

# *Arquitectura y Matemáticas según los tratados españoles del siglo XVIII. Implicaciones sociológicas*

Como consecuencia de la universalidad alcanzada en el racionalismo por el método matemático, desde su antigua sistematización el cuadrivium se había ampliado con la incorporación en la época moderna del elevado número de materias que ponen de manifiesto los títulos de los tratados. Figuraba entre ellos la Arquitectura en su doble vertiente civil y militar. Definida la Matemática como estudio del número, correspondía a la Aritmética y a la Geometría su investigación más abstracta, a la Música la del número sonoro y a la Astronomía la del número sideral o del movimiento de los astros. Hay que preguntarse, por tanto, por el ámbito del número propio de la Arquitectura. Evidentemente esta interrogación supone atribuir a la misma una significación teórica, bien distinta de la artística, que consiste en crear y construir un edificio e implica el saber no como objeto especulativo directo sino en función del hacer. Se plantea, pues, el problema de la determinación de la noción de Arquitectura que los tratadistas de la época tenían. La comparación con la Música puede facilitar la interpretación de los textos. El empleo analógico de este término es patente: significa a la vez la realidad sonora compuesta e interpretada, la teoría de las reglas técnicas aplicadas y la ciencia acústica. De modo no igual, pero semejante, según los distintos autores, la Arquitectura es considerada como ciencia, teoría de la construcción o arte bella.

Aún los tratadistas más empíricos señalaban su relación de dependencia de la matemática en cuanto necesitada de su apoyo. Desde este punto de vista es frecuente el comienzo de los libros sobre edificación con una introducción aritmética y geométrica (los dos componentes que se consideraban primordiales en el vasto conjunto matemático del barroco), a las que se añadía en ocasiones una breve exposición trigonométrica: se produce en estos casos una diferenciación junto con el reconocimiento de una vinculación ineludible. Otras veces se acentúa el nexo, especialmente en la Arquitectura militar, porque se concibe la obra como verificación concreta y material de una figura geométrica abstracta. Se advierte también la intención de buscar en el apoyo matemático una participación en el prestigio de esta ciencia como medio de potenciar la esti-

mación social del constructor. Este razonamiento queda sin efecto cuando la teoría de la Arquitectura se integraba en la Matemática, lo que ocurre, por ejemplo, en los tratados del mismo siglo XVIII, pero pertenecientes a períodos estilísticos tan diversos como el de Tosca y Bails; en estricto sentido, en este caso más que la asignación de una parcela en la investigación del número, lo que se produce es una asimilación metodológica: se asume el rigor sistemático y el contenido teórico de la Artimética y, particularmente, de la Geometría, y se explica la doctrina de la construcción (arcos, bóvedas, etc.) con el estilo matemático de la exposición, que implica enunciado y demostración de teoremas, corolarios, etc. Aunque parezca que en estos tratados se proyecta una concepción reduccionista de la Arquitectura por exclusión de su carácter artístico, en realidad se pone de manifiesto que la acción creadora del arquitecto no se puede ejercitar sin un preciso dominio del cálculo de todos los elementos que concurren en la formación de la estructura. El análisis de estas variantes es importante porque permite determinar la formación de nuestros constructores antes y después de la fundación de las Academias, establecer la distinción entre arquitecto y maestro de obras o albañil, mostrar la extensión adquirida por el concepto de Matemática y observar su aplicación al arte de la edificación en el período de nuestra investigación. Es obvio que ésta ha de efectuarse a partir de los tratados publicados durante el mismo, aunque la comprobación argumental exija a veces atender a los antecedentes inmediatos.

Como se ha adelantado, algunos autores advierten la necesidad de conocimientos aún elementales de Aritmética y Geometría para resolver cuestiones que se presentaban en la tarea cotidiana al constructor, desde la contabilidad de jornales y materiales a la resolución de problemas de monte, trazado y realización de armaduras, etc.; ésta es la razón de las sucesivas ediciones de libros de estas disciplinas, el interés de los maestros por disponer de ejemplares de los mismos y las referencias que a sus contenidos hacen los tratadistas prácticos: también explica la inserción en buen número de libros de Arquitectura de una introducción somera de los temas matemáticos más usuales; como es lógico, la profundidad de esta formación especulativa estaba en relación con los trabajos que se hubiesen de realizar, lo que permitía distinguir al verdadero arquitecto del maestro albañil; pero en todo caso se trata de un criterio propedéutico que está presente también en la organización de los estudios de las Reales Academias y en las obras de autores académicos. Así, por ejemplo, en el Reglamento de la Real Academia de Ingenieros se ordena que «deberá el Director General elegir los tratados más útiles de las Matemáticas, ordenándolos con sucesivo método». Un escritor como Milizia, tan conocido por los académicos españoles, consideraba obligatorio tener un buen dominio de las diversas partes de esta ciencia como instrucción previa para el arte de construir: pensaba que si la Aritmética resulta esencial, también la Geometría habría de ser «familiarísima», así como la mecánica, que proporciona «muchos principios y reglas» (no olvidemos que dentro de ésta se incluía la hidráulica); añadía también la perspectiva, la óptica, la gnómica y la astronomía, ésta por razón del trazado de relojes solares; es justo señalar que Milizia hacía notar igualmente

el interés del estudio de la Física experimental y de la Historia natural, que en esta época habían adquirido un desarrollo que las distinguía de su contenido anterior. Por supuesto, incluía en el plan formativo una sólida preparación en el arte del diseño: el ejemplo de Miguel Angel, Bernini, Cortona, etc., ponía de manifiesto la importancia del dibujo en la concepción de la obra, porque no podía olvidar que el arquitecto no es sólo teórico y técnico sino artista.

