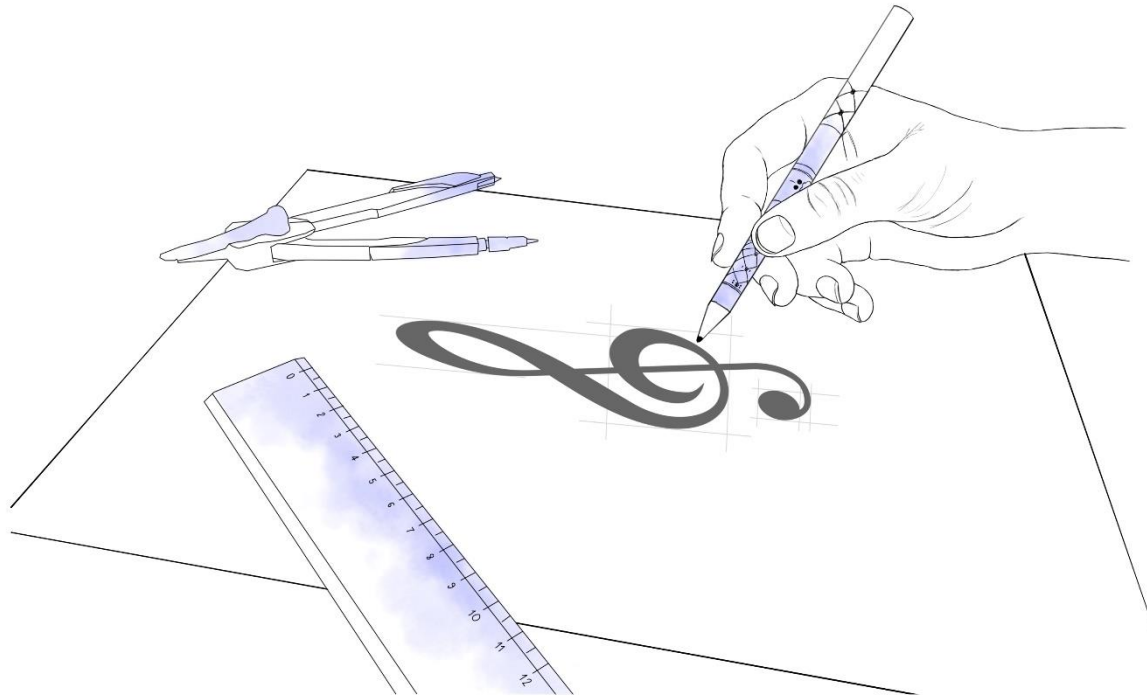


# LA PARTITURA MUSICAL Y EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO COMO HERRAMIENTAS DE COMPOSICIÓN ARTÍSTICA. ANALOGÍAS Y DIFERENCIAS.



Autora: Arantxa Rossi Bertomeu  
Tutor: José Luis Baró Zarzo  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Grado en Fundamentos de la Arquitectura  
Trabajo fin de grado  
Convocatoria octubre 2019  
Curso 2019/2020



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE  
ARQUITECTURA



*A mis padres, tíos y abuelos por su apoyo incondicional.*

*A Quique y Austeja, dos excelentes músicos, gracias por  
aportarme nuevos enfoques en los momentos difíciles.*

*A mis amigas, sin vuestro apoyo no hubiera sido posible.*

*A ti, donde quiera que estés, que me diste fuerzas para  
no abandonar.*



The arts are not isolated,  
from **M** one another  
but engage in dialogue  
this  
understanding will  
introduce  
new kinds  
of sp**A**tial  
phenomeno**N**, however each art  
can **D**o  
what  
**A**n  
othe**R**  
cannot  
it **H**as been  
predictable  
therefore, tha**T**  
n**E**w  
musi**C** will be answered by  
The new  
architect**U**re  
wo**R**k we have  
not yet se**E**n  
only Heard

**John Cage**  
(Martin, 1994)



## RESUMEN

Atrapar el sonido y captar el espacio han sido anhelos perseguidos por el hombre a lo largo de la historia. Y la manera de controlarlos no ha sido otra que mediante la creación de sistemas de representación gráfica ligados a códigos de notación musical, por un lado, y de definición de la realidad volumétrica en dos dimensiones, por otro, perfeccionados progresivamente con el tiempo. Ambas son herramientas necesarias tanto para la concepción como para la posterior ejecución de las obras, sobre las que las nuevas tecnologías han supuesto un avance decisivo. El objetivo de la investigación consiste básicamente en indagar en aquellas circunstancias que les son comunes, deslindando aquellas particularidades propias de cada disciplina.

**Palabras clave:** Arquitectura, música, representación, afinidades, grafismo.

## ABSTRACT

Trapping sound and capturing space have been longings pursued by man throughout history. And the way to control them has been none other than by creating graphic representation systems linked to musical notation codes, on one hand, and defining the volumetric reality in two dimensions, on the other, progressively perfected over time. Both are necessary tools both for the conception and for the subsequent execution of the works, on which the new technologies have been a decisive advance. The objective of the research is basically to investigate in those circumstances that are common to them, delimiting those particularities of each discipline.

**Key words:** Architecture, music, representation, affinities, graphism.

## RESUM

Atrapar el so i capturar l'espai han sigut anhels perseguits per l'home al llarg de la historia. I la manera de controlar-los no ha sigut una altra que per mitjà de la creació de sistemes de representació gràfica lligats a codis de notació musical, d'una banda, i de definició de la realitat volumétrica en dos dimensions, d'un altre, perfeccionats progressivament amb el temps. Ambdós són ferramentes necessàries tan per a la concepció com per a la posterior execució de les obres, sobre les quals les noves tecnologies han suposat un avanç decisiu. L'objectiu de la investigació consistix bàsicament a indagar en aquelles circumstàncies que els són comuns, delimitant aquelles particularitats pròpies de cada disciplina.

**Paraules clau:** Arquitectura, música, representació, afinitats, grafisme.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>	<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
<b>1.1 MOTIVACIÓN.</b>	10	4.1 Resultados.	80
<b>1.2 PRESENTACIÓN.</b>	11	4.2 Líneas de investigación abiertas.	81
1.2.1 Afinidades arquitectura – música.	11	<b>5. REFERENCIAS</b>	<b>82</b>
1.2.2 El problema de traducir el espacio (3D) y el sonido a imagen visual (2D).	12	5.1 Bibliografía	83
1.2.3 Complejidad de la arquitectura y la música.	12	5.2 Créditos de imágenes	87
<b>1.3 APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.</b>	13	5.3. Listado de tablas.	92
1.3.1 Objetivos.	13		
1.3.2 Estado de la cuestión.	13		
1.3.3 Fuentes.	14		
1.3.4 Método de trabajo. Proceso.	14		
<b>2. PARALELISMOS PARTITURA-PROYECTO</b>	<b>15</b>		
<b>2.1 El problema de la forma. Hacia una representación realística.</b>	17		
2.1.1 Concepto de 'representación.	17		
2.1.2 La representación arquitectónica.	17		
2.1.3 La representación musical: los sistemas de notación.	30		
2.1.4 Paralelismos y divergencias.	45		
<b>2.2. El problema de la escala. El tamaño importa.</b>	47		
2.2.1 La escala métrica en arquitectura.	47		
2.2.2 El calibrado del tempo, la intensidad y la frecuencia.	51		
2.2.3 Paralelismos y divergencias.	57		
<b>2.3 El problema de la definición. La concreción en el detalle.</b>	59		
2.3.1. La definición constructiva.	59		
2.3.2 La definición interpretativa.	63		
2.3.3 Paralelismos y divergencias.	67		
<b>3. EPÍLOGO. EL MUNDO VIRTUAL</b>	<b>69</b>		
3.1 Los sistemas CAD y BIM.	70		
3.2 Los sistemas MIDI y DAW.	73		
3.3 Paralelismos y divergencias.	75		
3.4 ¿Cuál es el siguiente paso?	77		



## 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 MOTIVACIÓN.

La motivación principal por este tema surge por mi amor hacia la música. No podría expresarlo mejor que con la famosa cita de Franz Liszt (Walker, 1983):

*'La música es el corazón de la vida. Por ella habla el amor; sin ella no hay bien posible y con ella todo es hermoso.'*

Es interesante cómo a lo largo de nuestra vida podemos ver cientos de dibujos y escuchar sugerentes melodías, y quedamos asombrados ante la belleza y complejidad de éstos, sin detenernos a pensar en todo el proceso que han experimentado la arquitectura y la música para llegar a alcanzar semejante nivel de perfección. Ha sido una gran motivación poder investigar acerca de cómo se ha ido desarrollando la representación de cada una de las artes, siendo este un tema poco documentado.

Desde bien pequeña he aprendido a tocar varios instrumentos además de invertir muchas horas en estudiar lenguaje musical. El último 'instrumento' por lo tanto ha sido la arquitectura. Ha sido toda una experiencia investigar sobre lo que ha sido una gran parte de mi vida. Sin duda es un tema atractivo, difícil y sobre todo poco investigado, pero me satisface poder concluir mis estudios con un reto de esta índole.

## 1.2 PRESENTACIÓN.

### 1.2.1 Afinidades arquitectura – música.

Tanto la música como la arquitectura comparten varias relaciones investigadas a lo largo del tiempo. Las más estudiadas tratan sobre los conceptos en los que se basan ambas artes, siendo algunos de estos el ritmo, la proporción y la textura.

El **ritmo** es el concepto más connatural para las personas y demás seres vivos, ya que se encuentra presente en los ciclos naturales y biológicos, desde la alternancia entre el día y la noche hasta los mismos latidos del corazón. Se define como la creación de diferentes patrones de repetición.

La **proporción** se basa en la relación de magnitudes, ya sea de los intervalos entre las notas para crear armonía en el sonido percibido, como en las medidas de la arquitectura para crear equilibrio visual y mecánico en la imagen observada.

La **textura** depende de los acabados de los materiales constructivos en el caso de la arquitectura. Esta condición podría compararse con el timbre sonoro, que nos permite reconocer la procedencia de un instrumento y estaría, por tanto, ligada a las características materiales de dicho instrumento.

Incluso se han hecho paralelismos entre un director de obra y un director de orquesta. Ambos son quienes conciben el concepto de la obra y son los directores responsables para que la ejecución de ésta sea lo más próximo al pensamiento original. Estas artes liberales y compositivas beben de la imaginación, y por tanto han necesitado desde el principio, un medio gráfico capaz de expresar sus características antes de ser ejecutadas. Es por tanto la representación el puente entre la concepción mental y la ejecución final, necesaria para ser estudiada con anterioridad por sus correspondientes intérpretes. Sin embargo,

no es tarea fácil, ya que cada disciplina tiene un lenguaje gráfico específico; la música se expresa mediante la partitura, mientras que la arquitectura lo hace a través de planos y dibujos.

Al ser estas dos artes hermanas, convergen en situaciones afines. Indagaremos en las relaciones que puede haber entre la representación gráfica de una partitura y de un plano arquitectónico a través de un estudio evolutivo del grafismo de cada disciplina, además de indagar concretamente en varios conceptos importantes en el desarrollo de éste, recogiendo las analogías y diferencias encontradas en cada una de ellas.

### 1.2.2 El problema de traducir el espacio (3D) y el sonido a imagen visual (2D).

Concebimos de manera natural el espacio y el sonido. Somos capaces de percibir el espacio a partir de lo que vemos y el sonido a través de lo que oímos. Sin embargo, la creación de ambos se genera en nuestra mente, es decir, surge como un pensamiento tridimensional abstracto que para poder materializarse necesita de un medio de conversión a una imagen visual, entendible para terceras personas que harán posible su posterior ejecución.

La representación gráfica es el medio por el cual las personas han conseguido a lo largo del tiempo plasmar en dos dimensiones un pensamiento surgido en la imaginación como es el sonido o el espacio. Este lenguaje ha sido capaz, mediante el estudio de leyes matemáticas y geométricas, de representar casi con totalidad las verdaderas intenciones de la idea inicial del compositor. Sin embargo, ¿cómo indicar al constructor las intenciones del arquitecto para ejecutar el edificio tal y como fue concebido por éste? Y ¿cómo transmitir al intérprete las intenciones del compositor para que ejecute la pieza tal y como fue concebida?

La representación gráfica arquitectónica y musical ha sufrido una evolución constante en el tiempo para intentar llegar a expresar con la mayor fidelidad posible la realidad espacial y sonora, pero nunca será capaz de encarnar las emociones que sentimos al entrar en un espacio bien concebido o al escuchar una armoniosa melodía.

*'Dibujar es disponer un signo específico, que se sabe reducido, que se sabe que no va a alcanzar una relación cercana con lo real o el mundo que puede representarse desde su ingenua percepción física.'*<sup>1</sup>

### 1.2.3 Complejidad de la arquitectura y la música.

Percibimos el espacio más fácilmente por ser algo que nos rodea de forma constante, por lo que el proceso de dibujarlo ha sido más intuitivo que la representación de algo intangible como es el sonido, que no se puede atrapar.

A diferencia de otras artes en las que decisiones son tomadas únicamente por el compositor, la arquitectura y la música necesita de varios profesionales para llevarlas a cabo. Así, en la arquitectura intervienen agentes como el proyectista, el constructor y los operarios, además del cliente, quien tiene la última palabra. En el caso de la música, aparecen figuras como el director de orquesta, encargado de coordinar a los múltiples instrumentistas, los cuales deben tener claro cuándo y como tocar las piezas a representar.

Por lo que no solo es necesario detallar con precisión un proyecto arquitectónico o una partitura. Es preciso que todos los participantes de una obra estén cualificados para ejecutarla con rigurosidad, ya que, de no ser así, la verdadera concepción del compositor no se vería reflejada en la realidad, es decir, en el sonido y el espacio.

Por eso es tan importante la representación, pero también su correcto entendimiento y el estudio de su lenguaje. Tanto el proyecto arquitectónico como la partitura deben estar perfectamente definidos para que, a la hora de su ejecución, se cometan los mínimos errores, o ninguno. Para ello, poco a poco cada sistema de representación ha reflejado la realidad artística y cultural de su momento, aprendiendo las diferentes técnicas y errores para llegar a captar el espacio y el sonido con precisión.

---

<sup>1</sup> GÓMEZ MOLINA, J. (1999). Estrategias del dibujo en el arte contemporáneo. Texto de Miguel Ángel Ramos. Madrid. Ediciones Cátedra.

## 1.3 APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.

### 1.3.1 Objetivos.

El objetivo principal del trabajo es consiste en descubrir y explicar las similitudes y diferencias que pudiera haber entre la representación gráfica arquitectónica y la notación musical, con el propósito de comprender mejor cómo la representación de cada disciplina ha permitido la captación del espacio y el tiempo en un plano bidimensional tendente a aproximarse lo más posible a la realidad.

En este contexto, se determinan los objetivos específicos del trabajo:

- Estudiar el proceso evolutivo sufrido en el campo de la representación gráfica y musical
- Analizar diferentes conceptos en los que se basa y apoya la música y la arquitectura como son la forma, la representación de la escala, la definición de la ejecución a través del detalle y los avances tecnológicos, detectando asimismo posibles analogías.
- Establecer resultados basados en la investigación general del trabajo, con el fin de adquirir un juicio personal sobre el tema desarrollado

### 1.3.2 Estado de la cuestión.

En lo que concierne a la evolución de la arquitectura y la música la bibliografía es extensa. Efectivamente, se pueden encontrar abundantes libros, artículos e investigaciones sobre cómo se ha ido desarrollando en general el dibujo arquitectónico y la notación musical occidental.

En lo referente al estudio de relaciones entre ambas disciplinas los estudios son menos numerosos, destacando la tesis doctoral de Gastón Clerc González, lectura necesaria para asentar los conocimientos base sobre arquitectura y música.

- **CLERC GONZALEZ, G.** (2003). *La arquitectura es música congelada*. Tesis. Madrid: Universidad Politécnica
- **SAINZ, J.** (1990). *El dibujo de arquitectura*. Madrid: Nerea.
- **PETER BURKHOLDER, J.; GROUT, D.J. y PALISCA, C.V.** (2015). *Historia de la música occidental*. 8ª ed. Madrid: Alianza Música.
- **ROVIRA, T.** (1999). *Problemas de forma: Schoenberg y Le Corbusier*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya

En cuanto a la investigación sobre posibles analogías de la representación gráfica de arquitectura y música, la bibliografía es escasísima.

### 1.3.3 Fuentes.

El siguiente trabajo se ha basado en fuentes bibliográficas y linkograficas que tratan los diferentes conceptos en los que se profundiza el trabajo con el objetivo que sirva de conocimiento a la hora de establecer similitudes en la representación de la arquitectura y la música.

Para conocer la evolución de los distintos sistemas de representación arquitectónica y musical se ha acudido principalmente a fuentes bibliográficas historiográficas de autores consagrados.

Es en la búsqueda pormenorizada de aspectos concretos donde en mayor cantidad se ha recurrido a la consulta de fuentes hemerográficas. Gracias a plataformas de búsqueda como Google Académico o Dialnet se ha podido acceder directamente a diferentes ensayos y artículos de prestigio con interés sobre el tema, o al menos se ha sido consciente de su existencia, recurriendo a otros cauces para la localización de los textos completos. Subsidiariamente se han consultado otros recursos digitales.

### 1.3.4 Método de trabajo. Proceso.

Para el desarrollo del trabajo se ha utilizado el método comparativo de tipo cualitativo, con el objetivo de encontrar similitudes y diferencias sin cuantificar entre la arquitectura y la música en el ámbito del proyecto y la partitura respectivamente, centrándonos en diferentes casos para realizar un análisis comparativo riguroso.

En cuanto al procedimiento que se ha seguido, éste se podría describir en 5 fases. Primeramente, se ha realizado una revisión bibliográfica de las distintas formas de representación a lo largo del tiempo en los dos campos a estudiar, la arquitectura y la música. Una vez escogidas las fuentes bibliográficas de mayor interés se ha procedido a realizar una lectura crítica de cada una de ellas. Seguidamente se han delimitado los nichos de unidades temáticas relevantes para seguir con su posterior análisis comparativo, describiendo las diferentes relaciones que se han podido encontrar. Por último, se han extraído una serie de conclusiones relevantes, y se han esbozado algunas derivaciones de interés para avanzar en investigaciones futuras.

## 2. PARALELISMOS PARTITURA-PROYECTO

El desarrollo de la investigación propiamente dicho se estructura alrededor de tres puntos. Primeramente, se compara la forma de representación gráfica de ambas disciplinas –el dibujo arquitectónico y la notación musical–, en la manera como han ido evolucionando en el tiempo con el objetivo de representar fidedignamente la realidad espacial y sonora.

En segundo lugar, se aborda la problemática para fijar la escala como forma de medida y como paso de lo relativo a lo absoluto.

Finalmente, se trata la definición de la ejecución constructiva e interpretativa desde el proyecto y la partitura, a partir de detalles constructivos e indicadores varios (indicadores de articulación, técnicas de interpretación...), respectivamente.



## 2.1 El problema de la forma. Hacia una representación realística.

### 2.1.1 Concepto de 'representación'.

Antes de adentrarnos en el análisis sobre el progreso de las técnicas de representación, parece adecuado describir de antemano qué se entiende por representación. Según la Real Academia Española (2014, act. 2018), la representación se define como: *'imagen o idea que sustituye a la realidad'*, o mejor, la representación gráfica, definida como: *'figura con la que se expresa la relación entre diversas magnitudes'*.

Son convenientes estas definiciones si solo entendemos la representación como un plano bidimensional sin más efecto que mostrarnos un dibujo arquitectónico o una partitura. Sin embargo, ésta ha servido como forma de anticiparse a la realización de las obras arquitectónicas y musicales, con tal de componerlas armoniosamente según criterio del compositor.

### 2.1.2 La representación arquitectónica. *Primeras representaciones*

Si bien es cierto que las primeras manifestaciones gráficas en la prehistoria no están ligadas a representaciones arquitectónicas, cabe describirlas siquiera brevemente para obtener conocimientos acerca del porqué de éstas. Las primeras representaciones pictóricas humanas surgen con el arte rupestre, aquel mediante el cual nuestros antepasados se expresaban, antes de hacerlo con palabras. Se expresaban sobre las rocas y en el interior de las cavernas donde habitaban, e incluye tanto pintura como grabados. Es en el periodo Paleolítico, sobre todo en los periodos magdaleniense y auriniaciense, cuando se producen las primeras manifestaciones artísticas (pintura, escultura y arquitectura). Tuvo mayor desarrollo en Francia y España, siendo las cuevas de Lascaux, Chavet y Altamira las más importantes. Se pueden apreciar comúnmente representaciones relativas al combate previo o a la herida de caza.<sup>2</sup>

Son varias las teorías expuestas por los investigadores sobre el porqué del arte rupestre.<sup>3</sup> El ocio, la fantasía, prácticas rituales, ofrendas, signos lingüísticos, la inquietud estética o el deseo de comunicación son las más destacadas de entre todas ellas. Arnold Hauser opinaba que *'las pinturas no fueron creadas con un propósito estético, ya que entonces no se ocultarían como sucede a menudo'* ([Hauser 1993, p. 18](#)). Se acepta, por lo general, que tenía un fin mágico para propiciar la caza, de modo que las zonas donde se realizaban, de difícil acceso, serían santuarios.

---

<sup>2</sup> MADARIAGA DE LA CAMPA, B. (2014). *Consideraciones sobre los signos en el arte prehistórico de las cuevas de la región Cantábrica*. Santander: Asociación de amigos de las cuevas del castillo.

<sup>3</sup> Sin embargo, la palabra 'arte' para ellos, no es lo que significa para nosotros hoy en día.



Figura 1. Signos tectiformes en la cueva de Altamira.

También debemos hablar de los grabados rupestres, desafortunadamente muchos de ellos perdidos o sin descubrir. Fueron representaciones mayoritariamente iconográficas y simbólicas pero debido a su forma, color, localización y tamaño, y el modo en que se repiten, debían de tener un significado apreciable. Resulta que estos signos se dieron gracias a un proceso de esquematización de la imagen de objetos reales, como son los signos tectiformes o claviformes.

'Tectiforme' hace referencia a un signo con semejanza a una choza y, por tanto, a un techo.<sup>4</sup> En conclusión, representan las primeras representaciones de viviendas con múltiples formas y por tanto de su arquitectura primitiva. Alcalde del Río, arqueólogo español, en su estudio de las cuevas de Altamira<sup>5</sup> las dibujó como tiendas de campaña, rectangulares y circulares con ramas en el techo. En Altamira, se pueden apreciar con bastante claridad varios signos tectiformes interpretables como chozas, pero también otros semejantes a trampas, balsas y canoas (Fig 1). Alcalde del Río <sup>6</sup> en la descripción de algunos de los signos señala la falta de perspectiva, lo que nos lleva a la conclusión de que las primeras representaciones eran simplemente un lenguaje figurativo de objetos y materiales que utilizaban los primitivos humanos para poder comunicarse.<sup>7</sup>

<sup>4</sup> <<https://diccionario.reverso.net/frances-definiciones/tectiforme>> [Consulta: 20/05/2019]

<sup>5</sup> ALCALDE DEL RIO, H. (1906). *Las pinturas y grabados de las cavernas prehistóricas de la provincia de Santander*. Porto: Imprensa Portuguesa.

<sup>6</sup> IBID. 5

<sup>7</sup> IBID. 2

## La Antigüedad

La evolución de la comunicativa gráfica llegó de la mano de los sumerios con la escritura cuneiforme, allá por el año 3000 a.C. aproximadamente. Nació primeramente como un sistema de pictogramas, pero a medida que la sociedad avanzaba, estas representaciones se hicieron cada vez más abstractas, dando lugar a lo que se conoce actualmente como escritura cuneiforme. Originariamente se escribía sobre tablillas de arcilla húmeda, mediante un tallo vegetal biselado llamado cálamo.<sup>8</sup>

Aproximadamente sobre la misma época también surgieron los jeroglíficos, un sistema de escritura inventada por los egipcios. Estos símbolos eran sumamente figurativos y, para diseñarlos, los egipcios se inspiraron en su entorno: animales, plantas, partes del cuerpo y la vida cotidiana.<sup>9</sup>

El hombre egipcio no utilizaba la perspectiva, y contaba toda una escena mediante planos superpuestos, variando los personajes de dimensiones según su importancia, pero sin considerar su alejamiento respecto al primer plano de la imagen. Arquitectónicamente hablando, el sistema utilizado por los egipcios fue el rudimento del dibujo arquitectónico<sup>10</sup> (Fig 2).

Alrededor del 3000 a.C. aparecieron los primeros dibujos con carácter propiamente arquitectónico, por la necesidad de crear 'catastros' para registrar los propietarios de viviendas. Estos planos simplemente muestran líneas, espesores de muros, pero

no están a escala, ya que el rudimentario soporte tampoco permitía mucho más<sup>11</sup> (Fig 3).

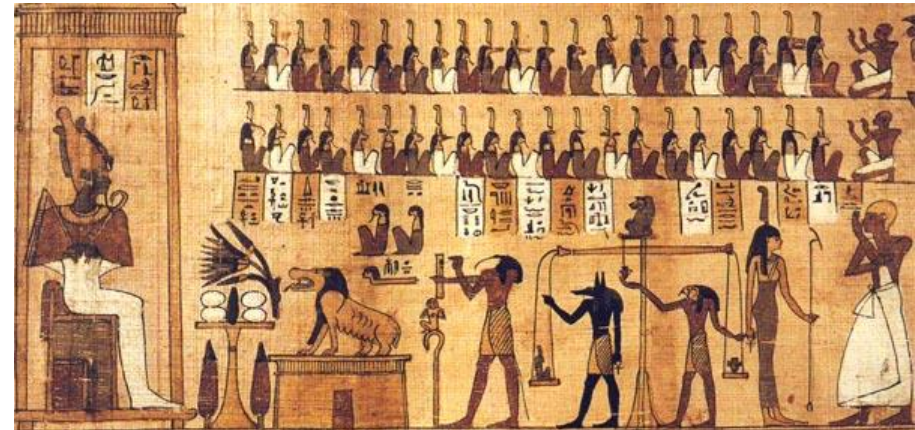


Figura 2. Pasaje del libro de los muertos. Canon de perfil egipcio.

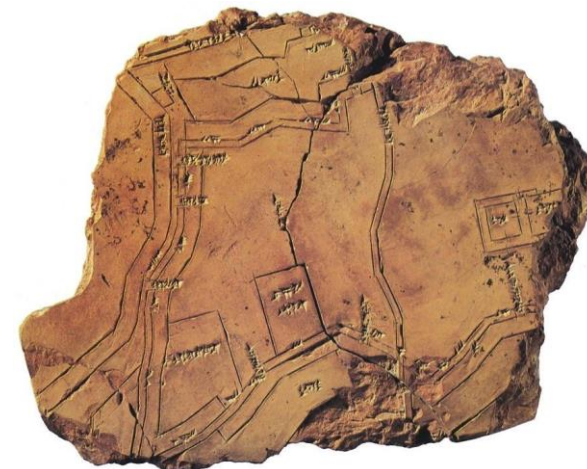


Figura 3. Plano de Nippur sobre tablilla de arcilla.

<sup>8</sup> BRAMANTI, A. (2015). *The cuneiform stylus. Some Addenda*. Sapienza: Università di Roma.

<sup>9</sup> <<https://egiptologia.com/el-llamado-perfil-egipcio/>> [Consulta: 24/05/2019]

<sup>10</sup> GRIEDION, S. (1981). *El presente eterno: Los comienzos de la arquitectura*. Madrid: Alianza Forma.

<sup>11</sup> <<https://historiasdelahistoria.com/2015/08/19/los-mapas-mas-antiguos-de-la-historia>> [Consulta: 24/05/2019]

## La época clásica

Las primeras preocupaciones sobre la perspectiva aparecieron cerca del siglo V a.C. en Grecia, tras varios intentos de producir profundidad en los escenarios teatrales. Aunque los modos de representación seguían siendo bastante esquemáticos, semejantes a los egipcios, se empezaba a percibir cierta inquietud por representar las verdaderas formas de la naturaleza. Las dimensiones de las figuras lentamente comenzaban a determinarse según su proximidad dentro del campo pictórico y esto contribuyó al desarrollo del escorzo.<sup>12</sup>

Bien es cierto que no hay constancia de planos arquitectónicos en la época grecorromana, pero podemos suponer sin riesgo a equivocarnos que existían. En el libro *'Elogio della teoría: Identità delle discipline del disegno e del rilievo'*, el autor del capítulo *'All'origine del Disegno architettonico esecutivo'*, Carlo Inglese, cita textualmente:

*'La existencia de dibujos de proyectos ejecutivos se confirma mediante testimonios relacionados con las **Syngraphai**, **Paradeigma** y **Anagrapheus**. Estas pueden entenderse como formas de descripción relacionadas con la construcción.'*  
(Inglese 2012, p. 275)

Las *'syngraphai'* eran descripciones técnicas escritas e intenciones proyectuales realizadas por el arquitecto. Éste se apoyaba a continuación en los *'paradeigma'* y los *'anagrapheus'*. Los *'paradeigmas'* eran modelos a escala real, normalmente de madera, estuco o piedra, y utilizados para definir los elementos más complejos como los triglifos o los capiteles, que tenían que manifestar las diferentes decoraciones talladas o pintadas. Los *'anagrapheus'*, un término confuso

debido a su traducción del griego, según la descripción de Antonio Ruiz de la Rosa,<sup>13</sup> eran *'dibujos seccionales, pero también cualquier dibujo y construcción a escala real'*. Los arquitectos llevaban a cabo los *'anagrapheus'* para definir y ajustar la forma y sus relaciones, como una especie de plantilla, para que los obreros pudieran cortar la piedra con las medidas adecuadas.<sup>14</sup>

Estas 3 representaciones grecorromanas no son las que conocemos hoy en día. Por eso, cabe mencionar a Marco Vitruvio, arquitecto romano del siglo I a.C. y autor de *'De architectura Libri Decem'* ('Los diez libros de arquitectura'). Vitruvio sentó las bases de lo que se asemeja al despliegue del dibujo de proyecciones geométricas de obras de arquitectura.

