

# SIMETRÍA Y GEOMETRÍA EN LA OBRA DE FRANCISCO DE ZURBARÁN

*SYMMETRY AND GEOMETRY IN THE WORK OF FRANCISCO DE ZURBARÁN*

**José Miguel Cobos y José Ramón Vallejo**

cobosbueno42@gmail.com joseramon.vallejo@gmail.com

Área de Historia de la Ciencia  
Facultad de Medicina  
Universidad de Extremadura  
Badajoz

*RESUMEN: La Historia de la Ciencia presenta unas claras conexiones con las Humanidades y el arte. Así por ejemplo las matemáticas y la música presentan un nexo a través de Pitágoras de Samos. Ello ha permitido, por ejemplo, explorar conceptos de simetría y música en símbolos del Renacimiento a partir de la teoría geométrica musical. Sin duda, la simetría y la geometría han ido vinculadas al arte del siglo XV y épocas posteriores. En este sentido queremos poner de manifiesto que Francisco de Zurbarán utilizó técnicas muy comunes en la pintura tanto del Renacimiento como del Barroco: la geometría. Ahora bien, se trata de conocimientos complejos que necesitaban de una sólida formación académica basadas en procesos de enseñanza-aprendizaje sistemáticos, bien planificados y organizados. Sin embargo, todos los investigadores que se han aproximado a la vida y obra de Francisco de Zurbarán están de acuerdo que tan solo tuvo como maestro a Pedro Díaz de Villanueva.*

*ABSTRACT: The History of Science shows clear connections with the fields of Art and Humanities. Thus, for instance, maths and music are linked through Pitagoras of Samos. Thanks to it, it has been possible, for instance, to explore concepts of symmetry and music in Renaissance symbols using the theory of musical geometry. Undoubtedly, symmetry and geometry remained linked to the art produced in the XV century and later times. In this regard, we point out that Francisco de Zurbarán used common techniques in both Renaissance and Baroque painting: geometry. However, this complex knowledge required a very solid academic training based on carefully planned and elaborated learning and teaching methods. However, researchers interested in Zurbarán's life and works agree that his only master was Pedro Diaz de Villanueva.*

XV JORNADAS DE HISTORIA DE FUENTE DE CANTOS  
ZURBARÁN; 350 Aniversario de su muerte (1598-1664)  
Asociación Cultural Lucerna/Sociedad Extremeña de Historia, 2014  
Pgs. 197-208  
ISBN: 978-84-606-9665-0



## I. INTRODUCCIÓN

Para el pueblo griego el saber científico se identificará con la Matemática entendida como Geometría, por lo que la cultura occidental se impregnará de este pensamiento. La razón habría que buscarla en el intento griego de llegar a la belleza, equilibrio y armonía. Todo su ser se identificaba con estas premisas: belleza, equilibrio y armonía, y la única respuesta válida para ellos se la dará la matemática-geometría. Dentro de esta interpretación del Universo, ocupa lugar destacado la simetría (del griego *σύν* con y *μέτρον* medida). Es un rasgo característico de las formas geométricas, y otros objetos materiales, o entidades abstractas, relacionada con su invariancia bajo ciertas transformaciones, movimientos o intercambios. En condiciones formales, un objeto es *simétrico* respecto a una operación matemática dada si el resultado de aplicar esa operación o transformación al objeto es un objeto indistinguible en su aspecto del objeto original. Por otra parte, dos objetos son simétricos uno al otro en lo que concierne a un grupo dado de operaciones si uno es obtenido de otro por algunas operaciones (y viceversa). En la geometría de 2 dimensiones las clases principales de simetría son las que conciernen a las isometrías de un espacio euclídeo: traslaciones, rotaciones, reflexiones y reflexiones que se deslizan.

