

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

**TÉCNICA E INGENIERÍA  
EN ESPAÑA**

**VI**

**EL OCHOCIENTOS**  
**De los lenguajes al patrimonio**

Enrique Alarcón Álvarez	José Ignacio Muro Morales
Carles Alayo i Manubens	Javier Ortega Vidal
José Vicente Aznar García	Stefan Pohl Valero
Emilio Bautista Paz	Francesc Rodríguez Ortiz
Vicente Casals Costa	Amaya Sáenz Sanz
Juan Ignacio Cuadrado Iglesias	Jesús Sánchez Miñana
Leonardo Fernández Troyano	Manuel Silva Suárez
Alberto Fraile de Lerma	Mercedes Tatjer Mir
Cecilio Garriga Escribano	Fernando Vea Muniesa
Josefina Gómez de Mendoza	M. <sup>a</sup> Ángeles Velamazán Gimeno
Guillermo Lusa Monforte	Patricia Zulueta Pérez
Javier Manterola Armisén	

REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA  
INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»  
PRENSAS UNIVERSITARIAS DE ZARAGOZA

Publicación número 3.111  
de la  
Institución «Fernando el Católico»  
(Excma. Diputación de Zaragoza)  
Plaza de España, 2 · 50071 Zaragoza (España)  
Tels.: [34] 976 288878/79 · Fax [34] 976 288869  
ifc@dpz.es  
<http://ifc.dpz.es>

© Los autores, 2011.

© De la presente edición, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico»,  
Prensas Universitarias de Zaragoza, 2011.

Cubierta: La motorización es una característica esencial de la Revolución Industrial. Se presentan motores de tres tipos, todos diseñados y construidos en el siglo XIX: Máquina de vapor semifuja vertical de Alexander Hermanos; motor horizontal de gas de tipo Otto, protegido por patente de invención, de Joaquín Torres; y dinamo *Gramme* L5 construida por la Sociedad Española de Electricidad. Estos tres tipos de motores coexistían en el cambio de siglo.

Contracubierta: Dibujos en la patente depositada por los ingenieros militares Eusebio Molera Bros y Juan Cebrián Cervera el 20 de junio de 1880 en los Estados Unidos. Residentes en California, trabajaron en muy diversos temas. Esta patente concierne a una mejora para los microscopios.

ISBN: 978-84-7820-814-2 (obra completa)

ISBN: 978-84-9911-151-3 (volumen VI)

Depósito Legal: Z-3688-2011

Corrección ortotipográfica: Ana Bescós y Laura Ayala

Digitalización: María Regina Ramón, AHOEPM, Bibl. ETSICCP de Madrid y Fons Històric de la ETSEI de Barcelona

Tratamiento digital: Manuel Silva Suárez

Maquetación: Littera

Impresión: INO Reproducciones, Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

### 3

## El dibujo de la arquitectura y las obras públicas

Javier Ortega Vidal  
Universidad Politécnica de Madrid

El dibujo, entendido como construcción diferida de la realidad, es un potente medio de conocimiento y transformación del marco físico de las actividades humanas; su contribución al desarrollo de la cultura occidental, desde el siglo xvi hasta la actualidad, parece un hecho incuestionable<sup>1</sup>.

El concepto del dibujo que aquí se propone atiende ante todo a la relación que se produce entre las líneas tendidas sobre el papel y la macla tridimensional de masas y vacíos que constituye la realidad material; el hilo argumental se fundamenta así en la idea de enfocar prioritariamente el dibujo como «construcción diferida» de esa realidad material. Enunciar construcción supone una actitud precisa, mediante la cual el dibujo establece una analogía de la realidad reflejando el orden y la medida de las cosas, y advertir que es diferida resalta dos aspectos fundamentales: el primero se refiere a la distinta naturaleza del dibujo y la realidad material; el segundo atiende a la distinción temporal entre ambos. De esta manera, se trata de evidenciar que el dibujo y la realidad no son la misma cosa y que su relación en función del tiempo puede tener o contemplar sentidos diferentes: bien puede dirigirse a reflejar lo que ya existe, bien puede prefigurar y conformar lo que ha de ser.

A partir de estas premisas, se tratará de recorrer en lo que sigue el proceso de evolución del dibujo en la España del siglo xix, aplicado preferentemente al conocimiento y la conformación material del entorno construido por el ser humano<sup>2</sup>. Atendiendo a este papel mediador del dibujo en su relación con la realidad material, será necesario considerar simultáneamente tres aspectos en parte entrelazados. En primer lugar, observar la propia consideración autónoma de la ciencia y el arte del dibujo, su cuerpo o marco teórico en relación con sus aplicaciones prácticas; este aspecto

---

<sup>1</sup> EDGERTON, S. Y.: *The heritage of Giotto's Geometry: art and science on the eve of the scientific revolution*, Nueva York, Cornell University Press, 1991.

<sup>2</sup> Esta aportación se plantea de manera complementaria, a modo de «escala» intermedia, entre las visiones del dibujo en relación con las máquinas y la cartografía, que aparecen en este mismo volumen.

conectará a su vez con la faceta fundamental de la formación de los diversos técnicos en particular y con el valor de la difusión y la extensión del saber a través de las obras publicadas. En segundo lugar, habría que atender a las aplicaciones del dibujo con respecto al conocimiento, análisis y diagnóstico de la realidad tal cual es, centrando este aspecto en la noción actual de levantamiento. Finalmente, un tercer enfoque atenderá al uso del dibujo para proyectar las operaciones de transformación de la realidad. En definitiva, el dibujo ha de ser considerado desde la relación triangular formada por la teoría, el levantamiento y el proyecto, reconociendo entre sus resonancias su potente capacidad de actuación diferida.

