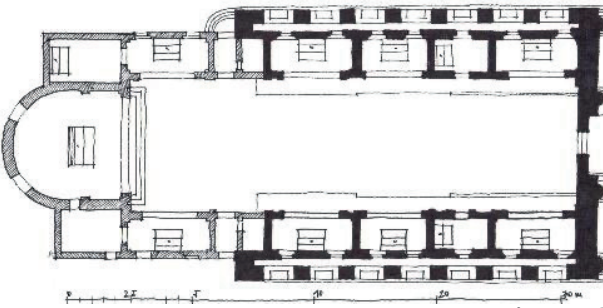


Imagen 6

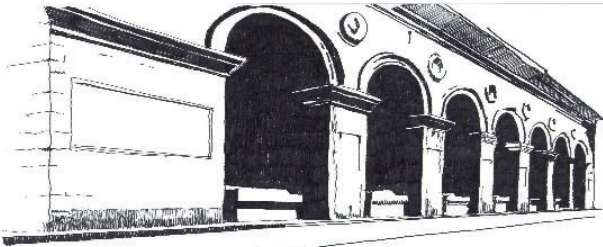


Imagen 7

- > Imagen 5. Planta Modulaci3n Iglesia de San Francesco de Rimini; Le3n Battista Alberti. En: Acosta, O. 2005. Combinaciones Elementales 2005. Tesis para optar el t3tulo de arquitecto. Universidad de Valpara3so. Chile
- > Imagen 6. Planta Iglesia de San Francesco de Rimini; Le3n Batista Alberti; La arquitectura en la edad del humanismo, Rudolf Wittkower
- > Imagen 7. Elevaci3n Sur Iglesia de San Francesco de Rimini; Le3n Battista Alberti; La arquitectura en la edad del humanismo, Rudolf Wittkower; 3scar Acosta; 3scar Acosta Combinaciones Elementales 2005.



Imagen 8

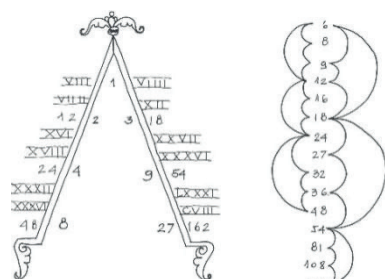


Imagen 9



Imagen 10

Siguiendo esta directriz propuesta por Alberti, una frase musical es una melodía, pero para que esta funcione se necesita de una armonía, que es un orden más intrínseco, más de fondo. Este orden de fondo se refiere a las notas mismas que podrían ser los elementos más pequeños, respecto de su valor total y del número, que logran tener consonancias entre elementos determinados por el número de vibraciones y armónicos de los mismos.

Por otra parte, el tema no es solo atribuible a Alberti, quien fue capaz de llegar a determinar este sistema con números que representan condiciones proporcionales-musicales que pueden ser ocupados en dos dimensiones solamente. A diferencia de él, Palladio renegaba de esta clase de números, pero intuía, de alguna manera, la analogía musical; es así como utilizaba consonancias musicales, teniendo en cuenta que consonancia significa para Palladio operaciones en el espacio que pueden llegar a ser consideradas materia de orden de todo su trabajo.

Para aclarar esto, Palladio (1997) señala lo siguiente:

Las habitaciones grandes junto a las medianas y estas junto a las pequeñas deben estar distribuidas de tal forma, como ya he dicho en otra parte, que una parte de la fábrica se corresponda con la otra, y que el cuerpo del edificio tenga tal concordancia con sus miembros que le haga bello y gracioso. La belleza resultará de la forma y correspondencia del todo con respecto a sus diferentes partes, de las partes en relación con ellas mismas y de estas, a su vez, con el todo; la estructura debe aparecer como un cuerpo entero y completo en el que cada miembro concuerde con el otro. (50)

Palladio —según Rudolph Wittkower (1954) en su libro La arquitectura en la edad del humanismo— ocupa un sistema de proporción llamado “fugal”, donde las consonancias musicales eran pruebas audibles de una armonía universal que tenía vigencia en todas las artes. Si bien Palladio reniega la analogía musical, en la práctica ocupa patrones de música, al igual que sus pares.

Si con todo lo anterior y al analizar someramente algunas plantas y dibujos de Palladio, podríamos constatar lo siguiente:

Palladio, al utilizar relaciones consonantes, era capaz de sostener un sistema armónico móvil que funcionara de modo espacial (X, Y, Z), sin tener que determinar alturas ni anchos que rigidizaran sus modelos. Eso lo diferenciaría de Alberti, cuya arquitectura estaría orientada a la fachada como elemento ordenador, pues Palladio era absolutamente integral y espacial al tener el patio central como núcleo.

La planta en cruz pone de manifiesto que la relación armónica de su arquitectura cruzada por las consonancias musicales era esférica. Debido a que aquellas consonancias proporcionales a las cuales sometía las partes estaban

> Imagen 8. Diagrama De Harmonía Mundi 1525; Francesco Giorgi Veneto; La arquitectura en la edad del Humanismo, Rudolf Wittkower; Óscar Acosta, Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.

> Imagen 9. Movimientos Musicales Estructurales; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.

> Imagen 10. Monocordio; Francesco Giorgi Veneto; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.

relacionadas por operaciones armónicas como Serie Básica, Inversión, Inversión Retrógrada y Retrogradación, dichos movimientos estaban presentes en todos los planos cartesianos del volumen a modo de un cubo Rubik.