En este sentido, Marco Lucio Vitruvio Polion (c. 80–70 a.C. - c. 15 a.C.) nos deja el siguiente testimonio:

“La Simetría surge a partir de una apropiada armonía de las partes que componen una obra; surge también a partir de la conveniencia de cada una de las partes por separado, respecto al conjunto de toda la estructura. Como se da una simetría en el cuerpo humano, del codo, del pie, del palmo, del dedo y demás partes, así también se define la Eurytmia<sup>1</sup> en las obras ya concluidas. En los templos sagrados se toma la simetría principalmente a partir del diámetro de las columnas, o bien de los triglifos o bien de un módulo inicial; en las ballestas, a partir del agujero que en griego llaman peritreton; en las naves, a partir del espacio que media entre remo y remo, llamado dipechyaia. Igualmente descubrimos la estructura de la simetría a partir de detalles en otras muchas obras”<sup>2</sup>.

Ahora bien, como bien indica H. Weyl, la palabra simetría se suele utilizar en dos sentidos algo diferentes: para designar algo bien proporcionado y armónico, o en un

---

<sup>1</sup> En el campo de la Arquitectura, existe un concepto antropomórfico de la misma, esto es, que la construcción es el reflejo de las proporciones del cuerpo humano. Este concepto ya lo postuló Vitruvio; el gran teórico del clásico, ya sea griego o romano. Los seis primores o principios que Vitruvio exige en todo monumento son: orden, disposición, eurytmia, simetría, decoro y distribución. La palabra eurytmia se deriva del griego y significa ritmo sano o armonioso. En el campo de la Arquitectura, los griegos y los romanos lo usaron para referirse a las proporciones armoniosas de un objeto o un edificio, en relación con las proporciones del cuerpo humano.

<sup>2</sup> VITRUVIO POLION, Marco Lucio, *Los diez Libros de Arquitectura*, lib. 2º, cap. 2 (“De que elementos consta la arquitectura”), p. 25.

sentido más técnico para indicar que un objeto presenta ciertas regularidades geométricas, o para llamar la atención sobre un cierto proceso de repetición<sup>3</sup>.

## II. SIMETRÍA EN EL ARTE

La matemática ha sido utilizada por muchos artistas a través de la Historia. Así en el arte sumerio, griego, bizantino o en el árabe encontramos una gran cantidad de expresiones geométricas y obras donde la simetría juega un papel crucial. Según Amster esta ciencia produce la llamada “belleza matemática”, que trasciende del campo científico hacia aspectos creativos donde se hace similar al arte<sup>4</sup>. Sin duda los conceptos de armonía, simetría y equilibrio se encuentran estrechamente relacionados con la justicia, la lógica y el neoplatonismo. Todos estos valores van calando en la creatividad y expresión artística de autores renacentistas como Leonardo y Piero della Francesca<sup>5</sup>. Muchos artistas de esta época estarían influidos por la figura del matemático italiano Luca Pacioli, que escribe en 1494 *Summa de arithmetica, geometría, proportioni et proportionalita*, y más tarde *De Divina Proportione* (entre 1496 y 1498) donde discute la perspectiva usada en el Quattrocento, el marco conceptual arquitectónico de Vitrubio, o el de los sólidos platónicos<sup>6</sup>. En el siglo XX se puede destacar la aportación del artista y matemático Maurits Cornelis Escher (1898–1972), con una obra centrada en cuerpos geométricos, aproximaciones al infinito, perspectivas, figuras imposibles y juegos de simetría<sup>7</sup>. Sin duda la simetría está íntimamente relacionada con las humanidades, las artes, la métrica en la poesía, y la música<sup>8</sup>. Ello ha conducido a líneas de investigación muy actuales que exploran los conceptos de simetría y música en símbolos del Renacimiento a partir de la teoría geométrica musical<sup>9</sup>.