Pero, según hemos indicado, hay otra corriente que no se limita a propugnar el estudio previo de la Matemática sino que concibe el edificio como una figura geométrica, como un espacio limitado por una estructura de líneas y superficies para constituir un volumen determinado, un sólido, como se decía entonces; a la inversa, se observaba que las figuras geométricas inspiran al arquitecto la creación de sus morfologías. Esta interpretación de la obra se manifiesta especialmente en los tratados de Arquitectura militar, quizás por la regularidad de sus formas derivadas de polígonos sencillos o compuestos y de otros tipos de figuras. El trazado de la fortificación sería fruto de la reflexión científica más que de imaginación artística, por lo que se llega a definiciones como la siguiente: «Arquitectura militar es ciencia que enseña a conocer todos los sitios que darse pueden, juzgando de su fortaleza o flaqueza, que guía a la elección de la figura que más propiamente se debe aplicar a cada uno... es arte operativa que existe en principios verdaderos... arte hallada por la experiencia de ofensa recibida de poderoso enemigo; sus reglas nacen de la razón, la construcción de sus fábricas procede de la meditación y del ejercicio; mira como único fin a que pocos se pueden defender de muchos»<sup>1</sup>; aparte de estos fines, se considera que es una disciplina teórica que «tiene sus fundamentos en las matemáticas y es una de las partes que se divide»<sup>2</sup>. Asumen los tratadistas la universalidad conferida por el cartesianismo a la Matemática como método para la investigación de la realidad: «no es otra cosa sino ciencia de este mundo visible en las partes y accidentes... de manera que las Matemáticas no tratan sino de las causas y efectos que perfeccionan el mundo»<sup>3</sup>, lo que permite distinguir «la Aritmética especulativa que considera las propiedades ocultas de los números y la práctica el uso de ellos»<sup>4</sup>; se explica así la ampliación del antiguo cuadrivio y la jerarquía que dentro de las distintas partes conservan la Aritmética y la Geometría como fundamento de las restantes<sup>5</sup>. Dávila vio bien esta función: «Es tan soberana la Geometría que todas sus operaciones bien consideradas son para el uso y acierto de las artes, porque sin ella el artífice en ninguna materia puede moverse»<sup>6</sup>; no debe extrañarnos que Cepeda escri-

---

1. DE VILLEGAS, Diego Enrique, *Academia de fortificación de plazas y nuevo modo de fortificar una plaza real*, Madrid, 1651, págs. 5-6.

2. DE VILLEGAS, D.E.; ob. cit., pág. 9.

3. DÁVILA Y HEREDIA, Andrés, *Plazas fortificadas con un trazado de Geometría práctica para trazar figuras regulares...*, pág. 6.

4. *Escuela de Palas o Cursos Matemáticos...*, Milán, 1693, fol. 1.

5. DÁVILA, A., ob. cit., págs. 25-26.

6. DÁVILA, ob. cit., pág. 56.

biese unos «Preludios geométricos para la Arquitectura militar», porque se aplica junto con la Aritmética no sólo a la enseñanza de la construcción de fortificaciones sino para la docencia del «modo de impedir rechazar y defender de enemigos impulsos cualquier sitio»<sup>7</sup>. Benavente y Laredo repiten literalmente las mismas palabras.

Fernández Medrano no se limita a unos «Preludios» sino que incluye en su tratado un «Libro quinto» que «trata de la Geometría práctica, trigonometría y uso de la regla de proporción» en el que estudia las distintas clases de figuras, polígonos, círculo y otras superficies curvas, división de líneas perpendiculares, inscripción de círculos, líneas continuas proporcionales, «Planimetría, donde se enseña a medir las áreas de todas figuras planas», mensura de una figura irregular y de distintos volúmenes, aplicación de la Trigonometría al cálculo de alturas, profundidades, montañas, «levantar el plano del recinto de una villa», etc; conviene recordar que este autor fue tan erudito geómetra como prestigioso ingeniero<sup>8</sup>.

La deducción de las estructuras de la arquitectura civil de la Matemática es también principio admitido normalmente por los tratadistas. Se advierte ya en los escritos de Herrera, Morelois, Clavio, etc. En el siglo XVIII es asumido incluso por autores de formación más empírica. A pesar del carácter práctico de su libro, Ferrer vio bien la cuestión, como lo demuestra su definición de la Arquitectura: «arte de edificar y fortificar con la debida proporción y reglas matemáticas»<sup>9</sup>; en otro texto posterior sustituye «la debida proporción», por el término «fundamentos» que no altera el significado; pensaba que «con la luz de la Aritmética, la antorcha de la Geometría y el sol resplandeciente de la Arquitectura» podía el alarife levantar «maravillosas obras, regios edificios, suntuosísimos palacios y sagrados y santísimos templos de Dios». Con no menos retórica Francisco Alvarez consideraba a la Arquitectura como «Ciencia de las Ciencias y Arte de las Artes», y en su exaltación le confiere mayor jerarquía que a la Aritmética y Geometría, ya que afirma que es «la parte más noble de las Matemáticas», que «abarca en sí muchas ciencias naturales», juicio que, como hemos visto, no compartían otros autores, aún de mayor erudición matemática; deriva la etimología de su denominación de la importancia que en la construcción adquieren los arcos «o la cobertura que con ellos se hace»<sup>10</sup>. Resuelve los distintos temas como problemas de Geometría plana elemental por la reducción semiótica de las distintas partes del edificio a diseño euclidiano.