Su concepción del interior tiene un carácter atómico con respecto a las partes y movimiento en su obra, que orientada a la cardinalidad generaba cuatro modos de sostener el tiempo. La luz recorrería la misma unidad regalando un carácter distinto a las partes, para esto toma en consideración las operaciones básicas de la armonía musical que determina un orden inmaterial del movimiento. Su orden arquitectónico es del todo con las partes y no en base a una regla o monocordio. Está asociada a una estructura espacial de la forma, un modo donde el núcleo central de luz ordena el todo

NÚMERO CONSTRUCTOR

Pero para tener una verdadera base que sustente este tema, vamos a encontrarnos con algo que más que ser intuición, corresponde a una constatación desde la experiencia musical, según nos señala Iannis Xenakis, quien en una entrevista para el correo de la UNESCO en abril de 1986 se refiere al tema:

El problema de las proporciones es esencial. La mejor arquitectura no es la que ostenta un valor decorativo, sino aquella cuyas proporciones y volúmenes están como debería ser: desnudos. La arquitectura es el esqueleto y pertenece al ámbito visual. Y en este hay elementos relacionados con lo que llamamos lo racional, que también forma parte de la música. Querámoslo o no, hay un puente entre la arquitectura y la música basado en nuestras estructuras mentales que son las mismas, tanto en la una como en la otra.

Los compositores, por ejemplo, han utilizado simetrías que existen en la arquitectura. Si se trata de saber cuáles son las partes iguales y simétricas de un rectángulo, la mejor manera de proceder es hacerlo girar sobre sí mismo y sólo hay cuatro posibilidades para ello. En la música existen también tales transformaciones y eso es lo que en la esfera melódica se inventó en el Renacimiento.

Se toma una melodía: se la lee al revés, se toma su inversión en relación con los intervalos, es decir que lo que iba hacia los tonos agudos va hacia los graves y viceversa; añádase a ello la reiteración de la inversión que utilizaron las polifonías del Renacimiento y que ha empleado también la música serial y tendremos efectuadas en este ejemplo las mismas cuatro transformaciones que en la arquitectura.”

Xenakis, Iannis. Correo de la UNESCO. 1986

Al parecer hay más de una similitud, pues el mismo Bela Bartók (2012) utilizó la sección áurea para obtener acordes y está claro que la sección áurea es una proporción geométrica que tiene una característica suplementaria:



Imagen 11



Imagen 12

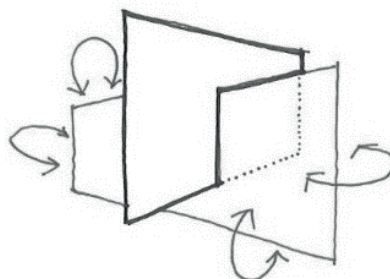


Imagen 13

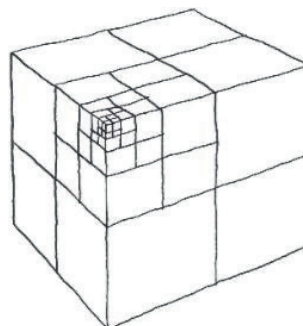


Imagen 14

- > Imagen 11. Villa Poiana; Andrea Palladio; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.
- > Imagen 12. Villa Rotonda; Andrea Palladio; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.
- > Imagen 13. Rotación Tridimensional Musical; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.
- > Imagen 14. Subdivisión de partes en un cubo Modulo; Le Corbusier, Modulor

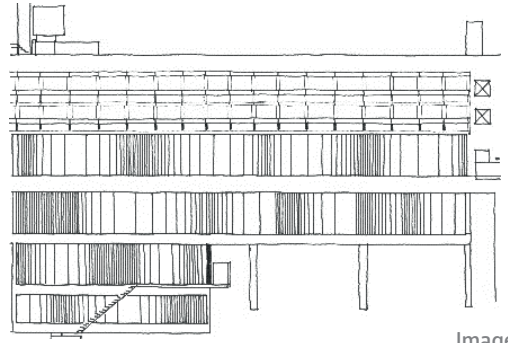


Imagen 15

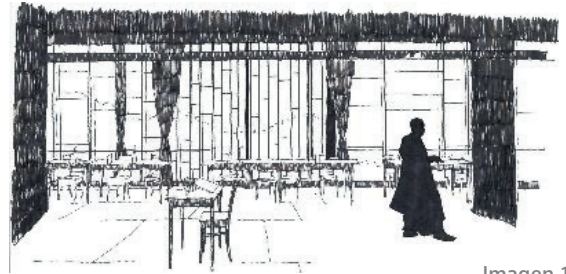


Imagen 16

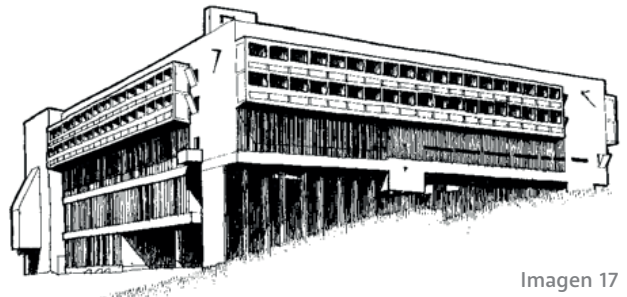


Imagen 17

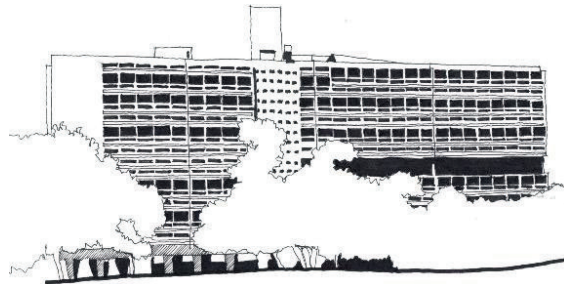


Imagen 18

- > Imagen 15. Convento de Saint Marie de la Tourette; Le Corbusier / Iannis Xenakis; Musique et Architecture
- > Imagen 16. Convento de Saint Marie de la Tourette, Interior de las Celdas; Le Corbusier / Iannis Xenakis; Musique et Architecture
- > Imagen 17. Convento de Saint Marie de la Tourette, Vista General; Le Corbusier / Iannis Xenakis; Musique et Architecture
- > Imagen 18. Unité d'Habitation de Marseille; Le Corbusier; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.