En general, se admiten cinco simetrías importantes que son: de traslación, rotación, ampliación, bilateral y abatimiento. Así, la *simetría de traslación o invariancia traslacional*, es la repetición de una forma a lo largo de una línea en cualquier posición, vertical, horizontal, diagonal o curva, que se desplaza a cualquier distancia constante sobre el eje; *simetría de rotación* giro de un motivo que se repite cierto número de veces hasta ser idéntico al inicio, tiene determinado orden en la rotación (15°, 30°, 45°, 60°, 90°, hasta 360°). La forma gira en torno a un centro que puede estar dentro de la misma; *simetría de ampliación*, las partes de él son semejantes, pues tienen la misma forma pero no el mismo tamaño, ya que se extiende del centro

---

<sup>3</sup> WEYL, H. *Symmetry*.

<sup>4</sup> AMSTER, P. *La matemática como una de las bellas artes*.

<sup>5</sup> LÓPEZ, G.S. “Belleza y simetría: una historia de preferencia cultural”.

<sup>6</sup> GARCÍA CRUZ, J.A. *Las Matemáticas en Luca Pacioli*.

<sup>7</sup> CARIÑENA MARZO, J.F. *Simetría en Ciencia: principio y método (Discurso de ingreso leído por el académico electo)*.

<sup>8</sup> LÓPEZ, G.S. “Belleza y simetría...”.

<sup>9</sup> RODRIGUES, F. “Simetria, geometria e música na simbologia renascentista do Castelo de São João Baptista em Angra do Heroísmo, ilha Terceira, Açores-Potugal”.

hacia afuera para ser cada vez mayor; *simetría de abatimiento*, el eje de giro nos muestra dos partes idénticas con un giro de  $180^\circ$  una en relación a la otra; *simetría bilateral*, está compuesta por formas iguales a igual distancia a ambos lados de un eje. Todo eso dentro de un eje de simetría<sup>10</sup>. Lógicamente el elemento clave de la simetría es la repetición, y si consideramos la conceptualización que hace de Weyl según se comentó anteriormente, es indudable que la repetición conlleva un importante factor estético. De tal forma que se puede establecer una relación directa entre simetría y belleza, que se traducirá en un importante principio estético tanto en decoración como en arquitectura<sup>11</sup>. Si bien hay que añadir que en el arte se permitirán ciertas licencias, que se pueden encajar en esquemas lógicos como queda patente en la pintura de temática religiosa. Así, en lo religioso los valores sobrenaturales en relación con los terrenales pueden representarse mediante esquemas de tipo jerárquico basados en representaciones simétricas. Por eso, como demuestra Ignacio García, en el arte religioso cuando la obra presenta una sola figura la tendencia es situarla sobre el mismo eje de simetría del espacio plástico. Si existen dos, tres o más figuras, las representaciones serán equidistantes actuando una de ellas como eje organizativo con respecto a los demás según criterios jerárquicos<sup>12</sup>. Sirva de ejemplo la obra *Le Tre Grazie* de Rafael Sanzio, 1504-1505, que estampamos a continuación (fig. 1).



Fig. 1: Rafael Sanzio, *Le Tre Grazie*

<sup>10</sup> SÁNCHEZ BAUTISTA, F. y SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, S.L. *Texto y Prácticas de diseño*; WALD, R.M. *General relativity*.

<sup>11</sup> JAEGER, F.M. *Lectures on the Principle of Symmetry and its applications in all Natural Sciences*.

<sup>12</sup> GARCÍA GARCÍA, I. "La simetría en el arte: la lógica del esquema".