Desde este planteamiento, en el que se engloban a la par la arquitectura y la ingeniería, convendría tener asimismo algunas prevenciones básicas para matizar una serie de lugares comunes que pueden incitar a la confusión, y que se centran en dos aspectos fundamentales. El primero de ellos tendría que ver con la habitual y a veces descarnada escisión entre lo artístico y lo técnico. El segundo consistiría en el peligro de aludir sin mayores prevenciones al «espíritu de los tiempos», lo que hace suponer un saber general indiscriminado en relación con una determinada época, sin reconocer que en todo momento histórico coexisten muy distintos niveles de conocimiento en función de las capacidades y las circunstancias de cada individuo.

Ya que se pretende analizar un fragmento temporal de este aspecto del conocimiento, es preciso estructurar a su vez cierta estrategia o secuencia básica en la observación de este desarrollo. Para ello resulta necesario plantear un estado básico de la cuestión a principios del siglo XIX, para acometer acto seguido una división de tiempos jalonada por la progresiva consolidación de lo que hoy podríamos entender por *área de conocimiento*. En este sentido, será precisamente el bloque teórico apoyado por la estructuración y la difusión del saber a través de las enseñanzas oficiales y las publicaciones la principal pauta para establecer la secuencia.

## I

### EL DIBUJO DE LA ARQUITECTURA Y LAS OBRAS PÚBLICAS EN LA ESPAÑA DE 1800

Resulta ya suficientemente conocido que esta distinción temática entre arquitectura e ingeniería es fruto de lo que va a ocurrir a lo largo del siglo XIX. Sin pretender resumir aquí parte de lo que ha sido tratado en los cinco tomos anteriores de esta obra, baste enunciar o recordar que aún a finales del período ilustrado resultaba un tanto difícil precisar los límites temáticos estrictos entre la arquitectura y la obra pública.

El conjunto de construcciones que modificaban el marco físico respondían así a diversos factores relativos tanto a la formación y las competencias de los artífices como a los diversos organismos de promoción y control de estas actuaciones. La institucionalización del Cuerpo de Ingenieros Militares y la creación de la Academia de Bellas Artes constituyeron las referencias básicas de la estructuración progresiva

de las diversas facetas de la construcción a lo largo del siglo XVIII. Siguiendo un esquema temporal básico, es el Cuerpo de Ingenieros Militares el que primero se institucionaliza, en una secuencia que interfiere y resuena con algunas interesantes facetas colaterales en lo relativo a su posible formación gráfica como son los cuerpos de la Marina y de Artillería. En relación con la arquitectura, el nuevo marco institucional comenzará con la Junta Preparatoria (1744), que devendrá oficialmente en Academia (1752) para regular progresivamente la docencia y las atribuciones sobre la construcción, en lucha competencial con la tradición gremial apoyada por el Consejo de Castilla. Fuera de la villa y corte, habría que destacar igualmente la creación de las sucursales académicas y las escuelas de dibujo que se fueron estableciendo en las principales ciudades<sup>3</sup>.

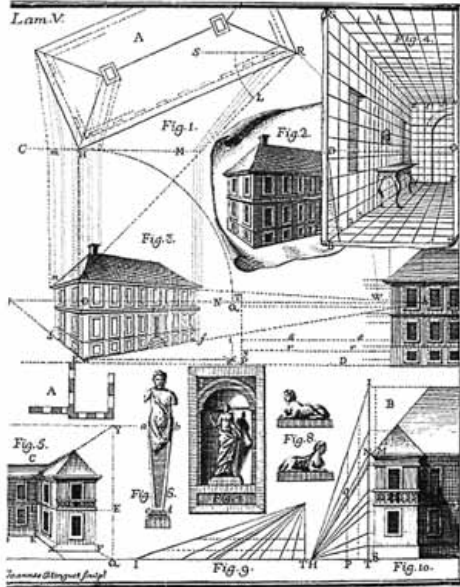
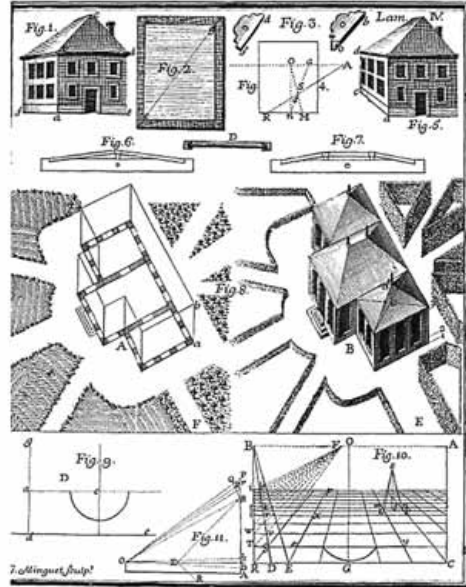
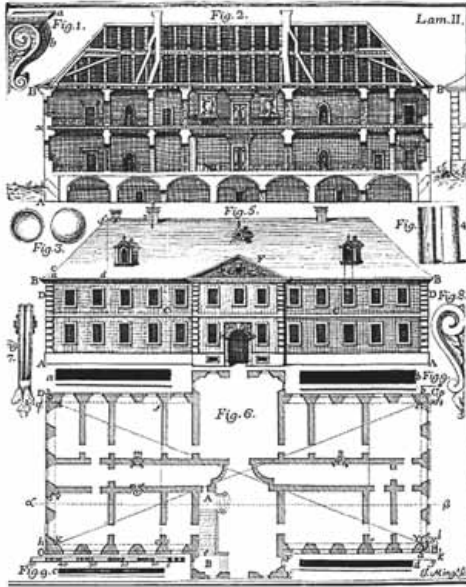
Siendo esto en general ya conocido, más difícil resultaría precisar sintéticamente las estrategias y los contenidos relativos a la formación gráfica, general y específica, desarrollada en estos incipientes núcleos docentes. En el tronco común de las enseñanzas encontraríamos en primer lugar la añeja asociación entre matemáticas y dibujo, que, a través de un genérico concepto de geometría, se iría concretando en aplicaciones específicas según cada temática concreta. En las facetas comunes de la construcción, la tríada formada por el conjunto de planta, sección o perfil y alzado constituiría un lugar común de las enseñanzas, complementada por alguna aproximación más o menos intensa a los órdenes arquitectónicos o a los principios de las diversas estereotomías de los materiales, referidos a la piedra, el ladrillo y la madera.