*'La disposición es una apta colocación y efecto elegante en la composición del edificio en orden a la calidad. Las especies de disposición, que en griego se llaman ideas, son **icnografía**, **ortografía** y **escenografía**. La **icnografía** es un dibujo en pequeño, formado con la regla y el compás, del cual se toman las dimensiones, para demarcar en el terreno del área el vestigio o planta del edificio. **Ortografía** es una representación en pequeño de la frente del edificio futuro y de su figura por elevación y con todas sus dimensiones. Y la **escenografía** es el dibujo sombreado de la frente y lados del edificio, que se alejan y concurriendo todas las líneas a un punto.'*  
(Vitruvio 15 a.C., L VI)

De esto se puede deducir que Vitruvio habla de la planta del edificio y de su correspondiente alzado, para finalizar con la perspectiva. Se trata de una perspectiva primaria cuya

<sup>12</sup> <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.132/3908>> [Consulta: 25/05/2019]

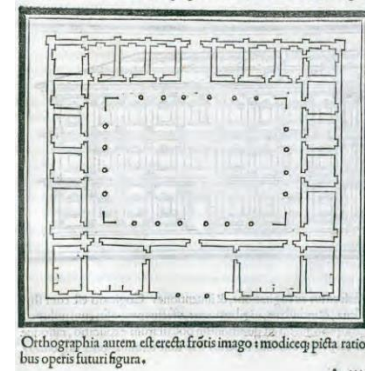
<sup>13</sup> RUIZ DE LA ROSA, A. (1987). *Traza y simetría de la arquitectura: en la antigüedad y medievo*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

<sup>14</sup> CARLEVARIS, L. (2012). *Elogio della teoría. Identità delle discipline del disegno e del rilievo*. Roma: Gangemi Editore.

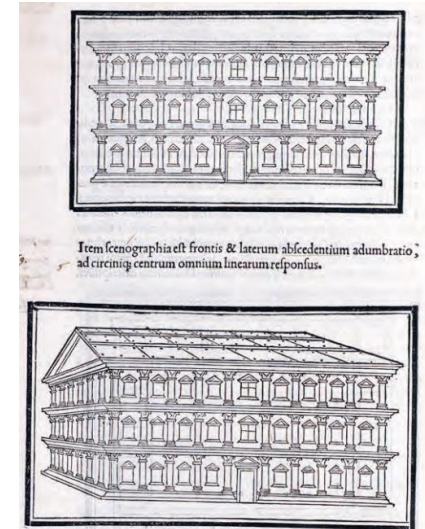
invención fue atribuida por Vitruvio a Agatarco de Samos, pintor griego nacido a finales del siglo V aC, autor de los frescos de la casa de Alcibiades y de maravillosas escenografías.<sup>15</sup> (Fig 4 y 5)

*'Él fue quien por primera vez [...] pintó las decoraciones; y de ello nos ha dejado un tratado. Aleccionados por esto, Demócrito y Anaxágoras escribieron sobre el mismo tema, sentando la doctrina de cómo marcando un centro en un lugar señalado, es preciso que las líneas respondan según una ley natural a la dirección de la vista y a la propagación de los rayos, para que unas imágenes determinadas de una cosa indeterminada representen en las decoraciones de un escenario el aspecto de edificios, y que objetos que están pintados sobre planos parezcan alejarse en unos sitios y aproximarse en otros'*  
(Vitruvio 15 a.C., L VII)

Se trata de una descripción de un método perspectivo rudimentario, que no se acababa de dominar. Ejemplos de ello se pueden encontrar en los frescos de las ruinas pompeyanas. Uno de los más destacados se encuentra en la casa de Livia (Fig 6).



Orthographia autem est erecta frontis imago i modiceq; picta rationibus operis futuri figura.



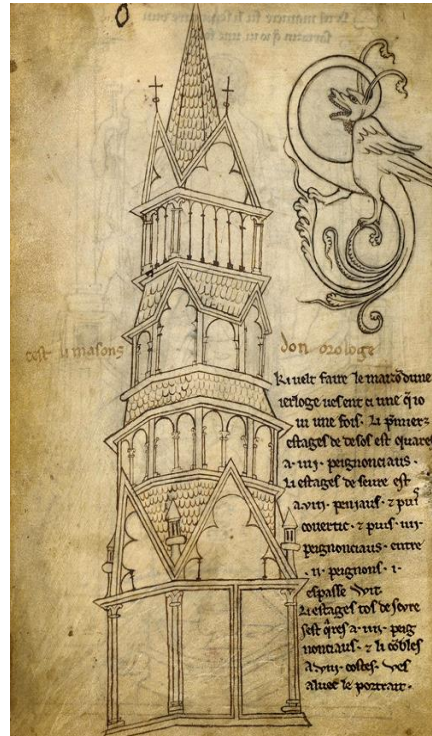
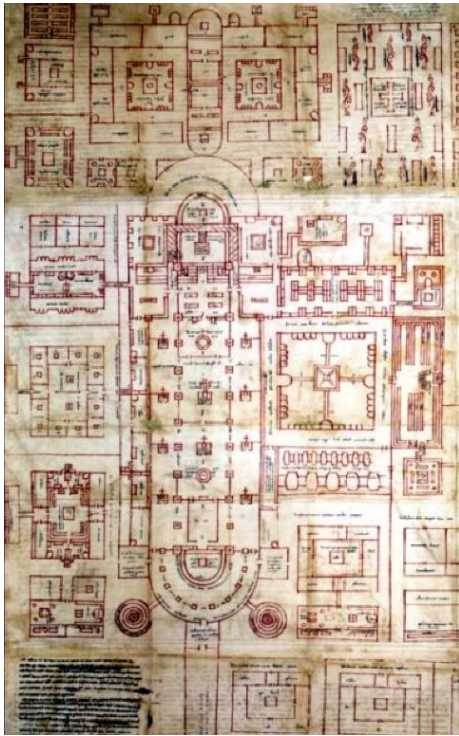
Item scenographia est frontis & laterum abscedentium adumbratio, ad circinq; centrum omnium linearum responfus.

Figura 4. Incographia de Vitruvio según la edición de Fra Giocondo (1511).  
Figura 5. Ortographia y scenographia de Vitruvio según la edición de Fra Giocondo (1511).



Figura 6. Fresco en la casa de Livia.

<sup>15</sup> SAINZ, J. (1990). *El dibujo de arquitectura*. Madrid: Nerea.



## La Edad Media

Entre los dibujos arquitectónicos más antiguos que han llegado hasta nuestros días se encuentra la planta del monasterio de St. Gallen en Suiza, de autor desconocido, datado hacia el año 820. El trazado todavía sigue siendo muy esquemática, pero se aprecian mediante líneas sencillas las divisiones de los diferentes espacios, equipamientos y mobiliario. Sin embargo, no contiene ni alzados ni secciones (Fig 7).

Con la aparición del gótico, los maestros de obra comenzaron a dibujar los detalles con más precisión y naturalidad. Además, al tratarse de estructuras más complejas, las técnicas de representación gráfica se desarrollaron rápidamente y los canteros adoptaron procedimientos innovadores basados en la proyección ortogonal.<sup>16</sup> Esta concepción más 'moderna' consistía en representar objetos dispuestos en planos diferentes, como en el cuaderno de Villard de Honnecourt. Esta 'técnica' fue el antecedente de perspectiva 'a ras de suelo'.<sup>17</sup> Villard trazaba el objeto como si estuviese desplegado en torno a un eje; tiene una ligera intuición de fuga en los laterales de los dibujos, desplegándose, pero sin crear profundidad (Fig 8).

Figura 7. Planta de St. Gallen.

Figura 8. Lámina de Villard de Honnecourt.

<sup>16</sup> RUIZ DE LA ROSA, J.A. (2000). *Los sistemas de representación en la arquitectura*. <<https://personal.us.es/jrcr/uploads/docencia/Los%20sistemas%20de%20representación.pdf>> [Consulta: 12/06/2019]

<sup>17</sup> SAINZ, J. (1990). *El dibujo de arquitectura*. Madrid: Nerea. Según Sainz, la perspectiva 'a ras de suelo' empleada por Villard representaba los objetos vistos desde abajo, un escorzo primitivo ya tratado por Vitruvio.

## El Renacimiento

Los primeros indicios de perspectiva científica deben ser atribuidos al pintor florentino Giotto (1267-1336). Él mismo había formulado unas reglas, si bien no perfectas, para trabajar la perspectiva cónica. Gracias a la pintura de la 'Confirmación de la Regla de San Francisco' (1290) podemos apreciar cómo situaba un punto aproximadamente a la altura de los ojos del observador y de ahí trazaba líneas hacia los extremos<sup>18</sup> (Fig 9).

Pero sin duda una de las figuras más importantes en el desarrollo de la perspectiva fue el arquitecto florentino Filippo Brunelleschi (1377-1446). Entre los años 1416 y 1420, Brunelleschi realizó unos estudios ópticos, mediante los que descubrió los principios matemáticos y científicos que rigen la perspectiva cónica, que no era más que una perspectiva lineal fundada en rectas paralelas convergentes a un punto, llamado punto de fuga, situado en la línea del horizonte<sup>19</sup> (Fig 10).

Más tarde, Leon Battista Alberti (1404-1472), en su tratado 'De pictura' (1435) retoma los avances de la perspectiva realizados por Brunelleschi. No se preocupa tanto en demostrar las leyes matemáticas de la perspectiva, sino de '*observar los objetos reales a través de un marco, de modo que la pirámide visual quedara cortada por una especie de cristal transparente*' (Sáinz 1990, p. 63). El concepto de perspectiva de Alberti se basa en el esquema Euclidiano, pero introduciendo el campo pictórico que, en este caso, sería un cristal transparente (Fig 11).

Posteriormente, Alberti emula el '*De architectura libri decem*' de Vitruvio mediante un tratado titulado '*De re aedificatoria*' (1452). Replantea y critica los textos de Vitruvio, como intento de realizar el primer tratado moderno de la teoría arquitectónica.



Figura 9. Confirmación de la regla de San Francisco.

<sup>18</sup> KEMP, M. (2000). *La ciencia del arte. La óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat*. Madrid: Ediciones Akal S.A.

<sup>19</sup> IBID. 15

En el primer libro, titulado 'Lineamenta', Alberti nos expresa el tema que nos concierne. Para él, la lineamenta (que desde una primera intuición podríamos pensar simplemente en las líneas de un dibujo) es más que un trazo o un proyecto, es el modo y la condición con la que una idea viene a la mente. Dibujar es escribir, pero también construir.<sup>20</sup>

*'Toda la fuerza y la razón de los lineamentos radica en cómo ellos abren un camino recto y absoluto para acoplar y conjugar líneas y ángulos por medio de los cuales se comprende y se determina el aspecto del edificio'. (Alberti, 1998: p. 19)*

Cabe mencionar que tanto Brunelleschi como Alberti utilizaban modelos a escala (maquetas), usualmente de madera o piedra. Complementaban la definición arquitectónica mediante dibujos en plantas y alzado. Muy pocas se conservan hoy en día, pero una de las más destacadas es el modelo de la cúpula de la catedral de Florencia, realizada por Donatello.

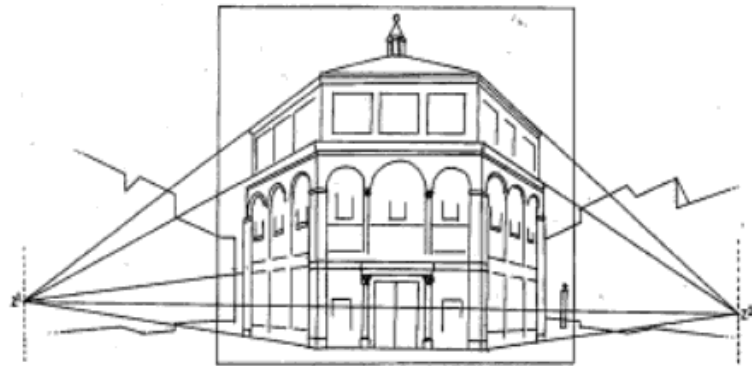


Figura 10. Perspectiva según Brunelleschi. Recreación de la tabla en la que, mediante un orificio a altura del punto real de visión del espectador, se veía la imagen real del Baptisterio.

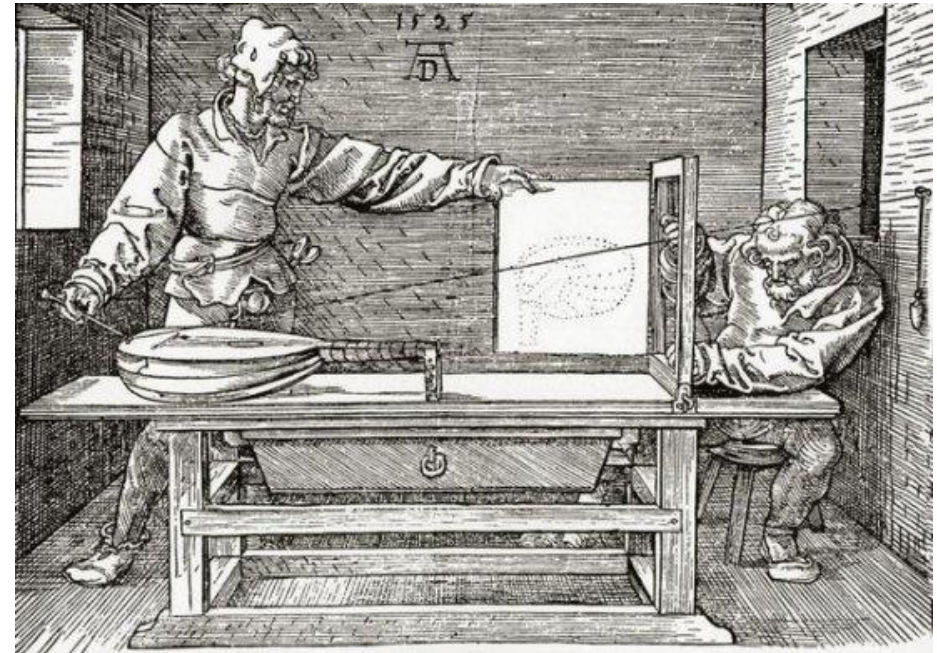


Figura 11. Perspectiva según Alberti. Un hombre dibujando un laúd. Grabado de Durer.

<sup>20</sup> GARCÍA SÁNCHEZ, R. (2015). 'Los lineamenta de Alberti y las artes liberales. Una relación entre la retórica y el gusto en De re aedificatoria' en *Arte y Ciudad*, nº 8, p. 7-28



Alberti defendía la utilización de la planta para los documentos gráficos sobre arquitectura –complementada con la maqueta–, dejando la perspectiva para el campo artístico. Para él, el arquitecto tenía que basarse en proporciones y medidas conmensurables, y la perspectiva distorsionaba la realidad, y por lo tanto no era fiable.

En este panorama surgió Rafael de Urbino (1483-1520), que contribuyó a profundizar en el pensamiento de Alberti completando la definición gráfica a escala del edificio con la sección y el alzado. Así, en la carta dirigida al papa León X, en 1519, escribía:

*'Así pues, el dibujo de los edificios pertinente al arquitecto se divide en tres partes, de las cuales la primera es la planta, es decir, el dibujo plano. La segunda es la pared de fuera con sus ornamentos. La tercera es la pared de dentro, también con sus ornamentos'. (Rafael de Urbino, 1519)*

Así pues, con Rafael se estableció definitivamente el sistema de representación planta-sección-alzado, pero fue Antonio da Sangallo (1484-1546) –discípulo de Rafael– el encargado de ponerlo en práctica. Todos sus dibujos y levantamientos los realizó en proyección ortogonal siguiendo el planteamiento de su maestro y, además, les añadió sombras para mejorar la sensación espacial <sup>21</sup> (Fig 12).

Son muchos los teóricos que suceden a Alberti en el estudio de la representación y el dibujo arquitectónicos, entre otros, Sebastiano Serlio (1475-1554) con su 'Libro IV' (1537), Jacobo Vignola (1507-1573) con 'Tratado de los cinco órdenes de arquitectura' (1562), y Andrea Palladio (1508-1580) con 'Los cuatro libros de la arquitectura' (1570).

Cabe destacar la figura de Leonardo da Vinci, defensor de la representación completa de un objeto tridimensional. La manera de hacerlo fue combinando la planta con la perspectiva aérea, para revelar el interior y el exterior del objeto. Estudió la geometría de Arquímedes y Vitruvio, y la perspectiva lineal de Brunelleschi y Alberti, si bien, a diferencia de éstos, plasmó sus ideas visualmente, y no verbalmente <sup>22</sup> (Fig 13).



Figura 12. Antonio da Sangallo, el Joven: alzado del proyecto de basílica para San Pedro del Vaticano.

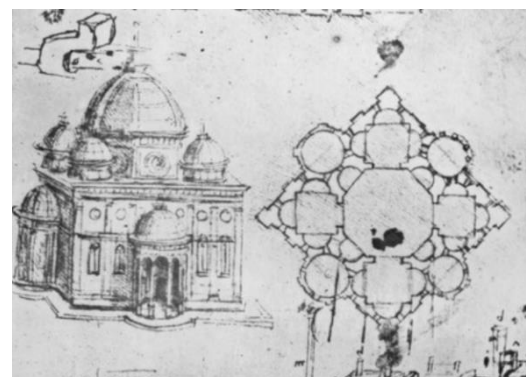


Figura 13. Leonardo Da Vinci: diseño de una iglesia.

<sup>21</sup> IBID. 15

<sup>22</sup> TÓMSIC CERKEZ, B. (1999). 'Una lección de la Historia. El nacimiento del dibujo arquitectónico', en *Arte, Individuo y Sociedad*, vol. 11, p. 69-82.

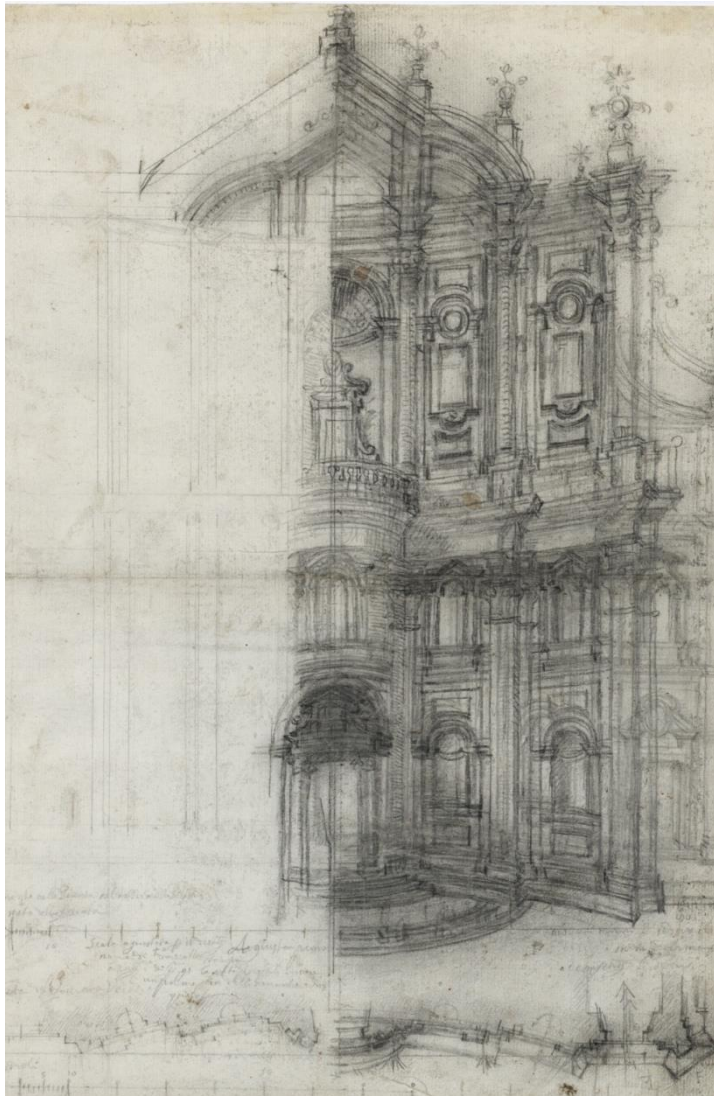


Figura 14. Francesco Borromini. Estudio idealizado para la fachada del Oratorio dei Filippini, 1600.

## El Barroco

En el Barroco la representación arquitectónica continuó basándose en el sistema de plantas, secciones y alzados, y usualmente también en perspectivas para definir mejor el espacio, aunque con una relación más compleja entre todas las partes de la edificación por la inclusión de curvas y dinamismo en los elementos arquitectónicos. A nivel teórico no avanzó mucho más la investigación sobre la perspectiva. Los dos maestros más destacados de este período fueron Bernini (1598-1680) y Borromini (1599-1667) (Fig 14).

## Los siglos XVIII y XIX

Pero el sistema de proyección planta-sección-alzado definido por Rafael, y ya asentado en el Renacimiento, no se instauró geoméricamente hasta la publicación de la obra '*Geometría Descriptiva*' en 1795 por Gaspard Monge (1746-1818). Monge estableció las bases de esta disciplina, codificando científicamente los sistemas de representación como la proyección ortogonal, la perspectiva, la axonometría y la proyección oblicua, importante esta última para calcular las sombras propias y arrojadas.<sup>23</sup> A partir de esta codificación fueron varios los arquitectos que comenzaron a representar en detalle los sistemas constructivos arquitectónicos.

Gracias a esta codificación, surgieron tratados como los de Jean-Baptiste Rondelet (1743-1829), quien escribió '*Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*', donde estudiaba la ciencia de la construcción, para garantizar la resistencia y durabilidad de la arquitectura. Sus dibujos son muy detallados sobre la materialidad, la estructura, y diversos sistemas constructivos de arquitectura<sup>24</sup> (Fig 15).

<sup>23</sup> IBID. 15

<sup>24</sup> <<https://teoriatres.wordpress.com/2010/11/30/rondelet-1743-1829-y-durand-1760-1835-2/>> [Consulta: 01/08/2019]

Hay que destacar también a Auguste Choisy, quien en sus libros ilustró mediante axonometrías militares diferentes arquitecturas históricas para mejor entendimiento de sus verdaderas proporciones <sup>25</sup> (Fig 16).

La invención de la fotografía, que tuvo sus inicios en la primera mitad del XIX, supuso un nuevo enfoque para la representación arquitectónica. La fotografía por primera vez documentaba fielmente la arquitectura tal y como era, y en todos sus detalles, pero a diferencia del dibujo, no podía representar un edificio sin construir, como tampoco reconstruir visualmente edificios destruidos o demolidos. En cualquier caso, se convirtió en una herramienta útil para el proyecto arquitectónico.

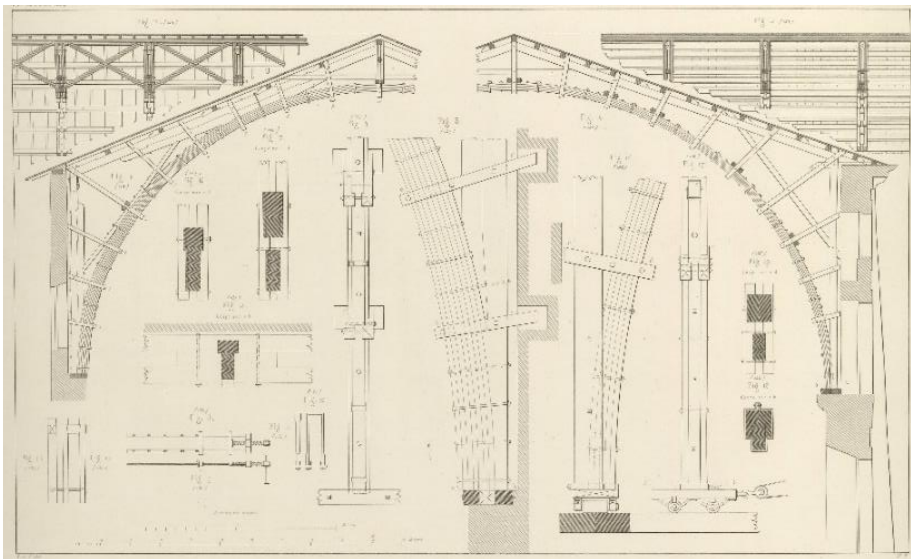


Figura 15. Lámina constructiva del tratado de Jean-Baptiste Rondelet.

<sup>25</sup> IBID. 15

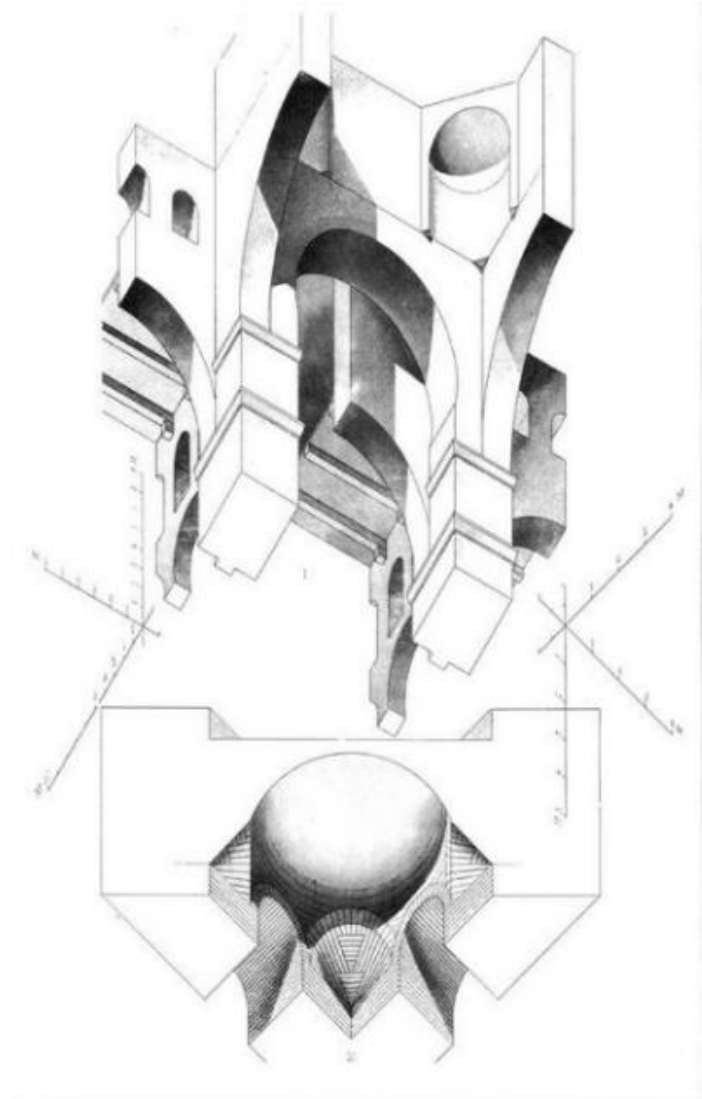


Figura 16. Auguste Choisy: Representación axonométrica.

## Siglo XX

Las vanguardias arquitectónicas experimentaron con la perspectiva. Los arquitectos querían definir una nueva imagen. Mediante la utilización de los recursos disponibles de representación gráfica, intentaron innovar, subvirtiendo y distorsionando la perspectiva para conseguir diferentes efectos gráficos. De estos experimentos son ejemplo el *collage*, la inserción fotográfica de maquetas utilizado por Mies Van der Rohe, los croquis expresionistas de Erich Mendelsohn, y las axonometrías de fuerte colorido de *De Stijl* sustituyendo a la perspectiva cónica (Fig 17).

En el Movimiento Moderno se introduce el color como una característica a considerar en fase proyectual, para poder establecer diferencias entre las distintas vistas de la pieza arquitectónica y definir los materiales a utilizar en su construcción.<sup>26</sup> Algunos arquitectos defienden el color de los propios materiales, como Adolf Loos o Frank Ll. Wright, si bien el paradigma del Movimiento Moderno está estrechamente ligado al empleo del color blanco. Resulta un tanto contradictorio, ya que es difícil entender la arquitectura de Le Corbusier sin el uso del color en la *Unité d'Habitation* en Marsella o en la combinación de materiales del Pabellón de Barcelona de Mies van der Rohe. El color constituyó un conjunto de valores compositivos y formales para la arquitectura.<sup>27</sup>

Más tarde, el grupo de los 'Five Architects', dentro de un contexto que se mueve entre la superación, la revisión o la continuación de la modernidad, expresaron desde esta última posición la voluntad de recuperar la experimentación que las vanguardias habían iniciado. En el caso de Peter Eisenmann, el interés proyectual se orienta a incorporar en el proyecto el

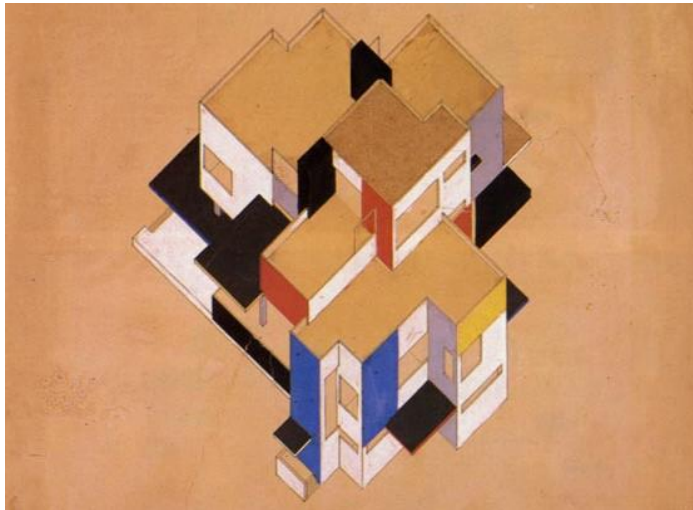


Figura 16. Axonometría por Theo van Doesburg (movimiento artístico *De Stijl*).