El propio Le Corbusier (1962), en su obra *El Modulor 2*, hace referencia a este principio compositivo, de ajuste variable, en lo que llama genéricamente “Paneles de vidrio ondulatorios”. Según Le Corbusier, las soluciones tradicionales son de composición estática, a diferencia de su propuesta que es de ajuste variable, que aplicó finalmente en el Monasterio de La Tourette. Según Le Corbusier (1962)

En este caso, la dinámica del Modulor queda en libertad total. Los elementos son confrontados, por masas, en las dos direcciones cartesianas, la horizontal y la vertical. Horizontalmente, se obtienen variaciones de densidades de las nervaduras de una manera continua, al modo de las ondulaciones de los medios elásticos. Verticalmente, se crea un contrapeso armónico de densidades variables. Las dos gamas, la roja y la azul, del Modulor quedan utilizadas, sea separadamente, sea entremezcladas, creando así, desequilibrios sutiles, totalizando los dos procesos modulóricos (333-334)

Pero aún hay más. El mismo Xenakis, en su laboratorio de experimentación musical, desarrolló una máquina con la cual el dibujo se puede convertir en sonido. Otro ejemplo de aquello son las comparaciones de los sonidos y los colores de Kandinsky. Aunque no son tan científicas como las observaciones de Xenakis, lo que aporta Kandinsky es determinar que los colores tienen altura y que, si son comparables



- > Imagen 19. Templo Griego Gama Pitagórica; Matila C. Ghyka; Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.
- > Imagen 20. Espacio de Operaciones Musicales según Schönberg; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.
- > Imagen 21. La Composición con Doce Sonidos; Arnold Schönberg; La Composición con Doce Sonidos; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.

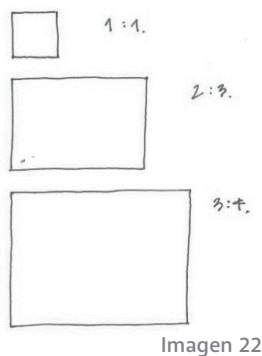


Imagen 22

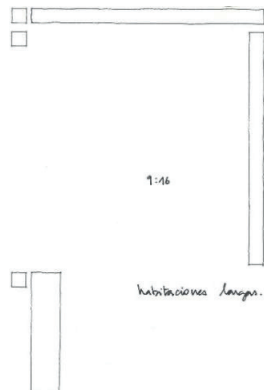


Imagen 23

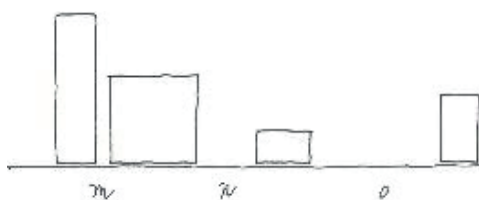


Imagen 24

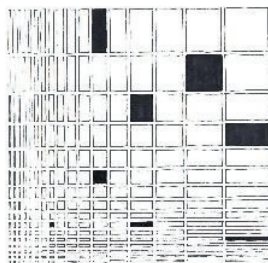
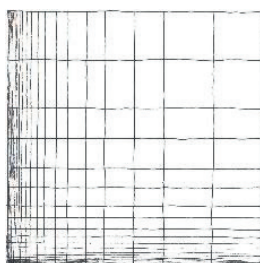


Imagen 25

- > **Imagen 22. Diagrama de Habitaciones Cortas según Alberti; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**
- > **Imagen 23. Diagrama de Habitaciones Largas según Alberti; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**
- > **Imagen 24. Esquemas de comparación de proporción según Alberti; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**
- > **Imagen 25. Red de trazado Modulator; Le Corbusier; Modulator**

a los sonidos, entonces les corresponde una altura que, en música, no es otra cosa que el tono.

Al parecer, en ambas es necesario tener una percepción completa, como lo define Schönberg:

La unidad del espacio musical exige una percepción absoluta y unitaria.

Donde estén integradas:

PARTES	NÚMERO	OPERACIÓN
--------	--------	-----------

Esto es notable porque muestra, de manera muy clara, las cuatro mutaciones básicas que suceden en la música y que son espaciales. Inversión, inversión retrógrada, retrogradación son algunos de los conceptos musicales que tienen referencia con el espacio, al igual que aquella aseveración de Stravinski, que revisamos anteriormente, en la cual afirma el carácter cronique de la música, la cual no puede ser escuchada de manera total sin tener una sucesión en el tiempo. Porque físicamente no existe, es solo parte de un constructo mental.