Atendiendo a las facetas gráficas diferenciadas de estos centros docentes podríamos señalar dos aspectos algo más específicos, aunque convendría recordar en este punto lo ya enunciado sobre la conveniencia de contemplar con cierta continuidad las facetas técnicas y artísticas del dibujo. En primer lugar, en lo que normalmente se suele adscribir al primer aspecto, aparecería el tema relativo a las técnicas de levantamiento de planos para la documentación de edificios, fortalezas, ciudades o territorios. En este sentido, y en consonancia con su aplicación estratégica, empezariamos a notar una mayor presencia en las enseñanzas relativas a la ingeniería. No obstante, el tema del levantamiento no resultaba ajeno al campo de la arquitectura; son conocidos numerosos ejemplos de documentación gráfica sobre edificios, lugares e incluso territorios, de una clara operatividad unida a una indudable calidad gráfica.

En relación con la faceta que se suele adjetivar como artística, resulta clara la tradición del dibujo de la arquitectura hermanada con la pintura y la escultura; no en vano desde el siglo XVI se había enunciado el dibujo como tronco común de las denominadas, en conjunto, *bellas artes*. Frente a la vertiente más pautada en el ramo de las ingenierías, que

---

<sup>3</sup> Tendríamos así, entre otras, la Academia de San Carlos de Valencia (1768), la Escuela de Dibujo de las Tres Nobles Artes de Sevilla o de Santa Isabel de Hungría (1771), la Escuela de Nobles Artes de Barcelona (1775), la de San Luis en Zaragoza (1792) y, ya en el cambio de siglo, la de la Purísima Concepción de Valladolid (1802).



**3.1. Christian Riegger: Tratado sobre arquitectura civil, 1763:** Originalmente editado en latín, traducido y actualizado por Miguel Benavente en colaboración con el propio autor, supone una referencia de interés sobre el encuentro entre la tradición jesuítica de las matemáticas (Riegger perteneció a la Compañía) y la nueva institución académica; en definitiva, sobre la cultura arquitectónica española a finales del XVIII, y en especial sobre el dibujo arquitectónico. Amplía así la clásica tríada vitruviana (icnografía, ortografía y escenografía) con términos como idea, protografía, diagrama, etc. Tiene interés igualmente la inclusión de la perspectiva militar junto a la perspectiva clásica de la tradición renacentista. Sirvan estas láminas, grabadas por Juan Minguet para ilustrar parte de las interesantes y escasamente difundidas ideas sobre el dibujo que se encuentran implícitas en este tratado.

se concretaría además con un trazado más apoyado en diversos instrumentos, este aspecto introduciría un sesgo más suelto y manual, objeto específico de una formación y distinción en sí misma valorada, y podríamos añadir que un tanto mitificada<sup>4</sup>. En términos académicos, esta vertiente del dibujo se tradujo al menos en dos aspectos: en primer lugar, una estrategia docente basada en las «salas», en parte compartida con los otros estudios de la Academia<sup>5</sup>; en segundo lugar, la consolidación de un sistema de aprendizaje y control conocido como secuencias *de repente* y *de pensado* (en términos actuales, *croquización* y *acabado*). Rasgo también específico de la formación académica era la mayor dedicación a los órdenes arquitectónicos, sufriendo un tanto en este equilibrio los desarrollos avanzados sobre los temas constructivos de la estereotomía.

Otro baremo complementario con el tema que intentamos esbozar lo constituiría el conjunto de textos de apoyo docente y profesional, bien sean manuscritos o publicados. En este sentido hay que resaltar el atraso general de nuestro país con respecto a las referencias europeas. Al igual que ocurrió en los siglos anteriores, la preocupación constante de las academias tanto militares como civiles se centró en procurar textos para la formación, bien traduciendo obras extranjeras, bien exigiendo la producción específica a los profesores. Como ocurrirá a lo largo del siglo XIX, la primacía en la producción y publicación de textos sobre el conocimiento se avanzará desde el ámbito militar<sup>6</sup>, destacando adicionalmente el sofisticado nivel gráfico relativo a las construcciones navales<sup>7</sup>. En lo que a la arquitectura se refiere, habría que esperar a la segunda mitad del siglo para atender a las diversas publicaciones relativas al saber específico, muchas de ellas promovidas desde la Academia<sup>8</sup>.