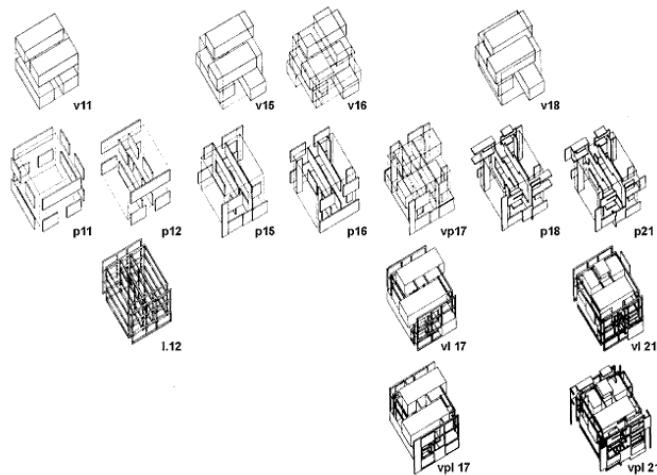


Figura 18. Proceso proyectual por Peter Eisenmann para House IV.

<sup>26</sup> MARCOS, C.L.; LLOPIS VERDÚ, J.; ALLEPUZ, Á.; CARBONELL SEGARRA, M.; JUAN GUTIERREZ, P.; DOMINGO GRESA, J.; GARCÍA JARA, F.; MARTÍNEZ IVARS, C. (2016). *El color en la arquitectura y en su representación gráfica: Percepción, interpretación y representación*. Alicante: Universidad de Alicante.

<sup>27</sup> <https://juaser11.blogs.upv.es/movimiento-moderno-el-mito-del-color-blanco/> [Consulta: 03/08/2019]

## Siglo XXI

proceso de generación formal sobre el 'objeto', mediante desplazamientos, rotaciones y maclajes. Recurre con frecuencia a la axonometría para representar la dualidad lleno-vacío y los elementos sustentantes-sustentados <sup>28</sup> (Fig 18).

Y es a finales de los años 70 cuando los programas de diseño asistido por ordenador, o también llamados CAD (*Computer-Aided Design*), aparecen en el contexto arquitectónico. En los años 80, se lanzó al mercado la herramienta informática más utilizada actualmente: AutoCAD de Autodesk. El programa supuso un gran avance tecnológico, especialmente para el diseño en 2D, dejando el 3D para otras aplicaciones. Pero esto no tardaría en cambiar, ya que a finales de los 80 surgió el BIM (*Building Information Modelling*), conocido por todos hoy en día. Dentro de las aplicaciones vigentes más populares está REVIT, también de Autodesk, un software que permite modelar completamente edificios en tres dimensiones, con materiales, instalaciones, situación geográfica, etc... en tiempo real. <sup>29</sup>

Después de este recorrido, ¿qué nos depara el futuro? La tecnología no deja de avanzar, y los arquitectos demandan herramientas que permitan más prestaciones en la génesis del proyecto y más definición en la anticipación de la realidad construida mediante realidad virtual, con el fin de transmitir mejor los espacios proyectados.

Un ejemplo de respuesta a esa demanda son las gafas 'Oculus Rift', compuestas por dos pantallas ópticas que proyectan imágenes estereoscópicas simulando un modelo 3D previamente construido, con la sensación añadida para el observador de poder adentrarse en el espacio virtual (Fig 19). También existen simuladores que sincronizan los movimientos del cuerpo de una persona (desplazamiento, ascenso, descenso, giro 3D...) con la imagen virtual ofrecida en estas pantallas.

Quizá en un futuro próximo ya no será necesario interpretar los planos y secciones que tan arduo trabajo costaron a nuestros predecesores. El futuro está en la realidad virtual.



Figura 19. Gafas virtuales Oculus Rift.

<sup>28</sup> GARCÍA HÍPOLA, M. (2009). '¿Por qué Peter Eisenman hace tan buenos diseños? Tácticas, estrategias y estrategias' en *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, n.14, p. 90-99.

<sup>29</sup> <[http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2013r\\_001.content.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2013r_001.content.pdf)> [Consulta: 03/08/2019]

### 2.1.3 La representación musical: los sistemas de notación. *Primeras intuiciones*

Los testimonios más antiguos de la historia musical perduran en los instrumentos antiguos encontrados, así como en las representaciones conservadas. En el arte rupestre podemos encontrar dibujos que se asemejan a instrumentos musicales, como tambores, flautas, etc... Como hemos visto en el capítulo anterior, después del arte rupestre nos hemos referido a la invención de la escritura cuneiforme, y es con este descubrimiento que se inicia la historia de la notación musical.

El sistema de notación más arcaico que conocemos es la notación alfabética siria. Cada letra representaba un sonido, con un total de 30 letras. La pieza más antigua que se conserva, datada entre 1400-1250 a.C., proviene de una tablilla de arcilla encontrada en Ugarit (Siria). En dicha tablilla se puede apreciar lo que los investigadores consideran un poema escrito a Nikkal, esposa del dios de la Luna, pero no se puede traducir enteramente el texto. En la tablilla, la letra se coloca por encima, y se separa de la música mediante una doble línea <sup>30</sup> (Fig 20).



Figura 20. Himno a la diosa Nikkal.

Este sistema fue derivándose hasta la primera escritura musical de los griegos conocida como notación instrumental, que utilizaba las letras del alfabeto griego y otros símbolos para representar una serie de notas diatónicas. Esto resolvía la definición de la altura de los sonidos, pero no el problema de la duración. Para solventar este inconveniente, los griegos crearon una serie de signos (rayas, puntos y semicírculos) colocados sobre las letras, que indicaban combinaciones de valores cortos y largos.<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup> PETER BURKHOLDER, J.; GROUT, D.J.; y PALISCA, C.V. (2015). *Historia de la música occidental*. 8ª ed. Madrid: Alianza Música.

<sup>31</sup> ARINERO CARREÑO, M.D. (2009). *Apuntes de historia de la música: desde la Antigüedad hasta el Renacimiento*. Granada: Universidad de Granada.

En el año 330 a.C, Aristógenes de Tarento, filósofo, músico y teórico griego, creador de los primeros dos tratados de música, titulados 'Elementos armónicos' y 'Elementos rítmicos'. En ellos, define el ritmo musical y su duración, similares esquemáticamente a la poesía griega, y aporta definiciones de los intervalos, de los sistemas (hoy en día escalas) y los tetracordios. Un tetracordio se basaba en la sucesión de cuatro notas secuenciales que comprendían un intervalo de cuarta, y podían ser de tres 'genera' diferentes.<sup>32</sup>

Se conservan unas 45 piezas de música griega antigua representada con esta notación instrumental. Las más antiguas y conocidos son:

- Dos coros de las tragedias de Orestes, escritas por Eurípides, datadas ca. 200 a.C y conservadas en un trozo de papiro; se trata de siete líneas de texto con notación musical sobre cada una; no se sabe bien el 'genera', pudiendo ser cualquiera de los tres; (Fig 21)
- El Epitafio de Seikilos, una columna de mármol posada sobre una tumba, donde supuestamente Sículo la hizo construir para su esposa Euterpe. Su 'genera' es diatónica, teniendo un ámbito de una octava<sup>33</sup> (Fig 22).

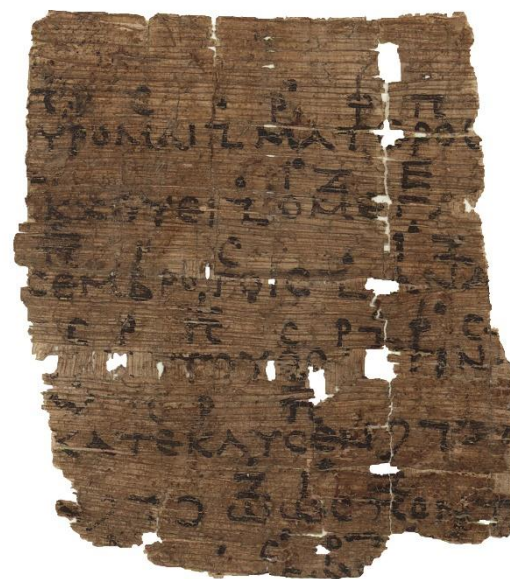


Figura 21. Papiro de la tragedia de Orestes.

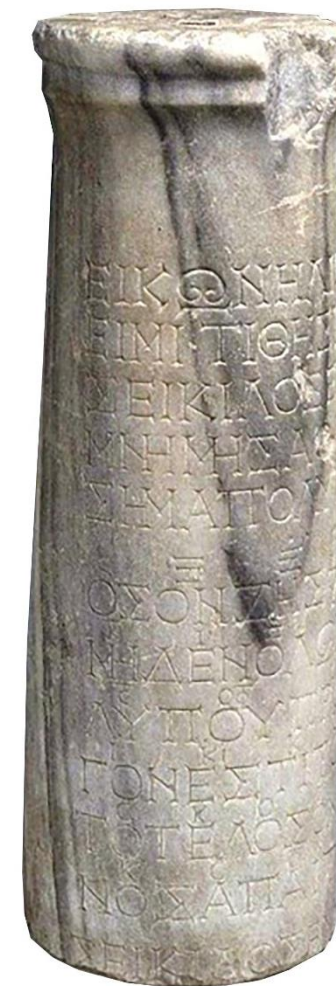


Figura 22. Epitafio de Seikilos.

<sup>32</sup> PETER BURKHOLDER, J.; GROUT, D.J.; y PALISCA, C.V. (2015) *Historia de la música occidental*. 8ª ed. Madrid: Alianza Música. Había 3 tipos de *genera* o modos de tetracordios. Según Aristógenes, el género diatónico era el más antiguo y el más

natural, el cromático el más reciente, y el enarmónico el más refinado y difícil de escuchar.

<sup>33</sup> IBID. 30

## La Edad Media

El canto gregoriano nació de la liturgia y del canto de las primeras comunidades cristianas. Aunque se atribuye su codificación al papa Gregorio I (590-604), probablemente fue la *Schola Cantorum* de Roma, fundada a finales del siglo VII, la que estandarizó las melodías de los cantos a comienzos del siglo VIII y, gracias a Carlomagno, que refundió y divulgó el repertorio del canto gregoriano a lo largo y ancho de Europa occidental, se considera como la música litúrgica común de la iglesia en la Edad Media. No obstante, las melodías eran aprendidas y memorizadas mediante transmisión oral, sin dejar todavía ninguna evidencia escrita de su entonación o medida.

No se sabe claramente cómo se crearon y transmitieron las melodías del canto gregoriano. Si bien las más sencillas no presentaban dificultades de difusión, el repertorio del canto gregoriano en su conjunto sí que resultaba complicado de transmitir, pues comprendía cientos de melodías complejas, algunas de las cuales se cantaban sólo una vez al año. Se cree que se solían improvisar, utilizando fórmulas de apertura, cierre y ornamento, pero su indefinición era un problema, ya que lo que verdaderamente deseaban el papa y los reyes francos era que todos los cantos se interpretasen de igual manera en todas las iglesias. La solución pasó por inventar un sistema de notación que fijase la altura de los sonidos.<sup>34</sup> Hablamos de la notación neumática.

<sup>34</sup> MICHELS, U. (1982). *Atlas de la música*, I. Madrid: Alianza.

## Notación neumática adiaستمática

Primitivamente, los signos utilizados llamados neumas se colocaban encima del texto para indicar el número de notas de cada sílaba, si la melodía ascendía, descendía o repetía el mismo tono. Sin embargo, al no contar con ninguna línea de referencia, no conseguían afinar las alturas ni los intervalos con precisión; más bien servían únicamente como reglas mnemotécnicas intuitivas para ayuda de aquellos que sabían previamente cómo sonaba el canto (notación adiaستمática) (Fig 23). Uno de los fragmentos más antiguos que se conservan con neumas encima del texto corresponde a la melodía de un Aleluia, donde debajo está el nombre del copista 'Engildeo clericus', entre el 817 y 834.<sup>35</sup> Algunos de los neumas utilizados eran:

*Punctum* (.): nota suelta que indica una altura melódica más grave que la que le precede o sigue;

*Virga* (/): nota suelta que indica una altura melódica más alta que la que le precede o sigue;

*Podatus* o *Pes* (./): dos notas ascendentes;

*Clivis* o *Flexa* (\'/): dos notas descendentes.

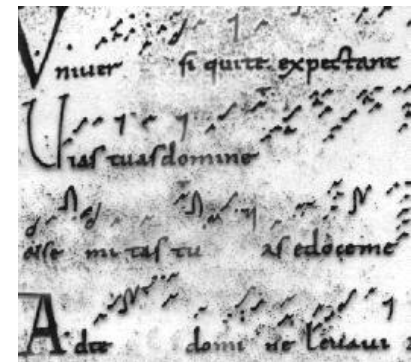


Figura 23. Primeros neumas, que aparecían como pequeñas marcas junto a las palabras. Fragmento de Laon, Metz.

<sup>35</sup> PAJARES ALONSO, R.L. (2014). *Historia de la música en 6 bloques*. Bloque 3. Madrid: Visión Libros.



## Notación neumática diastemática

En el siglo X y XI, los copistas comenzaron a escribir los neumas a diferentes alturas encima del texto, para indicar el tamaño relativo y la dirección de los intervalos. El copista del gradual *Viderunt omnes* trazó una línea horizontal sobre el pergamino, correspondiente con una nota particular, y posicionó todos los neumas con relación a esa línea (Fig 24). En otros manuscritos, se marcó la referencia en torno a una nota representativa, mayoritariamente el Fa y el Do, y así quedaba claro el tono de cada melodía.<sup>36</sup>

Más tarde, Guido d'Arezzo (991/992 - ca. 1033), monje benedictino italiano, propuso una disposición de líneas y espacios, usando tinta roja para la línea del Fa, y amarilla para el Do. Cada línea tenía su propia identificación en el margen izquierdo (Fig 25). Así nació el tetragrama, un sistema de cuatro líneas con distancia de una tercera entre cada dos líneas. Con el tetragrama se solucionó el problema de determinación de la altura de los tonos y la medida de los intervalos (notación diastemática), pero aún quedaba por resolver la duración de los sonidos.

## Notación cuadrada

El tetragrama fue sin duda un gran avance, pero la escritura de los neumas todavía era poco precisa, ya que no se sabía si el sonido estaba en una línea o en un espacio. Es por ello por lo que los neumas se modificaron por cuadrados, dando lugar a la conocida como notación cuadrada. A esta mejora contribuyó la sustitución de plumas en punta por otras de bisel<sup>37</sup> (Fig 26).



Figura 24. *Viderunt omnes*.

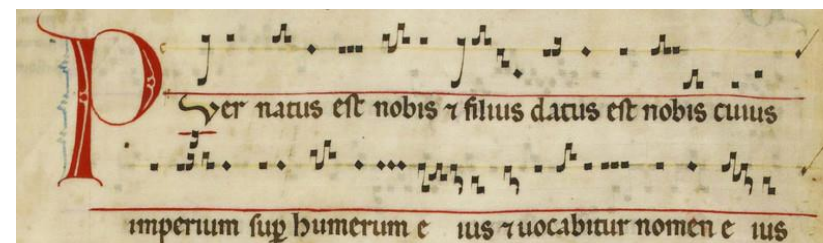


Figura 25. Disposición de líneas rojas y amarillas de Guido d'Arezzo.



Figura 26. Notación cuadrada.

<sup>36</sup> IBID. 30

<sup>37</sup> PETER BURKHOLDER, J.; GROUT, D.J.; y PALISCA, C.V. (2015). *Historia de la música occidental*. 8ª ed. Madrid: Alianza Música. Guido d'Arezzo también desarrolló la conocida 'mano guidoniana', herramienta mnemotécnica empleada para

localizar los tonos, mediante las articulaciones de la mano izquierda. Se leía en sentido contrario a las agujas del reloj, así el Do (*Ut*) se colocaba en la punta del pulgar, y se seguía en dirección hacia la palma, subiendo por el meñique, hacia las puntas, y así trazando una espiral.

## Solmización

Guido d'Arezzo también dio nombre a las notas que conocemos hoy en día. Se fijó en el himno *Ut queant laxis*, en el que sus primeras seis frases comenzaban con la sucesión de tonos en orden ascendente. Utilizó la primera sílaba de cada frase, haciendo la sucesión Ut-Re-Mi-Fa-Sol-La, pero exceptuó la séptima nota, el Si final. El Si, al no tener una altura fija, podía ser un Si bemol, representada como 'b redonda' o Si natural, representada como 'b cuadrada'. Más tarde evolucionaron hasta convertirse en los signos de bemol, en el primer caso, y sostenido y becuadro, en el segundo. Cabe añadir que el sistema anglosajón todavía utiliza el alfabeto, y por tanto la escala se representa con las notas A-B-C-D-E-F-G, siendo A la correspondiente a la nota La.<sup>38</sup>

## Notación modal

En la Edad Media se desarrolló la polifonía, un tipo de textura musical en la cual las voces cantan al mismo tiempo sus líneas vocales independientes. Gracias a ello, surgieron cuatro conceptos fundamentales en la música occidental: el contrapunto, la armonía, la importancia medular de la notación y la idea de composición. Aunque surgió como un tipo particular de interpretación, se fue desarrollando hacia una práctica oral y culminó en una tradición escrita.

En los siglos XII y XIII se desarrolla en Notre Dame (París) un estilo más ornamentado de polifonía, y con ello por primera vez, una

escritura que indicaba la duración relativa de las notas, un gran avance para la notación musical. Se le atribuye su descripción a Johannes de Garlandia (c. 1270-1320) en su tratado '*De mensurabili musica*' (c. 1240). En esta nueva notación, conocida como notación modal, se emplearon grupos de notas, llamados 'ligaduras', para indicar diferentes patrones rítmicos combinando notas largas (*longa*) y notas cortas (*breve*). Había seis patrones básicos, llamados 'modos' según Garlandia (troqueo, yambo, dáctilo, anapesto, espondeo y tribraquio), y hoy los conocemos como modos rítmicos. La unidad de tiempo, '*tempus*', se anotaba siempre en grupos de tres. La invención de esta notación ayudó a que se conservara y se propagara la música desde Notre Dame a otros centros de Europa.<sup>39</sup>

Nombre	Grafía	Valores
Troqueo	— ◡	Larga- breve
Yambo	◡ —	Breve-larga
Dáctilo	— ◡ ◡	Larga-breve-breve
Anapesto	◡ ◡ —	Breve-breve-larga
Espondeo	— —	Larga-larga
Tribaquio	◡ ◡ ◡	Breve-breve-breve

Tabla 1. Modos rítmicos de la música medieval.

<sup>38</sup> PETER BURKHOLDER, J.; GROUT, D.J.; y PALISCA, C.V. (2015). *Historia de la música occidental*. 8ª ed. Madrid: Alianza Música. Guido d'Arezzo dio nombre a nuestras notas, ut, re, mi, fa, sol, la, si, gracias al himno *Ut queant laxis*: *Ut queant laxis* (UT), *Resonare fibris* (RE), *Mi'a gestorum* (MI), *Famuli tuorum* (FA), *Solve polluti* (SOL), *Labbii reatum* (LA), (*Sancte Ioannes*, (SI). A esto lo llamó solmización, lo que más tarde se

conocería como solfeo. En el siglo XVI, Anselmo de Flandes, añadió la séptima nota Si, derivada de 'Sancte Ioannes', y hacia el siglo XVIII, Giovanni Battista Doni, por la complejidad en pronunciar UT, buscó un sustituto para el nombre de la nota, y con semejanza a su apellido, Doni, la nombró definitivamente DO.

<sup>39</sup> IBID.30

## Notación mensural

Hacia el 1280, el compositor y teórico Franco de Colonia (c. 1215-c. 1270), en su tratado *'Ars cantus mensurabilis'*, creó un nuevo sistema de escritura musical, conocido como notación franconiana, que por primera vez codificaba la duración de las notas por su forma, dando lugar a cuatro signos o figuras: la dúplex longa, la longa, la breve y la semibreve<sup>40</sup> (Fig 27). Pues bien, fue gracias a la progresiva complejidad que fue adquiriendo la polifonía la que indujo a incorporar dos rasgos fundamentales que afectaban al control de la medida: la notación franconiana y la disposición vertical para coordinar la progresión de las distintas voces.



Figura 27. Grafismo de la notación franconiana.

## Ars nova

A finales de la Edad Media, surge el último sistema de notación de esta etapa: La notación del *Ars nova*. *Ars nova* significa 'nuevo arte', y viene a especificar el nuevo estilo musical francés creado por Philippe de Vitry (1291-1361). En su tratado titulado precisamente *'Ars nova'* (1322) y en los tratados de Jehan des Murs (también conocido como Johannes de Muris (c. 1290-c. 1355) aparecen dos importantes innovaciones en la notación del ritmo. La primera fue la división doble o 'imperfecta' y la triple o 'perfecta' de los valores de las notas; la segunda consistía en la división de la semibreve en mínimas (Fig 28). Además, Vitry incluyó la sincopación (estrategia compositiva para romper la regularidad del ritmo mediante las acentuaciones de las notas) y más tarde se consideraron los signos de mensuración, antecesores de nuestros signos de compás.<sup>41</sup>

<sup>40</sup> IBID. 30

La notación *Ars Nova* significó el primer sistema verdaderamente definido, tanto en lo referente a la altura como para el ritmo y la duración (Fig 29). De esta manera, cada nota representada podía indicar su duración independiente, sin afectar a las notas contiguas. Y así, en su tratado *Libellus cantus mensurabilis secundum Johannes de Muris* este tratadista escribió:

*'Cualquier cosa que puede cantarse, puede ser anotada'*.  
(Des Murs, 1340)

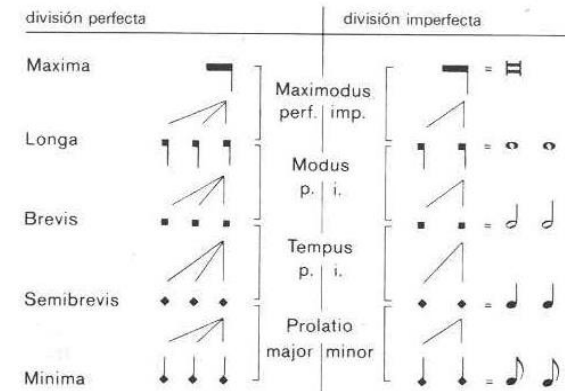


Figura 28. Divisiones del Ars Nova.



Figura 29. Notación Ars Nova. Agnus Dei de 4 voces para la misa de Barcelona. Compositor anónimo.

<sup>41</sup> MICHELS, U. (1982). *Atlas de la música, I*. Madrid: Alianza.

	Franconiana (ca. 1280)	Ars Nova (1300-1425)	Renacimiento (1450-1600)	Forma moderna	
Doble longa o máxima	⏏	⏏	⏏		
Longa	┘	┘	┘		
Breve	■	■	■	■	Nota cuadrada
Semibreve	•	•	◊	◊	Nota redonda
Mínima		↓	↓	♪	Nota blanca
Semimínima			↓	♪	Nota negra
Fusa			♪	♪	Nota corchea
Semifusa			♪	♪	Nota semicorchea
Proporción normal de la transcripción	■ = ♩	• = ♩	◊ = ♩		

Figura 30. Evolución de la figuración musical desde la notación franconiana hasta la forma moderna.



Figura 31. Bonjour mon coeur, chanson a 4 voces de Orlando di Lasso a partir del poema homónimo de Pierre de Ronsard. Partitura escrita con notación blanca.

## El Renacimiento Notación blanca

En torno al 1425, los copistas comenzaron a escribir las notas con las cabezas huecas ('notación blanca') en vez de rellenas ('notación negra'). Esta innovación fue debida al cambio de soporte utilizado, al pasar de escribir sobre pergamino a papel. Con este cambio nació la semimínima (equivalente a la figura 'negra' en la notación moderna), rellenando la cabeza de la mínima, y al añadir uno o dos corchetes nacieron asimismo la fusa (actual 'corchea') y la semifusa ('semicorchea'), respectivamente <sup>42</sup> (Fig 30 y 31).

A finales del siglo XVI es cuando cambió definitivamente el aspecto de la representación, mutando los dibujos romboidales de las notas por cabezas redondas. También se formalizó definitivamente el pentagrama como soporte para la escritura musical, aunque realmente fue en el siglo XIII que Ugolino de Forlì (1380-1457) añadió la última línea. <sup>43</sup> Con la adición de la barra de compás en el siglo XVII, la notación del ritmo evolucionó hasta su formalización moderna. Podemos encontrar diversos tipos de barras como: (Fig 32)

- Barra de compás simple
- Barra de compás doble
- Barra de inicio / Barra de fin
- Barra de inicio de repetición / Barra de fin de repetición.



Figura 32. Tipos de barras de compás

<sup>42</sup> IBID.31

<sup>43</sup> <<https://escuelanotas.com/ugolinoforli/>> [Consulta: 17/06/2019]

## La imprenta musical

La invención de imprenta musical en el 1501 supuso una revolución para la música, ya que, al permitir una mayor difusión, la cultura musical se desarrolló enormemente. La impresión musical no fue fácil en sus inicios, y sufrió varias evoluciones hasta que Ottaviano Petrucci (1466-1539) ideó una técnica de triple impresión que consistía en grabar primero el pentagrama, luego las notas musicales y finalmente la letra <sup>44</sup> (Fig 33).

## Las tablaturas

A principios del 1600, se hizo popular un género musical ligado al instrumento denominado laúd. Con él, aparecieron las tablaturas, un sistema de notación que indica la posición relativa de los dedos sobre las cuerdas para interpretar una pieza, pero sin indicación de alturas ni duración. Estas anotaciones eran fáciles de entender, y su comprensión posibilitaba la interpretación a los menos aventajados. Cabe destacar que en cada país la escritura de las tablaturas era diferente <sup>45</sup> (Fig 34).

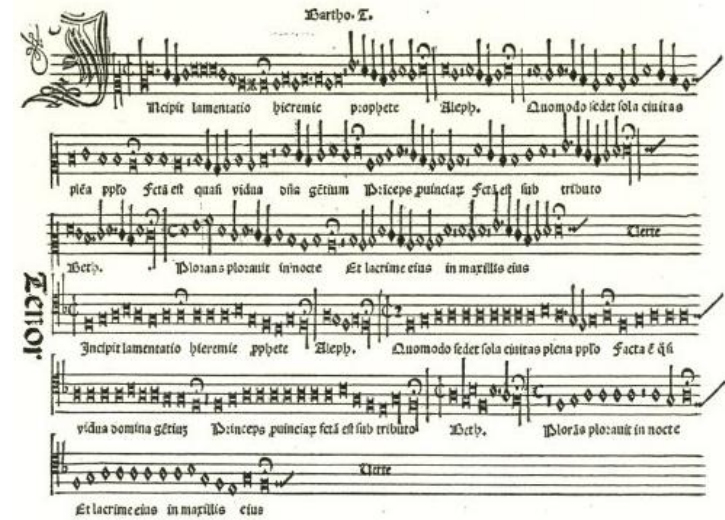


Figura 33. Ejemplo de impresión musical.



Figura 34. Tablatura para vihuela del libro Orphenica Lyra de Miguel de Fuenllana.

<sup>44</sup> MELE, G (2004). 'Los orígenes de la imprenta musical' en Goldberg, N.º 31. <<http://www.goldbergweb.com/es/magazine/essays/2004/12/27649.php>>

<sup>45</sup> IBID. 30

## El Barroco

El término 'barroco', cuyo significado en origen remite a perlas de formas irregulares, fue una denominación despectiva acuñada en el XVIII hacia un arte excesivamente recargado y caprichoso. Los compositores del barroco querían expresar sus emociones, o 'afectos', como la tristeza, la alegría, el amor, el miedo, etc.... y la manera de representarlos fue mediante gestos musicales, como determinados motivos melódicos y rítmicos y movimientos armónicos, de manera que los oyentes pudieran experimentar el 'afecto' que el compositor quería transmitir. <sup>46</sup>

En este periodo nació una técnica de composición e interpretación denominada 'bajo continuo', por la que el compositor escribía la línea del bajo y a veces también la melodía, mientras que lo demás se dejaba a rellenar por el intérprete (*ripieno*). A veces se dejaban en el bajo indicaciones con números para orientar al ejecutante en el tipo de acorde a implementar (fundamental, 1ª inversión, 2ª inversión, de 7ª...). Esta técnica se denomina 'bajo cifrado'.

El bajo continuo fue el sistema utilizado hasta el 1750, pero con el advenimiento del clasicismo, la escritura musical se tornó completa y sumamente detallada, y este sistema cayó poco a poco en desuso. Los intérpretes barrocos se interesaron más por las expresividades y los efectos dramáticos, quebrantando las reglas teóricas <sup>47</sup> (Fig 35).

Del mismo modo, durante la época barroca, no era habitual indicar los instrumentos que debían interpretar la pieza musical, teniendo estas una cierta polivalencia.

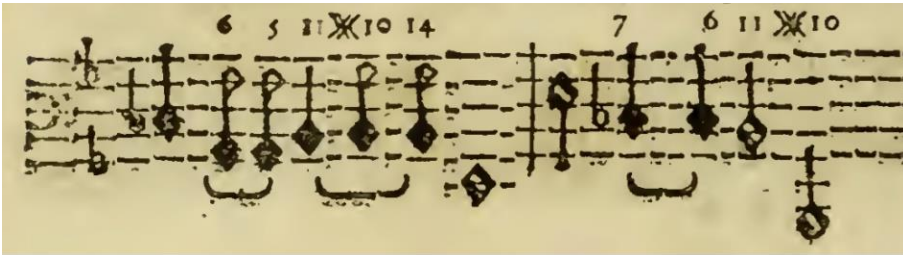


Figura 35. Notación de bajo cifrado. Fragmento del madrigal 'Amarilli mia bella' de Giulio Caccini.