NÚMERO MÁGICO

Como antecedente citemos un texto de Schiffeld (1971):

A continuación, Alberti procede a señalar una lista de razones permisibles entre la longitud y anchura de las habitaciones. Estas razones son las siguientes: 1:1, 2:3, 3:4, para las habitaciones cortas; 2:1, 4:9, 9:16, para habitaciones medianas, y 3:1, 3:8, 4:1, para habitaciones largas. La tabla que se incluye a continuación señala los intervalos musicales a los que estas razones corresponden, con sus antiguos nombres en latín que nos llegaron a través de Boecio y que fueron de uso común en la literatura del Renacimiento sobre el tema. (72)

Alberti, arquitecto renacentista, afirma que los números por los cuales se construye música son idénticos a cómo se compone arquitectura. Al parecer, nos ha hecho algo más fácil la búsqueda de un patrón de unión entre ambas. He aquí una firme convicción de lo que buscamos. A simple vista uno podría pensar que estos números están tomados de relaciones aparecidas en un pentagrama, del valor de la altura de las notas, etc. El lugar exacto de donde están tomados estos números es desde la relación armónica en el largo de las cuerdas, o sea, desde la teoría de los armónicos pitagóricos, que a continuación trataremos de explicar.

Una cuerda contiene una serie de puntos que son importantes. En estos puntos se sitúan los armónicos llamados naturales, que son solo aquellas notas que suenan por simpatía. Me explico, suenan porque al pulsar una nota esta emite una cierta cantidad de vibraciones por segundo, esa frecuencia es captada por el armónico que está en una relación proporcional con el sonido anterior.

Esta relación física se puede ver en el siguiente esquema. (ver imágenes 26-28).

Tal como se aprecia, la cuerda se divide en su punto medio, dejando dos mitades aparentemente iguales, que según los grandes constructores de guitarras no es tan exacta, debido a que tiene un pequeño error de sumatoria que para nosotros será irrelevante.

Vemos el canon pitagórico, y junto con asombrarnos la belleza de su trazado, que está sacado directamente desde la naturaleza, podemos apreciar los puntos donde se producen estos especiales cristales sonoros.

Es así como: el largo AB es nuestra serie pitagórica, el largo de la cuerda. Al dividirla nos aparecen dos partes, aparentemente iguales, pero proporcionales, o sea, el tramo AE o EB es proporcional al largo total de la cuerda, está en una relación de octava.

Si analizamos luego lo que sucede con el tramo DB, al cual la gama pitagórica también señala como un punto de aparición de un armónico, a simple vista la relación 2:3 no aparece por ningún lado. Pero Alberti, de manera muy inteligente, encuentra, en la relación menor, una subdivisión de la medida en tercios, encontrando que el punto D está en esa relación respecto de A, dentro de AE, la mitad de la octava. También esta relación se encuentra inserta dentro de la longitud mayor, subdividiendo los doce puntos en tercios; asombrosamente, esta relación se encuentra en el mismo punto.

Por último, la proporción 3:4, a la que hace alusión en su escrito, se encuentra inserta solo en la octava, siendo el tramo CB el que tiene esta medida.

Reflexionando sobre lo anterior, es muy probable que Alberti haya estado ligado a la música, pero no como compositor, tal vez como instrumentista. O lo más probable es que pensando en la música como un orden matemático perfecto y capturable, repleto de relaciones medibles que desembocan en armonía, imaginase que la construcción de instrumentos era el medio por el cual la música podía mostrar su orden en forma. A juicio personal, creo que es una idea completamente brillante, aunque solo nos lo demuestre el haber enfrentado su postulado al canon pitagórico, debido a que este es, nada más y nada menos, que la representación en un modelo matemático, de cualquier instrumento de cuerda temperado. Nadie puede dudar de la belleza del trazado de un mástil de una guitarra, o la hermosa curva de la parte superior de un arpa, o las nobles curvas de la madera de un piano, que sigue siendo un arpa, pero en una postura horizontal. Nadie puede negar la belleza de la plástica de la música reflejada en los instrumentos.

De este mismo modo, la arquitectura de Alberti tomaba sus relaciones proporcionales desde los cánones pitagóricos y este, a su vez, es ocupado como regla de oro para regir las cuerdas y su afinación. ¿Habría sido esta una de las claves de la notable belleza de los edificios de nuestro arquitecto

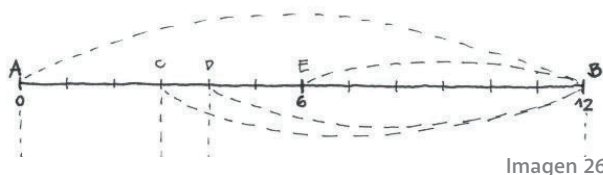


Imagen 26

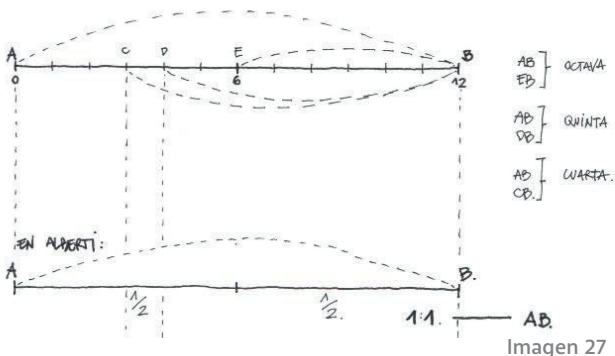


Imagen 27

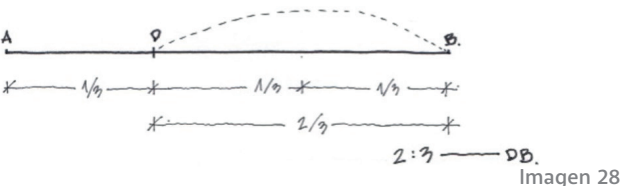
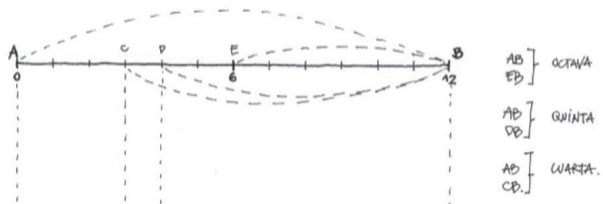
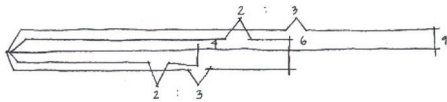


Imagen 28

- > **Imagen 26. Trazado Armónico de una cuerda, Canon Pitagórico; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**
- > **Imagen 27. Subdivisión Armónica A, división de la cuerda en mitad y en dos octavas; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**
- > **Imagen 28. Subarmónicos medidos en tercios; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**



Hand-drawn geometric construction of the Golden Ratio on a line segment AB .