<sup>4</sup> Desde principios del siglo XVII en Roma se había consolidado la especie de que el boceto era la expresión numinosa más cercana a la *idea*; este tipo de producto gráfico era así lo más parecido al dibujo interno o concepción mental, frente al dibujo externo, producto más elaborado y, por lo tanto, en principio, menos valorado.

<sup>5</sup> M. RUIZ ORTEGA, 1989; J. M. PRIETO GONZÁLEZ, 2002.

<sup>6</sup> Así, tendríamos, entre otros, los tratados manuscritos de Mateo Calabro (1733) y de Lucuze (desde 1739), la traducción de Vauban por Ignacio Sala (1742), el curso de Pedro Padilla (1753-1756) o la traducción del tratado de fortificación de Müller realizado por Miguel Sánchez Taramas (1769).

<sup>7</sup> Del que constituiría un intenso ejemplo la obra de Jorge Juan Santacilia (1713-1773), publicada un año antes de su muerte con el título de *Examen marítimo*; como texto docente para la Academia había redactado, además, en 1757 el *Compendio de navegación*. A este ámbito militar pertenece la traducción del tratado de Buchotte realizada en 1778 por Antonio Gabriel Fernández y editada en Sevilla con el título de *Compendio de la geometría elemental, especulativa y práctica: forma de levantar planos y modo de hacer las tintas para su manejo*.

<sup>8</sup> Podríamos recordar así el compendio del *Vitruvio* de Perrault de Joseph de Castañeda (1761), los *Elementos de la arquitectura civil* de Christian Riegger (1763), los *Papeles críticos* de Diego de Villanueva (1766), *El arquitecto práctico* de Antonio Plo y Camín (1767), el tratado de los cortes de cantería de Simonin, traducido y editado por Torres y Asensio (1795), y sobre todo la obra enciclopédica de Bails sobre los *Elementos de matemáticas* (1772-1783), entre los que destacaría el tomo IX, sobre la arquitectura civil (1796).

Al comienzo del siglo XIX tiene interés plantearse finalmente cuál era el estado de las técnicas y los instrumentos de dibujo en sus dos grandes categorías relativas a los aspectos de trazado y medición. Ante la falta de estudios específicos acerca de estas facetas en nuestro país, esbozaremos algunas precisiones sobre el asunto<sup>9</sup>.

Era común, así, disponer de tableros de madera para fijar sobre ellos los distintos formatos de papel, que habían de ser pegados entre sí para conseguir grandes tamaños. Sobre los bordes de estos tableros se apoyarían las reglas en forma de T para establecer paralelas y cartabones para formar perpendiculares. El trazado inicial se realizaba con punzón y minas de plomo o grafito insertado en un soporte metálico<sup>10</sup>, y para la tinta se utilizaba el tiralíneas. El trazado de curvas se confiaría a los distintos compases y a algunas plantillas, y existiría además un conjunto de instrumentos de apoyo, como el compás de reducción o el de puntas secas, desde una larga tradición el emblema o atributo simbólico de las profesiones ligadas a la construcción. Este instrumento servía a su vez para la transferencia de medidas de la escala gráfica o pitipié del dibujo; una de las características más destacadas del siglo, fundamentalmente en el ámbito militar, es la preocupación por la sistematización de las mismas<sup>11</sup>. Como costumbre general en el ámbito de la construcción, el trazado lineal se complementaba con tratamientos superficiales a la aguada, y en determinados casos se establecía un virtuosismo notable en el tratamiento de la luz y las sombras. A su vez, y al igual que ocurría en el caso de las escalas, estos tratamientos cromáticos fueron objeto de diversos ensayos de sistematización en cuanto a sus códigos simbólicos para distinguir conceptos como estado actual, derribos y nuevas construcciones<sup>12</sup>. En relación con el levantamiento, las estrategias fundamentales de todo tiempo y lugar siempre han sido el control coordinado de distancias y ángulos. Se conoce el uso de las cadenas de agrimensor para las distancias y el del grafómetro como aparato específico para las de medición angular, apoyado ocasionalmente por la brújula. Consta igual-

---

<sup>9</sup> La referencia genérica habitual sobre los instrumentos de dibujo es M. HAMBLY: *Drawing instruments, 1580-1980*, Londres, Sotheby's, 1988. Para una idea del estado del dibujo desde la cultura francesa véase C.-M. DELAGARDETTE: *Nouvelles règles pour la pratique du dessin et du lavis, de l'architecture civile et militaire*, París, Barrois, 1803 (ed. facs., Madrid, EGA / ETSAM, 1988, con estudio de Javier Girón Sierra).

<sup>10</sup> En 1761 Kaspar Faber funda en Núremberg la fábrica de lápices de madera con grafito mezclado con azufre, antimonio y resinas. Otro gran avance se producirá en 1795, cuando el químico francés Nicolas-Jacques Conté patente la combinación del grafito con arcilla para procurar los diversos grados de intensidad o dureza del trazado con lápiz.

<sup>11</sup> En el Archivo General de Simancas se conserva un cuadro de normativa de escalas gráficas, realizado en 1756, formado a partir de las relaciones del sistema metrológico de leguas, millas, varas, pies y fracciones del mismo.

<sup>12</sup> Véase al respecto el texto «Un manuscrito del siglo XVIII», conservado en el Museo Lázaro Galdiano y publicado, con nota introductoria de Delfín Rodríguez Ruiz, en *El San Juan español, 1519-1898: mapas y planos en los archivos españoles*, Madrid, Ministerio de Cultura, 1989, pp. 83-89.



mente el uso de la plancheta como aparato que permite dibujar directamente planos a escala con un determinado factor de reducción. Complemento necesario de las operaciones de medición serían los instrumentos de nivelación, con especial incidencia en los temas hidráulicos.