Figura 36. Partitura original de W.A. Mozart: Marcha Turca.

<sup>46</sup> IBID. 30

<sup>47</sup> IBID. 30

## El Clasicismo

Durante el Clasicismo musical (segunda mitad del XVIII y primeras décadas del XIX) se consolidó la notación de cabeza redonda, por lo que en referente a la representación de la música no se produjeron cambios. El clasicismo fue la época de la ilustración y en contra del modo barroco, se manifestaron los gustos por lo natural, lo sencillo y lo claro, rechazando el exceso de ornamentación de la música barroca. Este pensamiento dio lugar a texturas musicales y armonías más claras y a formas musicales tan importantes en la cultura clásica como la sonata, la sinfonía y el minuetto <sup>48</sup> (Fig 36).

## El Romanticismo

En el Romanticismo la música es llevada más allá, en un intento por conseguir una mayor capacidad expresiva. Se parte de los patrones heredados del periodo anterior, pero aportando una buena dosis de subjetivismo, en base a una nueva manera de entender la libertad artística del compositor.

La proliferación de términos verbales que definían el carácter o matizaban el *tempo* y la intensidad son fruto de ese impulso expresivo desbocado tan típico del movimiento romántico:

a) El carácter indica el sentimiento de una pieza musical: alegría, tristeza, dulzura... El término se escribe generalmente al principio de la obra valiéndose como es habitual en escritura musical de términos italianos (*agitato, dolce, giocoso, spiritoso, amoroso, energico, vigoroso...*).

b) Los matices dinámicos permiten puntualizar el grado de intensidad de una nota, frase o pasaje (*piano, forte, fortissimo, crescendo...*).

c) Los matices de velocidad indican la marcha de ejecución inicial (*matices de tempo: adagio, andante, allegro, vivace*) y las modificaciones a lo largo de la pieza (*matices agógicos: ritardando, accelerando, a tempo...*). <sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> MICHELS, U. (1982). *Atlas de la música, II*. Madrid: Alianza.

<sup>49</sup> <[https://asemeya.com/sites/default/files/ceremonias/adjuntos/discurso\\_de\\_ingreso\\_margarita\\_origen\\_y\\_evolucion\\_del\\_lenguaje\\_musical.pdf](https://asemeya.com/sites/default/files/ceremonias/adjuntos/discurso_de_ingreso_margarita_origen_y_evolucion_del_lenguaje_musical.pdf)> [Consulta: 19/06/2019]

## El siglo XX

El siglo XX fue el siglo de la nueva música y las nuevas grafías, ya que se rompieron los vínculos con la tonalidad y se abandonaron los conceptos tradicionales de ésta. Hubo una diversidad de estilos musicales, mucho mayor que en otras épocas. Con la llegada de la tecnología, aparecieron sistemas de grabación musical que tuvieron un gran impacto sobre la música mundial.

La aparición de la grabación cambió completamente el modo de escuchar música, ya que ya no tenían que asistir necesariamente a las salas para poder disfrutar de la música, sino que podían hacerlo desde su propio hogar. Los primeros discos grabados aparecieron por los años 1900 pero tenían un espectro limitado en lo que a frecuencias se refiere. En los años veinte, los nuevos sistemas de grabación y reproducción ya permitían mayor campo de frecuencias. Posteriormente, la tecnología fue perfeccionándose hasta la aparición de la grabación digital.

A raíz de estos avances, los compositores quisieron experimentar con los nuevos recursos. Trabajaban con sonidos grabados y los manipulaban mediante medios mecánicos y electrónicos. Pierre Schaeffer (1910-1995) bautizó este género como 'música concreta' debido a que el compositor trabajaba de manera directa con material sonoro, razón por la cual la notación musical convencional dejaba de ser necesaria. La música concreta fue la precursora de la música electrónica, la cual surgió mediante la combinación y manipulación de los sonidos generados por osciladores posteriormente grabados en una cinta.<sup>50</sup>

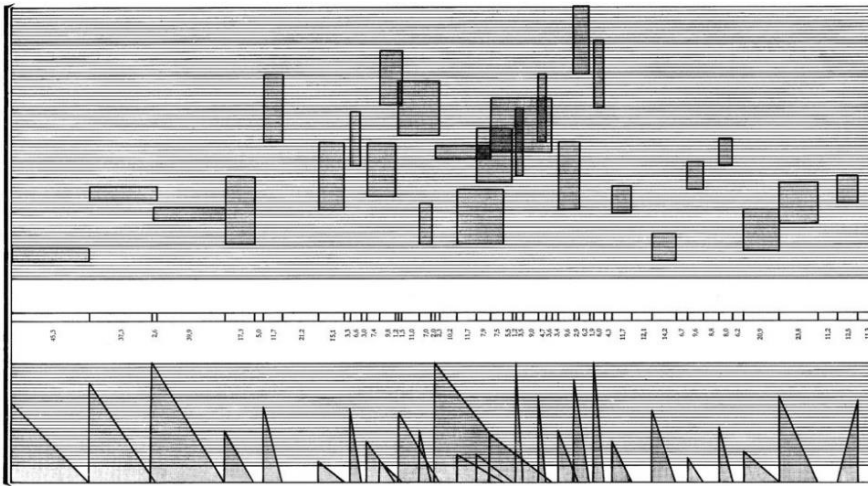


Figura 37. Karlheinz Stockhausen: Studie II (1954).

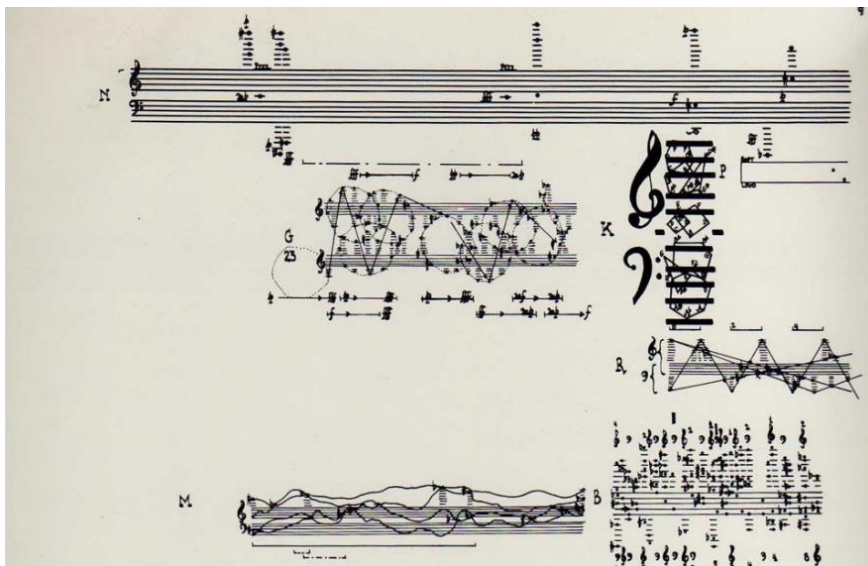


Figura 38. John Cage – indeterminación. Pasaje gráfico de la obra "Solo for piano" (1958).

<sup>50</sup> IBID. 30



Esta nueva música necesitaba de un nuevo modo de representación, ya que el sistema de notación tradicional no era válido para representar las posibilidades sonoras que la música electrónica podía ofrecer. El primer compositor en representar simbólicamente una obra electrónica fue Karlheinz Stockhausen (1928-2007), para su obra *Studie II* (1954) (Fig 37). Y fue simbólico porque no consiguió representar todos los elementos sonoros, por lo que no se podía interpretar posteriormente. Más tarde, en su obra híbrida titulada *Kontakte* (1959/60) consiguió relacionar con mayor precisión la parte generada electrónicamente con aquella interpretada por instrumentos convencionales. Aun sin conseguir representar todos los sonidos supuso un avance.<sup>51</sup>

John Cage (1912-1992) fue un compositor pionero en el uso de nuevos códigos visuales en sus obras. En estas representaciones, Cage mostró una de las primeras gráficas en las que el interés plástico de la partitura era independiente del sonoro. Hay que mencionar que Cage introdujo en la música el concepto de indeterminación, por el que el compositor dejaba algunos aspectos de la música sin definir (Fig 38). Esto fue clave en la elaboración de la partitura, ya que, como consecuencia de la indeterminación, surgieron músicas aleatorias, móviles e indeterminadas que afectaron a la notación musical. Así, Morton Feldman y Earle Brown, compañeros de John Cage, compartieron su mismo interés.

Morton Feldman (1926-1987) utilizaba sistemas gráficos basados en redes u otros, dejando al intérprete la decisión de ciertos parámetros. En su obra '*Projection 1*' marcó el timbre, el registro y la duración general, sin especificar las notas ni sus duraciones (Fig 39).

<sup>51</sup> GARCÍA FERNÁNDEZ, I. (2007). 'El grafismo musical en la frontera de los lenguajes artísticos' en *Sinfonía Virtual*, nº 5.

<sup>52</sup> PETER BURKHOLDER, J.; GROUT, D.J. y PALISCA, C.V. (2015). *Historia de la música occidental*. 8ª ed. Madrid: Alianza Música. Debido a estos compositores,

Earle Brown (1926-2002), por su parte, fue el primer compositor en realizar una partitura completamente gráfica, sin indicaciones musicales de ninguna clase, dejando el orden de interpretación libre al intérprete <sup>52</sup> (Fig 40).

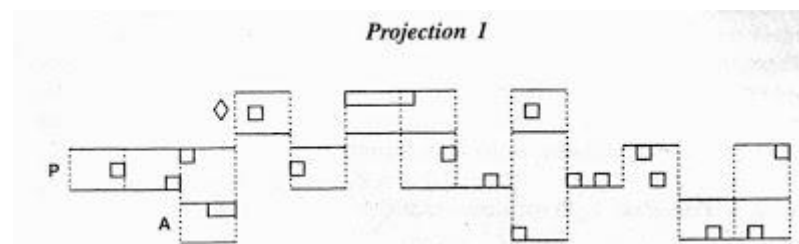


Figura 39. Morton Feldman: *Projection 1* (1950).

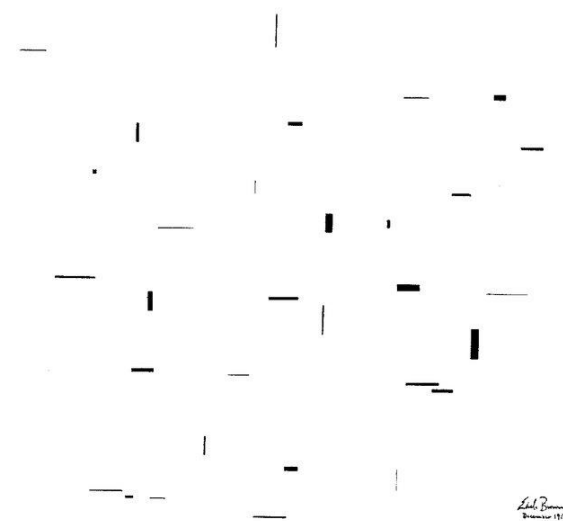


Figura 40. Earle Brown: *December 1952*.

aparecieron las 'músicas gráficas', aquellas músicas con notación no simbólica, es decir, en las que no se determinan parámetros musicales, sino que se usan gráficos que nunca tienen el mismo significado, para que el músico lo interprete cada vez de una forma distinta.

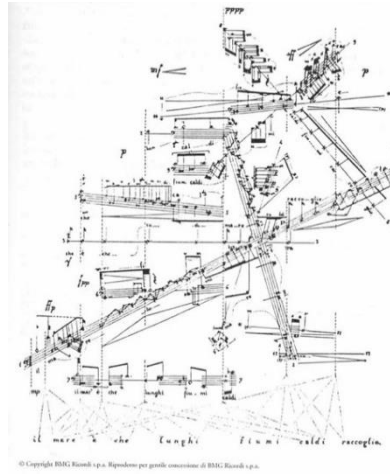


Figura 41. George Crumb: *Makrokosmos I*, parte 3: *Spiral Galaxy* (1972).  
Figura 42. Sylvano Bussotti: *Siciliano* (1962).

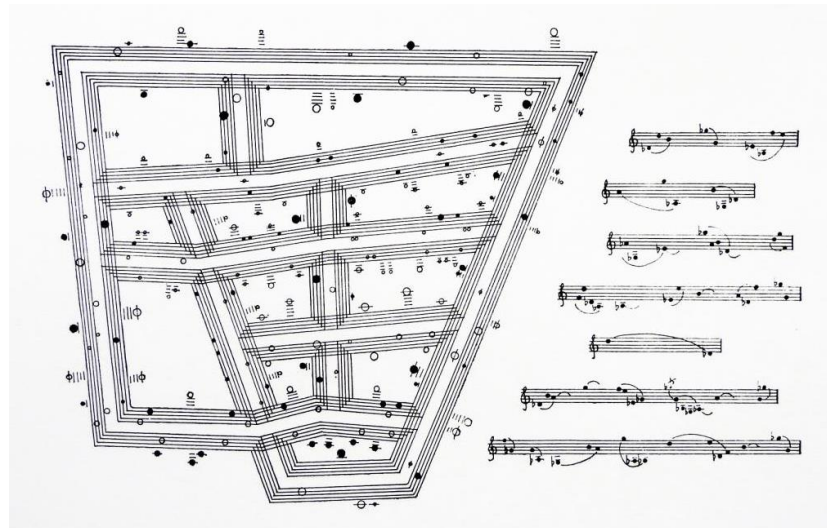


Figura 43. Josep María Mestres Quadreny: *Suite bufa* (1966).

Y de este modo, se fue consolidando la idea de que la partitura podía despertar un interés visual, más allá de la mera función representadora de sonidos. A esta idea responden las partituras de compositores como George Crumb (1929), que emplea un sistema de notación tradicional, pero presenta la música con grafías en forma de espirales o círculos (Fig 41), o como Sylvano Bussotti (1931), quien combina elementos musicales y gráficos para crear partituras visualmente llamativas<sup>53</sup> (Fig 42). Recreaciones como las de Crumb recuerdan la partitura '*Belle, bone, sage*' que hacia 1400 escribiera Baude Cordier (1380-1440) en forma de corazón, en referencia a la temática romántica de su canción y en homenaje al nombre del autor <cor>.<sup>54</sup>

En España también surgieron nuevas notaciones gráficas. Josep María Mestres Quadreny (1929) desarrolló las *partituras generativas*, al principio muy complejas de entender, hasta desarrollar grafías más abiertas para facilitar la interpretación del músico (Fig 43). Cabe destacar también a Jesús Villa-Rojo (1940), por su labor musical y teórica. Las partituras gráficas de Villa-Rojo están relacionadas con el sonido y las nuevas técnicas instrumentales, pero carecen de intención plástica.<sup>55</sup>

Por último, cabe mencionar al arquitecto y compositor Iannis Xenakis (1922-2001), que consideraba fundamental las matemáticas en el campo musical y arquitectónico, por lo que basó su música y también su arquitectura en conceptos matemáticos. Su obra '*Metastaseis*' proporcionó a cada intérprete de cuerda de una orquesta una parte distinta para ser ejecutada en *glissando*, de manera que los *glissandi* se cruzan en el espacio y en el tiempo. Esta obra inspiraría poco después el diseño del Pabellón Phillips para la Exposición

<sup>53</sup> IBID. 30

<sup>54</sup> BARÓ ZARZO, J.L. (2015). *Espacio, Tiempo y Silencio*. Tesis doctoral inéd. Valencia: Universitat Politècnica de València.

<sup>55</sup> IBID. 30

Universal de Bruselas de 1958 <sup>56</sup> (Fig 44), realizado en colaboración con Le Corbusier.

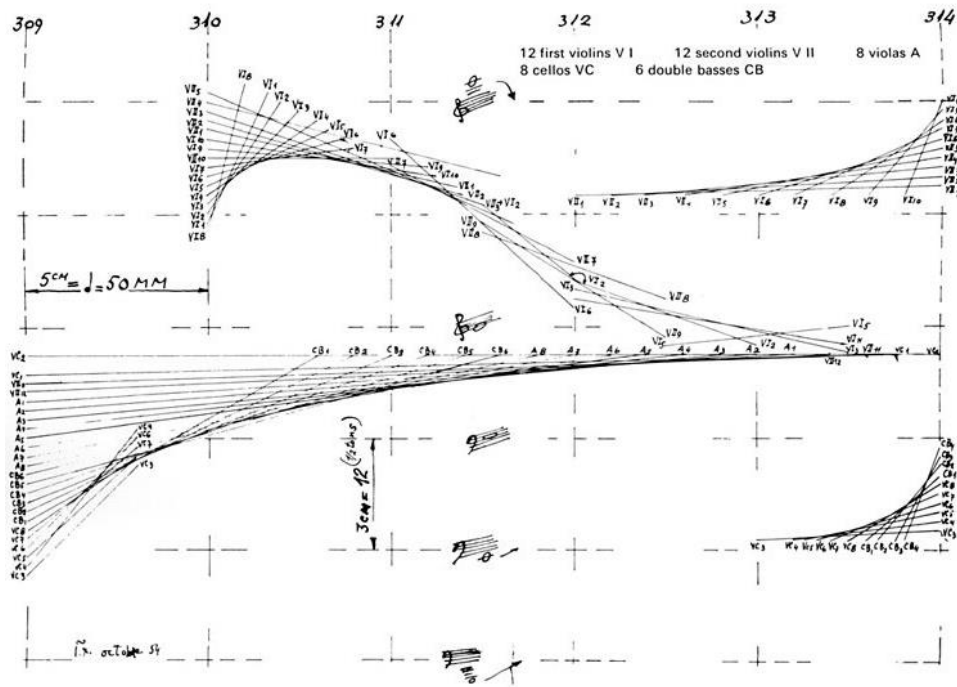


Figura 44. Iannis Xenakis: *Metastaseis* (1953-1954).

<sup>56</sup> IBID. 30

## Finales del siglo XX hasta nuestros días: los softwares de notación

Entre finales del siglo XX y principios del XXI, gracias al auge de la industria musical, los compositores desarrollaron cierto interés por las partituras a ordenador. En 1991 salió al mercado un software para leer partituras escaneadas mediante la tecnología OMR (equivalente a la OCR de reconocimiento de texto), que permitía el reconocimiento de caracteres musicales para interpretar partituras, reproducirlas y editarlas. Una vez realizado el proceso, se guardaba en formatos MIDI (reproducción) o MusicXML (diseño web). Este sistema fue evolucionando hasta el surgimiento de las primeras *partituras digitales*, en las que el autor podía manipular los resultados para crear cambios de instrumentos o transposiciones además de ponerlos al mercado para su posterior venta online.



Figura 45. Pantalla de trabajo del programa Music Construction Set (1984).

Uno de los primeros programas de escritura musical informatizada fue 'Music Construction Set', desarrollado en 1984, que permitía editar las notas y otros signos musicales mediante el ratón, arrastrando la nota o signo hasta el pentagrama. Después, se podía reproducir la música creada por los altavoces del ordenador y estamparla mediante una impresora <sup>57</sup> (Fig 45).

Estos programas han ido evolucionando hasta llegar a las aplicaciones habituales hoy en día, como *Sibelius* o *Finale*, que permiten escribir música mediante ratón y teclado, e incluso mediante teclados MIDI (tocados a tiempo real mientras el programa transcribe la música a la partitura), y el *Logic Pro*, un software con todas las herramientas necesarias para crear producciones musicales de alta calidad (Fig 46).

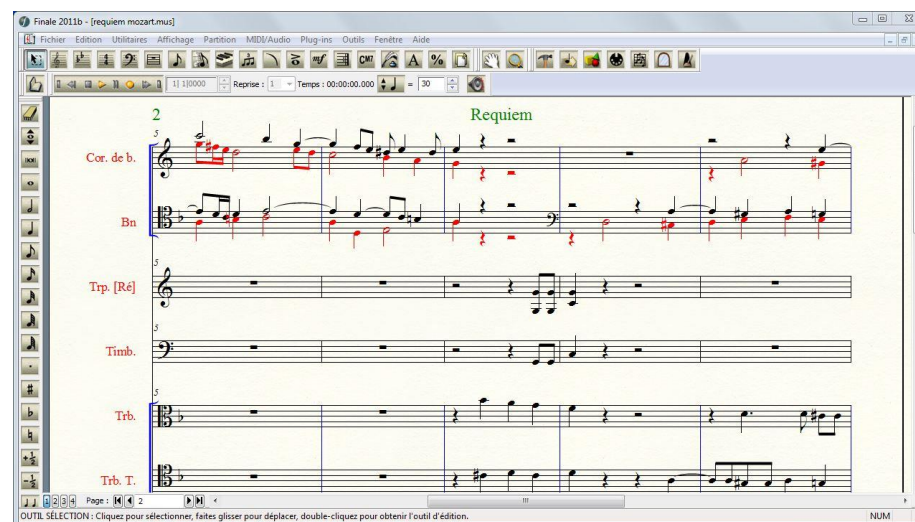


Figura 46. Pantalla de trabajo del programa Finale en su versión de 2011.

<sup>57</sup> <[https://archive.org/stream/Ahoy\\_Issue\\_05\\_1984-05\\_international\\_US#page/n47/mode/2up](https://archive.org/stream/Ahoy_Issue_05_1984-05_international_US#page/n47/mode/2up)> [Consulta: 21/06/2019]

#### 2.1.4 Paralelismos y divergencias.

La representación arquitectónica y musical ha pretendido capturar el espacio y el tiempo, respectivamente, en un soporte tangible. Esto es, capturar la realidad visual o sonora para diferentes menesteres:

- la partitura y el proyecto como herramientas de composición musical y arquitectónica, esto es, como herramienta creativa;
- la partitura y el proyecto como medios de fijación de la memoria;
- la partitura y el proyecto como herramienta al servicio de la ejecución arquitectónica y la interpretación musical.

Tomando estas consideraciones como punto de partida, hemos podido apreciar cómo ambas formas de representación han empezado a desenvolverse de forma rudimentaria, intentando transcribir lo que se veía o percibía con los métodos disponibles y conocidos de cada época, desde un simple dibujo en planta hasta la simple escritura de una serie de notas.

Hemos comprobado como ambas formas de representación han ido evolucionando conforme las preocupaciones surgieron, tales como registrar la altura, la duración e intensidad del sonido, y representar con fidelidad las proporciones de la arquitectura y del espacio. Las líneas de referencia fueron claves en ambos terrenos. Mediante la línea de horizonte la perspectiva se apoyaba en uno o más puntos de fuga. Mediante una, dos, cuatro o cinco líneas horizontales paralelas fue posible determinar progresivamente la posición gráfica de las notas.

Esta evolución ha permitido que se desarrollen además diferentes sistemas de representación, como son en el dibujo arquitectónico la axonometría, el collage, etc. y en la notación musical las tablaturas y las partituras gráficas. Todas estas formas al final representan una misma realidad, en función de cómo lo quiera plasmar el autor.

De manera abstracta podríamos considerar que el contexto histórico de cada época también ha aportado diferentes paralelismos en cuanto a la evolución de la representación. En el Renacimiento, conviven sistemas de representación como la perspectiva científica o la notación blanca en los que subyace la idea de conmensurabilidad. El bosquejo dejaba de ser un dibujo intuitivo para definirse mediante método y reglas. Por su parte, la notación blanca ofrecía una escritura precisa en la determinación de la altura y la medida del tiempo. De forma análoga, en la época de las vanguardias, el pensamiento artístico y cultural del momento, fascinado por el espíritu de lo nuevo, dio lugar a manifestaciones con puntos coincidentes en música y arquitectura. La búsqueda incesante de nuevas expresiones pictóricas influyó en la representación de la arquitectura, y también en la forma de representar la escritura musical, que adquirió tintes muy personales. Aunque con cierto desfase temporal, no cabe duda de que la partitura de Earle Brown titulada *December 1952* es deudora de la plástica elementalista de Van Doesburg y Van Eesteren, si bien se distancian en el planteamiento ideológico. Definitivamente las diferentes preocupaciones de cada contexto histórico han permitido que la representación de cada disciplina, en paralelo, se desarrolle e impulse a un nuevo nivel.

Tanto el dibujo arquitectónico como la notación musical ha servido pues como soporte de creación, dentro de unos lenguajes específicos y tradicionales que hemos podido observar. Además, no solo sirve como ideación, sino también como campo de ensayos en el que poder experimentar y utilizar diferentes lenguajes visuales. La mejor manera de poder concebir una obra es dejarla registrada en un soporte físico como el papel, que permitirá que una composición evolucione, permanezca y se difunda en el tiempo. El dibujo y la notación sirven pues para describir una obra arquitectónica o musical y para facilitar las instrucciones necesarias para ejecutarla, una

(normalmente, caso de la arquitectura) o cientos de veces (las piezas musicales).

## 2.2. El problema de la escala. El tamaño importa.

### 2.2.1 La escala métrica en arquitectura.

Tanto la arquitectura como la música tienen en común la posibilidad de ser medidas, aunque de distinta forma. Medir es determinar la cantidad de algo con la ayuda de un sistema métrico específico, conteniendo éste instrumentos, escalas y unidades de medición.<sup>58</sup>

Una de las características fundamentales de la representación arquitectónica es el concepto de escala. Para controlar las medidas a través del dibujo es necesario tener en cuenta la relación de tamaños entre la realidad y lo dibujado, por lo que ha sido necesario establecer un sistema que nos permita averiguarlo: la escala gráfica. Según la RAE (2014, act. 2018), una escala es *'una línea recta dividida en partes iguales que representan metros, kilómetros, leguas, etc., y sirve de medida para dibujar proporcionalmente en un mapa o plano las distancias y dimensiones de un terreno, edificio, máquina y otro objeto, y para averiguar sobre el plano las medidas reales de lo dibujado'*.

En los orígenes arquitectónicos podemos encontrar tres distintas unidades de medida utilizadas para relacionar las representaciones gráficas con la realidad. Estas son: las antropométricas, las modulares y las métricas.<sup>59</sup> La cultura griega aportó el hecho de que *'el hombre es la medida de todas las cosas'* (Protágoras), por lo que la primera escala que existió fue la escala humana. Así, las unidades de medida que utilizaban eran el paso, el palmo, el codo, la braza, el pie, etc. Sin embargo, estas medidas no eran lo suficientemente precisas ya que no eran iguales para todas las personas ni para todas las regiones. (Fig 47).

Gráficamente esto también suponía un problema. Las primeras representaciones arquitectónicas que aparecieron alrededor del 3000 a.C sobre tablillas recogían grafismos de plantas rectangulares, acotadas mediante escritura cuneiforme. Las acotaciones hacían referencia a medidas de codos, pero después de haber sido estudiadas con detenimiento, se llegó a la conclusión de que el dibujo no encajaba con las medidas reales de la construcción.

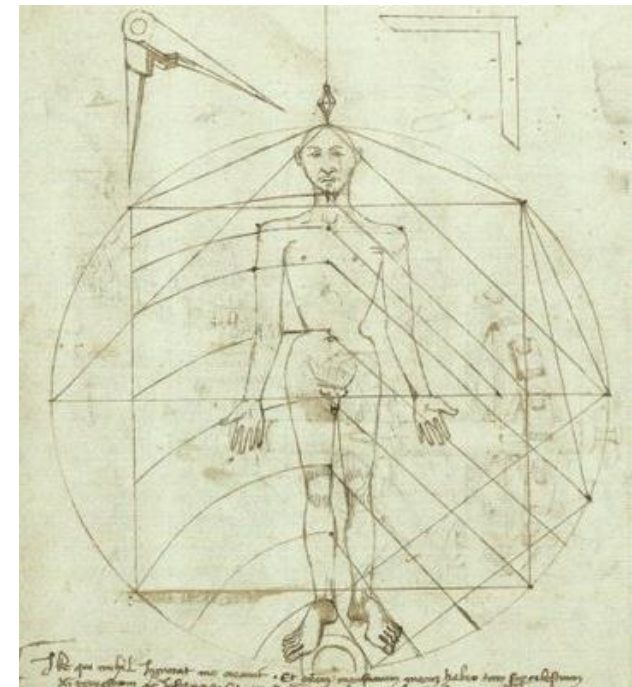


Figura 47. Pietro Mariano Taccola, 1381-1458. Hombre inscrito en figuras geométricas e instrumentos de cantería.

<sup>58</sup> CORONADO PADILLA, J. (2007) 'Escala de medición' en *Paradigmas*, vol. 2, p 104-125.

<sup>59</sup> IBID. 15

Realmente estas representaciones solo servían como croquis para documentar y entender mejor los espacios de la época, incluyendo sus usos y ordenaciones.<sup>60</sup>

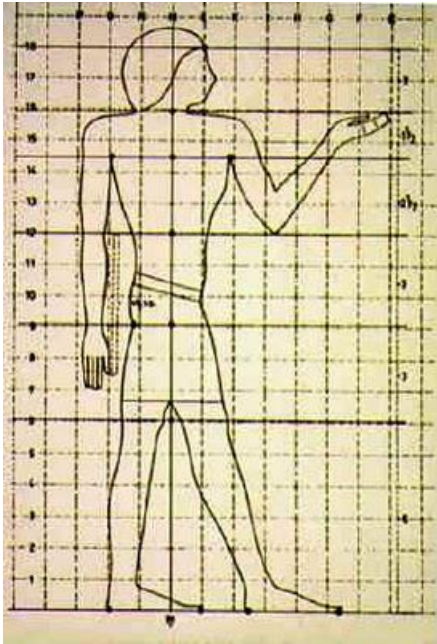


Figura 48. Cuadrícula egipcia mediante el módulo sagrado.