The top diagram shows the construction process:

- Line segment AB is divided into AD and DB .
- Point C is on AD such that $AC = DB$.
- Point E is on AB such that $AE = DB$.
- Arrows indicate the relationships: AB is OCTAVA, EB is QUINTA, AD is QUINTA, DB is OCTAVA, AD is CUARTA, and CB is CUARTA.

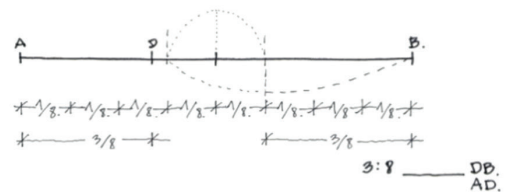
The bottom diagram shows the resulting division of AB into segments AD and DB , with measurements $1/3$ and $2/3$ marked on the segments.

or 3 veces es 1 entero.

3:1 \longleftarrow DB .

donde AD es mitad.

AB } COTAVA
 CD }
 DE } GUINTA
 CB } WARTA



- > Imagen 29. Subdivisión de la Octava en Tercios desde un Medio, en Relación al Monocordio de Francesco Giorgi Veneto; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.
- > Imagen 30. Diagrama de Habitaciones Largas según Alberti; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.
- > Imagen 31. Diagrama de Habitaciones Cortas según Alberti; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.

en sus fachadas? ¿El tener un modelo musical ARMÓNICO en sus trazados garantizaría la buena arquitectura?

Las preguntas quedan.

Ahora, siguiendo con Alberti y su análisis sobre las leyes que rigen la coordinación de sus obras, podemos apreciar que el grupo de números correspondiente a las habitaciones medianas es solo una ampliación de lo anterior, en base al cuadrado de cada orden. Las proporciones 2:1; 4:9; 9:16 son el cuadrado de 1:1; 2:3; 3:4., y este es el orden lógico en la gama de números de Alberti.

Por su parte, en el trabajo de Alberti las habitaciones largas están en la relación

- A. 3:1
- B. 3:8
- C. 4:1

Estas relaciones no provienen de una ampliación de los primeros resultados, como se pudiera creer en un comienzo, sino de un orden distinto del canon pitagórico.

Al explicar: la primera razón es 3:1, y está directamente relacionada con el canon pitagórico al ser este dividido en tres partes iguales, una de sus partes es AD, que es donde se sitúa el primer armónico fundamental. AD es una unidad, tres veces AD conforman el entero

Para la razón 3:8, se puede subdividir el canon en ocho partes iguales. De estas ocho partes, al tomar tres de ellas en el tramo de BD, no encontramos nada, pero si nos fijamos bien desde A hasta D la razón mencionada está muy cercana al punto D, que en música sería la quinta justa. Claro, hay un error, pero este es nada más que el error que suman los instrumentos de cuerda al temperarse, error que esta inserto en la construcción material de la serie.

Por su parte, la proporción 4:1, está contenida justo en el punto C, que corresponde al armónico de la cuarta justa. La unidad que va desde AC, se repite cuatro veces y forma el entero.

Luego de esta explicación, uno se podría preguntar sobre la validez del procedimiento o también sobre su efectividad. Pero antes hacíamos notar que los instrumentos son la materialización de este canon ligado fuertemente al concepto de la armonía, y veíamos si acaso esta armonía era traspasable a la proporción arquitectónica. Veíamos en los instrumentos la materialización de la belleza musical, de su matemática perfecta que no supone engaños. Para demostrar la materialización de la serie pitagórica y el uso de ella en la arquitectura de Alberti, tomaremos al más hermoso y común de los instrumentos de cuerda temperado y analizaremos su métrica y su serie interna.

Una guitarra tiene, aproximadamente, 323.852 mm hasta su espacio número 12, que es donde se ubica su primera octava; eso de acuerdo al fabricante y al tipo de guitarra que se fabrique. Pero para nosotros, 323.852 será el entero. Entero que al ser dividido en su punto medio da un largo de 161.926 mm para cada parte. La cifra obtenida se