De gran interés y atractivo resultaría progresar en el conocimiento de la fabricación y la procedencia de estos instrumentos<sup>13</sup>. Formaban parte del conjunto denominado *aparatos o instrumentos matemáticos*, que conoció mayor desarrollo en relación con las técnicas de navegación y la cartografía, y en los gabinetes o laboratorios de física. Muchos de ellos eran importados, por lo que existen muy escasas referencias sobre fabricantes nacionales; se podrían citar las figuras de Diego Rostriga (1717-1783) y Joan González Figueres (1731-1807)<sup>14</sup>, junto a las de José María Baleato<sup>15</sup> y Fulgencio Rodríguez, ligados al taller de instrumentos de Ferrol fundado en 1789.

## II

### EL DIBUJO EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX

Ya que la secuencia evolutiva sobre el uso del dibujo en la arquitectura y la obra pública en España no parece presentar grandes hitos o jalones que permitan estructurar un discurso estricto a ellos ceñido, sí parece oportuno distinguir al menos dos períodos que permitan atender con cierta nitidez de enfoque algunas cuestiones sobre el mismo. En este sentido, la inflexión más notable tal vez se establezca en la creación y la consolidación definitiva de las instituciones formativas y facultativas ligadas a la construcción del marco físico, como serían fundamentalmente las escuelas de ingenieros de caminos, con sus diversas atribuciones, y la de arquitectos. Más que a sus fechas fundacionales, la referencia temporal divisoria se establecería de manera un tanto permeable en los años cincuenta del siglo, cuando estas estructuras docentes ya habían desarrollado cierto recorrido.

#### II.1. *Los avances teóricos y las instituciones docentes específicas*

Durante la primera mitad del siglo XIX se va a producir un desfase de ritmos entre las escuelas de Caminos y Arquitectura. Las enseñanzas de la primera se establecen en una temprana secuencia de tres escuelas: la inicial o del Buen Retiro, 1802-1808; la efímera del Trienio Liberal, 1821-1823; y la tercera y definitiva estructurada desde 1834. Por otro lado, las de arquitectura continuaron enmarcadas en la Academia hasta el pri-

<sup>13</sup> El lugar inicial de referencia institucional en este apartado se establece en la secuencia entre la Academia de Matemáticas de Felipe II y los estudios de los jesuitas en el Colegio Imperial de Madrid. Sobre los aparatos científicos, V. GUIJARRO MORA, 2002.

<sup>14</sup> C. PUIG-PLA, 2000.

<sup>15</sup> M. SELLÉS: «Los instrumentos y su contexto. El caso de la Marina española en el siglo XVIII», *Éndoxa: Series Filosóficas*, 19 (2005), pp. 137-158.

mer esbozo de escuela a partir de 1844, que tan solo iniciaría su independencia progresiva de la institución académica al final de la década de los años cincuenta del siglo. Esta mezcla de ritmos, autonomía y liderazgo de personalidades supondrá unas diferencias entre ambos ámbitos de enseñanza que se reflejan en diversos aspectos<sup>16</sup>.

Uno de los más notables podría establecerse en la atención y actualización en el progreso del conocimiento. En el ámbito que nos ocupa, y en relación con las nuevas estructuras docentes de Francia, se van a editar tres textos fundamentales con hondas repercusiones en la docencia y la transmisión gráfica del conocimiento de la arquitectura y la obra pública, como son *Géometrie descriptive* (1799) de Gaspard Monge (1746-1818)<sup>17</sup>, *L'art de bâtir* (1802) de Rondelet (1743-1828)<sup>18</sup> y *Précis de leçons d'architecture* (1805) de Jean-Nicolas Durand (1760-1834)<sup>19</sup>. Con cierta relación de paralelismo, también conviene recordar en este punto la creación del nuevo sistema métrico decimal, uno de los frutos más preciosos de la Revolución francesa. Baste apuntar aquí la intensa aportación de estas obras al conocimiento gráfico aplicado a la construcción, teniendo todas en común, además de sus aportaciones específicas de carácter general, su aproximación sistemática y su clara vocación docente.

Resulta así muy significativa la temprana asunción de algunas de estas publicaciones por la Escuela de Caminos y su más tardía asimilación por los centros de formación arquitectónica. Ya en 1803 se traduce y edita la obra de Monge, incorporada como texto docente desde sus primeros momentos<sup>20</sup>. Por el contrario, la labor editorial ligada al entorno de la arquitectura de la Academia seguirá una senda menos novedosa, aunque no por ello los textos editados serán menos interesantes desde nuestra actual perspectiva<sup>21</sup>. Parece que, al menos en la estructura académica de Madrid, se produce una inercia y una continuidad en los métodos de enseñanza generales y particulares del dibujo, frente a los planteamientos de la nueva Escuela de Caminos, que,

<sup>16</sup> Sobre las escuelas de Caminos y de Arquitectura en el Ochocientos, pueden consultarse los capítulos 2 («Ingeniería de caminos y canales, también de puertos y faros») y 3 («La Escuela de arquitectura de Madrid y el difícil reconocimiento de la capacitación técnica de los arquitectos decimonónicos») del volumen v de esta colección, pp. 127-184 y 185-234, respectivamente.