La convergencia de la teoría y práctica se hace patente en García Berruguilla, constructor cuyo empirismo se pone de manifiesto tanto en las frecuentes alusiones a sus análisis de obras y a sus experiencias, como en el estilo espon-

7. CEPEDA Y ADRADA, Alonso, *Epítome de la fortificación moderna reducida a la regla y al compás...*, Bruselas, 1669.

8. FERNÁNDEZ MEDRANO, Sebastián, *El arquitecto perfecto en el arte militar*, Bruselas, 1700, Amberes, 1708 y 1735.

9. FERRER, Bartolomé, *Aritmética, Geométrica y Architectónica...*, Madrid, 1719.

10. ALVAREZ, Francisco, *Breve tratado de Architectura*, Madrid, 1727.

táneo y poco atildado de su exposición; sin embargo, fundamenta ésta en la explicación de láminas de preciso diseño geométrico y dedica los dos capítulos primeros a la docencia de rudimentos matemáticos que considera imprescindibles; por supuesto, se trata de una introducción rutinaria, sin grandes aspiraciones especulativas, pero la deducción matemática de sus normas se hace patente a través de toda la obra; así, por ejemplo, en la parte tercera dedica un apartado a establecer las «reglas para saber aumentar o disminuir cualquiera figura en la razón o proporción que se pida y empiezo desde sumar figuras planas»: después de explicar la suma y reducción de superficies (cuadrado a círculo, triángulo a cuadrado, etc.) aborda el tema de «aumentar, disminuir o reducir los sólidos», de tanta aplicación en Arquitectura. Confía en la validez del método matemático: «todo lo que llevo escrito nada toca en opinión, pues todo tiene como se ve sus pruebas muy demostradas»<sup>11</sup>. Esta misma seguridad en la fundamentación matemática de la construcción muestra Plo y Comín, pues a pesar de que tampoco sea autor estrictamente especulativo, comienza su obra con estas palabras: «Es la Matemática el tronco universal de todas las Ciencias: su raíz y fundamento es la Geometría, que juntamente con la Aritmética, dispone, pesa, mide y arregla todas las cosas naturales»<sup>12</sup>.

La necesidad de conciliar especulación y práctica, Ciencia y Arte, constituyen una constante en los libros cuyos autores no eran sólo teóricos, aunque muestren profunda erudición histórica y científica<sup>13</sup>. Se observa esto en los tratados de las diversas escuelas: Blondel indicaba que para la redacción de su libro buscó la conversación con los grandes maestros y aún con los que realizaban modestos encargos de obras; basaba también sus teorías en sus reflexiones sobre edificios determinados<sup>14</sup>. Por otra parte, los autores neoclásicos proponen esta conjunción como proyección de los principios de equilibrio y armonía que aplican en la Estética y en la Pedagogía<sup>15</sup>. Rieger-Benavente observaban que la verdadera significación del edificio no se alcanza más que en su realización material, lo que implica una valoración de la práctica de la edificación<sup>16</sup>.

En este conjunto de textos en los que la relación entre especulación y empiria alcanzaba distinta proporción, destaca por su originalidad temática el escrito por Juan de Villanueva, para quien la Arquitectura supone la colaboración de diversos oficios como elementos necesarios que ha de emplear el artista, pero no pueden aspirar a introducirse en su definición: albañilería, cantería, carpintería de taller, cerrajería, etc., quedan, por tanto, como profesiones es-

11. GARCÍA BERRUGUILLA, Juan, *Verdadera práctica de las resoluciones de la Geometría sobre las tres dimensiones para un perfecto arquitecto*, Madrid, 1747.

12. PLO Y COMÍN, Antonio, *El Arquitecto práctico, civil y militar...*, Madrid, 1767; otras ediciones: Madrid, 1793, 1819, 1844, 1855 y 1856.

13. SCAMOZZI, Vincenzo, *L'Idée dell'architettura universale*, Venecia, 1615.

14. BLONDEL, Jacques François, *Cours d'architecture*, París, 1771-1777.

15. MILIZIA, Francisco, *Principi di Architettura civile*, Bassano, 1785.

16. RIEGER, C., *Elementos de toda la arquitectura civil...*, trad. de M. Benavente, Madrid, 1763. pág. 50.

pecializadas y diversas; por esto reflejaba el título de su obra la limitación de su contenido: no se propuso realizar un tratado general de Arquitectura sino sólo de Albañilería, concebida como «arte de construir el todo o parte de un edificio colocando, enlazando y uniendo los materiales de que usa, de modo que formando un cuerpo unido se mantengan a sí mismos y puedan sostener el peso proporcionado que se les cargue»<sup>17</sup>; no obstante conviene recordar que reconoce en su ejercicio un doble carácter teórico y práctico, por lo que no quedaba al margen de los ideales normativos de la Ilustración.