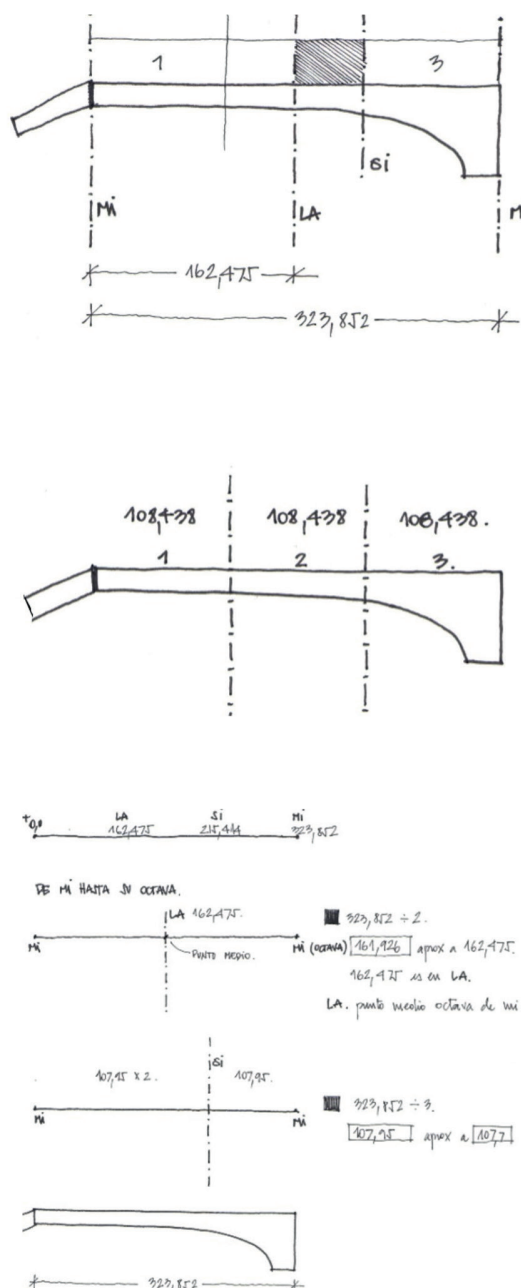


Imagen 32

> **Imagen 32. Aplicación del Canon Pitagórico al Largo de cuerda de una guitarra hasta su primera octava; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

encuentra dentro del rango de los 133.622 y los 162.475, medida en el largo donde se encuentra la nota LA.

Al hacer una nueva subdivisión del mástil y del largo hasta el armónico fundamental, esta vez dividiéndolo en tres partes iguales, el número es 107.95, que al tomarse sus dos tercios desde el origen de la cuerda nos podemos dar cuenta de que su resultado exacto sería 215.9 mm. En el mástil de nuestro instrumento esta cifra se encuentra entre 189.701mm y los 215.414 mm. Esto, en nuestro largo, correspondería a un SI, que es la quinta nota más lejana de MI en orden ascendente y la tercera de MI en orden descendente.

Con todo lo anterior podemos concluir que Alberti no ocupaba una notación exactamente musical, sino más bien una determinada por el largo de las cuerdas confinadas a un diapason, pero tan efectiva como la que logra la armonía.

El orden de los números de Alberti (1998) estaba referido a la construcción de instrumentos.

Todas sus medidas están en las escalas de los instrumentos

Veamos ahora el ejemplo de Alberti, pero en sincronía con la relación musical. Todo sonido genera una serie de armónicos que se oyen disminuidos en la proporción del cuadrado de su distancia: el armónico N°2 se oirá cuatro veces menos que el sonido generador que lleva el N°1; el armónico 5 se oirá 25 veces menos, y así sucesivamente. Suponiendo que el sonido generador Do 1 de 128 vibraciones sea el sonido ejecutado, tendrá los siguientes armónicos que lo acompañan.

En el primer ejemplo, muestra que entre la octava 1:2 no hay ningún sonido intermedio



Imagen 33

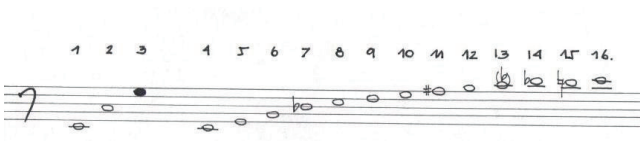


Imagen 34

En el segundo ejemplo que es el tramo entre 2:4 hay un sonido Intermedio que es el número 3.

> **Imagen 33. Octava musical sin sonidos Intermedios; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

> **Imagen 34. Octava musical con un sonido intermedio; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

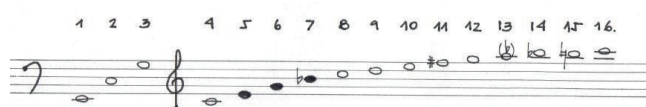


Imagen 35

Luego en la octava 4:8 hay tres sonidos intermedios que son 5,6 y 7.

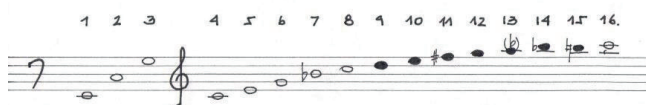


Imagen 36

En la octava 8: 16 hay siete sonidos intermedios que son, el 9, 10, 11, 12, 13,14 y 15.



Imagen 37

En la octava 16:32 hay 15 sonidos intermedios.

La comparación entre lo postulado por Alberti y el fenómeno físico de los armónicos es asombrosa, ya que las razones que llega a ocupar este arquitecto del Renacimiento están estrictamente ligadas a la proporción de los armónicos. Pero esta ley física musical, aparentemente desvinculada de la arquitectura, nos entrega otro grupo de números que son 1, 3, 7, 15.

Si observamos cuidadosamente estos números, representan la tónica, la tercera armónica y el séptimo grado de una escala común, siendo estos los grados que logran que una escala sea determinada como mayor o menor dentro de un tetracordio. Respecto de todo lo anterior, Andrea Palladio señala:

La belleza resulta de la forma bella, y de la correspondencia del todo con las partes.