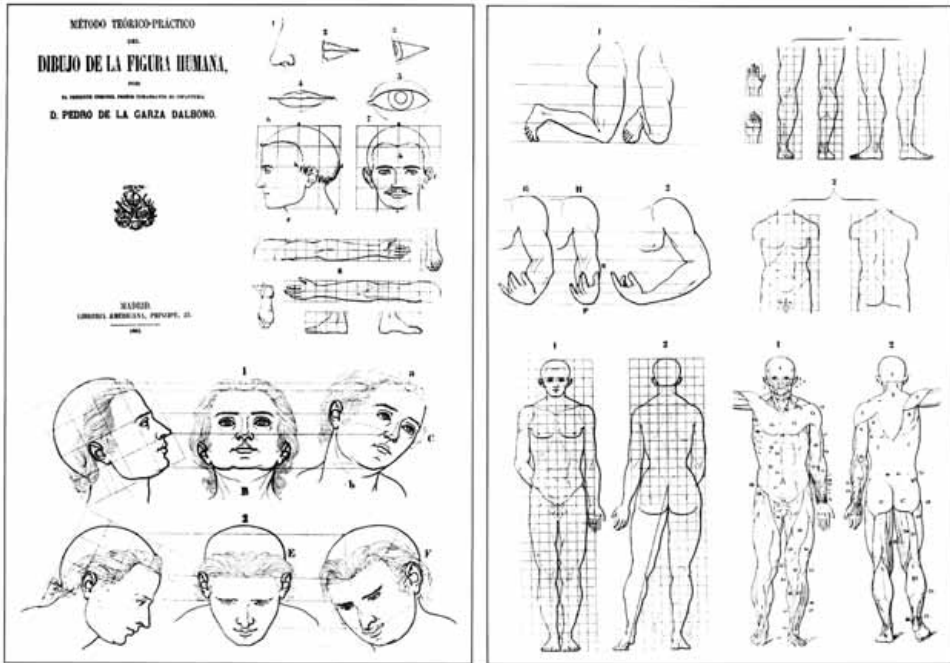
<sup>17</sup> Véase G. MONGE: *Geometría descriptiva*, Madrid, CICC (Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería, 52), 1996.

<sup>18</sup> J. RONDELET: *L'art de bâtir*, Madrid, ETSAM / Juan de Herrera, 2001; reprod. de las láms. de la 10.<sup>a</sup> ed., de 1843. El estudio específico sobre la obra, en R. MIDDLETON: *Jean Rondelet: the architect as a technician*, Yale University Press, 2007.

<sup>19</sup> J.-N. DURAND: *Compendio de lecciones de arquitectura: parte gráfica de los cursos de arquitectura*, Madrid, Pronaos, 1981.

<sup>20</sup> Esta obra se publicaría en la Imprenta Real, al igual que el *Tratado de mecánica elemental* de L. B. Francoeur, en 1803; en 1805 también se tradujeron las memorias de Prony y Bossut.

<sup>21</sup> Tal ocurre con la traducción e interpretación de *Los diez libros de arquitectura* de Vitruvio por Ortiz y Sanz, o con el *Arte de ver en las bellas artes del diseño*, de Francesco Milizia (1785), según traducción de Ceán Bermúdez, editado por la Imprenta Real en 1827.



**3.2. Dibujo de la figura humana: Cartilla de aprendizaje del dibujo del teniente coronel y primer comandante de infantería Pedro de la Garza Dalbón, 1863:** La enseñanza genérica del dibujo, y en especial de su vertiente artística, se ha basado durante siglos en el modelo del cuerpo humano. La estructuración docente se organizaba mediante una secuencia desde las partes hacia el todo, combinando la copia de dibujos de cartillas o de modelos en yeso con la etapa final de dibujo al natural con modelos en vivo. Este recorrido se correspondía en las diversas escuelas de dibujo con el sistema de Salas, que dividía el aprendizaje en grados progresivos de dificultad y destreza (extremos, cabezas, torsos, etc.). La vigencia de este método en el siglo XIX se evidencia con la cartilla aquí considerada, que demuestra la pervivencia y la atención desde el ámbito militar a esta faceta del aprendizaje del dibujo que se suele adscribir esquemática y exclusivamente al ámbito artístico.

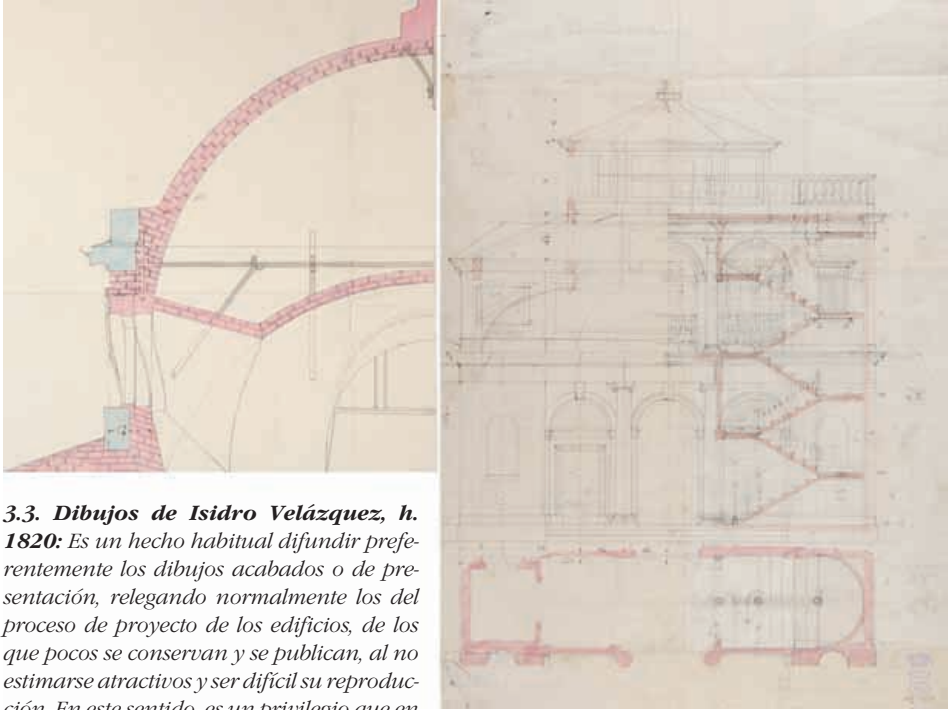
no obstante, resultarán de gran inestabilidad por las hondas repercusiones de los acontecimientos bélicos de 1808 y la demoledora restauración fernandina.