En la mayoría de los autores mencionados la vinculación que establecen entre la Arquitectura civil y la Matemática no es intrínseca: comprenden simplemente que ésta constituye una base de conocimientos que, por su carácter científico, fundamentan el arte de la edificación, lo dignifican y, en cierto modo, lo hacen posible. En Tosca el caso es distinto porque en sus libros (como ocurre con los de otros teóricos) la Arquitectura no se vincula con las Matemáticas sino que se considera parte de ellas: no escribe un tratado de Arquitectura sino de Matemáticas, una de cuyas divisiones es la Arquitectura. El racionalismo del maestro valenciano se hace patente en toda su obra; su teoría de la montea se explica con la más rigurosa metodología de teoremas y corolarios; su definición de los órdenes comporta la determinación precisa de sus mensuras; sus ideales constructivos se exponen con expresión numérica de sus razones dimensionales; su geometrismo se proyecta lo mismo en la Arquitectura recta que en la oblicua. El siguiente texto del libro tercero del tratado de la montea sobre la génesis geométrica de la bóveda cónica puede servir de ejemplo de la inserción matemática de su teoría arquitectónica: «concíbese resultar la bóveda cónica del movimiento de un triángulo que da una vuelta sobre uno de los lados, de suerte que el lado sobre quien como eje se mueve será el eje de la bóveda y de otros lados que se mueven y sobre el dicho formarán el uno la vuelta de la bóveda y el otro su basa o frente». Basa y eje están bien determinados: «Basa de una bóveda cónica es el plano vertical o casi vertical de donde empieza a correr, hasta rematar en el ápice, o punto terminante y la distancia que hay de dicho plano a este punto es la longitud de bóveda... Eje de una bóveda cónica es la línea recta que pasa del centro de su basa hasta dicho ápice, o punto terminante. Si este eje fuera perpendicular, o recto de la basa, será la bóveda cónica recta y si oblicuo será oblicua»<sup>18</sup>. Los problemas que presenta en este libro son los siguientes: «Trazar una bóveda cónica recta; trazar una bóveda cónica cuadrada, cuyo frente sea circular; trazar una bóveda cónica en un rectángulo cuadrilongo; describir una bóveda cónica cuya iconografía horizontal sea circular, cóncava y convexa; trazar una bóveda cónica cuya frente esté escarpada o encuentre con un cañón de bóveda; trazar un nicho semiesférico o bóveda semiesférica; trazar un nicho semiesférico en ángulo; formar un

17. DE VILLANUEVA, Juan, *Arte de Albañilería...*, Madrid, 1827.

18. TOSCA, Tomás Vicente, *Compendio Matemático...*, Valencia, 1707-1715, 9 vols.; otras ediciones: 1727, 1757, 1794.

nicho rebajado o elíptico; formar un nicho cuya frente sea un arco de pies desiguales»<sup>19</sup>. Como puede observarse deduce la teoría de las formas de la teoría de las figuras geométricas.

Sin embargo, su talante científico no le impedía reconocer el valor de la experiencia. Inserta en su tratado una interesante serie de definiciones de instrumentos y procedimientos utilizados en la arquitectura de su tiempo. En bastantes ocasiones remite a la práctica de los constructores la resolución última de los problemas. Así, por ejemplo, acerca de los contrafuertes señala: «pero lo cierto es que en este punto se ha de estar a lo experimentado por los artífices que prudentemente atienden las varias circunstancias que pueden ocurrir; y parece requiere más estribos el arco o la bóveda de piedra que la de ladrillo de rosca, y éste más que la de tabicado»; con el mismo criterio empírico resuelve la cuestión del grosor conveniente al arco: «en cuanto a la crasie que ha de tener el arco, no hay regla fija, sí que el prudente arquitecto, se la debe dar atendiendo a la firmeza de la materia de que se fabrica y el peso que ha de sustentar»<sup>20</sup>.

Aunque su tratado verse exclusivamente sobre la Arquitectura, Bruno y Zaragoza continúa considerándola como una de las ciencias matemáticas, entre las cuales, por cierto, destacaría porque «posee especial dignidad y nobleza»<sup>21</sup>; pero sólo dedica una serie de páginas a la resolución de problemas geométricos, explicados, eso sí, con buena ilustración de láminas<sup>22</sup>.

De acuerdo con las directrices recibidas de la Academia para su realización, Bails desarrollaba también su teoría de la Arquitectura desde su amplio concepto de la Matemática; no olvidemos que fueron sus conocimientos de esta ciencia los que le llevaron a la docencia en la Academia de San Fernando y a escribir los voluminosos tomos de sus tratados. Sin embargo, siguiendo las fuentes utilizadas, su atención a la práctica de la edificación es mucho más extensa que la de Tosca<sup>23</sup>. Valzania partía de la definición de Vitruvio y reconocía en este arte dos aspectos: «es teórica y práctica; ésta es la que se adquiere con el ejercicio de fabricar y aquélla la que enseña los principios de la edificación y sus leyes»; pero establece su estética sobre una base matemática que justifica su definición como «ciencia de las proporciones»<sup>24</sup>. Es lógico que en el academicismo incidiera en la formación del arquitecto el progreso de las Ciencias, no sólo de las Matemáticas, lo que por otra parte contribuía a su diferenciación cada vez más estricta del mero constructor: se hace más patente la distinción jerárquica entre las distintas actividades que supone la construcción.