> **Imagen 35. Octava musical con tres sonidos intermedios; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

> **Imagen 36. Octava musical con siete sonidos intermedios; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

> **Imagen 37. Octava musical con quince sonidos intermedios; Octava musical con un sonido intermedio; Óscar Acosta; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

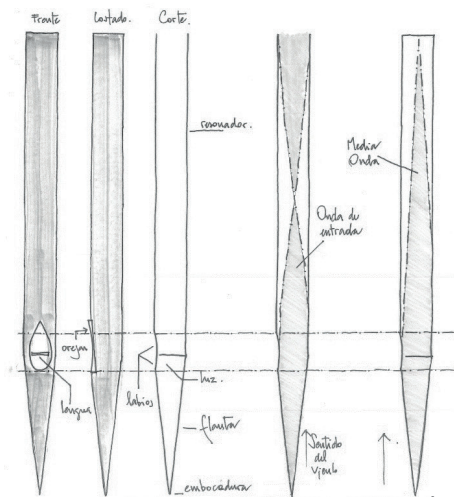


Imagen 38

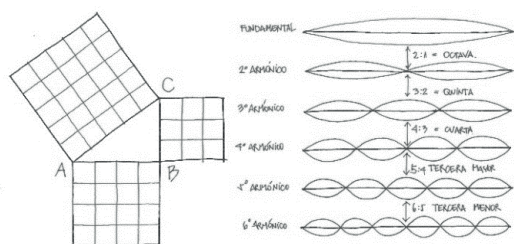


Imagen 39

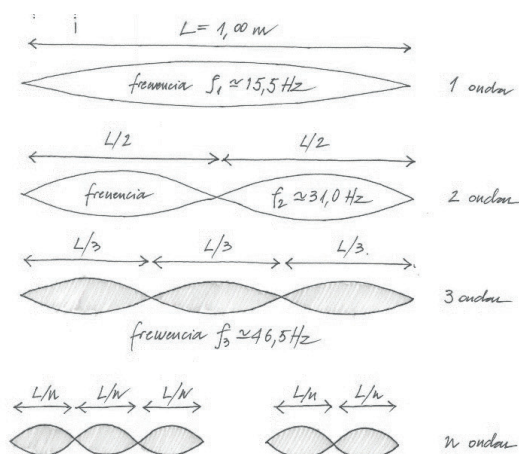


Imagen 40

- > **Imagen 38. Esquema del largo de una pipa de viento; Desconocido; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**
- > **Imagen 39. Gama Pitagórica en comparación a los armónicos en el largo de cuerdas; Desconocido; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**
- > **Imagen 40. Diagrama de frecuencias en comparación a disposición de armónicos; Desconocido; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

(cit. en Wittkower; 29)

Para explicar esta observación es necesario saber que las notas mostradas en la pauta corresponden a la sección del Do1 hasta el Do4, que tienen 128, 256, 512, 1024 vibraciones respectivamente. Con esto podemos comprobar que una octava va aumentando al cuadrado su número de vibraciones, pero no la longitud. Esto se comprueba de la siguiente manera para un órgano de viento.

Do1, 128 vibraciones y una altura de 8 pies. Do2, 256 vibraciones y una altura de 4 pies. Do3, 512 vibraciones y una altura de 2 pies. Do4, 1024 vibraciones y una altura de 1 pie. La altura del instrumento se va acortando y la cantidad de vibraciones aumenta de manera cuadrática.

No nos aventuraremos a decir que el orden pitagórico sea una clave milagrosa desde la cual las cosas son capaces de regirse por la armonía. Pero sí me interesa dejar en claro la validez de un orden. Orden que puede acercar los valores armónicos a las realizaciones realmente materiales que están en el espacio, una de ellas es la arquitectura. Como una pequeña conclusión a lo anterior, me atrevería a decir que su descubrimiento apunta hacia el lado de las relaciones simples, aquello que contiene al número en su estructura interna, pero que no es necesariamente aritmético.

La belleza resultará de la forma y correspondencia del todo con respecto a sus diferentes partes, de las partes en relación con ellas mismas y de estas a su vez, con el todo; la estructura debe aparecer como un cuerpo entero y completo en el que cada miembro concuerde con el otro...

Palladio, Andrea. (1997). Los cuatro libros de arquitectura. Editorial U de León. Pág. 61

Defino la belleza como una armonía de todas las partes en cualquiera que sea el objeto en que se aparezca, ajustadas de tal manera y en proporción y conexión tales que nada pueda ser añadido, separado o modificado más que para empeorar...

Alberti, León Battista. 1998. De Re-Aedificatoria. Akal.

Como lo dijera Policleto, "lo bello aparece, poco a poco, a través de muchos números". Esto pareciera ser la máxima de la estética ligada al pensamiento clásico que intenta transformar todo a "ley en forma de relaciones expresables en términos de fracciones", donde la belleza estaba claramente identificada con la relación de las partes con el todo.

Si una, solamente una de estas preguntas tuviese un sí como respuesta, la música sería, inevitablemente, arquitectura; no habría ninguna diferencia, solo tienen un lenguaje distinto.

