

## HISTORIA DEL EDIFICIO TEATRAL. EVOLUCIÓN FORMAL Y ACÚSTICA

PACS: 43.55.Gx

Barba, Arturo<sup>1</sup>; Giménez, Alicia<sup>1</sup>; Segura, Jaume<sup>2</sup>; Cibrián, Rosa<sup>3</sup>; Cerdá, Salvador<sup>4</sup>; Lacatis, Radu<sup>1</sup>; Montell, Radha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitat Politècnica de València, Dpto. Física Aplicada. Camino de Vera s/n

E-mail: [arturo@arturobarba.com](mailto:arturo@arturobarba.com), [agimenez@fis.upv.es](mailto:agimenez@fis.upv.es), [radmonse@fiv.upv.es](mailto:radmonse@fiv.upv.es)

<sup>2</sup> Instituto de Robótica, Universitat de València.

E-mail: [jsegura@uv.es](mailto:jsegura@uv.es)

<sup>3</sup> Facultad de Medicina. Universidad de Valencia.

E-mail: [rosa.m.cibrian@uv.es](mailto:rosa.m.cibrian@uv.es)

<sup>4</sup> Universitat Politècnica de València, Dpto. Matemática Aplicada.

E-mail: [salcerjo@mat.upv.es](mailto:salcerjo@mat.upv.es)

### ABSTRACT

This article describes the morphological and acoustical evolution of theatre building throughout history. Description begins in ancient Greek and Roman architectural typologies, and goes to Italian Opera Houses of eighteenth and nineteenth centuries, in order to find inherited elements among different theatre models and to emphasize their differences. The article summarizes the acoustic characteristics of each studied room highlighting their virtues and faults, and explains their sonorous behaviour.

### RESUMEN

Este artículo expone cronológicamente la evolución morfológica y acústica de los edificios teatrales a lo largo de la historia, desde las tipologías iniciales de la antigüedad clásica hasta las diferentes propuestas de teatros de ópera a la italiana en los siglos XVIII y XIX. Se estudia la herencia formal que cada modelo teatral adeuda a sus predecesores y se enfatizan sus diferencias. El artículo sintetiza las características acústicas de cada tipo teatral explicando sus virtudes y defectos, y argumenta las razones de su funcionamiento sonoro.

### 1. INTRODUCCIÓN. TIPOLOGÍA ARQUITECTÓNICA

Llamamos **tipología arquitectónica** al conjunto de características formales y funcionales que comparten las edificaciones nacidas para dar una respuesta común a las necesidades que una actividad determinada plantea. Es decir, existe una tipología edilicia porque los usos que alberga hicieron necesaria su invención.

Existen los edificios teatrales porque hoy, como hace dos mil años, la sociedad occidental los considera necesarios. Preguntémonos... ¿A qué necesidades trata de dar respuesta un edificio teatral hoy en día? ¿y hace dos mil años? ¿A qué usos estaba destinado? Al analizar su

evolución histórica, rápidamente nos damos cuenta de la existencia de una serie de rasgos formales que invariablemente se han dado en todas las tipologías, lo cual es completamente lógico ya que hay unas necesidades básicas inherentes a las actividades escénico-musicales que requieren una respuesta formal concreta.

En esta comunicación vamos a recorrer la historia de las tipologías teatrales de la cultura occidental adoptando como punto de partida las grecorromanas, las de la llamada antigüedad clásica, que son el germen del que arranca morfológicamente toda la historia edilicia teatral. Nos centraremos en las características formales de los diferentes modelos y en sus rasgos acústicos más relevantes.

## 2. LOS TEATROS DE LA ANTIGÜEDAD CLÁSICA

En la época de la civilización griega (s. XI-II a.C.) y romana (s. V a.C.-V d.C.), los edificios teatrales acogían fundamentalmente actividades de ocio (representaciones escénicas en general, de declamación, actividades musicales, literarias, etc.) y políticas (asambleas, actividades propagandísticas). Estos usos implican unas necesidades funcionales concretas: deben ser recintos de gran capacidad en los que las condiciones visuales y acústicas de los asistentes sean adecuadas; es decir, el público debe ver y oír lo que se produce en la escena. Esta es la premisa determinante para comprender la morfología de los teatros clásicos.

De entre las fuentes conservadas del período greco-romano, el documento escrito de mayor importancia que hace referencia a los edificios teatrales es, sin duda, el tratado *De Architectura* escrito por Marco Vitruvio Polione entre los años 27 - 11 a.C., que está compuesto por diez volúmenes o "libros" [1]. En los Capítulos III al IX del libro V encontramos una descripción exhaustiva de la forma de trazar la planta de los teatros, diferencias entre teatros griegos y romanos, mecanismos relativos a la acústica de los teatros, etc.