### III. LOS ESQUEMAS SIMÉTRICOS EN LA OBRA DE ZURBARÁN

En el año 1998 al celebrarse el IV Centenario del nacimiento del genial pintor Francisco de Zurbarán (Fuente de Cantos, 1598 – Madrid, 27 de agosto de 1664) se llevaron a cabo una gran cantidad de publicaciones, actos, exposiciones, eventos, concursos que contribuyeron a una mejor conocimiento de su tiempo, su tierra, su vida y su obra<sup>13</sup>. En ese momento histórico para el zurbaranismo, en relación con la formación artística del pintor se contaba con un trabajo bien documentado del extremeño José Cascales y Muñoz publicado en 1911<sup>14</sup>. Posteriormente otros estudiosos e investigadores han contemplado su período de aprendizaje<sup>15</sup>. La documentación que permite abordar esta cuestión se encuentra en el Archivo Histórico Provincial de Sevilla y consiste en una carta de poder fechada el 19 de diciembre de 1613 mediante la cual Luis de Zurbarán como padre del pintor dispone que Pedro Delgueta Rebolledo concertase la formación de su hijo con algún maestro de Sevilla u otro lugar. El contrato de aprendizaje se llevó a cabo el 15 de enero de 1614 con Pedro Díaz de Villanueva, y en éste se concretan diversos aspectos sobre el régimen de vida que llevará Francisco de Zurbarán en la casa del maestro, donde residiría durante tres años<sup>16</sup>.

La simetría y la geometría fueron técnicas muy comunes en la pintura tanto del Renacimiento como del Barroco. A continuación nos planteamos como objetivo resaltar que Francisco de Zurbarán las utilizó, y a través de una serie de ejemplos representativos poner en evidencia la complejidad técnica de su obra. Al buscar conjuntos simétricos en ella, detectamos esquemas duales, composiciones basadas en esquemas triples y estructuras donde se observan cuadrantes. Desde un punto de vista enfocado en la Matemática y en la Historia de la Ciencia, nos sorprende que no exista actualmente información que apunte hacia una formación académica basada en procesos de enseñanza-aprendizaje sistemáticos. En muchos cuadros de Zurbarán se puede comprobar como la pintura del artista extremeño parte de un esquema y un estudio basado en la simetría<sup>17</sup>.

Veamos algunos ejemplos, que cargados de simbolismos, significados místicos y una indudable fuerza plástica, revelan un profundo conocimiento de la simetría.

---

<sup>13</sup> LORENZANA DE LA PUENTE, F. (Coord.) *Francisco de Zurbarán (1598–1998). Su tiempo, su obra, su tierra*.

<sup>14</sup> CASCALES Y MUÑOZ, J. *Francisco de Zurbarán: su época, su vida y sus obras*.

<sup>15</sup> MOGOLLÓN CANO-CORTÉS, P. "Zurbarán: su vida"; CRUZ VALDOVINOS, J.M. "Sobre el maestro de Zurbarán y su aprendizaje".

<sup>16</sup> CATURLA, M.L. *Francisco de Zurbarán*.

<sup>17</sup> Ver cuadros de Zurbarán disponibles en [http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Cuadros\\_de\\_Zurbar%C3%A1n](http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Cuadros_de_Zurbar%C3%A1n) [consultado 28 de noviembre de 2014].

### III.1. El esquema dual

Un ejemplo de esquema dual son los diversos cristos pintados por Zurbarán. Entre ellos se pueden citar al *Cristo en la Cruz* pintado en 1627 que actualmente se encuentra en el Art Institute de Chicago, y el impresionante “Cristo Crucificado” de la Iglesia de Nuestra Señora de la Granada en Llerena. Se trata de un esquema sencillo con una estructura simétrica muy repetida en la Historia del Arte (ver fig. 2).

En el Museo de Grenoble se encuentra *La Anunciación*, que Zurbarán pintó en 1638. El argumento de la obra se representa mediante un esquema dual que proporciona armonía, coherencia y equilibrio. El eje de simetría separa un coro de ángeles sobre San Gabriel frente a la Virgen arrodillada coronada por un ángel también arrodillado en unas nubes, formando un conjunto pictórico con dos planos muy bien definidos. Cabe destacar que este cuadro pertenece a la época de madurez del pintor (ver fig. 2).