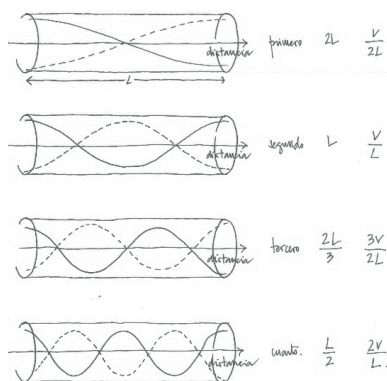


Imagen 41

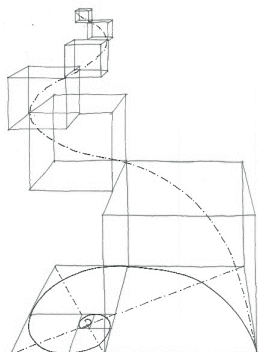


Imagen 42

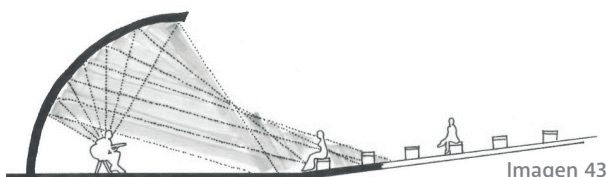


Imagen 43

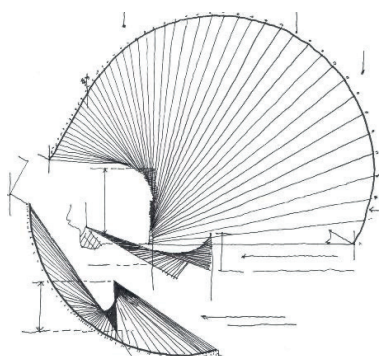


Imagen 44

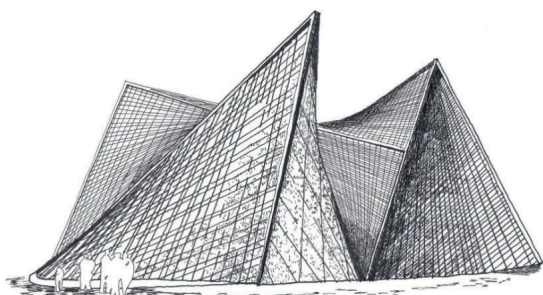


Imagen 45

Para avalar lo anterior, veamos un dato histórico, perteneciente a Iannis Xenakis (Perez, 2008) en su trabajo para el pabellón Phillips. Le Corbusier estaba desarrollando un proyecto en la India, que requería su presencia, cuando le llegó el encargo del Pabellón Phillips de Bruselas (1956). Le Corbusier le encarga el trabajo a Xenakis.

Este, habiendo escrito *Metastasis* (Xennakis, 2006) y *Pithoprakta* (Xennakis, 2008), intenta llevar a la arquitectura la idea de las paredes deslizantes de glisandos. Comienza a experimentar con secciones cónicas que tienen el doble atractivo de ser superficies deformadas engendradas por líneas rectas y su propiedad destacable de estabilidad y distribución de pesos. Xenakis presentó el proyecto a Le Corbusier y este quedó muy impresionado, pues dijo que él estaba trabajando en las mismas ideas.

Es claro que Xenakis trabajaba con un sistema propio que lograba determinar forma hacia ambos lados. Al de la música y al de la arquitectura. Al igual que Alberti, su sistema es infalible para la arquitectura de la época, porque permite establecer un orden en la planta, el corte y la elevación, que son, el idioma de la arquitectura.

La planimetría, es realmente una pauta musical, pero de proporciones, dicho sea, una pauta gráfica.

El sistema de Alberti pasa de la música a la física, al problema de la correspondencia de los sonidos con su valor numérico, es aquí donde se presentan con un valor que se traduce a proporción. Finalmente:

Ese valor proporcional es la única manera como la música se puede traducir a arquitectura o viceversa.

La arquitectura y la música están constituidas por elementos que se relacionan en un estricto orden geométrico, los cuales, a su vez, necesitan de una matriz de orden.

Sea cual sea este orden, es necesario que sea claro, debido

> **Imagen 41. Diagrama de comportamiento del viento en un tubo; Desconocido; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

> **Imagen 42. Descomposición de la serie de Fibonacci; Desconocido; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

> **Imagen 43. Esquema de viaje de ondas sonoras en las estructuras; Desconocido; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

> **Imagen 44. Diagrama del Polytope de Montreal; Iannis Xenakis; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

> **Imagen 45 . Croquis Pabellón Phillips; Iannis Xenakis; Óscar Acosta Combinaciones Elementales 2005.**

a que con esto aparece el número que gobierna la serie, y con ello el orden necesario en música y arquitectura.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Oscar. 2005. *Combinaciones Elementales*. Tesis para optar al título de Arquitecto. Universidad de Valparaíso
- Alberti, León B. 1998. *Tratado de Pintura*. México, Routegue.
- Alberti, León Battista. 1992. *De Re-Aedificatoria*. España Akal.
- Le Corbusier. 1953. *El Modulor. Ensayo sobre una medida armónica a la escala humana apreciable a la arquitectura y la mecánica*. Buenos Aires. Poseidón
- Mandelbrot, Benoît. 1997. *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona. Tusquets.
- Palladio, Andrea. 1997. *Los cuatro libros de arquitectura*. España. Alianza.
- Perez Oyarzun, F. 2008. Iannis Xenakis. *La arquitectura de la música*. En: Revista ARQ, n. 70 Arte / Arquitectura - Art / Architecture, Santiago, diciembre, 2008, p. 70- Recuperado en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962008000300015
- Schoenberg, Arnold. 1984. *Style and Idea*. Berkeley: University of California Press.
- Stravinski, Igor. 1946. *Poética musical*. Buenos Aires, EMECE editores.
- Schofield, P.H. 1971. *Teoría de la proporción en la arquitectura*. Barcelona. Labor.
- Xenakis, Iannis. 1986 Reportaje. *Correo de la UNESCO*.
- Xenakis, Iannis. 1976 *Musique et Architecture*. París. Casterman
- Wittkower, Rudolf. 1958. *La arquitectura en la edad del humanismo*. Bs Aires. Nueva Visión.

VIDEOS

- Bartok, Bela. 2012. Béla Bartók - Three Hungarian Folk Songs from Csík. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=PnSWq_1quYg
- Xenakis, Iannis. 2006. *Metastasis*. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=SZazYFchLRI>
- Xenakis, Iannis. 2008. *Pithoprakta* Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=nvH2KYYJg-o>