### 2.1 Características Formales

Los teatros griegos y romanos poseen rasgos morfológicos comunes, muchos de los cuales han sido heredados ininterrumpidamente por los edificios teatrales a lo largo de la historia occidental. Las características formales que encontramos en ambos modelos son:

- EDIFICACIONES AL AIRE LIBRE.
- EJE DE SIMETRÍA LONGITUDINAL, característica ésta que hallamos en la práctica totalidad de edificios teatrales a lo largo de la historia.
- JERARQUÍA FORMAL Y FUNCIONAL en el diseño en planta, con presencia de dos zonas enfrentadas claramente delimitadas: LA ZONA DEL PÚBLICO Y LA ZONA DE LOS ACTORES. O dicho de otro modo, el espacio de la contemplación y el espacio de la representación. En la nomenclatura romana estas zonas reciben respectivamente los nombres de *cavea* y *scena*, y su separación se materializa por un elemento intermedio: la *orchestra*.
- CAVEA CURVA EN PENDIENTE. La distribución del aforo en filas concéntricas derivada de la forma semicircular de la *cavea*, permite dar cabida a una cantidad de público muy superior a ninguna otra distribución geométrica posible. La pendiente posibilita que todos los espectadores tengan visión directa del escenario e influye en gran medida en la acústica.

- PIEDRA como material constructivo principal.<sup>1</sup>
- ESCENA ELEVADA sobre el plano inferior del público.  
Sin embargo, son notorias las diferencias morfológicas entre ambos recintos teatrales (griegos y romanos) y tienen evidentes consecuencias en su respectivo comportamiento acústico. De este modo, tenemos:

### *TEATRO GRIEGO* (Figura 1):

- Cavea dispuesta sobre las pendientes naturales de las colinas (la arquitectura griega es arquitrabada. No emplea todavía los arcos ni las bóvedas).
- Edificación tras el escenario de dimensiones reducidas.
- Recintos “abiertos”, es decir, el conjunto de la edificación no se cierra al exterior.
- Gran capacidad de aforo, mayor a la de los recintos romanos.
- Altura media de escenario de 3 - 3,5 metros.
- Gradas con inclinaciones moderadas: 26º de pendiente (aproximadamente).
- Orchestra circular de piedra.

### *TEATRO ROMANO* (Figura 2):

- Cavea dispuesta sobre estructura de arcos o aprovechando las pendientes de las colinas (el empleo de arcos y bóvedas posibilita sistemas constructivos más complejos).
- Cuerpo escénico posterior de gran altura (*scenae frons*) compuesto de arcos, columnas, entablamentos, estatuas y demás elementos propios del lenguaje arquitectónico y escultórico clásico. Proporcionaba el soporte visual a las representaciones al tiempo que realizaba funciones de refuerzo acústico. A pesar del carácter invariable de estos *scenae frons*, tenemos constancia de la colocación en época de Vitruvio de prismas triangulares giratorios sobre los escenarios de los teatros para ambientar las representaciones [1].<sup>2</sup>
- Recintos “cerrados”: la cavea estaba coronada por una logia posterior que quedaba enrasada con el *scenae frons*, formando un conjunto cerrado al exterior.
- Dimensión media, con capacidad más reducida que los teatros griegos.
- Altura media de escenario de 1,5 metros.
- Gradas con inclinación más acusada que los recintos griegos: 32º de pendiente (aprox.).
- Orchestra semicircular.

---

<sup>1</sup> Sin embargo, tenemos constancia de que en época romana había numerosos teatros realizados en madera, ninguno de los cuales ha llegado a nosotros debido a su escasa durabilidad. Vitruvio escribe en el Capítulo V de su Libro V dedicado a las vasijas acústicas de los teatros: “Acaso dirá alguno, que haciéndose cada año varios teatros en Roma, ninguno de ellos tuvo cosa alguna de estas; pero el error está en que todos los teatros públicos han sido de madera, compuestos de gran cantidad de tablones, que necesariamente serán resonantes.” [1]

<sup>2</sup> Según la interpretación de diversos traductores e ilustradores del tratado vitruviano, cada cara de estos prismas se pintaba de acuerdo a la ambientación deseada, de modo que bastaba girar estos elementos para definir el lugar, carácter o ambiente de una obra o escena teatral. Encontramos distintas propuestas sobre la colocación de estos prismas en las ilustraciones de los intérpretes vitruvianos D. Barbaro [2] (con ilustraciones elaboradas por A. Palladio), C. Perrault [3] y B. Galiani [4], entre otros.