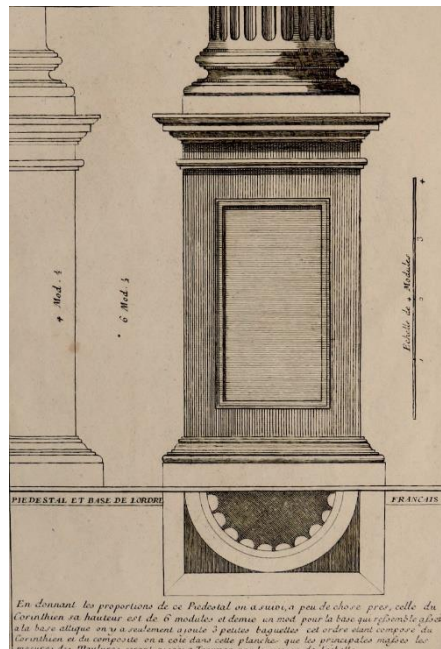


Figura 49. Lámina de Vignola donde se rotula el módulo correspondiente.

Las unidades modulares surgieron en el antiguo Egipto, aplicando una cuadrícula a los bloques de piedra que se querían esculpir. Esta cuadrícula también sirvió para la representación gráfica, donde la unidad de módulo era el codo, para ellos el módulo sagrado (Fig 48). Sin embargo, fue Jacopo Vignola (1507-1573), arquitecto y tratadista del Renacimiento quien en su tratado *Regola delli cinque ordini d'architettura* (1562) impulsó la utilización práctica del principio modular. En su tratado, recoge los órdenes arquitectónicos de Vitruvio y los modula tomando como referencia el semidiámetro de la columna medido en la parte baja del fuste (imoscapo) (Fig 49).

*Llámesese modulo a un tamaño arbitrario que se usa para construir los órdenes y es constantemente el semidiámetro inferior de la columna. Distingúense dos especies de módulos, uno que se divide en 12 partes iguales para los órdenes Toscano y Dórico; y el otro en diez y ocho para los órdenes Jónico, Corintio y Compuesto. (Vignola, 1562, Cap IV)*

A partir de ese momento cualquier constructor podría servirse de este módulo y proporcionar los edificios según las reglas establecidas en el tratado.<sup>61</sup>

En cuanto a la anotación de medidas concretas a partir del módulo, se seguían utilizando las referencias antropométricas. En el caso de Palladio, los dibujos están acotados en pies vicentinos.<sup>62</sup> Tanto él como Serlio incluían un pitipié, nombre derivado de la locución francesa *au petit pied* (en pequeño), que no es más que una escala gráfica representada como un segmento dividido y subdividido en partes iguales, debido al proceso de estirar las cuerdas anudadas para el diseño de un edificio. Normalmente los dos maestros lo ubicaban en la línea central vertical primaria de los dibujos en planta<sup>63</sup> (Fig 50 y 51).

<sup>60</sup> JIMÉNEZ MARTÍN, A. (2016). 'El tamaño si importa. Una historia del plano a escala' en *Artigramma*, nº31, p 33-65.

<sup>61</sup> IBID. 15

<sup>62</sup> ARNAU AMO, J. (2008). *Palladio. 1508-2008*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

<sup>63</sup> FRASCARI, M.; HALE, J. y STARKEY, B. (2007). *From Models to Drawings: Imagination and Representation in Architecture*. Oxford: Routledge.



*'Este plan se midió con la palma antigua. [...] Lo he reducido con el máximo cuidado a esta forma pequeña y proporcionada para que el arquitecto diligente pueda calcular las medidas de los elementos con bastante precisión, utilizando las pequeñas palmas [...] en la línea dividida en diez partes [...] Por lo tanto, tomando un par de compases en la mano, se pueden deducir algunas de las medidas de este edificio' (Serlio, L IV, 1537)*

Palladio solía acotar sistemáticamente las plantas, alzados y secciones de sus proyectos, para así manifestar su intención de definir con exactitud la medida de las cosas.<sup>64</sup> Serlio también justifica la no necesidad de anotar todas las acotaciones porque sus planos están bien proporcionados.

*'Para facilitar la comprensión y evitar el tiempo y el tedio que se infligirían al lector si describiera las dimensiones de cada parte en detalle, he indicado todas las dimensiones en los diseños con números.'* (Palladio, L IV, 1570)

*'No pondré todas las medidas del San Pedro porque, estando bien proporcionado, de una parte de las medidas se puede derivar todo.'* (Serlio, L IV, 1537)

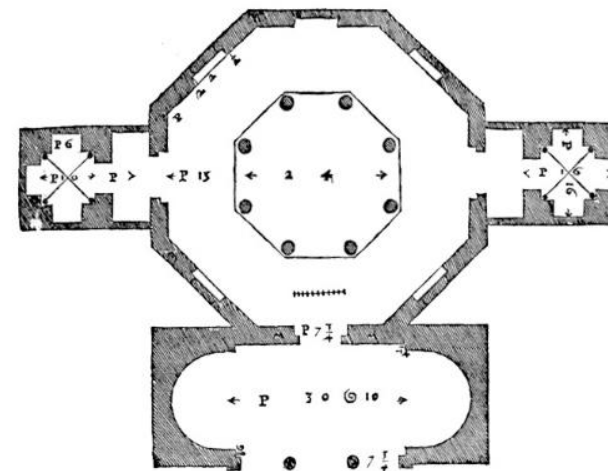


Figura 50. Andrea Palladio: Planta del templo del baptisterio de Constantino. Pequeña representación de una escala gráfica rudimentaria.

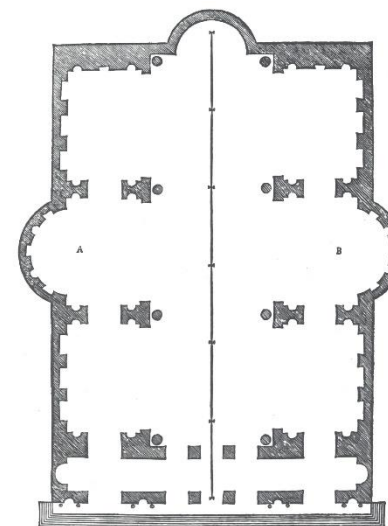
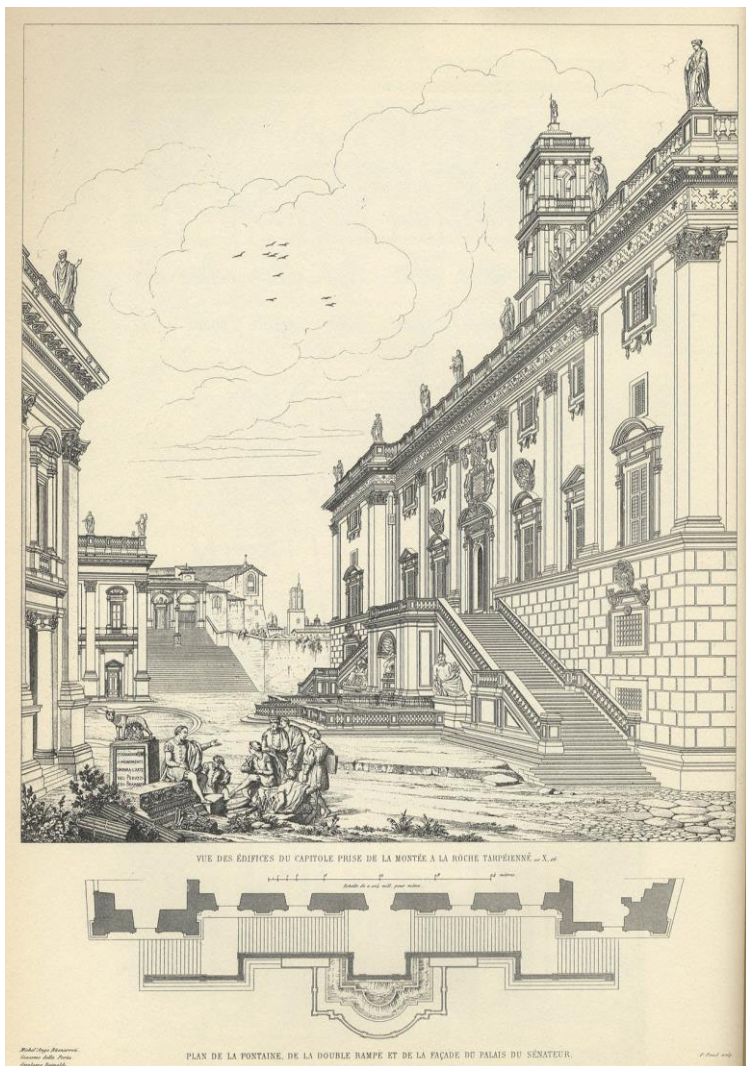


Figura 51. Sebastiano Serlio: Planta del templo de la paz. Escala gráfica en el centro.

<sup>64</sup> IBID. 63



Con la implantación del sistema métrico decimal (principios del XIX) comenzaron a utilizarse las unidades de longitud en metros y centímetros. Sin duda Paul Letarouilly es el primero que pone en práctica los nuevos conceptos de medición. Sus levantamientos de los edificios en Roma eran precisos y claros y fueron recogidos en tres volúmenes. A pesar de ello, se le acusó de escasez e inexactitud, y de haber regularizado edificios que en realidad eran irregulares. Aparte de no recargar el dibujo de cotas puesto que para él *'echaba a perder la claridad formal de sus planos'*, introdujo la primera escala gráfica según el nuevo sistema métrico decimal.<sup>65</sup> Dibujó una fina línea horizontal con sus correspondientes líneas divisorias, que indicaba unidad por unidad, la relación entre la longitud de la representación y la de la realidad en cada segmento (Fig 52).

A partir de este momento, queda codificada tanto la escala métrica de la arquitectura como la escala gráfica para su correcta medida.<sup>66</sup>

Figura 52. Paul Letarouilly: Dibujo de la plaza del campidoglio (1841).

<sup>65</sup> SAINZ, J. (1991). 'El dibujo de levantamiento: un instrumento gráfico para la investigación arquitectónica' en Restauración arquitectónica. Valladolid: Universidad de Valladolid.

<sup>66</sup> IBID. 15

### 2.2.2 El calibrado del tempo, la intensidad y la frecuencia.

En el campo musical existen diferentes parámetros susceptibles de ser medidos. Nos referiremos al *tempo*, aire o velocidad de ejecución; la intensidad y la frecuencia o altura de los sonidos. De ellas hablaremos en esta sección, mientras que la cuarta cualidad, el timbre, se abordará en el capítulo siguiente.

#### El tempo

La velocidad en la evolución del discurso musical se controla mediante el *tempo*. Éste, que en italiano significa literalmente 'tiempo' y que ha sido tan difícil de medir y representar a lo largo de la historia, es a todos los efectos, la unidad básica de medida de la música.

La preocupación por dejar indicaciones acerca de la velocidad de una pieza no llegó hasta principios del siglo XVIII, cuando los compositores comenzaron a utilizar términos en italiano –lengua aceptada generalmente como lengua franca en el terreno musical–, tales como: *adagio*, *andante*, *allegro*, etc. Sin embargo, desde un primer momento, estas indicaciones han tenido una cuantificación relativa. *Largo* es más lento que *Adagio*, y éste a su vez más lento que *Andante*, pero cuánto más lento era una cantidad que no podía ser fijada con precisión por el compositor, pasando a depender de la interpretación del ejecutante (Fig 52). Obviamente, esta falta de concreción o simplemente de definición ha dificultado la interpretación de piezas antiguas, con una amplia variabilidad en los resultados <sup>67</sup> (Fig 53).

La invención del metrónomo en el año 1815 de la mano de Johann Mälzel (1772-1838) supuso un cambio importante en la forma de medir y representar el tempo. Este artilugio era capaz

de determinar con una precisión cronométrica la velocidad exacta de una pieza musical fijando el número de pulsaciones por minuto (en adelante **ppm**) además de poder oír estas pulsaciones mientras se interpretaba la música (Fig 54).

Para ello, se estableció el tiempo de duración de la figura de una negra a partir del pulso humano, que en reposo es aproximadamente 60 ppm. La figura de la negra es la referencia más habitual, aunque también se usa comúnmente la blanca, la corchea o la negra con puntillo.<sup>68</sup>



Figura 53. Partitura de Mendelssohn – Canción a cuatro manos.

<sup>67</sup> IBID. 30

<sup>68</sup> VELA GONZÁLEZ, M. (2019). 'De la noción de tempo y su evolución en el período clásico-romántico: directrices para intérpretes' en *Revista AV Notas*, nº 7.

A partir de este momento, los compositores comenzaron a metronomizar sus obras. Ludwig van Beethoven (1770-1827), en el mismo año de la invención de este artilugio metronomizó hasta sus obras anteriores (incluso las de 20 años atrás, y aun así se cree que su metrónomo no funcionaba bien, por los disparates de las indicaciones) (Fig 55). Así el tempo pasaba a representarse mediante indicadores metronómicos, por ejemplo, ( $\downarrow = 60$ ) indicando el número de negras – en este caso 60 – que deben sonar en un minuto. Esta indicación permitió fijar la escala del tiempo en todas las obras musicales producidas posteriormente, si bien no dejó de ir acompañada por las expresiones verbales habituales, ya mencionadas.<sup>69</sup>

A raíz del empleo conjunto de estos dos tipos de anotaciones, la relativa (verbal en italiano) y la absoluta (numérica en ppm), han sugerido intentos de establecer equivalencias, como la que se acompaña a continuación:

Negras por minuto	Término verbal
40-43	Grave
44-47	Largo
48-51	Larghetto
52-54	Adagio
55-65	Andante
66-69	Andantino
70-95	Moderato
96-112	Allegretto
113-120	Allegro
121-140	Vivace
141-175	Presto
176-208	Prestissimo

Tabla 2. Conversión metronómica de los indicadores de tempo.

Ambos indicadores se han representado a lo largo de la historia al principio de la partitura, inmediatamente encima del primer pentagrama o del primer sistema de pentagramas.

No obstante, el tempo puede variar a lo largo de una pieza, y ello queda reflejado de dos maneras posibles. Puede que la velocidad de una determinada sección sea distinta de otra, en cuyo caso una nueva anotación de tempo, en su doble expresión verbal y numérica, aparece encabezando dicho apartado. Pero puede haber también cambios esporádicos de velocidad en un pasaje concreto. Éstos pueden afectar al aumento gradual del tempo (*accelerando*, *stringendo*...); a la disminución (*ritardando*, *rallentando*...); a la recuperación del tempo de referencia (*a tempo*...); o bien a la libre interpretación del instrumentista (*ad libitum*, *a piacere*...).



Figura 54. Metrónomo Mälzel.



Figura 55. Beethoven: Sonata n°29 Op. 106.

<sup>69</sup> IBID. 68

## La medida de compás

Existe una relación estrecha entre la gestión del tiempo y el compás. El compás determina la fracción métrica de una pieza musical, que agrupa varias unidades de tiempo, unas acentuadas y otras átonas, y que se va repitiendo a lo largo del discurso musical.

Hemos visto anteriormente que en la notación del *Ars Nova* surgen dos innovaciones respecto a la duración del tiempo de las notas. Partiendo de la notación franconiana instaurada por Franco de Colonia en el 1280, cada una de las cuatro figuras (dúplex longa, longa, breve y semibreve) se subdivide en dos o tres notas del siguiente valor más pequeño. A la relación entre la breve y semibreve se la denominó *tempus*, y a la relación entre la semibreve y mínima *prolatio*. La división doble se consideraba *imperfecta* y la triple *perfecta* (en alusión a la Divina Trinidad). Las cuatro posibles combinaciones al cruzar los dos *tempus* con las dos *prolatio* se empezaron a indicar al principio de las composiciones mediante signos mensurales para indicar sus valores <sup>70</sup> (Fig 56).



Figura 56. Partitura del Renacimiento. *Tratado de glosas de Diego Ortiz*. (1553).

Signo	Nombre	Equivalencia
	<i>Tempus perfectum prolatio maior</i>	Compás de 3 tiempos, con subdivisión ternaria: 9/8
	<i>Tempus perfectum prolatio minor</i>	Compás de 3 tiempos, con subdivisión binaria: 3/4
	<i>Tempus imperfectum prolatio maior</i>	Compás de 2 tiempos, con subdivisión ternaria: 6/8
	<i>Tempus imperfectum prolatio minor</i>	Compás de 2 tiempos, con subdivisión binaria: 2/4

Tabla 3. Signos mensurales y sus equivalencias.

De estas modalidades surgieron posteriormente los indicadores de compás modernos, unas fracciones numéricas representadas inmediatamente después de la clave musical o bien después de la armadura si la hubiere (o en medio de un pentagrama tras una doble barra), que representan, en el denominador la unidad de pulso de referencia y en el numerador el número concreto de pulsos de dicho compás.

<sup>70</sup> MICHELS, U. (1982). *Atlas de la música, I*. Madrid: Alianza.

## La intensidad musical

Otra de las escalas de las que goza la música es la intensidad. Se trata de una propiedad que diferencia los sonidos suaves de los fuertes. En la notación musical, se le denominan matices dinámicos o de intensidad a las indicaciones que diferencian los distintos niveles de intensidad en que se puede interpretar los sonidos de un pasaje o de una pieza entera.

Estas indicaciones se emplearon por primera vez en el barroco, debido a la necesidad de los compositores por expresar sus emociones (no olvidemos que el estilo Barroco era muy recargado) por lo que jugaron mucho con contrastes dinámicos de partes suaves y fuertes.

Podemos ver pocos ejemplos de estas indicaciones (términos como *forte*, *piano* y *pianissimo*) en composiciones de Johann Sebastian Bach (1685-1750), figura musical importante del periodo barroco. Solía pensar en dinámicas en sus composiciones, pero no era habitual que las indicara mediante notación. En el Clasicismo fue cuando se extendió realmente la utilización de estas indicaciones, con la finalidad de que el intérprete consiguiera una ejecución más precisa y ajustada a las intenciones del compositor. A estas indicaciones se las denomina *dinámicas de grado*. Son el cruce de los conceptos suave y fuerte expresadas mediante palabras italianas.<sup>71</sup>

Nombre	Signo
Pianissimo	<i>pp</i>
Piano	<i>p</i>
Mezzoforte	<i>mf</i>
Forte	<i>f</i>
Fortissimo	<i>ff</i>
Sforzando	<i>sf</i> ◦ <i>sfz</i> ◦ <i>fz</i>

Tabla 4. Representación gráfica de las dinámicas de grado.

<sup>71</sup> GRABNER, H. (2001). *Teoría general de la música*. Madrid: Akal.

Entre finales del Clasicismo y principios del Romanticismo, y debido al afianzamiento de estos términos, los compositores buscaron nuevas formas para representar la dinámica que querían. Destaca aquí la orquesta de Mannheim por utilizar unas nuevas dinámicas denominadas *dinámicas de transición*, en las que prima la utilización de los *crescendi* y *diminuendi*. Estas dinámicas se emplearon para especificar el aumento o disminución de la música de forma progresiva<sup>72</sup> (Fig 57).

Nombre	Abreviatura	Signo
Crescendo	Cresc.	<
Accrescendo	Accresc.	
Aumentando	Aum.	
Decrescendo	Decresc.	>
Diminuendo	Dim.	
Smorzando	Smorz.	

Tabla 5. Representación gráfica y abreviaturas de las dinámicas de transición.

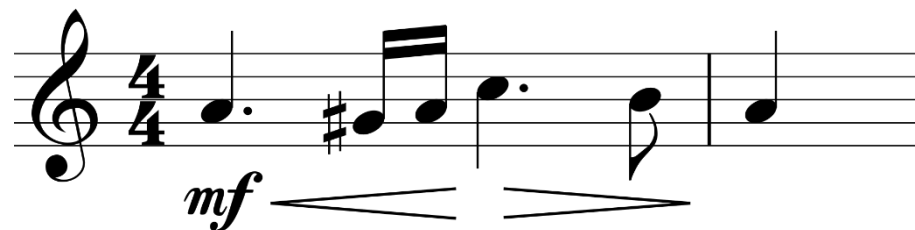


Figura 57. Dinámicas de grado y de transición en un pentagrama.

<sup>72</sup> IBID. 71

## La frecuencia musical

La determinación de la frecuencia o altura musical ha sido una de las mayores preocupaciones en la historia de la notación musical occidental. Como hemos podido comprobar en el primer punto, las primeras formas de notación musical aparecieron como una necesidad para recordar intuitivamente las melodías, dado el amplio repertorio que se manejaba en aquel entonces. Al principio surgieron los neumas, distribuidos sobre el texto en diferentes formas, pero ya aproximándose a una mejor definición de la altura mediante las formas que poseían. El siguiente paso fue la incorporación de letras y una línea de referencia. Y de esta manera siguió evolucionando hasta dar con el sistema de notación occidental actual basado en el pentagrama.

La altura de un sonido es un atributo cualitativo que nos permite diferenciar unos sonidos de otros en una escala musical, y está condicionado principalmente por la frecuencia de las ondas sonoras a que son emitidos. Y es esta altura la que se representa en el pentagrama mediante las notas musicales de la escala. Cada sonido representado por una nota musical se coloca en el pentagrama en función de una altura. En la parte inferior del pentagrama se encuentran los sonidos más graves, y en sucesión ascendente, se encuentran los sonidos cada vez más agudos (Fig 58 y 59). Del mismo modo también existen diferentes formas de representar un mismo sonido, como por ejemplo un DO# y un Reb, colocados ambos en la misma posición y diferenciados por los signos de sostenido y bemol (#, b) y también dependiendo de la clave en la que esté escrita la música, pues las notas en clave de Sol tienen distinta disposición que en clave de Fa.



Figura 58. Representación gráfica de la clave de sol.



Figura 59. Representación gráfica de la clave de fa.

Dentro de una escala musical, y refiriéndonos a la escala temperada igual, cada nota tiene una frecuencia convenida, medida en hercios (**Hz**). Partiendo de que la frecuencia de una nota concreta y su octava están en una relación de 2 es a 1, esta escala se caracteriza en que la proporción de frecuencia entre dos semitonos sucesivos (de los 12 que integran la escala) es siempre la misma.<sup>73</sup>

La frecuencia de referencia que se viene utilizando con más frecuencia en la actualidad es la de 440 Hz asignados a la nota La4. No obstante, no siempre ha sido así. Los diferentes niveles de afinación variaban en distintos lugares, distintas épocas e incluso en una misma ciudad. Gracias a tratados tempranos donde se mencionaban los diferentes diapasones antiguos de horquilla (instrumento metálico utilizado para la afinación de instrumentos y que representa el tono de una nota en particular, normalmente

<sup>73</sup> CLERC GONZALEZ, G. (2003). *La arquitectura es música congelada*. Tesis. Madrid: Universidad Politécnica.

La4), se sabe que la frecuencia asignada a esta nota podía oscilar entre 377 y 567 Hz.<sup>74</sup>

En 1936 se recomendó que el La encima del Do central (por lo tanto, La4) se afinara a 440 Hz. El estándar se aceptó por la Organización Internacional de Estandarización en 1955 y se utiliza actualmente en todo el mundo. No obstante, cada familia instrumental tiene diferentes peculiaridades en cuanto a la frecuencia de las notas y a su forma de afinación.<sup>75</sup>

Nota	Frecuencia (Hz)
Do Central	261,626
Do#/Reb	277,183
Re	293,665
Re#/Mib	311,127
Mi	329,628
Fa	349,228
Fa#/Solb	369,994
Sol	391,995
Sol#/Lab	415,305
La	440,000
La#/Sib	466,164
Si	493,883
Do	523,251

Tabla 6. Equivalencia de la altura de las notas a Hercios.

<sup>74</sup> LYNN CAVANAGH. A brief history of the establishment of international standard pitch A =440 Hz. <[https://www.wam.hr/sadrzaj/us/Cavanagh\\_440Hz.pdf](https://www.wam.hr/sadrzaj/us/Cavanagh_440Hz.pdf)> [Consulta: 01/09/2019]

<sup>75</sup> <<https://www.luna.ovh/planeta/es/Afinación>> [Consulta: 01/09/2019]



### 2.2.3 Paralelismos y divergencias.

Nos queda claro que tanto la escala arquitectónica como la musical se pueden representar de dos formas. Gráfica y numéricamente. Pero esto es solo la medida exacta, no el trasfondo gráfico.

Medir la música siempre ha sido una inquietud que ha permitido que la notación musical evolucione hasta ser exacta. En el campo arquitectónico la evolución hasta alcanzar una precisión milimétrica de las medidas fue más lenta debido al afán del hombre por ser el centro de todas las cosas, (tanto es así que Vitruvio utilizó el 'Hombre de Vitruvio' y Le Corbusier usó el 'Modular' para basar su sistema de proporciones en el cuerpo humano, ambos con aproximadamente 1900 años de diferencia) y por ello, las medidas antropométricas no gozaban de exactitud a la hora de representar.

El sistema métrico decimal y los establecimientos por la conversión de terminologías verbales y figuras musicales a número han cambiado por completo la forma de concebir estas escalas. El hombre verdaderamente entiende algo si se puede explicar matemáticamente. Por eso, tanto la escala arquitectónica como la escala musical se ha establecido mediante relaciones y equivalencias numéricas. ¿Acaso no es un concepto análogo cuando hablamos de una escala 1/100 y cuando lo hacemos de un compás de 3/4? Al fin y al cabo, es una relación matemática que nos permite saber la medida de algo en relación con una referencia (lo que mide el dibujo frente a lo que mide el edificio, en el caso del proyecto; las fracciones en que se divide el compás y que la figura de cada una de estas partes es la negra).

Sin embargo, la representación a escala de la arquitectura y de la música ha permitido saber su armonía interna, es decir, tener una noción de escala, sea modular, antropométrica o métrica, ha permitido representar gráficamente las proporciones reales

de una arquitectura ya construida, o en su defecto, crear un edificio con medidas proporcionadas, aportando belleza y equilibrio a la composición. Musicalmente, una escala musical (actualmente la escala temperada) ha permitido definir una armonía entre acordes, creando estructuras y texturas internas de la música con el fin de crear un sonido agradable.

Este pensamiento de proporción ya se utilizaba en el renacimiento. Fue Alberti en *De re Aedificatoria* donde detalló que las medidas adecuadas para crear espacios armoniosos debían concordar con las proporciones musicales. Los artistas renacentistas consideraban obligatorio que las consonancias interválicas de la escala musical se trasladaran a la arquitectura, y utilizaban normalmente los números enteros más bajos: 1:2:3:4. Por lo que, música y geometría se fundían en una misma cosa gracias a la escala.

Podríamos añadir que existen entre la escala y la intensidad una relación quizás más subjetiva. Al dibujar a escala, se debe usar el sistema de escala correcto para el contexto apropiado. Por ejemplo, el diseño de una gran ciudad se entenderá mejor a gran escala, mientras que la representación de un encuentro constructivo requerirá un dibujo a menor escala. En cada una de ellas se utilizarán variables gráficas como son el sombreado, el color, o la intensidad de líneas, para marcar las secciones y detalles a querer enfatizar. En la música esto es diferente, ya que la escala de representación utilizada es la más pequeña: la notación tradicional. Aunque muchos compositores usan muchas formas diferentes de análisis para abordar escalas de representación más grandes, no existe una forma universal acordada de hacerlo. Por ejemplo, los músicos suelen hablar en compases, o ritmos, como 'tocar un blues de 12 compases' o 'tocar una canción A-A-B-A', sin embargo, no se aplica a la representación.

Es aquí donde entran los símbolos de intensidad musical, para enfatizar, mediante los matices dinámicos y agógicos la intensidad de la música, ya no entendida como la diferenciación entre sonidos suaves o fuertes, sino como la creación de dinámicas para enfatizar los puntos a resaltar de una pieza musical conforme a lo imaginado por el compositor, al igual que hacen las variables gráficas en un detalle pormenorizado.

## 2.3 El problema de la definición. La concreción en el detalle.

### 2.3.1. La definición constructiva.

En la historia de la arquitectura existe una relación entre la idea, la construcción y el dibujo. Aunque hablamos normalmente del 'dibujo' en singular, no hay que olvidar que también existen distintos tipos de dibujos relacionados con procesos y etapas de la arquitectura relacionadas a diversas formas gráficas. Uno de ellos es el dibujo de detalle constructivo.

Un detalle constructivo es una representación gráfica pormenorizada de una zona de una construcción, por ejemplo, un encuentro donde coinciden diferentes elementos arquitectónicos, con la finalidad de explicar y facilitar su ejecución.<sup>76</sup>

Son muy escasos los dibujos conservados en la Edad Media, ya que para la construcción se bastaba de un esquema de idea general, concretándose los detalles constructivos en obra por los operarios más calificados. Normalmente los canteros trazaban sobre las piezas las incisiones con las formas que iban a labrar, y si ésta se tenía que repetir, se recortaban en madera o metal unas plantillas, conocidas como 'moldes'. Para determinar la forma de la planta de los edificios, esta operación se resolvía directamente sobre el suelo mediante la ayuda de cuerdas y estacas, por lo que, la existencia de un dibujo previo en el papel era innecesario, al conocer los constructores las formas que se iban a construir.<sup>77</sup>

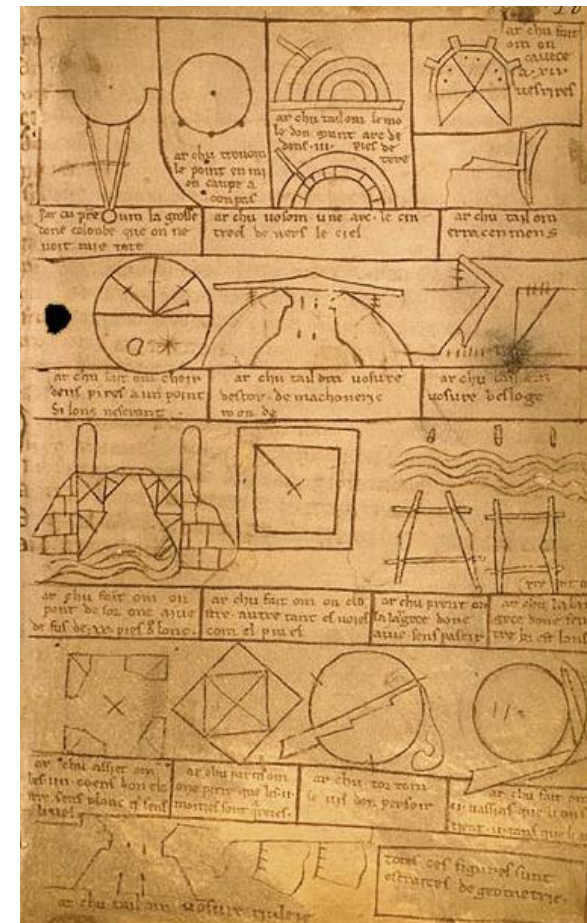


Figura 60. Lámina de Villard de Honnecourt.