Fig. 2: Zurbarán, *Cristo en la Cruz* del Art Institute de Chicago, *Cristo Crucificado* de Llerena y *La Anunciación* del Museo de Bellas Artes de Grenoble, Francia

### III.2. El esquema triple

Un conjunto simétrico de tres elementos muy característico se observa en el *Cristo crucificado con San Juan, Magdalena y La Virgen*, que fue pintado por Zurbarán en 1655 y que pertenece a una colección privada situada en Londres. Se puede catalogar como una escena típica del Calvario donde el crucificado queda en el vértice superior de un triángulo como elemento central, y el resto de personajes que forman el esquema triple enaltecen la figura de Jesús (ver fig. 3).

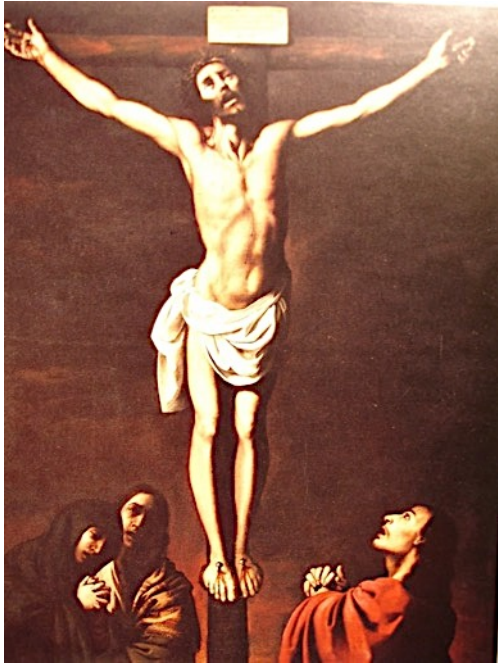


Fig. 3: Zurbarán, *Cristo crucificado con San Juan, Magdalena y La Virgen*, Londres, colec. particular

Una obra menos clara de un esquema triple se encuentra en el Museo Nacional de Arte de Cataluña, se trata de *La Inmaculada Concepción* fechada en 1632 (figura 4), que el pintor plasmó en un lienzo de unas dimensiones de 252 cm. de alto por 168 cm. de ancho. Es un caso de simetría axial donde la Virgen es el eje, y que parece una estructura esquemática basada simplemente en elementos repetidos a ambos lados; en los superiores ángeles con lirios, rosas e inscripciones del *Cantar de los Cantares* representando la pureza junto al misticismo, y abajo dos colegiales con símbolos referentes al dogma mariano (el espejo sin mancha, la escalera de Jacob, la puerta del cielo y la luz de la mañana). No obstante, podemos adivinar un esquema triple formado por triángulos convergentes colocados en oposición. Por un lado, una de estas triangulaciones está formada por vectores que convergen hacia los pies de la Virgen situados sobre cinco querubines que ocupan media luna; por otro lado, encontramos líneas en perspectiva que van desde la mirada de los colegiales al pecho de la Virgen María. De esta forma, se produce un conjunto simétrico basado en dos triángulos concurrentes que provocan un sentimiento de sobrecogimiento. Sin duda, el esquema triple es un buen recurso para plasmar todas las características propias de la dimensión mariana.





Fig. 4: Zurbarán, *Inmaculada Concepción*, Museo Nacional de Arte de Cataluña, Barcelona

### III.3. El esquema en cuadrantes

En el Museo de Bellas Artes de Sevilla, podemos disfrutar de un claro ejemplo de esquema en cuadrantes. Se trata de la *Apoteosis de Santo Tomás de Aquino*, que Francisco de Zurbarán pinta al óleo sobre un lienzo de 475 cm. de alto por 375 cm. de ancho (figura 5). En esta obra se aprecian claramente dos ejes de simetría, uno vertical y otro horizontal, que al superponerse establecen relaciones de superioridad y subordinación. Se trata de una típica división del espacio pictórico en cuadrantes, con un gran valor organizativo. Observamos que esta estructura consigue establecer un marco conceptual centrado en los valores del cristianismo, e induce al espectador a valorar, a revisar y a redescubrir relaciones entre cada uno de los conjuntos situados a uno y otro lado de los ejes de simetría. Si bien no se trata de imágenes especulares, conceptualmente existe una correspondencia entre la mitad derecha e izquierda, y la zona superior e inferior para expresar mediante simbolismos el trabajo que se realizaba en el Colegio de Santo Tomás de Sevilla y el papel que desempeñaban sus monjes. El esquema en cuadrantes define perfectamente relaciones jerárquicas, en el centro Santo Tomás de Aquino se configura como eje de simetría vertical debido a su importancia en la teología cristiana. La paloma del Espíritu Santo refuerza este eje de simetría y refuerza conceptualmente la relevancia de Santo Tomás. Los Padres de la Iglesia se sitúan en los cuadrantes: a la derecha San Ambrosio y San Gregorio y a la izquierda San Jerónimo y San Agustín simbolizando el orden celestial, lo sobrenatural, proporcionado por Dios Padre y Dios Hijo con la cruz que aparecen