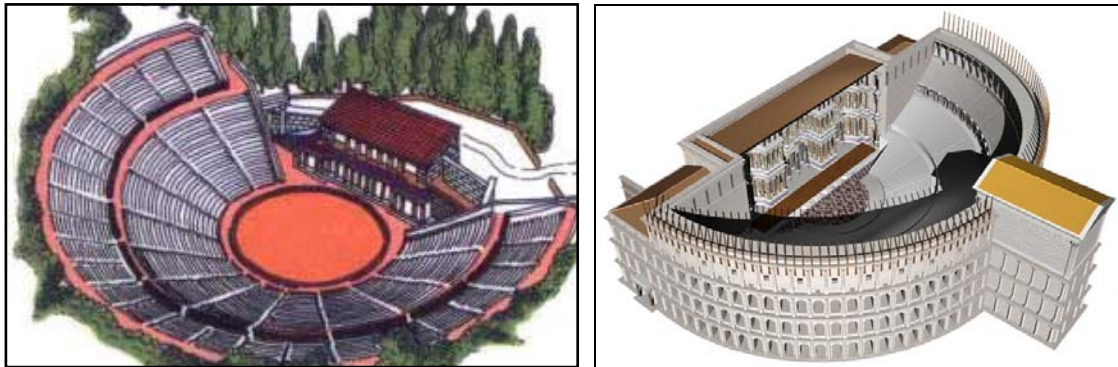


Figura 1(izq.) -Teatro griego de Epidauro (Grecia, 300 a. C.).  
Figura 2 (der.) - Teatro romano de Pompeyo (Roma, 55 a. C.)

## 2.2 Respuesta Acústica

- **BAJO RUIDO DE FONDO** derivado de la elección de emplazamientos adecuados alejados de los centros urbanos y frecuentemente protegidos por las condiciones orográficas (Sagunto, Segóbriga, etc.)
- **LLEGADA DEL SONIDO DIRECTO A TODA LA CAVEA**, aspecto acústico que se cuidó especialmente en los diseños teatrales. Con objeto de mejorar la visibilidad y permitir la llegada del sonido directo a todo el público, se elevó en altura el espacio escénico, se le dio a las gradas la pendiente adecuada y el aforo se distribuyó de forma radial, minimizando así las pérdidas acústicas al permitir que el número de espectadores próximos a la escena fuera el mayor posible. Su principal desventaja es priorizar en exceso las condiciones acústicas y visuales de los asistentes ubicados en torno al eje central de simetría de la cavea, en detrimento de la mayor parte del público ubicado hacia las zonas laterales.
- **REFLEXIONES SONORAS EN EL PAVIMENTO DE LA ORCHESTRA**. En el modelo teatral griego, la orchestra circular de piedra envía potentes reflexiones al público que refuerzan el sonido directo incrementando el nivel sonoro. Dichas reflexiones alcanzan a la totalidad de la cavea debido a la mayor altura del escenario y a la menor pendiente de la cavea, lo cual permitió a su vez que los recintos griegos alcanzasen mayores dimensiones que los romanos.  
El caso romano es diferente: La orchestra, semicircular en este caso, se ocupaba frecuentemente con público lo cual limitaba su uso como potente reflector. A ello hay que sumar la menor altura de los escenarios romanos y la inclinación mayor del graderío, debido a lo cual el envío de reflexiones al público es menor que en el modelo teatral griego.
- **CUERPO ESCÉNICO REFLECTANTE**. La gran altura y la condición pétreo convertía a los scenae frons romanos (frente escénico) en una potente herramienta de refuerzo acústico por las reflexiones de sonido que proyectaba hacia el público. Además otorgaba difusión debido a la geometría compleja de órdenes arquitectónicos que presentaba. Rematando la parte superior del scenae frons solía ubicarse una superficie plana denominada TORNAVOZ, que enfocaba reflexiones acústicas especulares hacia la zona central y superior del graderío (media y summa cavea). Citaremos como ejemplo los teatros de Aspendus (Turquía) y Orange (Francia) en los que hay huellas claras de la presencia y disposición del tornavoz.

El scenae frons se hallaba enrasado superiormente con la logia que coronaba la cavea creando así un recinto delimitado únicamente descubierto en la parte superior, que de algún modo “encerraba” las reflexiones posibilitando niveles sonoros adecuados en toda la cavea.

Por contra, el modelo teatral griego presentaba una edificación posterior a la escena de reducidas dimensiones y escasa ambición en sus funciones acústicas.

- VASIJAS ACÚSTICAS. En el caso romano hay que añadir además el posible refuerzo acústico que aportarían las vasijas acústicas de bronce distribuidas por la cavea que Vitruvio refiere en su tratado [1] y de las que hemos hablado ya en publicaciones anteriores [5].

### 3. EL EDIFICIO TEATRAL RENACENTISTA

Tras la dominación romana se inició en occidente un período de varios siglos en los cuales el desarrollo social, político y religioso de Europa dejó de lado todo interés por el uso de locales estables acondicionados para la realización de representaciones escénicas, lo cual provocó el estancamiento de las tipologías arquitectónicas teatrales y su caída en el olvido.