19. TOSCA, T.V., ob. cit. págs. 183-200.

20. TOSCA, T.V., ob. cit., pág. 117.

21. ZARAGOZA Y EBRÍ, Agustín Bruno, *Escuela de Arquitectura civil...*, Valencia, 1738, 1804.

22. ZARAGOZA Y EBRÍ, A. Bruno, ob. cit., págs. 8-17.

23. BAILS, Benito, *Elementos de Matemáticas*, Madrid, 1779-1887, 10 tomos, en 11 volúmenes.

24. VALZANIA, Francisco, *Instituciones de Arquitectura*, Madrid, 1792.

Los tratadistas tenían ocasión de mostrar sus conocimientos matemáticos en la fundamentación de las reglas correspondientes a la Arquitectura recta y oblicua. El problema aparece debatido en los autores del Renacimiento; puede recordarse, como ejemplo, que Alberti distinguía seis partes en la práctica de la edificación y hace interesantes observaciones sobre la planta redonda y poligonal<sup>25</sup>. El desarrollo matemático derivado de la metodología racionalista permitió profundizar en el tema. Para Caramuel «Arquitectura recta es edificar muros a línea recta y junto a ellos poner estatuas y columnas según las leyes que las líneas rectas y paralelas y los ángulos prescriben... Arquitectura oblicua es edificar muros que con otros con quienes hace ángulo oblicuo tengan buena correspondencia»<sup>26</sup>; a través de su amplia obra estudia con extensión «cómo de las rectas nacen las delineaciones oblicuas», «de qué figura han de ser las bases y columnas que en lugar elíptico se colocaren», de la superficie inclinada, de la cornisa angulada o circular (en ventanas y puertas), de las escaleras y de los balaustres y columnas oblicuas con que se suelen adornar, de los arcos rectos y oblicuos, etc. Legaba así a los tratadistas posteriores una exposición sistematizada de los distintos problemas derivados de los diferentes tipos de plantas.

Por su preparación y por los caracteres de su tratado es comprensible que la aportación de Tosca a esta cuestión sea una de las más interesantes, eruditas y minuciosas de la teoría española del siglo XVIII. Señalaremos en primer lugar la claridad de su interpretación de esta división tradicional de la Arquitectura: «Arquitectura recta es la que dirige los edificios sobre suelos horizontales, gobernándose por la escuadra y plomo erige las paredes y columnas a ángulos rectos con el suelo. La Arquitectura oblicua edifica sus fábricas sobre suelos inclinados o en pasadizos y puertas que corren en viaje o en templos redondos o elípticos»<sup>27</sup>. De acuerdo con estas definiciones precisa que, mientras la recta es la que reúne la condición de ser paralelograma y rectangular, la oblicua incluye todos los restantes casos, ya que bastaría con que careciese de ángulos rectos: puede ser paralelograma pero no rectangular; la divide, por tanto, en rectilínea (planta de líneas rectas) y curvilínea (plantas curvas circulares o elípticas); distingue también entre perfil recto (con planta y terminación horizontal) y oblicuo (con planta o terminación inclinada)<sup>28</sup>.

Establece la siguiente regla general para la construcción oblicua: «todas las líneas que en la iconografía recta eran paralelas a los muros, o paredones de la fábrica, han de ser también paralelas a los mismos paredones en la iconografía oblicua»<sup>29</sup>. Deduce en consecuencia que las normas de la Arquitectura oblicua derivan de la rectilínea. Tosca refuta a este respecto una regla de Caramuel: «el obispo Caramuel, en el tratado seis de la Arquitectura, establece como

25. ALBERTI, León Bautista, *Los diez libros de Arquitectura*, Madrid, 1582.

26. CARAMUEL, Juan, *Architectura civil, recta y oblicua*, Madrid, 1678.

27. TOSCA, T.V., ob. cit. págs. 1-2.

28. TOSCA, T.V., ob. cit. pág. 67.

29. TOSCA, T.V., ob. cit. pág. 68.



cosa muy cierta e indubitable que las plantas en las columnas que en la Arquitectura recta eran redondas, en la oblicua han de degenerar en elípticas... Confieso ser el artificio de estas descripciones muy sutil y primoroso, pero no veo razón alguna que nos obligue a admitir la sobredicha transformación de las columnas; antes hay algunas que bastantemente persuaden no ser conveniente; y no es la más débil el haberlo así observado ni concusamente los arquitectos antiguos en los magníficos edificios de Arquitectura oblicua que eligieron, cuyas ruinas, ya que no sustentan sus bóvedas, mantiene aún en la posteridad su memoria»<sup>30</sup>. Esta relación con la rectilínea la refiere lo mismo a las líneas que a los muros, a la planta circular que a la oval o elíptica: «siendo pues, regla general que todas las líneas que en la iconografía recta eran paralelas a los muros de la fábrica, lo han de ser también en la oblicua, se sigue que siendo circulares estos muros, o paredones, lo habrán de ser también las líneas sobredichas; y por consiguiente los pedestales y basas de las columnas y pilastras tendrán circulares aquellos lados que por su disposición han de ser paralelos al muro... Esto mismo que he dicho de la planta circular, digo también de la oval»<sup>31</sup>.