superiormente. Abajo nos encontramos con los valores terrenales, representados por personalidades de la Orden y, como no la figura del emperador Carlos V pieza clave en el patrocinio del Colegio. Todo este conjunto recuerda a una estructura pseudocalidoscópica<sup>18</sup> en cuatro campos similares o contratados que proporcionan una gran fuerza visual, plástica y expresiva, pero sobre todo conceptual.



Fig. 5: Zurbarán, *Apoteosis de Santo Tomás de Aquino*, Museo de Bellas Artes, Sevilla

Aun cuando la instrucción del pensamiento geométrico puede realizarse mediante modelos didácticos muy diversos, no cabe duda que necesita de un proceso de enseñanza-aprendizaje muy complejo. Ello queda patente a través de las teorías modernas de la Educación<sup>19</sup>, donde para desarrollar el *insight* propio de la geometría en las enseñanzas obligatorias, se recurre a las ideas de Piaget, al constructivismo, el aprendizaje significativo. La dificultad que conlleva el aprendizaje de las simetrías y la geometría llevó a Pierre y Dina van Hiele, a diseñar un modelo para capacitar a los alumnos en estos conocimientos, mediante niveles de pensamiento basados en la visualización, el análisis, la deducción informal, formal, el rigor y la autonomía en la resolución de problemas de geometrías, perspectivas y simetrías a partir de la

---

<sup>18</sup> La palabra calidoscopio significa etimológicamente observación de lo bello. La visión calidoscópica ordena los elementos según un criterio pluriaxial alrededor de un punto central. (GARCÍA GARCÍA, I. "La simetría en el arte: la lógica del esquema", p. 137).

<sup>19</sup> DUSCHL, R.A. y HAMILTON, R.J. (eds.) *Philosophy of science cognitive psychology and educational theory and practice*.

experiencia progresiva del alumno<sup>20</sup>. No cabe duda que aplicar los principios de simetría al arte con la excelencia con que lo hizo Zurbarán es muy complejo. Parece obvia la necesidad de una sólida formación académica basada en procesos de enseñanza-aprendizaje sistemáticos, bien planificados y organizados. No obstante, como ya se ha comentado, todos los investigadores que se han aproximado a la vida y obra de Francisco de Zurbarán están de acuerdo que tan solo tuvo como maestro a Pedro Díaz de Villanueva. Y por consiguiente... ¿cómo adquirió Zurbarán estos conocimientos tan complejos? Se trata de una pregunta que queda abierta en estas jornadas que celebran el 350 aniversario de la muerte de este extremeño universal.