Transcurridos varios siglos, con la llegada del humanismo italiano renacentista el pensamiento en general y las artes en particular vuelven su mirada hacia Grecia y Roma en busca de los valores culturales clásicos inmutables que habían regido la vida y el arte en las civilizaciones de la antigüedad occidental: equilibrio, serenidad, proporción, orden, perfección formal, etc. En este contexto humanístico, los patios privados de los palacios comienzan a ser utilizados con cierta asiduidad para la realización de representaciones teatrales. Sin embargo, no será hasta finales del renacimiento cuando en la zona norte de Italia la arquitectura teatral vuelva su mirada al pasado y comience nuevamente su andadura tras más de un milenio de estancamiento y olvido tipológico [6].<sup>3</sup>

Ejemplo paradigmático de estos incipientes diseños teatrales del renacimiento italiano es el **Teatro Olímpico de Vicenza** (1585), proyectado por el arquitecto veneciano Andrea Palladio (1508-1580).<sup>4</sup> Se trata de un teatro con cavea semielíptica y fondo escénico fijo con un importante despliegue de elementos escultóricos y arquitectónicos similares a los *scenae frons* clásicos. Las principales diferencias con los teatros grecorromanos son su dimensión reducida y su condición de recinto cubierto, lo cual nos remite como referencia inmediata a los odeones romanos, edificios cubiertos de capacidad muy inferior a la de los teatros, con cavea semicircular, en los que se desarrollaban actividades musicales y de declamación [7].

De esta misma época es el **Teatro all' Antica de Sabbioneta** (1590) obra de Vincenzo Scamozzi (1552-1616), discípulo de A. Palladio, que adopta ya la forma de "U" suavizada en la planta de la zona de público y presenta un diseño escénico con un único punto de fuga central, desmarcándose así de la estructura tripartita clásica aun presente en el teatro de Vicenza.

La arquitectura teatral experimentó un avance decisivo de la mano del arquitecto Giovanni Battista Aleotti (1546-1636) con la edificación del **Teatro Farnese de Parma** (Figura 3), inaugurado en 1628. Este edificio muestra innovaciones cruciales en la evolución de la arquitectura teatral: tiene unas dimensiones mayores que los teatros anteriores y presenta una forma de "U" mucho más rotunda. En el Farnese desaparece el frente de escena fijo a favor de la llamada "ventana de proscenio", que materializa de un modo inequívoco la separación entre el volumen del escenario y el del público. Con la ventana de proscenio Aleotti rompe la unidad

<sup>3</sup> Omitimos en esta comunicación referencias al llamado Teatro Isabelino del extrarradio de Londres en los cuales parte de la bibliografía especializada sitúa el origen de los teatros públicos de la Europa moderna en el siglo XVI. Lo haremos así por considerar que la vinculación inglesa con el renacimiento italiano era muy limitada; y que la rama evolutiva que desemboca en la aparición del teatro a la italiana, es sin duda la procedente de los teatros privados de los palacios de Italia de los siglos XVI y XVII.

<sup>4</sup> A. Palladio falleció en 1580 por lo que el recinto fue concluido por su hijo Silla Palladio y por Vincenzo Scamozzi, discípulo de Andrea. Aunque no todos los estudiosos del tema están de acuerdo, la autoría del frente escénico del Olímpico, con sus cinco calles en perspectiva fugada, parece ser obra de Scamozzi.

formal escena-cavea heredada de los teatros de la antigüedad, que se organizaban a partir de la geometría circular según explica Vitruvio en el Libro V de su De Architectura [8].<sup>5</sup>

### 3.1 Características Formales

Los teatros renacentistas italianos retoman y desarrollan numerosas ideas presentes en los teatros de la antigüedad al tiempo que incorporan numerosas novedades respecto a la tipología clásica. Sus principales rasgos formales son:

- EDIFICIOS CUBIERTOS, abandonando así las tipologías clásicas al aire libre.
- DIMENSIONES REDUCIDAS y aforo muy inferior al de los teatros de la antigüedad.
- CAVEA CURVA de herencia clásica que, desde este momento, será reinterpretada continuamente a lo largo de tres siglos dando lugar a la multitud de geometrías curvas que encontramos en los modelos teatrales posteriores.
- ESTRUCTURA CLÁSICA BIPARTITA (zona de la representación y zona del público), que será adoptada en los primeros teatros renacentistas de Italia y llevada al extremo en los teatros del siglo XVIII con la rotundidad volumétrica de la caja escénica italiana que utilizará la ventana de proscenio como nexo de unión con la sala teatral.
- FRENTE ESCÉNICO FIJO al modo de los scenae frons romanos, que poco a poco irán avanzando hacia los grandes escenarios vacíos del siglo XVIII en los que la ambientación teatral, los decorados y los efectos escénicos concentran el protagonismo visual del público.
- ESCENARIOS ELEVADOS a imitación de los modelos grecorromanos.
- MATERIALES CONSTRUCTIVOS. Predominio de los acabados interiores en MADERA