No queda en el plano de la pura teoría: ofrece normas precisas para la realización de basas y trazado de chapiteles en plantas rectilíneas, oblicuas, curvilíneas circulares y elípticas<sup>32</sup>. Analiza las posibilidades de trazado de perfiles de las obras verticalmente oblicuas y plantea una serie de problemas concretos como éstos: «describir las plantas de los cuerpos de arquitectura en las fábricas verticalmente oblicuas»<sup>33</sup>; «idem. el perfil de los cuerpos de arquitectura en las fábricas verticalmente oblicuas»<sup>34</sup>; «modo como se han de hacer estos perfiles cuando el suelo del edificio es horizontal y el techo es inclinado u oblicuo»<sup>35</sup>; «formar las plantas y perfiles de los cuerpos de arquitectura en los edificios y constan de delineación e inclinación»<sup>36</sup>; «formar las cornijas oblicuas y unirlas con las rectas»<sup>37</sup>. Frente al parecer de otros tratadistas, opina que «no hay necesidad de transformar la columna circular en elíptica porque al cuerpo circular es de la misma suerte adaptable la fábrica oblicua que la recta»<sup>38</sup>. Esta mera enumeración confirma que Tosca concibe su teoría de la construcción sobre la base de la más rigurosa geometría, aunque efectuara sus reflexiones a partir de fuentes concretas; prueba asimismo el alto nivel científico que con su tratado alcanza la didáctica española de la Arquitectura; por otra parte, la

---

30. TOSCA, T.V., ob. cit. pág. 69.

31. TOSCA, T.V., ob. cit. págs. 72-73.

32. TOSCA, T.V., ob. cit. págs. 70-73.

33. TOSCA, T.V., ob. cit. pág. 75.

34. TOSCA, T.V., ob. cit. págs. 76-77.

35. TOSCA, T.V., ob. cit. págs. 77-78.

36. TOSCA, T.V., ob. cit. págs. 78-79.

37. TOSCA, T.V., ob. cit. págs. 79-80.

38. TOSCA, T.V., ob. cit. pág. 70.

difusión del mismo muestra que no todo era empiria en la práctica hispana de la construcción.

Es lógico que no todos los autores desarrollen esta materia con la misma extensión. La diferencia entre el contenido de los tratados de los dos escritores valencianos Tosca y Bruno Zaragoza se hace patente en la brevedad con que éste la expone, pues se limita a una mera definición: «trata la recta de edificios cuyos suelos son paralelos al horizonte. Sobre estos planos erige paredes rectas, hace salones, cámaras y galerías, gobernando sus ideas con la escuadra. Ocúpase la oblicua donde el suelo se inclina, en los pasadizos y puertas aviajadas; en los templos redondos y de figura oval»<sup>31</sup>. Otros tratadistas son aún más parcos: Losada caracterizaba simplemente la primera como edificación sobre suelo horizontal y trazado de paredes y columnas a escuadra y plomada con ángulo recto y la segunda como construcción sobre suelos inclinados o en pasadizos y puertas que corren en viaje o bien en edificios redondos o elípticos<sup>40</sup>.

Otro tema que vincula la Arquitectura con la Geometría es el de la representación y trazado de planos. Tosca lo relaciona con el contenido de los enunciados enumerados anteriormente y con el estudio de la montea del «vestigio» o iconografía horizontal y vertical. La conexión se establece porque las variantes del arte del diseño se integran también en las Matemáticas y, como en la edificación, se basan sus principios en la Geometría<sup>41</sup>; de esta manera la ampliación del cuadrivio se hace con criterio jerárquico, pues, como afirma Fernández Medrano, «la Geometría no necesita de otro arte que de la Artimética... la Arquitectura civil consta de líneas, terminadas en longitud, latitud y profundidad... la invención de la perspectiva está fundada sobre las dimensiones, proporciones de la Geometría; de ellas usa también la musical armonía, la fortificación, la cosmografía y la astronomía»<sup>42</sup>.

Al lado de estos procedimientos abstractos, tanto el artista como el cliente han deseado siempre prever el efecto del edificio una vez terminado mediante su contemplación en una imagen concreta del mismo. El siguiente texto de Rieger-Benavente presenta en pocas líneas un resumen de los distintos métodos empleados: «Los modelos de los edificios unos son la figuración de la obra en el plan, otros la figuración en sólido y otros son los que propiamente se llaman modelos. La figuración en el plan se representa en la iconografía o plan, en la ortografía o elevación y en la perspectiva, según las leyes propuestas de cada una. Pero los modelos dan dimensión sólida de la fábrica, reducida a pequeñas partes del pitipié. La materia de que se hacen los modelos es la made-

39. ZARAGOZA Y EBRÍ, A. B., ob. cit.

40. LOSADA, Manuel, *Crítica y compendio especulativo-práctico de la Arquitectura civil*, Madrid, 1740.

41. TOSCA, T.V., ob. cit. págs. 83-84.

42. FERNÁNDEZ MEDRANO, S., ob. cit., prólogo.

ra, la cera, el yeso, el papel, la argilla (sic) y tal vez la misma piedra»<sup>43</sup>. Para efectuar cualquier procedimiento se estimaba que «experiencia y Geometría son los requisitos esenciales»<sup>44</sup>, con lo que se confirma una vez más la primacía atribuida a la Aritmética y la Geometría entre las restantes materias integradas en la Ciencia Matemática. Pero la diversidad de las relaciones de la Arquitectura con otras disciplinas no derivaba de su inserción en el amplio conjunto de las que constituían las Matemáticas sino de la complejidad de la construcción. La representación del edificio creado por el arquitecto ha tenido también una significación histórica de la mayor importancia: ante la desaparición en el tiempo de la mayor parte de la aportación de las sucesivas generaciones a la Arquitectura, los proyectos se erigen en las únicas fuentes para el estudio de la historia de este arte.