La estrategia general de enseñanza del dibujo y el proyecto en el ámbito específico de la arquitectura en la Academia mantendrá durante bastante tiempo el sistema consolidado en el siglo anterior. Partiendo de una convicción general de que el dibujo era la base común de la pintura, la escultura y la arquitectura, la formación de los futuros artistas comenzaba por un aprendizaje general del saber gráfico estructurado mediante un sistema de salas que respondían a una estrategia gradual, basada en gran medida en la aproximación al dibujo de la figura humana. De esta manera, se comenzaba el aprendizaje dibujando las partes del cuerpo, confiando en que el dominio inicial de los fragmentos, progresivamente integrados en sus respectivos conjuntos, era el método idóneo para alcanzar la destreza deseada.

Existiría así un implícito sistema de entendimiento y asimilación entre las partes y el todo que, basado en la referencia a la naturaleza a través de la figura humana, y ampliado o sublimado como sistema general de las bellas artes a través del concepto o palabra clave de la *composición*, se iría adecuando o especializando en cada ámbito específico en una secuencia posterior. Para ello existirían unas enseñanzas paralelas en relación con los principios generales del dibujo y la geometría, entre las que cabría destacar a su vez las enseñanzas sobre la perspectiva y las sombras. Este sustrato ideológico tal vez nos permitiría entender lo que desde el contexto actual resulta más difícil de valorar y que en muchas ocasiones se desprecia al ser etiquetado despectivamente como enseñanza académica.

Formado el alumno con un saber gráfico general, la confianza del sistema académico estribaba en que el conocimiento progresivo de las partes de los edificios —entre ellas su máximo emblema, los órdenes clásicos y los elementos u ornamentos de ellos emanados—, ciertas aproximaciones a sus elementos constructivos y la posterior aprehensión general de modelos o ejemplos sancionados por la tradición a través de la copia de edificios y conjuntos estarían situando progresivamente al alumno en la posición de definir sus propios proyectos. Es desde esta visión desde la que se podría entender mejor el término *composición* como expresión adecuada a su tiempo de lo que hoy designamos normalmente con la palabra *proyecto*; en paralelo a sus específicas vertientes pictóricas y escultóricas, *componer* o *poner junto* implica una operación en la que los elementos forman parte de un conjunto de disponibilidades en gran medida sancionado y donde a cada artista particular le cabe la facultad o manera concreta de agruparlos.

De este modo, en el ámbito académico de la arquitectura, la distancia entre los aprendizajes del dibujo y del proyecto era en definitiva bastante escasa, aunque siempre existía ese margen indeterminado que aportaban las capacidades o destrezas específicas de cada individuo, unido al contacto directo con el profesor, en gran medida continuado en sus estudios particulares. Será en la dilatación y la sublimación de este margen a través del Romanticismo donde se introducirá una importante brecha en el sistema académico, al aparecer nuevas componentes del proyecto centradas en dos aspectos: el sentimiento personal y las consideraciones sobre la historia. Unida a ellas, en la primera mitad del siglo XIX también se va a insertar en este margen una nueva dimensión basada en la progresiva introducción del componente que cabría adjetivar como científico. Mediante este, el margen de actuación en el proyecto resultaría progresivamente ampliado por los sistemas de comprensión y determinación de los hechos constructivos, no ya basados exclusivamente en aproximaciones sancionadas por la tradición, sino en otros sistemas generados por las nuevas posibilidades brindadas por los avances generales de los materiales y los métodos de cálculo. Es en este último aspecto en el que establecería su principal baza la Escuela de Caminos, adscribiendo sus señas de identidad a esta nutriente científica general que suponía una constante atención a las aportaciones foráneas, con su consecuente



### 3.3. Dibujos de Isidro Velázquez, h.

**1820:** Es un hecho habitual difundir preferentemente los dibujos acabados o de presentación, relegando normalmente los del proceso de proyecto de los edificios, de los que pocos se conservan y se publican, al no estimarse atractivos y ser difícil su reproducción. En este sentido, es un privilegio que en

el Archivo General del Palacio Real de Madrid se conserven dibujos de uno de los discípulos de Juan de Villanueva relativos al proceso de proyecto. De este conjunto se ofrece como muestra una sección constructiva para uno de los pabellones de la Plaza de Oriente y una planta-alzado-sección del embarcadero del Retiro. Supone el primero un singular documento sobre la construcción de bóvedas de albañilería atirantada, mientras que el segundo evidencia el uso continuado del sistema de combinación de proyecciones planas de antigua tradición, aún hoy plenamente vigente.

asimilación y difusión mediante publicaciones. Frente a estas actitudes generales, la arquitectura permanecía un tanto más aferrada a su propia tradición, de manera parecida a lo que ocurría también con las afinidades o tendencias políticas.