Figura 3 - Teatro Farnese de Parma, G. B. Aleotti, 1618-1628

<sup>5</sup> Encontramos precedentes de la creación de la ventana de proscenio en la remodelación de un salón del Palacio de la Señoría de Florencia para su uso como espacio teatral en 1547 de la mano del arquitecto G. Vasari (1511-1574); y en la intervención en un salón del florentino Palacio de los Uffizi transformándolo en el llamado Teatro Mediceo en 1586 por B. Buontalenti (1536-1608) arquitecto discípulo de Vasari [9].

### 3.2 Respuesta Acústica

- **ELEVADOS NIVELES SONOROS. HOMOGENEIDAD.** La respuesta acústica de las salas renacentistas viene determinada en gran medida por la variación de tamaño respecto a los teatros romanos que provoca, en general, una mejor amplificación del mensaje emitido por los actores con una mayor presencia de reflexiones de sonido beneficiosas para la audiencia desde el punto de vista acústico [10]. De este modo, en comparación con los teatros al aire libre de grandes dimensiones propios de la época romana, en los teatros renacentistas los oyentes perciben niveles sonoros mucho más elevados con una distribución de los mismos en el recinto más homogénea.
- **REVERBERACIÓN ELEVADA,** rondando los tres segundos a frecuencias medias, por encima de los valores recomendados actualmente para auditorios y teatros de ópera. Baja calidez por los valores menores de reverberación en las bajas frecuencias debido a la absorción de la madera, predominante en estos recintos [11], lo cual repercute en la forma combada de su curva tonal media.

## 4. LOS TEATROS A LA ITALIANA

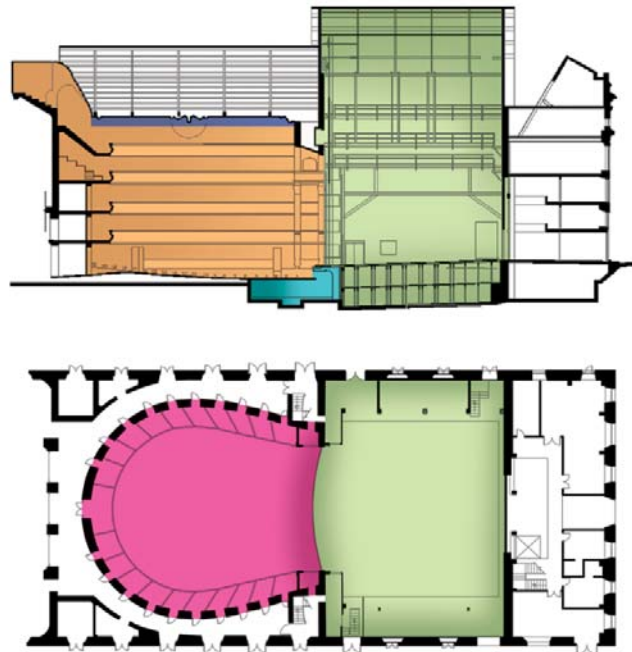
A lo largo del siglo XVII la construcción de edificios teatrales y su evolución formal fue vertiginosa, configurando pronto un modelo teatral canónico que ejerció su hegemonía en Europa durante los siglos XVIII y XIX: el llamado Teatro a la Italiana.<sup>6</sup>

### 4.1 Características Formales (Figuras 4 y 5)

- **FORMA CURVA EN PLANTA.** Los diseños geométricos más empleados por los arquitectos fueron la herradura, las formas circulares o semicirculares, la forma en “U”, la elipse truncada, la forma de campana y el diseño oval.
- **EXISTENCIA DE VARIOS PISOS CON PALCOS.** La superposición de palcos en altura permitió aumentar considerablemente el aforo de los teatros de la época. Los grandes coliseos operísticos llegaron a alcanzar hasta seis niveles superpuestos verticalmente.
- **FOSO ORQUESTAL.** La orquesta se ubica en una posición más baja que el escenario ocupando una situación intermedia entre el público y la escena. A la vista de todos queda el director que coordina el conjunto sonoro poniendo en contacto a cantantes y orquesta.
- **CAJA ESCÉNICA ITALIANA.** Presencia de un escenario de mucha mayor altura, anchura (“hombros”) y profundidad que el de las anteriores tipologías renacentistas. La caja escénica permitió incrementar la flexibilidad escenográfica de las representaciones teatrales y operísticas, adaptándose a las complejas demandas escénicas de los siglos XVIII y XIX.
- **TECHO PLANO.** Como ya apuntó el tratadista inglés G. Saunders [13], los teatros de ópera deben presentar el techo de la zona de audiencia plano o con una curvatura muy ligera. A pesar de esto, en el desarrollo de la arquitectura teatral no han faltado techos de coliseos con pronunciadas curvaturas y defensores teóricos de las cualidades acústicas de las cúpulas [14].<sup>7</sup>

<sup>6</sup> La parte correspondiente a los teatros a la italiana ha sido tomado de la reciente publicación [12].