### BIBLIOGRAFÍA

- AMSTER, P. *La matemática como una de las bellas artes*, Buenos Aires, Siglo XXI Editores, 2004.
- CARIÑENA MARZO, J.F. *Simetría en Ciencia: principio y método (Discurso de ingreso leído por el académico electo)*, Zaragoza, Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza, 2001.
- CASCALES Y MUÑOZ, J. *Francisco de Zurbarán: su época, su vida y sus obras*, Madrid, 1911.
- CATURLA, M.L. *Francisco de Zurbarán*, Traduction, adaptation et appareil critique par Odile Dependa, París, Wildenstein Institute, 1994.
- CRUZ VALDOVINOS, J.M. "Sobre el maestro de Zurbarán y su aprendizaje", *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, Tomo 57, 1991, pp. 490-492 Disponible en: [dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2689199.pdf](http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2689199.pdf) [consultada 01/10/2014].
- DELENDÁ, O. *Zurbarán, catálogo razonado y crítico*, Madrid, Wildenstein Institute, 2009, T. I.
- DUSCHL, R.A. y HAMILTON, R.J. (eds.) *Philosophy of science cognitive psychology and educational theory and practice*, Albany, State University of New York Press, 1992.
- GARCÍA CRUZ, J.A. *Las Matemáticas en Luca Pacioli*, Seminario Orotava de Historia de la Ciencia, año X. La Orotava-Las Palmas de Gran Canaria, Fundación Canaria Orotava de Historia de La Ciencia, 2001.
- GARCÍA GARCÍA, I. "La simetría en el arte: la lógica del esquema", *Imafronte*, Núm. 12-13, 1997, pp. 135-150. Disponible en: <http://revistas.um.es/imafronte/article/view/38841> [consultada 01/10/2014].
- JAEGGER, F.M. *Lectures on the Principle of Symmetry and its applications in all Natural Sciences*. Second, augmented edition, Elsevier, Ámsterdam, 1920. Disponible en: <http://www.archive.org/details/cu31924002981672> [consultada 15/10/2014].
- LÓPEZ, G.S. "Belleza y simetría: una historia de preferencia cultural", *Congreso Forma y Simetría: Arte y Ciencia*, Buenos Aires, 2007.
- LORENZANA DE LA PUENTE, F. (Coord.) *Francisco de Zurbarán (1598-1998). Su tiempo, su obra, su tierra*, Fuente de Cantos, 1998.

---

<sup>20</sup> PALACIOS SALAZAR, D. "Enseñanza de simetrías matemáticas a través del arte: propuesta para promover un estudio integral".

- MOGOLLÓN CANO-CORTÉS, P. “Zurbarán: su vida”, en LORENZANA DE LA PUENTE, F. (Coord.). *Francisco de Zurbarán (1598–1998). Su tiempo, su obra, su tierra*, Fuente de Cantos, 1998, pp. 89-96.
- PALACIOS SALAZAR, D. “Enseñanza de simetrías matemáticas a través del arte: propuesta para promover un estudio integral”, *Trabajo Especial de Grado*, Licenciatura en Educación Matemática, Universidad Central del Valle, 2007.
- RODRIGUES, F. “Simetria, geometria e música na simbologia renascentista do Castelo de São João Baptista em Angra do Heroísmo, ilha Terceira, Açores-Potugal”, *3º Encontro de História da Matemática e das Ciências*, Ponta Delgada, Isla de São Miguel, Açores, Universidade dos Açores, 2014.
- SÁNCHEZ BAUTISTA, F. y SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, S.L. *Texto y Prácticas de diseño*, 2011.
- VITRUVIO POLION, Marco Lucio *Los diez Libros de Arquitectura*. Disponible en: [www.estucos.es/bibliografia/Vitrubio.pdf](http://www.estucos.es/bibliografia/Vitrubio.pdf) [consultada 01/10/2014].
- WALD, R.M. *General relativity*, University Press, Chicago, 1984. Disponible en: <http://iate.oac.uncor.edu/~manuel/libros/Modern%20Physics/General%20Relativity%20Theory/General%20Relativity%20-%20R.%20Wald.pdf> [consultada 11/11/2014].
- WEYL, H. *Symmetry*, Princeton U.P., Princeton New Jersey, 1952. Disponible en: [https://ia700809.us.archive.org/11/items/Symmetry\\_482/Weyl-Symmetry.pdf](https://ia700809.us.archive.org/11/items/Symmetry_482/Weyl-Symmetry.pdf) [consultada 15/10/2014].