<sup>76</sup> <<https://www.ficherotecnia.com/es-ES/blog/que-son-detalles-constructivos>>  
[Consulta: 20/09/2019]

<sup>77</sup> CABEZAS, L.; COPÓN, M.; FUENTES, J.M.; LÓPEZ, I.; OLIVER, J.C Y UREÑA, C. (2011). *Dibujo y construcción de la realidad: Arquitectura, proyecto, diseño, ingeniería, dibujo técnico*. Madrid: Ediciones Catedra.

Sobre estas 'plantillas' podemos encontrar representaciones en los dibujos de Villard de Honnecourt. Su cuaderno no estaba destinado a la ejecución de la construcción, sino a recoger las ideas de las diferentes formas de hacer de los constructores en diversos edificios que le llamaban la atención. Los constructores góticos estandarizaron las plantillas a fin de evitar tener que fabricar una considerable cantidad de ellas, y Villard muestra así, por ejemplo, como se trazaba un arco con el compás <sup>78</sup> (Fig 60).

No hay que olvidar que, en aquella época, la representación suponía una abstracción con el fin de llegar a soluciones técnicas para resolver un problema planteado. Esta es la característica más destacable antes de llegar al Renacimiento. No se persigue la verdadera forma del objeto, sino profundizar en el conocimiento de éste.

En el Renacimiento el hombre se vuelve más antropocéntrico, intentando acercarse a la verdadera realidad de las cosas. Por ello, los tratadistas por excelencia de esta época como Alberti, Vignola y Palladio vuelven la vista al tratado de Vitruvio, que establecía una perfecta mezcla de los conceptos de arquitectura y construcción, indicando que un edificio debía tener como metas la *firmitas*, *utilitas* y *venustas* (firmeza, utilidad y belleza) (Fig 61). A pesar de ello, existía una desvinculación entre la técnica constructiva y el proceso de proyecto, ya que arquitectos como Vignola tendían más hacia los conceptos de belleza y diseño.<sup>79</sup> Sus representaciones gráficas se centraban pues en la definición geométrica de la arquitectura, con un cuidado especial y minucioso de todas las ornamentaciones, pero no en la descripción de sus técnicas constructivas (Fig 62).

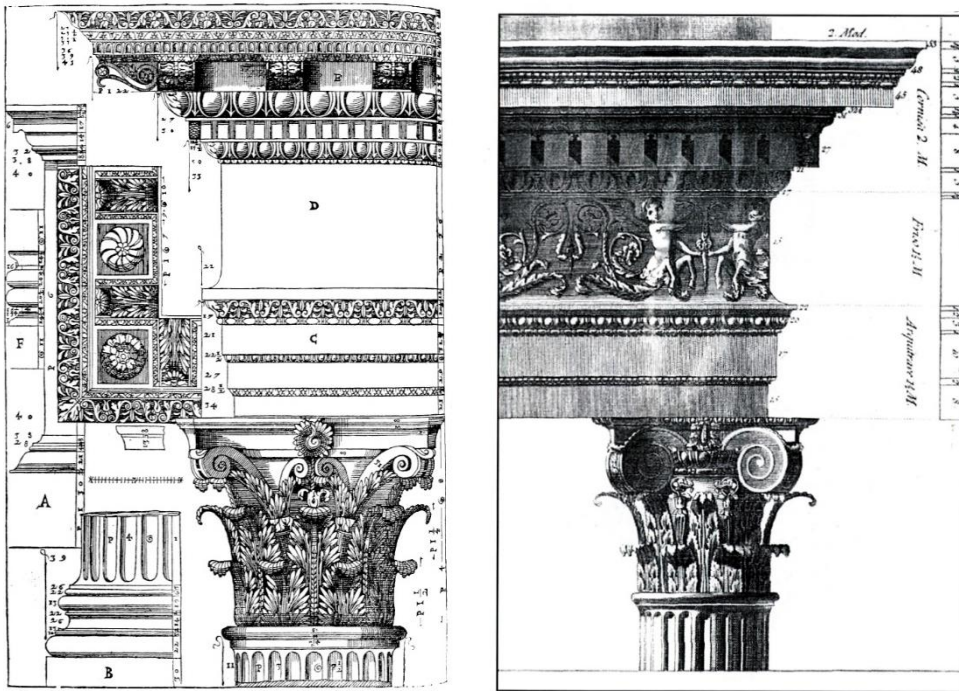


Figura 61. Andrea Palladio. Detalle de un capitel y cornisamento.  
 Figura 62. Jacopo Vignola. Detalle de un capitel y cornisamento.

<sup>78</sup> PernoUD, R.; GimPEL, J. y BECHMANN, R. (2001). *Villard de Honnecourt*. Madrid: Akal.

<sup>79</sup> GRACIANI GARCÍA, A (2000). 'Hacia el nacimiento de la historia de la construcción. Origen y devenir de una Ciencia' en *Tercer Congreso nacional de*

A partir del siglo XVIII surgen nuevas aportaciones hacia el desarrollo de la representación arquitectónica constructiva. En este panorama tenemos a figuras como Viollet-le-Duc (1814-1879), que en su '*Dictionnaire raisonné de l'architecture française*' (1854-1868) recoge un estudio minucioso acerca de la construcción gótica y sus diferentes disposiciones constructivas (Fig 63). Auguste Choisy (1841-1909) también trata la arquitectura en todo su conjunto, con más énfasis en la construcción y en la evolución de las formas constructivas en su '*Histoire de l'architecture*' (1899)<sup>80</sup> (Fig 64).

Sin embargo, no es hasta la llegada del siglo XIX en el que surgen por primera vez tratados exclusivos sobre la construcción. El tratado de Rondelet (1743-1829) '*Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*' en el que pretende establecer una ciencia de la construcción que garantizarse tres importantes metas: resistencia, durabilidad y economía de la arquitectura. Representaba la arquitectura desde un punto de vista estructural y constructivo, dejando de lado la composición y la ornamentación arquitectónica. Aunque no se puede considerar verdaderamente científica ya que se basa en un análisis de muchos ejemplos, proporcionó diferentes técnicas constructivas con diferentes materiales, explicando sus formas de ejecución y estructuración<sup>81</sup> (Fig 65).

Poco a poco el detalle constructivo se uniría como parte del proyecto arquitectónico, con el fin de representar y entender las diversas soluciones constructivas adoptadas en la obra. Gracias al Movimiento Moderno, se formalizan los conceptos de ligereza, claridad, continuidad, etc, que son materializados gracias a los avances tecnológicos de principios del siglo XX.<sup>82</sup>

<sup>80</sup> SANTIAGO HUERTA. *Historia de la Construcción: la fundación de una disciplina*. Disponible en: <[http://oa.upm.es/2500/2/HUERTA\\_PON\\_2009\\_02A.pdf](http://oa.upm.es/2500/2/HUERTA_PON_2009_02A.pdf)> [Consulta: 20/09/2019]

<sup>81</sup> NÈGRE, V. (2009). 'Some considerations on *Traité de l'Art de Bâtir* by Rondelet and the technical literature of his time' en *Proceedings of the Third International*

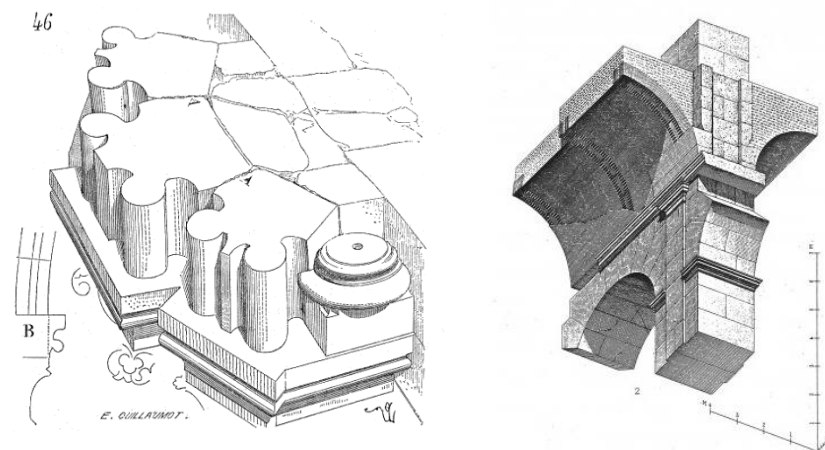


Figura 63. Viollet le duc: Disposición constructiva de un pilar gótico.  
Figura 64. Auguste Choisy: perspectiva axonométrica.

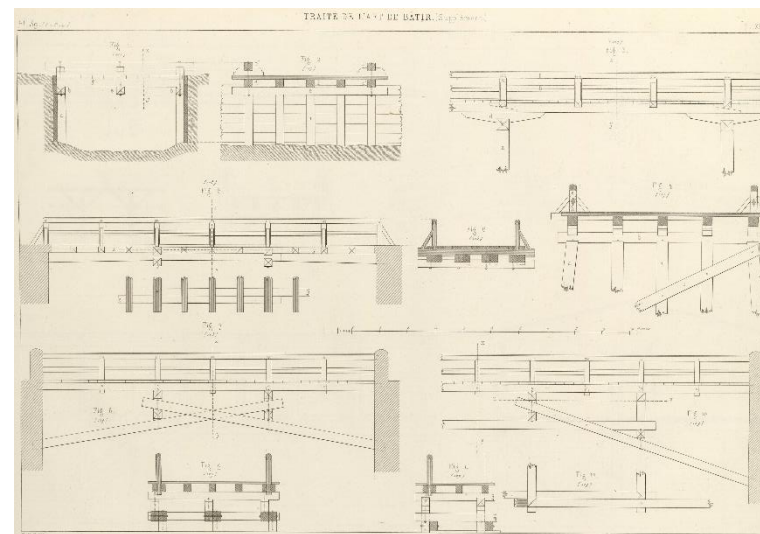


Figura 65. Lámina constructiva del tratado de Jean-Baptiste Rondelet.

Congress on Construction History. Alemania. Disponible en <<https://structurae.net/en/literature/conference-paper/some-considerations-on-traité-de-l-art-de-bâtir-by-rondelet-and-the-technical-literature-of-his-time>>

<sup>82</sup> <<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-365023/en-detalle-especial-mies>> [Consulta: 20/09/2019]

En este contexto surge la figura de Mies van Der Rohe, que basó sus leyes proyectuales en formas puras, donde el diseño del detalle comenzó a ser muy relevante, ya no por su ornamentación, sino como discurso global de la arquitectura.

*'Evidentemente, inventar formas no es la tarea de la arquitectura. La arquitectura es algo más y es diferente. Aquella magnífica palabra Baukunst (arte de construir) ya indica que el contenido esencial de la arquitectura es construir y que el arte significa su perfección'* (Conferencia en Chicago de la que no se conoce fecha ni motivo)

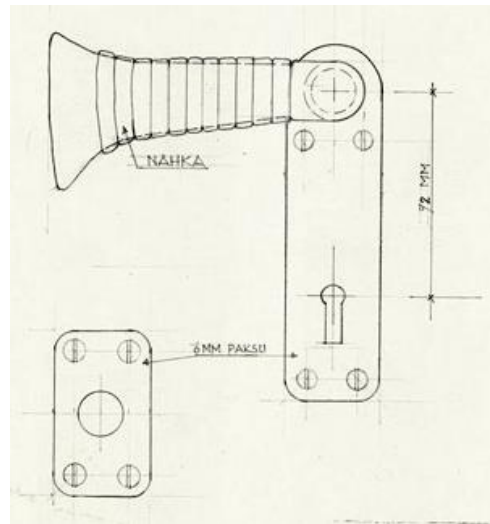
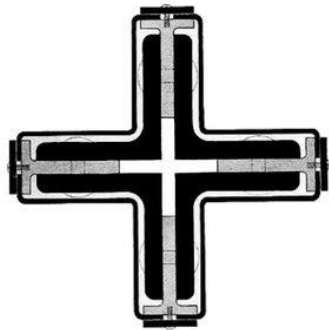


Figura 66. Mies Van der Rohe. Detalle de un pilar cruciforme.  
Figura 67. Alvar Aalto. Detalle de la manivela en Villa Mairea.

Para Mies van Der Rohe, el detalle es el que da sentido a la arquitectura. Recordemos su famosa frase *'Dios está en los detalles'* (Fig 66).

El detalle constructivo ha ido incrementándose por el afán de representar con exactitud la materia de la arquitectura. Ha llegado hasta una pequeñísima escala, e incluso al diseño interior de la arquitectura. Un caso singular es el de Alvar Aalto (1898-1976), que diseñó los muebles de sus edificios, y hasta los más pequeños detalles, como los pomos de las puertas (Fig 67).

Sin embargo, el detalle constructivo no es simplemente una representación gráfica. Es cierto que nos aporta información sobre los diferentes elementos que componen a una determinada arquitectura, pero el detalle tiene un trasfondo que pocos saben apreciar. El detalle representa, a una escala pormenorizada, un deseo de intenciones. Un arquitecto empezará a esbozar una idea mediante croquis, seguramente borrosos e indefinidos, al que seguidamente después de una maduración y varios cambios, irá asignándole a esa idea diferentes materiales, tamaños, colores, etc.... en definitiva, materializará el proyecto, relacionando todas las diferentes partes en un todo, construyendo los diferentes espacios. Por lo que, un arquitecto cuando proyecta construye a la vez. La construcción y la expresión formal de los diferentes espacios proyectados quedan determinados por el detalle constructivo y la elección de los materiales.

*'El detalle es esencial para la definición del todo, el detalle puede determinar el proyecto, ciertamente lo caracteriza. El conjunto global de la obra arquitectónica está estrechamente integrado a los detalles, a su diseño y a su cualidad. El detalle incide sobre los valores espaciales y volumétricos del conjunto'* (FRANCA HELG, 1985)

### 2.3.2 La definición interpretativa.

En la época barroca y gracias a los tratados de Johann Joachim Quantz (1697-1773), Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791) y C.P.E Bach (1714-1788), en los que establecían semejanzas entre la música y el lenguaje, ya se pudieron apreciar las primeras indicaciones interpretativas en la música. A medida que las partituras se fueron difundiendo y debido a los cambios de estilo de la época clasicista y la romántica, estas indicaciones se volvieron más precisas y frecuentes. Así en el Romanticismo, período en el que la expresión musical se centra en la capacidad expresiva del compositor, se consolidaron los matices de intensidad, tempo y dinamismo.<sup>83</sup> Sin embargo, existen otros símbolos que nos permiten indicar diversos tipos de articulación en la ejecución de una pieza musical.

Se llaman **indicaciones de articulación** a aquellos símbolos que nos permiten tener una idea más clara sobre cómo se debe interpretar una partitura. Así pues, estas indicaciones pueden referirse a las técnicas de interpretación musical (dependiendo del manejo de cada instrumento) y también a los modos de articulación de duración e intensidad en la transición entre las notas (en general, independientemente del instrumento).<sup>84</sup>

#### Articulación de duración e intensidad

Las indicaciones de duración de sonido más habituales en el lenguaje musical son el *legato* y el *staccato*. Se tiene más constancia de éstas en el Clasicismo (aunque primeramente se utilizaron a finales del Barroco) pero en esta época las articulaciones no se anotaban de forma regular ya que el intérprete sabía cómo tenía que tocar la pieza musical. El *legato* es una ligadura que indica el modo de ejecución de un grupo de notas musicales de diferentes o iguales alturas, que debe ser

suave y sostenido, de manera que una nota no deje de sonar hasta que se toque la siguiente.<sup>85</sup> En la segunda mitad del siglo XVIII las ligaduras solían ser cortas y abarcaban entre dos o tres notas generalmente, y a lo sumo cuatro o cinco, acentuando la primera y tocando ligeramente la última. Se interrumpían siempre antes de las barras de compás (Fig 68).

El *staccato* viene a significar justo lo opuesto. Se representa mediante un pequeño punto que se coloca sobre la nota, indicando que la duración de la nota debe ser más corta que el valor real de la figura (normalmente la mitad). En la segunda mitad del siglo XVIII se distinguieron varias gradaciones en función de la forma de representación, tales como un trazo vertical (|), una cuña (') o un punto (·). Sin embargo, no se conoce en profundidad la amplia variedad de tradiciones interpretativas, ya que cada compositor en particular

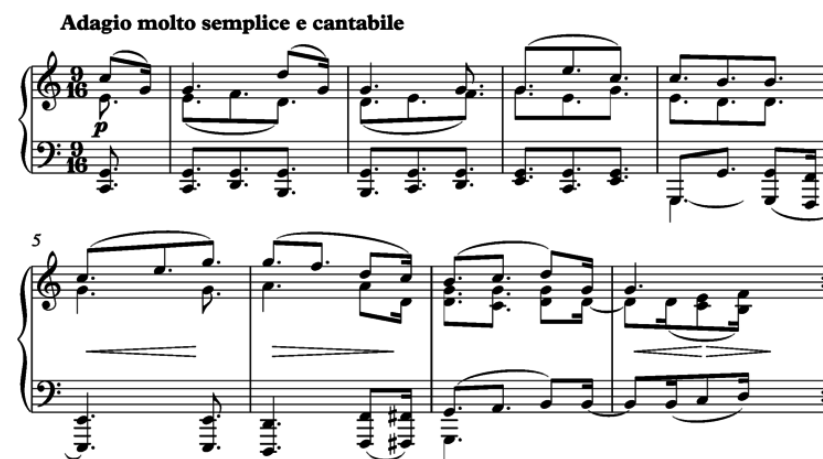


Figura 68. Beethoven: Sonata Op. 111. Utilización del *legato*.

<sup>83</sup> RINK, J. (2006). La interpretación musical. Madrid: Alianza Editorial.

<sup>84</sup> <<https://angelsuitar.com/simbolos-de-expresion-e-interpretacion-indicaciones-de-articulacion/>> [Consulta: 02/10/2019]

<sup>85</sup> IBID. 71



## W. A. MOZART Sonata No. 14

Köchel-Verz. Nr. 457.

Molto Allegro.

Figura 69. Mozart: Sonata n° 14. Utilización del staccato

## Berceuse

Des-Dur / Ré bémol majeur / D flat major

Frédéric Chopin, opus 57

Andante

*pp*

*dolce*

Figura 70. Chopin: Berceuse Op. 57. Utilización de largas ligaduras junto con el pedal.

tenía su propio estilo. Tanto Mozart como Franz Joseph Haydn (1732-1809) utilizaron el trazo vertical para indicar el staccato, y el punto para un staccato menos pronunciado (las notas tenían una duración ligeramente mayor)<sup>86</sup> (Fig 69).

A causa de la evolución de los instrumentos, la articulación también se desarrolló en un periodo corto. Durante el Romanticismo, estos símbolos fueron adaptándose a la moda y estética musical. Se prefería un estilo más ligado, debido a la intensificación de la expresividad de los compositores románticos como Ludwig van Beethoven (1770-1827) que ayudó al uso del pedal de resonancia en el piano, atributo que ya poseía los instrumentos de la época. Así pues, el estilo del Romanticismo era ligar todas las notas, incluso podían abarcar páginas enteras (ejemplos de ello los encontramos en partituras de Frédéric François Chopin (1810-1849)) y acompañarlas siempre por el pedal aunque no se indicase (Fig 70). Las indicaciones de *staccato* también se transformaron en este periodo. El punto tomó el valor estándar de *staccato*, mientras que la cuña pasó a significar un *staccato* mayor, *staccatissimo*. El trazo vertical desapareció de la grafía.<sup>87</sup>

### Técnicas de interpretación

Existen también indicaciones de técnicas de interpretación musical, aunque su utilización se limita al instrumento que interprete la pieza musical. Comentaremos únicamente la técnica interpretativa de los pedales en el piano y algunas del violín.

La nota pedal consiste en mantener apretado el pedal derecho para aumentar la duración de los sonidos.

<sup>86</sup> VELA GONZÁLEZ, M. (2017). El análisis musical como herramienta pedagógica e interpretativa en la enseñanza del piano en Conservatorios Superiores aplicado al aprendizaje de la forma sonata. Material no publicado.

<sup>87</sup> IBID. 86



Aunque ya existía en el Barroco, fue en el Clasicismo cuando evolucionó el desarrollo de los instrumentos de teclado. Tampoco se solía anotar la entrada del pedal en la partitura, pero la grafía de las ligaduras hace pensar en su utilización ya que, a falta de pedal, no podrían ejecutarse las piezas musicales representadas en aquella época. Ejemplo de ello son las obras tardías de Mozart que si conoció el pedal, pero no anotó su uso en ninguna de sus obras.

*Pero aunque los pianos de Mozart tenían mecanismos de pedal, nunca escribió música que los requiriera para este propósito. No hay indicaciones de pedal en ninguna de las obras para piano de Mozart.*<sup>88</sup>

Las primeras indicaciones del uso del pedal las encontramos en una obra tardía de Haydn (*Sonata Hob. XVI: 50*). Sin embargo, es Beethoven el verdadero impulsor de su utilización debido a sus múltiples experimentaciones con éste (Fig 71). Podemos encontrar indicaciones como 'senza sordino' y 'con sordino' (sin y con apagadores) debido al mecanismo del pianoforte en su *Sonata Op. 27 n ° 2, III*.

Beethoven también incorporó el uso del pedal izquierdo o 'celestes' que producía diferente sonoridad, dependiendo del número de cuerdas que golpeaban los macillos (tres sin pedal o dos y una en función de la pulsación de este). Aunque esta técnica ya no existe en los pianos modernos, donde se pasa de tres a una cuerda a través del pedal. Ejemplo de su indicación la encontramos en su *Concierto para piano n ° 4 Op. 58, II*<sup>89</sup> (Fig 72).

En el Romanticismo, el pedal causó una gran revolución, al igual que las indicaciones anteriores como el *legato*, que aportaban mayor expresividad a la música. Por lo que, en 1820 la mayoría de los pianos ya contaba con 2 pedales, y todos los

compositores posteriores a este evento como Felix Mendelssohn (1809-1847), Robert Schumann (1810-1856) y Chopin, pedalizaron por completo sus obras. Así, el pedal empezó a anotarse desde el primer compás hasta el último mediante la representación textual de (Ped.) para pulsar el pedal y asterisco (\*) para soltarlo (Fig 73). A mitad del siglo XIX el pedal estaba tan integrado que los compositores comenzaron a no anotarlo detalladamente, ya que se entendía su usanza.<sup>90</sup>



Figura 71. Haydn: Sonata Hob XVI:50. Utilización del pedal.



Figura 72. Beethoven: n ° 4 Op. 58. Utilización del pedal celeste.

<sup>88</sup> ROSEN, C. (1998). *The Romantic Generation*. Cambridge: Harvard University Press.  
<sup>89</sup> IBID. 88

<sup>90</sup> IBID. 86



Figura 73. Mendelssohn: Op. 30, I. Representación de la pedalización.

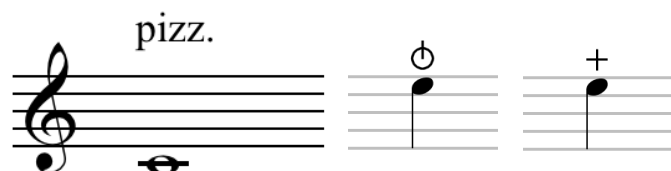


Figura 74. Representación gráfica del pizzicato. Abreviación. Indicación de Bartók, y pizzicato de la mano izquierda.



Figura 75. Representación de col legno en una partitura.

Para el violín también hay indicaciones de técnicas interpretativas, como la técnica *pizzicato*. La obra más antigua en la que se incluye una anotación sobre su uso pertenece a Claudio Monteverdi (1567-1643), donde se le indica al intérprete que pellizque las cuerdas con dos dedos de la mano derecha. Podemos encontrar otros ejemplos del uso del *pizzicato* en obras como la de Antonio Lucio Vivaldi (1678-1741) en su obra *Cuatro estaciones* y la obra *Magnificat* de J.S. Bach (1685-1750) interpretada enteramente mediante esta técnica.<sup>91</sup> Una técnica más reciente de finales del siglo XIX es la técnica *Col legno*, aunque en una obra de Haydn se puede encontrar una muestra temprana de su uso. Consiste en golpear o rozar la cuerda del instrumento con el dorso del arco. Ambas indicaciones se suelen representar mediante su abreviación en la partitura, si bien el *pizzicato* tiene también otros símbolos aceptados (Fig 74 y 75).

Por lo que, llegados a este punto podemos comprobar como la notación musical se ha ido haciéndose progresivamente más precisa, en su ambición de indicar con exactitud las intenciones del compositor, pero no es lo suficientemente completa, por muy precisa que sea, para representar algo tan intangible como es la música.

<sup>91</sup> RANDEL, D.M. (2003). *The Harvard Dictionary of Music*. Cambridge: Harvard University Press.

### 2.3.3 Paralelismos y divergencias.

A primera vista, ambos detalles son representaciones lo suficientemente completas para ser entendidas por la persona ejecutora. El dibujo de detalle siempre irá acompañado de una leyenda, símbolos y otras anotaciones para su mejor entendimiento, al igual que la partitura va acompañada de indicaciones, como hemos visto, para su 'correcta' interpretación sonora según el deseo del compositor. Eso sí, sin duda es más fácil interpretar un detalle constructivo que una partitura, por ser el dibujo una herramienta más intuitiva que la notación.

Ambos detalles pueden asemejarse en el hecho de que los dos representan técnicas, sean constructivas en el caso de la arquitectura, o interpretativas en el campo musical. El detalle arquitectónico como tal es un dibujo que nos enseña diferentes tipos de técnicas constructivas, tanto tradicionales como prefabricadas como, por ejemplo; el labrado de distintos muros de mampostería o el ensamblaje de estructuras metálicas. El detalle en las partituras musicales nos indica también técnicas interpretativas mediante el uso de una anotación textual, dependiendo en algunos casos del instrumento ejecutor.

Por lo que, dentro de estas técnicas, podemos encontrar diferentes materiales o instrumentos, que también se representan. Así la grafía de un ladrillo difiere de la de un muro de hormigón, en el que para representar el ladrillo se dibujarán sus orificios, mientras que el hormigón tendrá una textura diferente. En la música estos materiales podrían semejar a los instrumentos. Gracias a la música orquestal, se definieron los instrumentos presentes en la composición, y a diferencia de la arquitectura en el que la disposición de los materiales dependerá de la técnica constructiva y del resultado final que haya pensado el arquitecto, las anotaciones de los instrumentos

siempre aparecen en un mismo orden. Por regla general, los primeros en anotarse son los instrumentos de madera (flautas, oboes, clarinetes y fagots, añadiendo el número de instrumentos que han de utilizarse en la primera página), a continuación, los instrumentos de metal, los instrumentos de percusión y finalmente los instrumentos de cuerdas.<sup>92</sup>

Y al hablar de interpretación, nos referimos a las dos posibilidades de esta palabra. Su entendimiento y su ejecución. Entender un detalle constructivo es bastante simple. Puede que una persona media no sepa distinguir entre el grafismo de una lámina impermeable y la de una lámina drenante, pero para ese inconveniente el detalle constructivo siempre irá acompañado de una leyenda que especificará que material es y seguramente su composición. En cuanto a su ejecución, normalmente elaborada por un profesional de la construcción con apoyo del arquitecto, solo tiene una manera de hacerse, un resultado final.

En la música estas dos formas de interpretación son muy distintas. Como cualquier idioma tiene su código, la música también, y debe ser entendida para su correcta ejecución. No cualquiera puede descifrar una partitura, ya que la música posee un lenguaje específico que puede ser entendido por una persona que tenga una mínima inquietud en aprender a leerla pero que, de hecho, solo dominan los profesionales. Aquí entran los intérpretes musicales, que deben decodificar el texto musical para su posterior ejecución audible, lo que nos lleva a la segunda forma de interpretación, su ejecución.

La obra escrita siempre será la misma, pero cada intérprete la ejecutará de distinta forma. A diferencia de la arquitectura en la que todo está (o debería estar) especificado para que haya el mínimo de errores posibles para su ejecución, la notación

---

<sup>92</sup> <<https://leitersblues.com/la-partitura-orquestal>> [Consulta: 04/10/2019]

musical (en su totalidad) no es suficiente para cumplir su finalidad, que es la de proporcionar al intérprete los pasos a seguir para ejecutar una obra con las verdaderas intenciones y emociones del compositor original. En el pasado, esto no suponía un problema ya que el intérprete era el propio compositor, pero sí lo es actualmente cuando queremos ejecutar canciones antiguas.

Por lo que, el compositor musical debe estar preparado para escuchar tantas distintas versiones de su obra como distintos intérpretes haya. El papel del intérprete es fundamental, ya que, aun intentando representar fidedignamente las intenciones del compositor, la música es un arte de emociones, y por tanto la subjetividad del intérprete siempre estará presente.<sup>93</sup> Esto no sucede en arquitectura. Como se ha mencionado anteriormente, un detalle constructivo tiene entre líneas una idea que plasmar, pero solo un único resultado.