<sup>7</sup> El arquitecto francés decimonónico E. L. Boullée adoptó las geometrías circulares y las formas esféricas como leitmotiv de su arquitectura y las defendió enérgicamente por su “indiscutible” perfección. Escribe Boullée sobre la cúpula de su diseño ideal de Teatro de Ópera: “la forma semicircular” (...) “me ofrecía el medio de coronar mi sala con una bóveda esférica” (...) “que además tiene la ventaja de ser la más favorable en cuanto a la repercusión de los sonidos.” [14].



Figuras 4 y 5 - Teatro Principal de Valencia (F. Fontana, 1774): Planta y Sección longitudinal. Rasgos morfológicos característicos de la tipología teatral italiana: 1-Forma curva en planta. 2-Superposición de niveles en altura. 3-Foso orquestal. 4-Caja escénica Italiana. 5-Techo plano en la zona de audiencia.

#### 4.2 Geometrías Teatrales a la Italiana

Aunque la casuística en los diseños teatrales a la italiana es inagotable, expondremos aquí una reducción a cuatro geometrías canónicas ya publicada [15] por ser ésta una hipótesis comúnmente aceptada por la comunidad científica, válida y útil para alcanzar un mayor conocimiento analítico del comportamiento de las salas operísticas.<sup>8</sup>

- **FORMA ELÍPTICA.** Fue adoptada en diseños tan relevantes como el Teatro Tordinona en Roma (1670), Teatro Argentina de Roma (1732), o Teatro Regio de Turín (1738-1740). El teórico francés P. Patte (1723-1814) en su *Essai sur l'architecture théâtrale* [18] establece que la elipse es la forma geométrica más favorable para obtener una correcta acústica y una adecuada visión y diseña de un teatro ideal de acuerdo con estos postulados ideológicos.
- **FORMA CIRCULAR.** Será la óptima para tratadistas como el francés A. J. Roubo [19] o el inglés G. Saunders [13]. Este último, en su tratado de 1790 se decanta por la geometría circular sin aportar ningún razonamiento físico que justifique científicamente su superioridad sobre el resto de las geometrías; Saunders propone en su tratado los planos de un teatro y de una casa de ópera ambos de planta circular, diseño pretendidamente teórico que fue adoptado sin apenas variaciones por B. Dean Wyatt en su proyecto del londinense Theater Royal Drury Lane (1811). El arquitecto neoclásico francés C. N. Ledoux (1736-1806) defiende en su tratado de 1804 [20] la superioridad del trazado semicircular argumentando nuevamente la mejor visión del escenario que se obtiene. Ledoux proyectó y construyó el Teatro de Besançon (1784).
- **FORMA DE CAMPANA.** Fue otra geometría de gran aceptación durante los siglos XVII y XVIII. Tres generaciones de arquitectos de una misma familia fueron sus creadores y difusores: los Galli-Bibiena que alcanzaron fama en toda Europa por sus brillantes diseños

<sup>8</sup> Así lo hacen los principales investigadores de historia de la tipología teatral [16] [17].



arquitectónicos teatrales, de maquinaria escénica, decorados, etc. Entre los teatros diseñados por esta familia, destacamos: Teatro de Ópera de Rietplatz (Viena, 1706-08), el Teatro Aliberti (Roma, 1720), el Teatro Filarmónico de Verona (1732), el Markgräfliches Opernhaus de Bayreuth (1744-48) y el Teatro Communale de Bolonia (1756-1763). No faltaron tampoco detractores del empleo de esta geometría, como el conde F. Algarotti (1712 – 1764), que criticó duramente la forma acampanada [21].

- **FORMA EN HERRADURA.** Fue una de las más presentes en los teatros de los siglos XVIII y XIX, y dio vida a algunos de los que aún hoy siguen siendo considerados los más gloriosos coliseos operísticos a nivel mundial: el Teatro alla Scala de Milán (1778), el Teatro di San Carlo de Nápoles (1737), la Staatsoper de Viena (1869) o el Teatro Colón de Buenos Aires (1908). En España cabe citar el Gran Teatre del Liceu de Barcelona (1847) proyectado “a imitación del Teatro de la Scala de Milán” y de “dimensiones análogas” [22], el Teatro Real de Madrid (1850) o el Teatro Principal de Valencia (1774-1832).