La inclusión de la Arquitectura entre las disciplinas matemáticas tiene unas consecuencias sociales muy importantes. Durante siglos los artistas habían querido que se estimara la condición liberal de su trabajo; los músicos, al menos los teóricos, no tuvieron ese problema por la integración de la música en el cuadrivio. Cuando Gutiérrez de los Ríos escribe que las artes del dibujo «no son mecánicas ni entran en el número de comunidades de oficios, ni se deben mezclar con ellos»<sup>45</sup> o cuando Torija afirma que «la Arquitectura es ciencia»<sup>46</sup>, está clara la intención de poner de manifiesto el carácter intelectual de la profesión del arquitecto. La empiria que comporta la edificación y la formación rutinaria de los constructores constituían los principales obstáculos para la inclusión de la Arquitectura entre las artes liberales. El problema implicaba, por tanto, la distinción entre la actividad del arquitecto y la del maestro de obras y del albañil. Los pintores no tenían que resolver esta cuestión previa: les bastaba con reunir argumentos para probar la dignidad de su arte; pensaban que la organización gremial se manifestaba insuficiente porque el artista había superado la situación artesanal; se cotizaban las obras; se celebraban almonedas de cuadros que se hacían famosas, a veces a escala internacional. En el primer cuarto del siglo XVIII Palomino reúne la más amplia serie de alegatos en favor de estas pretensiones. Ardemans conocía bien el libro del maestro cordobés porque fue uno de sus censores; aunque la intencionalidad y temática del suyo eran bien diferentes, no renunció a aplicar a la Arquitectura sus mismos razonamientos: señala la antigüedad de su origen y su brillante historia<sup>47</sup>; advierte «la gran estimación que de ella han hecho todos los reinos y provincias»<sup>48</sup>; para mostrar su nobleza recuerda que «ha sido experimentada de grandes per-

43. RIEGER-BENAVENTE, ob. cit., pág. 296.

44. MILIZIA, F., ob. cit., t. III, pág. 60.

45. GUTIÉRREZ DE LOS RÍOS, G., *Noticia general para la estimación de las artes y de la manera en que se conocen las liberales de las que son mecánicas y serviles*, Madrid, 1600, pág. 116.

46. DE TORIJA, Juan, *Breve tratado de todo género de Bóvedas*, Madrid, 1661, pág. 1.

47. ARDEMANS, Teodoro, *Ordenanzas de Madrid*, Madrid, 1.<sup>a</sup> edición, 1720, pág. 19.

48. ARDEMANS, T., ob. cit., pág. 5.

sonajes como son emperadores, reyes, príncipes y grandes caballeros, los cuales han hecho estudio particular y se han fatigado para su conocimiento»<sup>49</sup>; enumera los privilegios e inmunidades que se otorgan a los arquitectos<sup>50</sup>. Cita, por ejemplo, en la Corte española los honores inherentes al oficio de Arquitecto Mayor de Palacio y Casas Reales<sup>51</sup> que ostentaban con orgullo: «para deber yo apreciar con justa vanidad la dignación con que me confirió este honroso título el Rey mi Señor Don Felipe V»; observa también la consideración reconocida al Arquitecto Mayor de los Ayuntamientos y especialmente al de Madrid, cargo que desempeñaba asimismo: «con cuyo título me honró también esta Noble Villa, año de 1700»<sup>52</sup>; para acentuar el valor probatorio de estas motivaciones sociológicas, interpreta las prebendas como una consecuencia del hecho de que la Arquitectura crea condiciones idóneas para el desarrollo de la vida social y hace posible la realización de las actividades humanas más elevadas: «fue cuna de la racional política, pues con las habitaciones redujo a sociabilidad las almas; concha de la preciosa perla de la religión y del culto con las fábricas de los templos y las Aras». Adopta también el argumento teológico empleado por Palomino, cuya aplicación le resultaba más fácil que al pintor, porque ve en la Arquitectura la «imitación del Altísimo, que siendo autor de todo, parece se esmeró su omnipotencia en ser inmenso Arquitecto y supremo Artífice»<sup>53</sup>.

Al margen de estas razones se estima que el carácter liberal de la Arquitectura derivaría de su misma esencia. Ardemans se apoya en la definición vitruviana, porque observa que en ella se hace patente que el artífice realiza «un racional e intelectual orden». No ignoraba que «no han faltado autores que refieren entre las artes mecánicas la Arquitectura»<sup>54</sup>, basados en unos textos legales de los emperadores Constancio y Justiniano: refuta el error de interpretación en el que incurren y concluye que «ha sido siempre y es la Arquitectura Arte Noble, liberal y prestantísima»<sup>55</sup>; en su opinión «faltaría al conocimiento de su fin, efecto y pública actualidad» quien le negase su inclusión entre las actividades no serviles<sup>56</sup>, ya que considera evidente que reúne las propiedades que la distinguen<sup>57</sup> por ser «un intelectual reglado y cultivador del orden de edificar»<sup>58</sup>. Quizás no le hubiera hecho falta seguir a Palomino porque, aparte de las observaciones históricas, los pintores dirigían su principal esfuerzo a mostrar la vinculación filosófica y matemática de su arte y deducían