*'Los signos que el compositor nos ofrece, representan solo aproximadamente la intuición original del artista creador'.  
(CASELLA, 1950)*

En el contexto de este pensamiento, cabe añadir que la interpretación de una partitura antigua se asemeja a la interpretación de planos de edificios antiguos. El intérprete, al ejecutar una pieza musical antigua debe tener en cuenta el contexto histórico de esa época, las diferentes modas del momento y los sentimientos y emociones que se pretendían transmitir en aquel entonces. Debe estar, por tanto, muy preparado e informado de las diferentes corrientes musicales de la historia. Lo mismo sucede con los planos de otras épocas. Las técnicas constructivas y los materiales han cambiado, por lo que, por ejemplo, si un arquitecto desea restaurar un edificio antiguo, debe tener un amplio conocimiento de las técnicas antiguas y de los materiales.

*'La partitura no es suficiente ni insuficiente porque no es la copia de la música, sino otro tipo de realidad' <sup>94</sup>*

En conclusión, tanto los proyectos arquitectónicos como las partituras, a pesar de su progresiva mayor capacidad de definición, nunca estarán lo suficientemente detallados para expresar inequívocamente las verdaderas intenciones de su autor. Sus prestaciones, no obstante, ofrecen las suficientes pistas para una buena práctica. Siempre será más fácil recrear algo físico como es la arquitectura, que algo tan inmaterial como es la música.

---

<sup>93</sup> CARRA, M (1998). *Acerca de la interpretación musical*. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

<sup>94</sup> FUBINI, E (2004). *Estética de la música*. Madrid: Antonio Machado.

### 3. EPÍLOGO. EL MUNDO VIRTUAL

### 3.1 Los sistemas CAD y BIM.

Hace 30 años, todos los dibujos se realizaban con lápiz y papel. Con la llegada de la revolución digital, la representación arquitectónica sufrió un gran cambio. Debido a las teorías científicas del siglo XX, en donde se incorporan las formas irregulares, surgen propuestas que rompen con la linealidad proyectual, afectando al lenguaje arquitectónico. A medida que la complejidad aumentaba, los sistemas tradicionales (planta, sección y alzado) eran insuficientes para su concepción. Así, en la década de los noventa, se abandonaron las tradiciones representativas y se dio paso a los nuevos sistemas de representación digital.

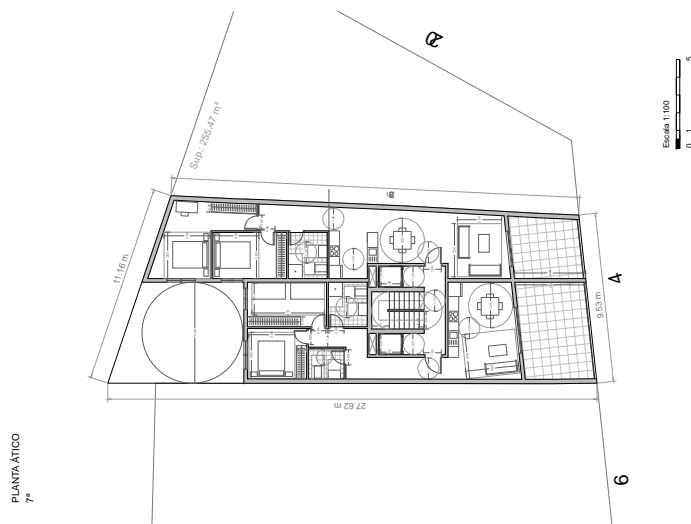


Figura 76. Representación gráfica de una planta originada mediante CAD.

Una de las primeras herramientas de esta revolución en el campo arquitectónico fue el diseño asistido por ordenador, o CAD (*Computer-Aided Design*). Se trata de un programa vectorial de ordenador que permite la creación, modificación o análisis de representaciones gráficas bidimensionales o tridimensionales de cualquier objeto físico, como alternativa a la representación manual de planos o bocetos.

Funciona mediante una base de datos de formas geométricas como son los puntos, líneas, arcos, etc.... con la que se puede operar a través de una interfaz gráfica que muestra todas las posibles acciones que el arquitecto puede realizar. La interacción del arquitecto se realiza a través de comandos escritos en la línea de órdenes y mediante el uso del ratón para crear el dibujo con las diferentes formas que desee emplear. Además, a cada forma se le puede asociar diferentes propiedades como capa, color, nombre y estilo de línea, que garantizará una mejor organización del objeto a representar para el usuario, creando diferentes partes independientes.<sup>95</sup>

Anteriormente cuando se trazaban los planos a mano, a la hora de realizar un cambio era necesario borrar y volver a dibujar, sobre todo si afectaban a varios documentos, en donde se tenía que buscar a mano cada uno de los errores que afectaban al proyecto para poder modificarlos. Aún más, si el cambio era importante, se redibujaba el trazado por completo. El CAD ha ayudado a este método de trabajo, mejorando la forma en la que se lleva el diseño proyectual, ya que permite incorporar los cambios con facilidad y rapidez, además de obtener documentos más precisos y mejor dibujados (Fig 76). Conjuntamente, el CAD proporciona una herramienta simple de visualización 3D, la inserción de archivos fotográficas y mapas de bits sobre los que poder dibujar, dejando de lado la elaboración manual lenta y laboriosa de perspectivas tridimensionales.

<sup>95</sup> HÉRNANDEZ, J.; TARACHE, Y. y ALVES, W. (2013) *Diseño Asistido por Computadoras 'CAD'*. Tesis. Píritu: UNEFA.

El programa más conocido por todo arquitecto es el denominado AutoCAD, orientado a la producción de planos. Para ello, utiliza el concepto de 'espacio modelo' para la fase de dibujo y creación bidimensional y tridimensional, y el 'espacio papel' para la fase de diseño a la hora de trazar el plano final a su correspondiente escala (Fig 77 y 78).

Sin embargo, aunque los planos bidimensionales son la forma estándar de representación gráfica arquitectónica, presentan una serie de inconvenientes que han hecho que poco a poco los sistemas de información geométrica tridimensional les ganen terreno. Las diferentes proyecciones bidimensionales no están conectadas entre sí, y aportan poca información si no se grafía definitivamente. Por lo que paralelamente al desarrollo del CAD, se desarrollaron otros programas de simulación, modelización y fabricación, como el BIM (*Building Information Modeling*), una herramienta que permite desarrollar un proyecto de forma coordinada y continua, mediante la utilización de una o más bases de datos con información apta para el proyecto a diseñar o construir.<sup>96</sup>

Esta herramienta permite incorporar información adicional a la puramente geométrica del modelo tridimensional como, por ejemplo, las propiedades físicas de los materiales utilizados. El usuario del programa va diseñando el edificio con la misma metodología con la que se construiría, mediante el uso del ratón y un listado desplegable, con el que puede ir seleccionando desde la creación de un muro, de una ventana, de una puerta, etc....

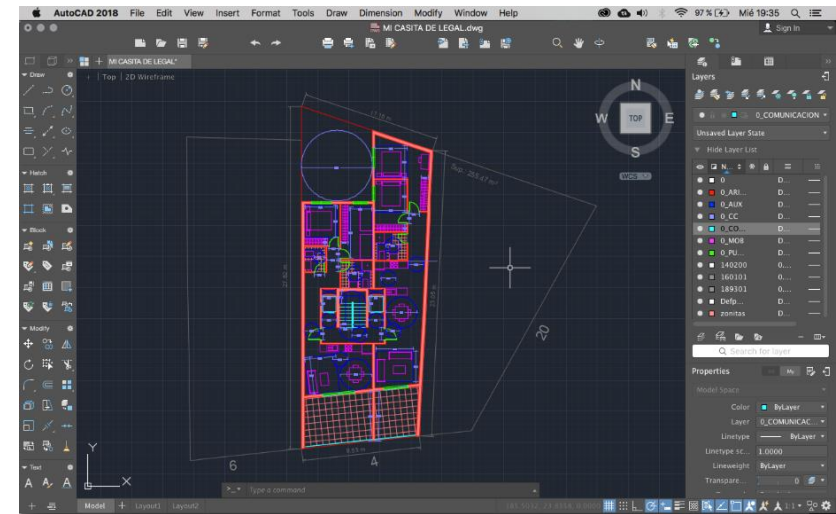


Figura 77. Espacio modelo en el programa AutoCAD.

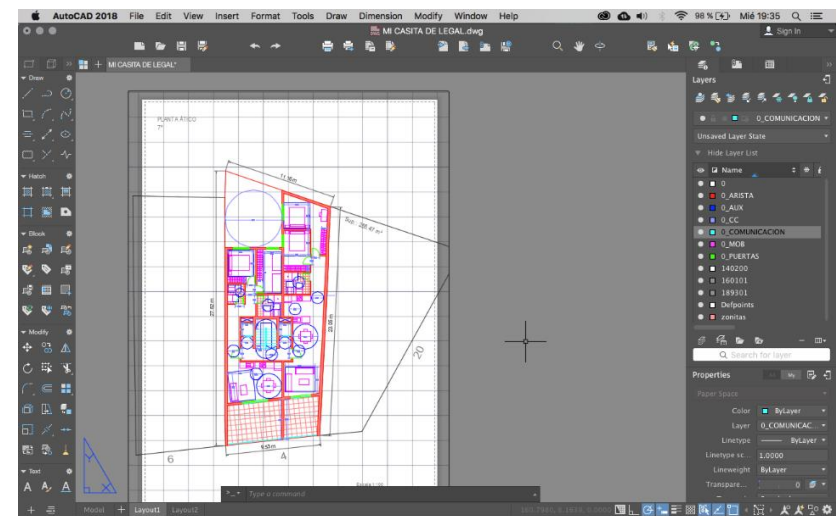


Figura 78. Espacio papel en el programa AutoCAD.

<sup>96</sup> COLOMA PICÓ, E (2008). *Introducción a la tecnología 'BIM'*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

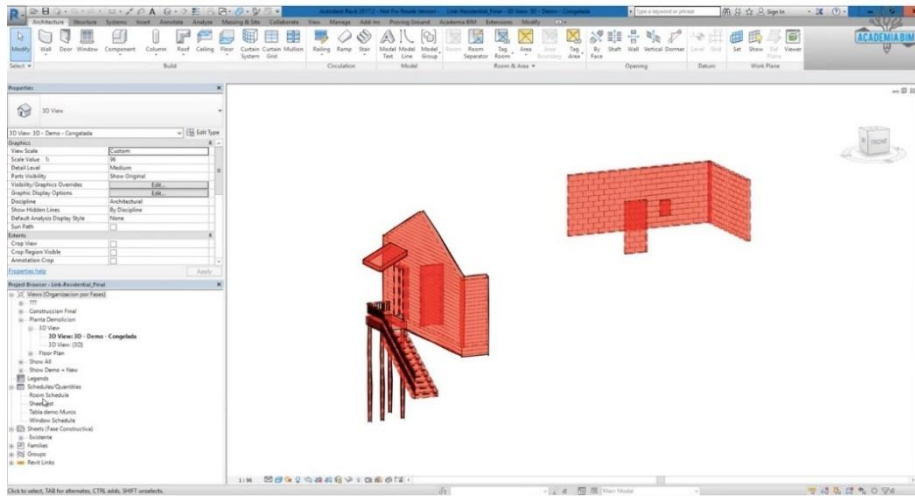


Figura 79. Representación tridimensional en un programa BIM.

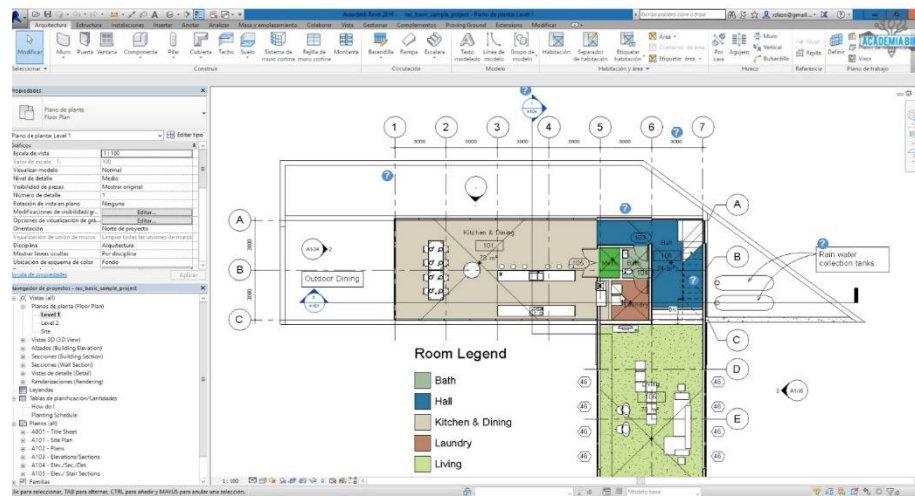


Figura 80. Representación de un proyecto en un programa BIM.

La idea del BIM es la generación de un modelo único que incluya toda la información del proyecto. Presenta una gran ventaja ya que, en un único modelo, se coordinan las estructuras, instalaciones, cerramientos y acabados (Fig 79). Debido a su función paramétrica, donde las propiedades de los objetos se definen como parámetros, si se modifica el valor de alguno de ellos, el modelo se actualiza automáticamente, aumentando el control sobre el objeto, tanto en la fase de diseño como en la de construcción (Fig 80). Una vez generado el modelo completo, se considera que está totalmente definido e incluso se pueden generar planos bidimensionales inmediatamente, y con una constancia coherente entre ellos.<sup>97</sup>

El empleo de herramientas paramétricas ha supuesto para los nuevos arquitectos un modo de proyectar nuevo, debido a la sencillez en la manipulación de los parámetros que soportan determinadas formas, por lo que surgen así soluciones y formas imposibles de imaginar. En conclusión, ya no se proyecta mediante una representación 2D, se concibe un objeto en su totalidad de forma rápida y con gran precisión.

*'Hasta los años 90 el cambio tecnológico se concentró en la producción y documentación del proyecto. Como consecuencia, muchos arquitectos en actividad, como Peter Eisenmann y Frank Gehry todavía prefieren el dibujo manual y los modelos tradicionales como auxiliares en la búsqueda de una solución proyectual, reservando la producción digital para las etapas posteriores a la concepción. No se ha cerrado el debate, pero parece claro que para la mayoría de los profesionales la concepción de los espacios arquitectónicos sigue un proceso mental soportado por una diversidad de recursos gráficos. Cada uno elige la técnica de representación con la cual se encuentra más a gusto, sin pérdida de la calidad de los objetos arquitectónicos que concibe.'* (BENICIO, 2011)

<sup>97</sup> IBID. 96



### 3.2 Los sistemas MIDI y DAW.

Sobre los años ochenta, llegó el lenguaje MIDI, abreviatura para *Musical Instrument Digital Interface*. El MIDI es un lenguaje informático que permitió por primera vez la comunicación entre instrumentos, mediante un cable al ordenador o un teclado, transmitiendo las órdenes necesarias para que una pieza se ejecute según el deseo del usuario.<sup>98</sup> Esto es gracias a que el lenguaje MIDI contiene especificaciones sobre notación musical, vibrato, tempo, tono, y otras características. Los datos del MIDI pueden grabarse en un dispositivo de hardware o programas de softwares (como secuenciadores o editores de partituras), donde pueden editarse y transmitirse a instrumentos electrónicos u otros dispositivos para crear música. Este lenguaje permitió que varios artistas pudieran expresarse con mayor flexibilidad. Gracias al MIDI, los músicos experimentados podían componer fácil y asequiblemente y hasta personas con apenas conocimiento musical podían escribir complejos arreglos.<sup>99</sup>

El campo de la representación musical también fue afectado por el lenguaje MIDI. Gracias a los nuevos softwares, la notación musical se pudo incorporar a un ordenador de forma manual, mediante entrada MIDI directa o mediante el escaneo de una partitura. Una vez se ingresa, se puede editar según el gusto del compositor e incluso se puede reproducir mediante un instrumento electrónico que contenga MIDI.

Para la utilización del sistema MIDI se debe emplear un software que soporte su lenguaje, como por ejemplo los editores de partituras. Un editor de partituras (o programa de notación musical) es un software que permite ingresar datos musicales en una partitura digital de manera manual y automática, o bien mediante un teclado MIDI (permitiendo que se toque y

directamente se convierte en notación), que además incluye una gran biblioteca de símbolos de notación y estilos. Una vez se han importado los datos que el compositor quiere, estos pueden ser fácilmente editables, pudiendo agregar o eliminar las notas individuales, su duración y marcas mediante comandos del teclado o mediante el uso del ratón. Los símbolos musicales se pueden colocar y mover dentro de la partitura para indicar longitudes de notas, dinámicas, descansos y hasta se pueden incluir letras y títulos de canciones. (Fig 81). Otra forma de importar los datos a una partitura digital es mediante un programa de reconocimiento óptico. Estos programas escanean partituras impresas para luego guardar la notación, los datos y su diseño en un archivo de formato NIFF estandarizado, que luego puede ser importado a un editor de partituras.<sup>100</sup>

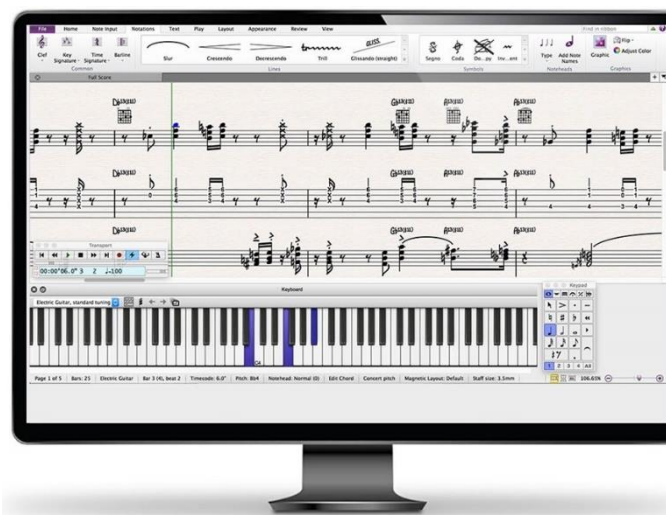


Figura 81. Pantalla de trabajo del programa Sibelius en su última versión.

<sup>98</sup> <https://tecnologia-facil.com/que-es/que-es-midi/> [Consulta: 14/07/2019]

<sup>99</sup> JORDÀ PUIG, S (1997) *Audio digital y MIDI*. Madrid: Anaya multimedia.

<sup>100</sup> MILES HUBIER, D (2007). *The MIDI manual. A practical guide to MIDI in the Project Studio*. 3ª edición. USA: Elsevier.



Figura 82. Pantalla de trabajo del programa Logic Pro en su última versión.

Existen otros softwares más avanzados que ofrecen amplias instalaciones de grabación, edición y mezcla como son las estaciones de audio digital DAW (*Digital Audio Workstation*), el reemplazo moderno a los estudios de grabación analógicos.

Son capaces de grabar el sonido de instrumentos y de voz en formato mono, estéreo, surround o multicanal, y muestran gráficamente la información de los diferentes sonidos en una ventana principal, conteniendo formas de onda que representan la amplitud del archivo de sonido a lo largo del tiempo. La edición de un archivo de sonido mediante un DAW es no destructiva, significando que el archivo original no va a sufrir las alteraciones que se puedan producir al editar. Se suele editar mediante 'regiones' o segmentos definidos del audio. Se puede definir colocando el cursor sobre la forma de la onda, presionando y manteniendo presionado el botón del ratón y arrastrando a izquierda o derecha. Una vez definida, se puede editar, nombrar, marcar, es decir, procesar de diferentes formas <sup>101</sup> (Fig 82).

Una estación de audio digital, si bien no representa la música en sí como hemos visto en su evolución histórica, sí permite un control absoluto sobre ella, y representa su forma más pura; la onda sonora.

---

<sup>101</sup> IBID. 100

### 3.3 Paralelismos y divergencias.

Incluso en los nuevos sistemas de representación digital podemos encontrar afinidades. Como hemos visto, CAD permite la creación de vistas (plantas, secciones, alzados, etc.) trazando con la ayuda de formas geométricas (líneas, arcos, o puntos) una representación gráfica del proyecto definido en dos dimensiones. Un editor de partituras hace lo mismo, pero con símbolos y figuras de la notación musical tradicional. Poco a poco el compositor va creando una secuencia de notas y símbolos dinámicos hasta componer una melodía. Y esta melodía es representada en la partitura, es decir, una representación musical en dos dimensiones. Tanto arquitecto y compositor va modelando el proyecto mediante la inserción de formas usando diferentes comandos y con ayuda del ratón que, una vez concluido, permitirán representar y transmitir las diferentes ideas al mundo exterior para su entendimiento y posterior ejecución, sea su construcción o su interpretación.

Ambos programas además de 'crear' representaciones gráficas, permiten editar de una forma fácil cualquier error o inconveniente de ésta. Así pues, solo hace falta seleccionar cualquier forma para borrarla, moverla de sitio, duplicarla, etc.... hay una infinidad de opciones disponibles para que el usuario del software cree a su gusto. Eso sí, debe hacerlo una a una, es decir: puede que haya una equivocación en alguna línea que afecte a varias representaciones de un plano, por lo que el arquitecto deberá editar el error línea por línea, ya que el sistema CAD no conecta las diferentes representaciones. Lo mismo sucede con los editores de partituras; puede que una nota no se haya dispuesto en la línea correcta afectando a la melodía que se desea conseguir, por lo que el compositor deberá modificar tantos errores como hubiere de forma manual y particular.

También hemos mencionado cómo una partitura impresa se puede escanear ópticamente para su digitalización, y así poder editarla o simplemente tenerla en formato digital para su compra y distribución online. De la misma forma, se pueden escanear los planos arquitectónicos y mediante aplicaciones que permiten vectorizar sus líneas a partir de mapas de bits, se pueden editar, corregir sus errores e imprimirlos en mejor calidad.

Asimismo, existen teclados musicales MIDI de varios tamaños, desde 25 teclas hasta 88 teclas. Las notas del teclado MIDI pueden ser tocadas y transcritas automáticamente en tiempo real a una partitura digital con el software de edición. Actualmente no hay ningún dispositivo parecido que pueda transferir las líneas de un plano en su punto preciso para los programas CAD tal y como lo hace un teclado MIDI. Podría ser comparable con las tabletas gráficas, más utilizadas para postproducción que para trazar planos, aunque el usuario debe poseer mucha precisión y control sobre ésta para conseguir un parecido razonable al que aporta un teclado MIDI.

Por último, ambos programas permiten obtener resultados próximos a la realidad. Los editores de partituras incluyen una biblioteca de sonidos muestreados que permiten escuchar lo que el usuario ha ido componiendo, no obstante, no tiene una calidad comparable con el sonido de un verdadero instrumento. Igual sucede con los programas CAD, en el que el usuario puede crear representaciones arquitectónicas en tres dimensiones e incluso renders que, con una buena postproducción, se asemejan bastante a la realidad. Del mismo modo, los programas CAD contienen una biblioteca de texturas con diferentes materiales, recurso bastante utilizado sobre todo en los detalles pormenorizados. Podríamos comparar este atributo con la posible elección de los instrumentos en los sistemas MIDI.

Entre el software BIM y las estaciones DAW también podemos encontrar similitudes, empezando por que ambos representan cada uno de sus permitientes campos en una forma distinta a la que consideramos 'representación'.

Los programas BIM generan un modelo único, un proyecto completo en el que todas sus partes están relacionadas, por lo que, si se quiere editar cualquier elemento del modelo, se actualizará el cambio automáticamente en tiempo real a todas las partes afectadas, a diferencia del CAD, en el que hay que ir modificando uno a uno los cambios que se quieran generar. Las DAW también generan un proyecto musical completo de diferentes capas (los diferentes sonidos grabados) que, al contrario del BIM, si deben modificarse una a una, en semejanza al CAD y a los editores de partituras.

Pero ambos comparten una similitud; el poder crear tantas representaciones como se quiera. Una vez finalizado el proyecto arquitectónico en BIM, se pueden generar vistas de plantas, alzados y secciones, así como secciones constructivas. Es decir, representaciones tradicionales de dos dimensiones. Sin dejar de lado las axonometrías e incluso los renders, que facilitan al cliente un mejor entendimiento del proyecto. Lo mismo sucede con los DAW. Una vez creado el proyecto musical, con las diferentes capas de sonido perfectamente editadas, este puede ser guardado en un archivo único del que posteriormente se puede sacar su correspondiente particella digital para que sus músicos y otros usuarios puedan interpretarlas.

### 3.4 ¿Cuál es el siguiente paso?

La tecnología no deja de avanzar, provocando el surgimiento de nuevas y sorprendentes herramientas y técnicas de visualización arquitectónica 3D que permiten obtener un mayor realismo de la arquitectura, añadiendo las sensaciones inmersivas que un usuario puede experimentar mediante ellas. Ejemplos de esto es la tecnología de realidad virtual o VR (*virtual reality* en inglés).

La realidad virtual ha conseguido una definición sorprendente, tanto es así que los arquitectos ya están utilizando esta tecnología para crear experiencias pre-renderizadas como son los tours por las viviendas por imágenes 360°. Este sistema aún no se ha instaurado con seguridad en el campo arquitectónico debido a su elevado precio y al tiempo de producción que conlleva recrear un proyecto arquitectónico. Sin embargo, es el futuro inmediato de la representación arquitectónica ya que puede suponer valor decisivo en la compra de una vivienda de obra nueva.

Esta forma de ver la arquitectura ha evolucionado sobre todo en el campo de los videojuegos, mediante la representación en tiempo real, en donde el usuario se puede mover por el escenario creado, desplazándose por dentro de la vivienda además de interactuar en tiempo real con los elementos (cambiar materiales, moverlos, etc.). Poco a poco se está empezando a utilizar también en el sector arquitectónico

No obstante, la utilización de estos nuevos sistemas representa la realidad futura inmediata. Lo que acontece más allá de ellos es incierto, y solo se pueden realizar teorizaciones. Quién sabe si podremos crear hologramas a escala 1:1 donde el usuario pueda ver desde el mismo despacho de arquitectura y sin necesidad de gafas virtuales su futura casa, o como en la película *Origen*, donde los protagonistas se sumergen en un sueño y pueden manipular el espacio según su deseo.

En el campo musical el futuro no está tan claro. Escribir la música sobre un soporte como el papel se ha convertido a lo largo del tiempo en una técnica de composición y no solo de conservación y transmisión, organizándose las prácticas musicales en función a esta herramienta. Si bien las vanguardias crearon una 'nueva' escritura musical debido a la experimentación a la hora de escribir los ruidos, la temporalidad y la indeterminación, la base de ésta sigue siendo la notación tradicional. Es por ello por lo que la notación musical se sigue empleando con naturalidad entre los músicos.

La tecnología ha permitido que la representación avance en el sentido de poder componer digitalmente, y se han creado sistemas para la grabación de sonidos, pudiéndolos volver a escuchar, editar, mezclar, etc. Sin embargo, a diferencia de la arquitectura que se puede materializar físicamente, la música es intangible, solo se puede escuchar. La representación pues, no puede avanzar más hacia una realidad sonora.

Lo que sí ha cambiado es la forma en la que escuchamos la música. ¿Dónde han quedado los vinilos, los casetes, y últimamente los CD? Estos formatos se han convertido en objetos de coleccionista. Ahora la música se escucha a través de plataformas como Spotify, Youtube o iTunes, que permiten reproducir la música en *streaming*.

El cómo se escuchará la música en un futuro es el gran misterio. No se sabe con certeza si se crearán nuevos formatos ni nuevas plataformas que permitan una mayor interacción entre el artista y el usuario. También existen teorías que apuntan hacia la creación de sistemas que permitan escuchar la música directamente en el cerebro con todas sus experiencias sensoriales, si bien solamente es una suposición muy futurista.



## 4. CONCLUSIONES

## 4.1 Resultados.

Tras desarrollar el presente trabajo, se ha puesto de manifiesto las diferentes similitudes y diferencias encontradas en la partitura musical y el proyecto arquitectónico. Aunque estas dos artes se desenvuelvan de distinta forma (sonora y material), no nos deben extrañar estos paralelismos, ya que la música y la arquitectura (como se ha mencionado al inicio) se rigen bajo los mismos conceptos de proporción, ritmo, armonía, etc. y se han visto reflejados en la representación de cada una de ellas.

- La representación sirvió primitivamente como forma de transmisión y conservación de conocimientos. Sin embargo, a lo largo del tiempo ha evolucionado, retroalimentándose, hasta convertirse en una herramienta de composición artística, para que tanto arquitectos como compositores plasmen sus ideas, experimenten y jueguen hasta alcanzar un gran realismo y precisión, para que otras personas puedan entenderlas, disfrutarlas o ejecutarlas tal y como se han concebido en un principio.
- Debido a esta evolución y a los diferentes contextos históricos, se han desarrollado diferentes formas de representación. En el campo arquitectónico encontramos desde la perspectiva y la axonometría hasta la fotografía y el modelaje 3D. En la música podemos encontrar la notación tradicional, la notación gráfica, el cifrado e incluso el lenguaje MIDI. Gracias a esta variedad, cada compositor puede elegir el sistema con el que más se siente representado a fin de sentirse cómodo y libre para crear y experimentar.
- La arquitectura se materializa en el espacio, a diferencia de la música. Existen muchas formas de representar un determinado objeto arquitectónico, por ejemplo, visualizándolo desde perspectivas diferentes. Pero ello no significa que el objeto representado se altere. Sigue siendo el mismo.

Sin embargo, la correspondencia entre la partitura y la audición sonora es más bien única. Pero tampoco siempre es así. Con la escritura de bajo cifrado las posibilidades interpretativas son variadas, pues la partitura no está completamente definida en todas las voces. En las partituras barrocas, las particellas no solían estar asignadas a instrumentos concretos, por lo que la interpretación tímbrica podía diferir en función de los músicos disponibles. Y no digamos en el caso de partituras ligadas a la música indeterminada, pues las versiones interpretadas son siempre mutables.