### 4.3 Respuesta Acústica

Desde sus inicios, los teatros a la italiana tuvieron que afrontar dificultades funcionales propias de las representaciones operísticas: por una parte los cantantes y actores actúan como fuente emisora proyectando sonido desde el interior de la caja escénica al tiempo que necesitan percibir con claridad el sonido de la orquesta, que es emitido desde el foso orquestal situado en la zona de público. Recíprocamente, los componentes de la orquesta emiten desde el foso y necesitan percibir con claridad el sonido de los cantantes procedente del escenario; y por encima de todo, el público asistente tiene que percibir con claridad y transparencia los sonidos de la orquesta y de los cantantes, manteniéndose el equilibrio entre ambos.<sup>9</sup>

- **NIVELES ENERGÉTICOS MEDIOS,** inferiores en cualquier caso a los alcanzados por los reducidos teatros renacentistas.

- **REVERBERACIÓN MEDIA,** ligeramente por encima de 1,5 segundos en sala vacía a frecuencias medias, que permite la claridad y definición que la música operística reclama [23].

- **BENEFICIOSOS EFECTOS DE FOCALIZACIÓN.** Las plantas curvas inducen un mecanismo acústico similar a las llamadas “galerías de susurros”, en las que las reflexiones se transmiten y focalizan hacia una zona produciendo un incremento sonoro perceptible. Por ello, el tercio posterior de platea recibe gran cantidad de reflexiones laterales tempranas que provocan valores elevados de fuerza acústica (por concentración), de claridad y definición (por el reducido tiempo de llegada de las reflexiones) y de espacialidad (por la procedencia lateral de éstas).

- **ACÚSTICA SOBRESALIENTE EN EL TERCIO POSTERIOR DE LA PLATEA.** El sonido emitido por cantantes o actores es percibido con gran claridad y con niveles energéticos (dB) muy elevados en las filas del tercio posterior del patio de butacas de los teatros a la italiana, como ya se ha puesto de manifiesto en publicaciones anteriores [24] [25] [26]. Además, de modo genérico podemos afirmar que la sensación de claridad, espacialidad y de sonido envolvente en estas localidades es óptima por la procedencia variada y cercana de los rayos sonoros recibidos. Las reflexiones llegan con un retraso mínimo reforzando el sonido directo y aumentando la sensación de claridad y precisión en la escucha.

---

<sup>9</sup> Las geometrías curvas presentes en los teatros tienen mucha importancia en el cumplimiento de los citados objetivos acústicos necesarios para las representaciones operísticas. Recientemente hemos publicado un estudio analizando la respuesta acústica de las cuatro morfologías teatrales enunciadas con procedimientos gráficos (Acústica Geométrica) [12] [15].

- **ESPACIALIDAD LIMITADA.** El tercio delantero de los teatros a la italiana queda prácticamente despojado de reflexiones tempranas lo cual se traduce en una sensación de falta de espacialidad en la percepción sonora desde estas localidades, si bien la escasa distancia entre estos oyentes y el emisor sonoro (cantante, actor, etc.) hace que en su percepción predomine la potencia del sonido directo sobre las cualidades acústicas aportadas por la sala teatral. En las localidades centrales de platea el sonido no “envuelve” al oyente, registrándose igualmente una sensación de espacialidad baja. Las reflexiones sonoras que se reciben desde el fondo de la sala tardan demasiados milisegundos en llegar por la lejanía de dichas superficies y no ayudan por tanto a aportar claridad ni definición al conjunto sonoro recibido.
- **PALCOS:** zona central beneficiada por la recepción de potentes reflexiones del cieloraso central, y zonas laterales con visión reducida del escenario que condiciona en gran medida el conjunto sonoro percibido. Espacialidad confusa en el interior de los palcos. La geometría curva produce efectos de focalización similares a los de la platea, pero en menor magnitud [24].
- **INGENIOS ACÚSTICOS.** Los teatros a la italiana comenzaron a experimentar con cámaras de resonancia y otros ingenios acústicos similares para mejorar la respuesta sonora del recinto, siendo en esto también un antecedente directo de la actual ingeniería acústica de los modernos auditorios [27].

## 5. CONCLUSIONES

En este artículo hemos aportado una síntesis de la evolución morfológica y acústica de los edificios teatrales a lo largo de la historia, desde las tipologías iniciales de la antigüedad clásica hasta las diferentes propuestas de teatros de ópera a la italiana de los siglos XVIII y XIX, poniendo de relieve las novedades introducidas en cada tipo y sus consecuencias acústicas en el recinto. Pensamos que su lectura habrá sido de gran utilidad para obtener una visión global y una mayor comprensión de la evolución histórica de la acústica arquitectónica.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de los Proyectos de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación con referencia: BIA2003-09306-C04-01 y BIA2008-05485.