---

49. ARDEMANS, T., ob. cit., págs. 19-20.

50. ARDEMANS, T., ob. cit., pág. 8.

51. ARDEMANS, T., ob. cit., pág. 12.

52. ARDEMANS, T., ob. cit., pág. 14.

53. ARDEMANS, T., ob. cit., pág. 4.

54. ARDEMANS, T., ob. cit., págs. 9-12.

55. ARDEMANS, T., ob. cit., pág. 4.

56. ARDEMANS, T., ob. cit., pág. 5.

57. ARDEMANS, T., ob. cit., pág. 8.

58. ARDEMANS, T., ob. cit., pág. 15.

esta última de las teorías de la composición y perspectiva que resolvían el estudio del dibujo en pura especulación geométrica. Pero los arquitectos tenían facilitado el camino por la ampliación del concepto de la matemática que se había operado desde el Renacimiento y estaba vigente a principios del siglo XVIII cuando Ardemans escribe su tratado: según se ha afirmado no había necesidad de aumentar el cuadro tradicional de las artes liberales porque la Arquitectura se integraba en ellas, incluida entre las disciplinas matemáticas. Pero seguramente quería dejar bien patente que no se refería al teórico sino que pretendía que se reconociera el mismo derecho al arquitecto que edificaba.

En el academicismo el problema queda ya zanjado más que superado; se distingue entre artes liberales, o mejor aún bellas (como se indica en la denominación de las Reales Academias), y mecánicas. La diferenciación afecta a la nomenclatura tradicional: el término artista queda definitivamente asignado al profesor de Bellas Artes («así llamaremos al profesor de las nobles artes») y el de artesano al operario de las mecánicas. De acuerdo con la filosofía de la época, se atribuye a la doble finalidad estética y ética que se reconoce en el arte el origen de la valoración de las primeras, la razón de la prioridad sobre las mecánicas y el motivo de su mayor estimación. Pero conviene precisar que la política ilustrada había favorecido a unas y a otras. Por esto se afirmaba en un discurso académico que «no se crea que apruebo yo y favorezco la ridícula preocupación de los que desprecian los artesanos y aun el estudio de las artes mecánicas; no por cierto, sé yo muy bien que en ellas consiste la riqueza más segura de la nación y que así como sin el auxilio de las liberales no pueden hacer grandes progresos las mecánicas, así tampoco las mecánicas podrán existir sin las liberales; ambas contribuyen al bien de la sociedad, por consiguiente ambas debe ser estimadas»<sup>59</sup>. Como puede observarse, el texto responde fielmente a los principios de gobierno de la Ilustración y a los escritos de Jovellanos, Campomanes, Foronda, etc.

Dada la universalidad de la práctica de la construcción, la distinción entre arquitecto y maestro de obras y la consideración liberal de la edificación constituye ciertamente un interesante capítulo en la historia de este arte y de la sociología, pero la integración de la teoría de la Arquitectura en la Matemática ofrece aspectos más importantes. La interrelación supone el principio de la reciprocidad: el arquitecto basa en el cálculo sus estructuras, pero a la vez, en el análisis de las creaciones artísticas; el matemático puede encontrar estímulos temáticos para profundizar en cuestiones concretas de su ciencia, así como sugerencias de nuevos problemas. Esta correspondencia se ha producido en todas las épocas: cambian los estilos y las finalidades prácticas de los edificios, pero la ley del número y de la consonancia rige en la arquitectura greco-romana, en la construcción gótica, en la restauración clásica renacentista y academicista, en la exhuberancia barroca y en la aséptica geometría de los gigan-

---

59. TEVA, Discurso pronunciado en la R.A. Bellas Artes de San Fernando, Madrid, 1796, págs. 69-70.

tescos rascacielos. No sólo en este arte. En nuestro tiempo, en la denominada Arquitectura de ordenadores, los más caracterizados impulsores de su nacimiento y desarrollo inicial fueron destacados matemáticos como Boole, Babbage, Shanon, von Neumann y Turing, lo que ha permitido afirmar al profesor Sáez Vacas (en «Las tecnologías de la tercera revolución de la información» en «Mundo electrónico», núm. 133, págs. 133-141. Ver también «Computadores personales: hacia un mundo de máquinas informáticas», Madrid, 1987) que la ciencia de la informática es matemática: tendríamos así una nueva ampliación del antiguo cuadrivio.

A través de la historia de la teoría de las artes los tratadistas fundamentan en la naturaleza y en el propio artista la racionalidad de las formas artísticas. Como he mostrado en el libro «La teoría española de la Música en los siglos XVII y XVIII» (Madrid, CSIC, 1974) y recientemente en el artículo: «La estética musical española en el reinado de Carlos III» («Estudios históricos», Madrid, 1990, vol. II, págs. 627-650) en la centuria correspondiente al objeto de esta investigación, Eximeno realizó una crítica acerca de la tradición pitagórica referida a la música, que sustituye por la doctrina del origen espontáneo del lenguaje y de la amplificación de sus valores tonales en el canto. Sin embargo, el filósofo y matemático valenciano no advirtió que no existía contradicción entre su tesis y el principio de la racionalidad matemática aplicado a la poesía y a la música. Como hemos comprobado, en esta época su observación en la Arquitectura no se cuestiona, sino que se afirma.

Francisco José LEÓN TELLO  
(U.C.M.)