- La medida en la arquitectura y de la música, al igual que el detalle de cada una de ellas ha permitido que se alcance una gran rigurosidad, sin embargo, es difícil plasmar la concepción de una idea o de un sonido a un soporte físico, sobre todo para la música, al tratarse de algo impalpable. La representación tal y como la conocemos hoy en día, nunca podrá sustituir a la realidad, por muy precisa que sea.
- La tecnología ha abierto nuevas formas de representar, pero sobre todo ha permitido corregir los errores del pasado, la divulgación de lo antiguo y dejar constancia de ello en un mundo cada vez más alejado de los soportes físicos como el papel. Sin embargo, la arquitectura no puede separarse del dibujo, de una representación, sin importar cuán sofisticada sea la tecnología; al igual que la música, que necesita de un medio en el que poder plasmar y estructurarse armoniosamente. Los dibujos y la notación forman parte del pensamiento del compositor.

En definitiva, la representación siempre estará presente en la arquitectura y la música para ser desarrolladas, entendidas y ejecutadas. Las diferentes similitudes han mostrado como dos artes hermanas nacidas en la imaginación han intentado mediante similares principios capturar el espacio y el sonido real en un soporte físico plano.



## 4.2 Líneas de investigación abiertas.

Aún quedan por estudiar varias conexiones entre la música y la arquitectura. Comenzando por este trabajo, y debido a la gran extensión que supondría analizar todos los conceptos en los que se basan las dos artes desarrolladas, podrían investigarse las similitudes y diferencias en la estructura, la armonía y la materialidad encontradas en ellas.

Asimismo, debido a que la representación es el paso previo a la ejecución, podría investigarse sobre las técnicas interpretativas y constructivas de un intérprete y de un director de obra a la hora de materializar un proyecto arquitectónico o musical.

Hay estudios sobre cómo la arquitectura se ha inspirado en la música en algunas realizaciones. Una posible línea de investigación sería indagar en el sentido inverso, esto es, analizando posibles piezas musicales inspiradas en obras de arquitectura.

Para finalizar, sería interesante desarrollar algún sistema o dispositivo que permitiese 'escuchar' la arquitectura, descongelándola en alusión a la famosa cita de Goethe, y también la operación inversa, 'tocar' el sonido, condensándolo en algo tangible.

## 5. REFERENCIAS

## 5.1 Bibliografía

- ALCALDE DEL RIO, H. (1906). *Las pinturas y grabados de las cavernas prehistóricas de la provincia de Santander*. Porto: Imprensa Portuguesa.
- ARINERO CARREÑO, M.D. (2009). *Apuntes de historia de la música: desde la Antigüedad hasta el Renacimiento*. Granada: Universidad de Granada.
- ARNAU AMO, J. (2008). *Palladio. 1508-2008*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- BARACALDO RAMÍREZ, P.O. (2003). *Representación gráfica y percepción de alturas musicales relativas en contexto diatónico*. Tesis. Bogotá: Universidad de los Andes.
- BARÓ ZARZO, J.L. (2015). *Espacio, Tiempo y Silencio*. Tesis doctoral inéd. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- CABEZAS, L.; COPÓN, M.; FUENTES, J.M.; LÓPEZ, I.; OLIVER, J.C Y UREÑA, C. (2011). *Dibujo y construcción de la realidad: Arquitectura, proyecto, diseño, ingeniería, dibujo técnico*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- CALATRAVA, J. (1995). *Una propuesta de enseñanza de la arquitectura en la Francia de las luces: blondel y la ecole des arts*. Oviedo: Instituto Feijoo de estudios del siglo XVIII.
- CARLEVARIS, L. (2012). *Elogio della teoría. Identità delle discipline del disegno e del rilievo*. Roma: Gangemi Editore.
- CARRA, M. (1998). *Acerca de la interpretación musical*. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- CLERC GONZALEZ, G. (2003). *La arquitectura es música congelada*. Tesis. Madrid: Universidad Politécnica.
- COLOMA PICÓ, E. (2008). *Introducción a la tecnología 'BIM'*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- DELAGARDETTE, C.M. (1843). *Reglas de los cinco ordenes de arquitectura de Vignola*. Madrid: Imprenta de Frossart y comp.
- FRASCARI, M.; HALE, J. y STARKEY, B. (2007). *From Models to Drawings: Imagination and Representation in Architecture*. Oxford: Routledge.
- FUBINI, E. (2004). *Estética de la música*. Madrid: Antonio Machado.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, I. (2007). 'El grafismo musical en la frontera de los lenguajes artísticos' en *Sinfonía Virtual*, nº5.
- GARCÍA HÍPOLA, M. (2009). '¿Por qué Peter Eisenman hace tan buenos diseños? Tácticas, estrategias y estratagemas' en *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, n.14, p. 90-99.
- GARCÍA SÁNCHEZ, R. (2015). 'Los lineamenta de Alberti y las artes liberales. Una relación entre la retórica y el gusto en De re aedificatoria' en *Arte y Ciudad*, nº8, p.7-28.

GRABNER, H. (2001). *Teoría general de la música*. Madrid: Akal.

GRACIANI GARCÍA, A (2000). 'Hacia el nacimiento de la historia de la construcción. Origen y devenir de una Ciencia' en *Tercer Congreso nacional de historia de la construcción*. Sevilla. Disponible en: <[http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/CNHC3\\_053.pdf](http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/CNHC3_053.pdf)> [Consulta: 20/09/2019]

GÓMEZ MOLINA, J. (1999). *Estrategias del dibujo en el arte contemporáneo*. Texto de Miguel Ángel Ramos. Madrid. Ediciones Cátedra.

GRIEDION, S. (1981). *El presente eterno: Los comienzos de la arquitectura*. Madrid: Alianza Forma.

HAUSER, A. (1993). *Historia social de la Literatura y del Arte, I*. Barcelona: Editorial Labor S.A.

HERNÁNDEZ, J.; TARACHE, Y. y ALVES, W. (2013). *Diseño Asistido por Computadoras 'CAD'*. Tesis. Píritu: UNEFA.

JIMÉNEZ MARTÍN, A. (2016). 'El tamaño si importa. Una historia del plano a escala' en *Artigrama*, nº31, p 33-65.

JORDÀ PUIG, S. (1997). *Audio digital y MIDI*. Madrid: Anaya multimedia.

KEMP, M. (2000). *La ciencia del arte. La óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat*. Madrid: Ediciones Akal S.A.

LYNN CAVANAGH. A brief history of the establishment of international standard pitch A =440 Hz. Disponible en: <[https://www.wam.hr/sadrzaj/us/Cavanagh\\_440Hz.pdf](https://www.wam.hr/sadrzaj/us/Cavanagh_440Hz.pdf)> [Consulta: 01/09/2019]

MADARIAGA DE LA CAMPA, B. (2014). *Consideraciones sobre los signos en el arte prehistórico de las cuevas de la región Cantábrica*. Santander: Asociación de amigos de las cuevas del castillo.

MARCOS, C.L.; LLOPIS VERDÚ, J.; ALLEPUZ, Á.; CARBONELL SEGARRA, M.; JUAN GUTIERREZ, P.; DOMINGO GRESA, J.; GARCÍA JARA, F.; MARTÍNEZ IVARS, C. (2016). *El color en la arquitectura y en su representación gráfica: Percepción, interpretación y representación*. Alicante: Universidad de Alicante.

MICHELS, U. (1982). *Atlas de la música, I*. Madrid: Alianza.

MICHELS, U. (1982). *Atlas de la música, II*. Madrid: Alianza.

MILES HUBIER, D. (2007). *The MIDI manual. A practical guide to MIDI in the Project Studio*. 3ª edición. USA: Elsevier.

MELE, G. (2004). 'Los orígenes de la imprenta musical' en *Goldberg*, nº 31. <<http://www.goldbergweb.com/es/magazine/essays/2004/12/27649.php>>

NÈGRE, V. (2009). 'Some considerations on *Traité de l'Art de Bâtir* by Rondelet and the technical literature of his time' en *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*. Alemania. Disponible en: <<https://structurae.net/en/literature/conference-paper/some-considerations-on-traite-de-l-art-de-batir-by-rondelet-and-the-technical-literature-of-his-time>>

- PERNOUD, R.; GIMPEL, J. y BECHMANN, R. (2001). *Villard de Honnecourt*. Madrid: Akal.
- PETER BURKHOLDER, J.; GROUT, D.J. y PALISCA, C.V. (2015). *Historia de la música occidental*. 8ª ed. Madrid: Alianza Música.
- RANDEL, D.M. (2003). *The Harvard Dictionary of Music*. Cambridge: Harvard University Press.
- RIBERO RADA, J (2003). *Los cuatro libros de arquitectura de Andrea Palladio*. Traducción. León: Universidad de León.
- RINK, J. (2006). *La interpretación musical*. Madrid: Alianza Editorial.
- ROSEN, C. (1998). *The Romantic Generation*. Cambridge: Harvard University Press.
- RUIZ DE LA ROSA, A. (1987). *Traza y simetría de la arquitectura: en la antigüedad y medievo*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- SAINZ, J. (1990). *El dibujo de arquitectura*. Madrid: Nerea.
- SANTIAGO HUERTA. *Historia de la Construcción: la fundación de una disciplina*. Disponible en: <[http://oa.upm.es/2500/2/HUERTA\\_PON\\_2009\\_02A.pdf](http://oa.upm.es/2500/2/HUERTA_PON_2009_02A.pdf)> [Consulta: 20/09/2019]
- TÓMSIC CERKEZ, B. (1999). 'Una lección de la Historia. El nacimiento del dibujo arquitectónico' en *Arte, Individuo y Sociedad*, vol. 11, p. 69-82.
- VELA GONZÁLEZ, M. (2019). 'De la noción de tempo y su evolución en el período clásico-romántico: directrices para intérpretes' en *Revista AV Notas*, nº 7.
- VELA GONZÁLEZ, M. (2017). *El análisis musical como herramienta pedagógica e interpretativa en la enseñanza del piano en Conservatorios Superiores aplicado al aprendizaje de la forma sonata*. Material no publicado.
- VITRUVIO. *Los Diez Libros de Arquitectura*, Libro VI.
- VITRUVIO. *Los Diez Libros de Arquitectura*, Libro VII.

## BIBLIOGRAFÍA WEBS

- <<https://diccionario.reverso.net/frances-definiciones/tectiforme>> [Consulta: 20/05/2019]
- <<https://egiptologia.com/el-llamado-perfil-egipcio/>> [Consulta: 24/05/2019]
- <<https://historiasdelahistoria.com/2015/08/19/los-mapas-mas-antiguos-de-la-historia>> [Consulta: 24/05/2019]
- <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.132/3908>> [Consulta: 25/05/2019]
- <<https://personal.us.es/jcre/uploads/docencia/Los%20sistemas%20de%20representación.pdf>> [Consulta: 12/06/2019]
- <<https://escuelanotas.com/ugolinoforli/>> [Consulta: 17/06/2019]
- <[https://archive.org/stream/Ahoy\\_Issue\\_05\\_1984-05\\_Ion\\_International\\_US#page/n47/mode/2up](https://archive.org/stream/Ahoy_Issue_05_1984-05_Ion_International_US#page/n47/mode/2up)> [Consulta: 21/06/2019]
- <<https://tecnologia-facil.com/que-es/que-es-midi/>> [Consulta: 14/07/2019]
- <<https://teoriatres.wordpress.com/2010/11/30/rondelet-1743-1829-y-durand-1760-1835-2/>> [Consulta: 01/08/2019]
- <[http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2013r\\_001.content.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2013r_001.content.pdf)> [Consulta: 03/08/2019]
- <<https://juaser11.blogs.upv.es/movimiento-moderno-el-mito-del-color-blanco/>> [Consulta: 03/08/2019]
- <[https://asemeya.com/sites/default/files/ceremonias/adjuntos/discurso\\_de\\_ingreso\\_margarita\\_origen\\_y\\_evolucion\\_del\\_lenguaje\\_musical.pdf](https://asemeya.com/sites/default/files/ceremonias/adjuntos/discurso_de_ingreso_margarita_origen_y_evolucion_del_lenguaje_musical.pdf)> [Consulta: 19/06/2019]
- <<https://www.luna.ovh/planeta/es/Afinación>> [Consulta: 01/09/2019]
- <<https://www.ficherotecnia.com/es-ES/blog/que-son-detalles-constructivos>> [Consulta: 20/09/2019]
- <<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-365023/en-detalle-especial-mies>> [Consulta: 20/09/2019]
- <<https://angelsguitar.com/simbolos-de-expresion-e-interpretacion-indicaciones-de-articulacion/>> [Consulta: 02/10/2019]
- <<https://leitersblues.com/la-partitura-orquestal>> [Consulta: 04/10/2019]

## 5.2 Créditos de imágenes

Figura 1: Signos tectiformes en la cueva de Altamira.

<[http://apuntes.santanderlasalle.es/arte/prehistoria/franco\\_%20cantabrica/signos.html](http://apuntes.santanderlasalle.es/arte/prehistoria/franco_%20cantabrica/signos.html)>

Figura 2: Pasaje del libro de los muertos: Canon de perfil egipcio.

<<http://lataigademanchuria.blogspot.com/2018/09/egipto-el-libro-de-los-muertos.html>>

Figura 3: Plano de Nippur sobre tablilla de arcilla.

<<https://historiasdelahistoria.com/2015/08/19/los-mapas-mas-antiguos-de-la-historia>>

Figura 4: Icnographia de Vitruvio según la edición de Fra Giocondo (1511)

CABEZAS, L.; COPÓN, M.; FUENTES, J.M.; LÓPEZ, I.; OLIVER, J.C Y UREÑA, C. (2011). *Dibujo y construcción de la realidad: Arquitectura, proyecto, diseño, ingeniería, dibujo técnico*. Madrid: Ediciones Cátedra.

Figura 5: Ortographia y scenographia de Vitruvio según la edición de Fra Giocondo (1511)

CABEZAS, L.; COPÓN, M.; FUENTES, J.M.; LÓPEZ, I.; OLIVER, J.C Y UREÑA, C. (2011). *Dibujo y construcción de la realidad: Arquitectura, proyecto, diseño, ingeniería, dibujo técnico*. Madrid: Ediciones Cátedra.

Figura 6: Fresco en la casa de Livia.

<[https://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/la-fascinante-villade-la-emperatrizlivia-en-primaporta\\_6941/3](https://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/la-fascinante-villade-la-emperatrizlivia-en-primaporta_6941/3)>

Figura 7: Planta de St. Gallen.

<<https://www.artehistoria.com/es/obra/monasterio-de-saint-gall-suiza-planta>>

Figura 8: Lámina de Villard de Honnecourt.

<<http://classes.bnf.fr/villard/feuille/feuille1/1213.html>>

Figura 9: Confirmación de la regla de san francisco Giotto.

<<http://www.franciscanos.org/buenaventura/buenaventura2.html>>

Figura 10: Perspectiva según Brunelleschi. Recreación de la tabla en la que, mediante un orificio a altura del punto real de visión del espectador, se vería la imagen real del Baptisterio.

KEMP, M. (2000). *La ciencia del arte. La óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat*. Madrid: Ediciones Akal S.A.

Figura 11: Perspectiva según Alberti. Un hombre dibujando un laúd. Grabado de Dürero.

<<https://www.bentleyglobalarts.com/detail/372767/durer-a-man-drawing-a-lute>>

Figura 12: Antonio da Sangallo, el Joven: alzado del proyecto de basílica para San Pedro del Vaticano.

<<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/403672>>

Figura 13: Leonardo Da Vinci: diseño de una iglesia.

<[https://www.1000museums.com/art\\_works/leonardo-da-vinci-design-for-a-church-fo-4r-pen-ink-on-paper?from=artists&resource\\_id=15593](https://www.1000museums.com/art_works/leonardo-da-vinci-design-for-a-church-fo-4r-pen-ink-on-paper?from=artists&resource_id=15593)>

Figura 14: Francesco Borromini. Estudio idealizado para la fachada del Oratorio dei Filippini, 1600.

<[https://www.albertina.at/en/exhibitions/architectural\\_drawing/](https://www.albertina.at/en/exhibitions/architectural_drawing/)>

Figura 15: Lámina constructiva del tratado de Jean-Baptiste Rondelet.

<<https://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=483324>>

Figura 16: Auguste Choisy: Representación axonométrica

<[https://www.archdaily.co/co/02-19344/auguste-choisy-1841-1909/art-de-batir-chez-les-byzantins\\_2?next\\_project=no](https://www.archdaily.co/co/02-19344/auguste-choisy-1841-1909/art-de-batir-chez-les-byzantins_2?next_project=no)>

Figura 17: Axonometría por Theo van Doesburg (movimiento artístico De Stijl).

<[http://www.mindeguia.com/dibex/Doesburg\\_2.html](http://www.mindeguia.com/dibex/Doesburg_2.html)>

Figura 18: Proceso proyectual por Peter Eisenmann para House IV.

<<https://storiaprogetto2016.files.wordpress.com/2015/11/house-trans02.gif>>

Figura 19: Gafas virtuales Oculus Rift.

<<https://www.nextarquitectura.com/arquitectura/arquitectura-y-realidad-virtual/>>

Figura 20: Himno a la diosa Nikkal.

<[https://wikicharlie.cl/w/Himno\\_a\\_Nikkal](https://wikicharlie.cl/w/Himno_a_Nikkal)>

Figura 21: Papiro de la tragedia de Orestes.

<<http://leedor.com/2018/07/15/patrick-john-finglass-y-un-nuevo-papiro-de-euripides/>>

Figura 22: Epitafio de Seikilos.

<<http://ermitiella.blogspot.com/2015/10/para-euterpe-el-epitafio-de-seikilos.html>>

Figura 23: Primeros neumas, que aparecían como pequeñas marcas junto a las palabras. Fragmento de Laon, Metz.

<<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3407/1/Dissertação%20final%20-%20Maria%20Sousa.pdf>>

Figura 24: Viderunt omnes.

<<https://brianjump.net/2015/08/29/the-origin-of-notation/>>

Figura 25: Disposición de líneas rojas y amarillas de Guido d'Arezzo

<<https://www.ivsonstudio.com/2019/04/guido-darezzo-991-1050.html?m=1>>

Figura 26: Notación cuadrada.

<<https://historiadelamusica.wordpress.com/2014/11/05/los-inicios-de-la-notacion-musical/>>

Figura 27: Grafismo de la notación franconiana.

<<https://www.artsmusica.net/teoria-musical/breve-historia-de-la-notacion-musical/>>

Figura 28: Divisiones del Ars Nova.

<<https://levantemusicaycultura.wordpress.com/2015/04/22/formas-musicales-el-motete-isorritmico-ii/>>

Figura 29: Notación Ars Nova. Agnus Dei de 4 voces para la misa de Barcelona. Compositor anónimo.

<<http://john-unpocodetodo.blogspot.com/2016/05/apuntes-sobre-la-historia-de-la-musica.html>>

Figura 30: Evolución de la figuración musical desde la notación franconiana hasta la forma moderna.

PETER BURKHOLDER, J.; GROUT, D.J. y PALISCA, C.V. (2015). *Historia de la música occidental*. 8ª ed. Madrid: Alianza Música.

Figura 31: Bonjour mon coeur, chanson a 4 voces de Orlando di Lasso a partir del poema homónimo de Pierre de Ronsard. Partitura escrita con notación blanca.

<<http://cpms-estilosyformas.blogspot.com/2010/03/teoria-y-notacion-en-el-renacimiento.html>>

Figura 32: Tipos de barras de compás.

<<https://www.clasesdebajo.com/index.php/aprende-bajo/teoria-musical/nivel-1/172-compases-linea-divisoria-doble-barra>>

Figura 33: Ejemplo de impresión musical.

<<http://cpms-estilosyformas.blogspot.com/2010/03/teoria-y-notacion-en-el-renacimiento.html>>

Figura 34: Tablatura para vihuela del libro Orphenica Lyra de Miguel de Fuenllana.

<<http://www.laguitarra-blog.com/2011/08/09/miguel-de-fuenllana-1500-1579-orphenica-lyra-tablatura/>>

Figura 35: Notación de bajo cifrado. Fragmento del madrigal 'Amarilli mia bella' de Giulio Caccini.

<[https://bustena.files.wordpress.com/2015/11/caccini\\_bajo\\_continuo1.png](https://bustena.files.wordpress.com/2015/11/caccini_bajo_continuo1.png)>

Figura 36: Partitura original de W.A. Mozart: Marcha Turca.

<[https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?\\_\\_rval=1&id=350952&flow\\_type=paywall&urlredirect=https://www.reforma.com/aplicaciones/articulo/default.aspx?id=350952&flow\\_type=paywall](https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?__rval=1&id=350952&flow_type=paywall&urlredirect=https://www.reforma.com/aplicaciones/articulo/default.aspx?id=350952&flow_type=paywall)>



Figura 37: Karlheinz Stockhausen: Studie II (1954).

<<http://stockhausenspace.blogspot.com/2014/12/opus-3-studie-i-studie-ii-and-etude.html>>

Figura 38: John Cage – indeterminación. Pasaje gráfico de la obra “Solo for piano” (1958).

<<http://portavoz.tv/john-cage-del-azar-a-la-indeterminacion/>>

Figura 39: Morton Feldman: Projection 1 (1950).

<<http://www.ayearfrommonday.com/2011/11/lecture-on-something-ca-1950.html>>

Figura 40: Earle Brown: December 1952.

<<https://www.realacademiasantelmo.org/2017/06/30/aproximacion-a-la-arquitectura-de-norman-foster-2/>>

Figura 41: George Crumb: Makrokosmos I, parte 3: Spiral Galaxy (1972).

<<https://feelthebrain.me/tag/george-crumb/>>

Figura 42: Sylvano Bussotti: Siciliano (1962).

<[https://www.researchgate.net/publication/267022053\\_Mathematics\\_and\\_music/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/267022053_Mathematics_and_music/figures?lo=1)>

Figura 43: Josep María Mestres Quadreny: Suite bufa (1966).

<<https://www.gravat.com/es/works/suite-bufa>>

Figura 44: Iannis Xenakis: Metastaseis (1953-1954).

<<https://www.bbc.co.uk/programmes/p00tcnyp/p00tcy3k>>

Figura 45: Pantalla de trabajo del programa Music Construction Set (1984).

<<https://www.myabandonware.com/game/will-harveys-music-construction-set-2li>>

Figura 46: Pantalla de trabajo del programa Finale en su versión de 2011.

<<https://www.finalemusic.com/blog/creating-pdf-files-from-finale-scores/>>

Figura 47: Pietro Mariano Taccola, 1381-1458. Hombre inscrito en figuras geométricas e instrumentos de cantería.

<<http://bibliodyssey.blogspot.com/2006/11/engineering-renaissance.html>>

Figura 48: Cuadrícula egipcia mediante el módulo sagrado.

<<http://fundamentoscientificos1b.blogspot.com/2011/02/canon-de-belleza-egipcio.html>>

Figura 49: Lámina de Vignola donde se rotula el módulo correspondiente.

<<https://www.etsy.com/es/listing/610330144/1770grabado-de-arquitecturalos-cinco>>

Figura 50. Andrea Palladio: Planta del templo del baptisterio de Constantino. Pequeña representación de una escala gráfica rudimentaria.

<<https://arteinternacional.blogspot.com/2016/03/arquitectura-manierista-italiana-andrea.html>>

Figura 51. Sebastiano Serlio: Planta del templo de la paz. Escala gráfica en el centro.

<[https://howlingpixel.com/i-es/Sebastiano\\_Serlio](https://howlingpixel.com/i-es/Sebastiano_Serlio)>

Figura 52: Paul Letarouilly: Dibujo de la plaza del campidoglio (1841).

<<https://azukarillo.wordpress.com/2012/10/31/roma-dibujada-plaza-del-campidoglio-paul-letarouilly/>>

Figura 53: Partitura de Mendelssohn – Canción a cuatro manos.

<[https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-561219120-lienzo-tela-canva-partitura-mendelssohn-cancion-cuatro-manos-\\_JM?quantity=1&variation=42334861761](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-561219120-lienzo-tela-canva-partitura-mendelssohn-cancion-cuatro-manos-_JM?quantity=1&variation=42334861761)>

Figura 54: Metrónomo Mälzel.

<<http://atrapalasnnotasinfantil.blogspot.com/2015/10/metronomo-de-cualquier-pieza-musical.html>>

Figura 55: Beethoven: Sonata nº29 Op.106.

<<https://francis.naukas.com/2013/11/25/francis-en-trendingciencia-el-metronomo-de-beethoven/>>

Figura 56: Partitura del Renacimiento. Tratado de glosas de Diego Ortiz. (1553).

<<https://www.artsmusica.net/teoria-musical/breve-historia-de-la-notacion-musical/>>

Figura 57: Dinámicas de grado y de transición en un pentagrama.

<<https://adrifersa.com/teoria-musical/la-dinamica/>>

Figura 58: Representación gráfica de la clave de sol.

<<http://www.creandopartituras.com/pentagrama-claves-y-notas/>>

Figura 59: Representación gráfica de la clave de fa.

<<http://www.creandopartituras.com/pentagrama-claves-y-notas/>>

Figura 60: Lámina de Villard de Honnecourt.

<<http://medieval.mrugala.net/Architecture/Villard%20de%20Honnecourt/Folio%2039%20-%20Traces%20de%20construction.jpg>>

Figura 61. Andrea Palladio. Detalle de un capitel y cornisamento.

<<https://arteinternacional.blogspot.com/2016/03/arquitectura-manierista-italiana-andrea.html>>

Figura 62. Jacopo Vignola. Detalle de un capitel y cornisamento.

<<http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080018667/1080018667.PDF>>

Figura 63: Viollet le duc: Disposición constructiva de un pilar gótico.

<<https://archive.org/details/dictionnairerai08viol>>

Figura 64: Auguste Choisy: perspectiva axonométrica.

<<https://www.laboiteverte.fr/larchitecture-en-perspective-axonometrique-plafonnante-par-auguste-choisy/#jp-carousel-48720>>

Figura 65: Lámina constructiva del tratado de Jean-Baptiste Rondelet.

<<https://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=483324>>

Figura 66. Mies Van der Rohe. Detalle de un pilar cruciforme.

<<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-69314/clasicos-de-arquitectura-el-pabellon-aleman-mies-van-der-rohe/pilar-2>>

Figura 67. Alvar Aalto. Detalle de la manivela en Villa Mairea.

<<http://mairea.alvaraalto.fi/41.htm>>

Figura 68: Beethoven: Sonata Op. 111. Utilización del legato.

<<https://www.musicalion.com/en/scores/sheet-music/24/ludwig-van-beethoven/631/sonata-no-32-in-c-minor-1st-mvt>>

Figura 69: Mozart: Sonata nº 14. Utilización del staccato.

<<http://wmozartcom.blogspot.com/2015/01/k-457-piano-sonata-no-14-in-c-minor.html>>

Figura 70: Chopin: Berceuse Op. 57. Utilización de largas ligaduras junto con el pedal.

<[https://www.sheetmusicplus.com/look\\_inside?R=20180564](https://www.sheetmusicplus.com/look_inside?R=20180564)>

Figura 71: Haydn: Sonata Hob XVI:50. Utilización del pedal.

<<https://www.piano-composer-teacher-london.co.uk/haydn-sonatas>>

Figura 72: Beethoven: n ° 4 Op. 58. Utilización del pedal celeste.

<<https://www.musicroom.com/product/hn629/ludwig-van-beethoven-piano-concerto-no-4-in-g-major-op-58-piano-duet.aspx>>

Figura 73: Mendelssohn: Op. 30, I. Representación de la pedalización.

<[https://www.musicaneo.com/de/sheetmusic/sm-38222\\_lieder\\_ohne\\_worte\\_op\\_30.html](https://www.musicaneo.com/de/sheetmusic/sm-38222_lieder_ohne_worte_op_30.html)>

Figura 74: Representación gráfica del pizzicato. Abreviación. Indicación de Bartók, y pizzicato de la mano izquierda.

<<https://www.deviolines.com/los-golpes-de-arco/>>

Figura 75: Representación de col legno en una partitura.

<<https://forum.makemusic.com/default.aspx?f=5&m=417031>>

Figura 76: Representación gráfica de una planta originada mediante CAD.

*Elaboración propia*

Figura 77: Espacio modelo en el programa AutoCAD.

*Elaboración propia*

Figura 78: Espacio papel en el programa AutoCAD.

*Elaboración propia*

Figura 79: Representación tridimensional en un programa BIM.

<<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/913707/consejos-basicos-para-comenzar-a-utilizar-bim-en-arquitectura/5c9ce93d284dd157cd00000f-consejos-basicos-para-comenzar-a-utilizar-bim-en-arquitectura-imagen>>

Figura 80: Representación de un proyecto en un programa BIM.

<<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/913707/consejos-basicos-para-comenzar-a-utilizar-bim-en-arquitectura/5c9ce93d284dd157cd00000f-consejos-basicos-para-comenzar-a-utilizar-bim-en-arquitectura-imagen>>

Figura 81: Pantalla de trabajo del programa Sibelius en su última versión.

<<https://www.avid.com/es/sibelius>>

Figura 82: Pantalla de trabajo del programa Logic Pro en su última versión.

<<https://apps.apple.com/us/app/logic-pro-x/id634148309?mt=12>>

### 5.3. Listado de tablas.

Tabla 1. Modos rítmicos de la música medieval.	34
Tabla 2. Conversión metronómica de los indicadores de tempo.	52
Tabla 3. Signos mensurales y sus equivalencias.	53
Tabla 4. Representación gráfica de las dinámicas de grado.	54
Tabla 5. Representación gráfica y abreviaturas de las dinámicas de transición.	54
Tabla 6. Equivalencia de la altura de las notas a Hercios.	56