## 7. REFERENCIAS

- [1] Vitruvio Polion, M.: *De Architectura, traducido y comentado por J. Ortiz y Sanz*, Madrid, Imprenta Real, 1787, pp. 112-128
- [2] Vitruvii Pollionis, M.: *De architectura libri decem cum commentariis Danielis Barbari multis aedificiorum, horologiorum, et machinarum descriptionibus...*, Venecia, 1567; (ilustra A.Palladio)
- [3] Perrault, C.: *Les dix livres d'architecture de Vitruve corrigez et traduits nouvellement en François, avec des notes et des figures*, Paris, J. B. Coinard, 1673
- [4] Galiani, B.: *L'Architettura de M. Vitruvio Pollione colla traduzione italiana e commento del Marchese Berardo Galiani*, Nápoles, 1758
- [5] Barba, A.; Lacatis, R.; Giménez, A.; Romero, J.: *Acoustics vases in ancient theatres: disposition, analysis from the ancient tetrachordal musical system*, International Congress Acoustics08-Paris, France, 2008
- [6] Ramón Graells, A.: *El lloc del teatre. Ciutat, arquitectura i espai escènic*, Barcelona, Edicions UPC, 1997, pp. 34-37
- [7] Izenour, G. C.: *Roofed Theaters of Classical Antiquity*, Massachusetts, Yale University Press, 1992
- [8] Vitruvio Polion, M.: *De Architectura, traducido y comentado por J. Ortiz y Sanz*, Madrid, Imprenta Real, 1787, pp. 119-125 y láminas XLII-XLIV

- [9] Ramón Graells, A.: "Els inventors del teatre a la italiana" en *3ZU. Revista d'Arquitectura*, núm. 4, junio de 1995, pp. 84-91
- [10] León, Á.L.; Sendra, J.J.; Navarro, J.; Zamarreño, T.: *Acústica y rehabilitación en teatros de Andalucía*, Sevilla, Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2007, p. 20
- [11] Prodi, N.; Pompoli, R.: *The acoustics of three Italian historical theatres: the early days of modern performance spaces*, XXXI Congreso "TecniAcústica 2000", Madrid, 2000
- [12] Barba, A.; Giménez, A.: *El Teatro Principal de Valencia. Acústica y Arquitectura Escénica*, Valencia, Teatros de la Generalitat y Universitat Politècnica de València, 2011
- [13] Saunders, G.: *Treatise on theatres*, Londres, 1790, p. 32
- [14] Boullée, E. L.: *Arquitectura. Ensayo sobre el arte*, Barcelona, Gustavo Gili, 1985, pp. 86-96
- [15] Barba, A.; Giménez, A.; Segura, J.: *Caracterización del comportamiento acústico de los teatros a la italiana a partir del estudio de su geometría*, 40º Congreso Nacional de Acústica "TecniAcústica 2009", Cádiz, 2009
- [16] Forsyth, M.: *Buildings for music*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985
- [17] Izenour, G. C.: *Theater Design*, U.S.A., McGraw-Hill Book Company, 1977
- [18] Patte, P.: *Essai sur l'architecture théâtrale*, París, 1782
- [19] Roubo, A. J.: *Traité de la construction des théâtres et des machines théâtrales*; París, 1777
- [20] Ledoux, C. N.: *L'architecture considérée sous le rapport de l'art, des moeurs et de la législation*, República Federal Alemana, 1984 (Facsimil de la edición: París, 1847)
- [21] Algarotti: *Essai sur l'Opéra (traduit de l'italien du Comte Algarotti)*, París, 1773
- [22] Solà-Morales, I.; Dilmé, Ll.; Fabrè, X., et al.: *Liceu. Un espacio para el arte*, Barcelona, U.P.C.-Fundació Gran Teatre del Liceu-Lundweg editores, 1999, p. 57
- [23] Beranek, L.L.: *Concert halls and opera houses*, New York, Acoustical Society of America, 1996
- [24] Barba, A.; Giménez, A.: "Análisis acústico de la tipología teatral a la italiana a través del estudio del Teatro Principal de Valencia", en *Revista de Acústica*, Editorial El Instalador, Madrid, Vol. 40. 3-4, 2009, pp. 9-26
- [25] Barba, A.; Giménez, A.; Segura, J.; Lacatis, R. G.: *¿Cómo "suena" un teatro a la italiana? El Teatro Principal de Valencia*, 40º Congreso Nacional de Acústica TecniAcústica, Cádiz, 2009
- [26] Iannace, G.; Ianniello, E.: *Changes in Subjective Sound-focusing effects in the plan of horse-shoe shaped opera theatres*, International Congress Acoustics08-Paris, 2008
- [27] Barba, A.; Giménez, A.: *El Teatro Principal de Valencia: Vasijas Acústicas y Cámaras de Resonancia*, 42º Congreso Nacional de Acústica "TecniAcústica 2011", Cáceres, 2011