Atendiendo ahora a algunos detalles concretos sobre la enseñanza del dibujo en ambos centros, observemos en primer lugar los años iniciales de la tercera Escuela de Caminos, que desde el otoño de 1834 comenzó a impartir sus enseñanzas bajo las pautas de su primer director, el arquitecto, ingeniero cosmógrafo y de caminos guipuzcoano José Agustín de Larramendi Muguruza (1769-1848). Tras un examen de ingreso, las enseñanzas se desarrollaban en cinco cursos; a partir de unos principios básicos de Geometría y Trigonometría exigidos para el ingreso, la mayor carga docente se centraba en los dos primeros años, donde se estudiaba la Geometría Descriptiva y sus aplicaciones a la perspectiva y las sombras, y existía además una asignatura de Geodesia, otra de Arquitectura y otra de Dibujo. En los tres últimos cursos el dibujo se aplicaba a diversas asignaturas, como Estereotomía y Construcción; había

también un complemento de Arquitectura y una asignatura de «Diseño», que cabría entender como equivalente a Proyectos.

Resaltando el perfil de arquitecto del director hasta 1837, la carga docente específica del dibujo se confió en estos años iniciales al sevillano José García Otero (1796-1856), militar que además de ingeniero era también arquitecto desde 1827; tras su abandono de la Escuela hacia 1842, se hizo cargo de la enseñanza gráfica el ingeniero de la promoción de 1839 Ramón Echevarría († 1875). En relación con otras facetas del dibujo habría que resaltar el papel desempeñado en estos años iniciales por profesores como Genaro Pérez Villaamil (1794-1854), que impartía la asignatura Dibujo de Paisaje y era sustituido en sus ausencias por el ingeniero titulado en 1840 Alejandro Olavarría († 1854).

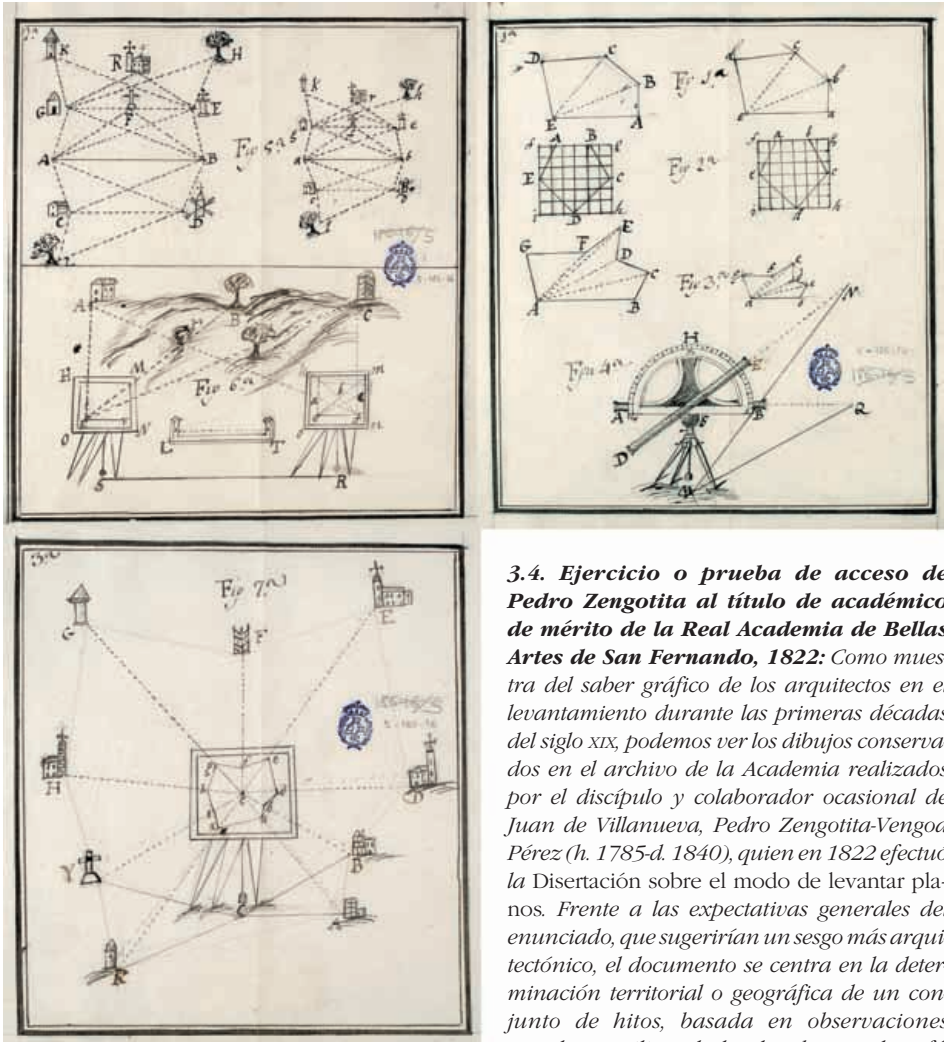
En lo que a la Escuela de Arquitectura respecta, y a pesar de los debates previos sobre la necesidad de aumentar y actualizar las enseñanzas científicas, el curso iniciado en 1845 arrastra una inercia «académica» forzada en cierta medida por el perfil un tanto anquilosado de una parte de la plantilla docente. Esto se ejemplifica ante todo a través de la figura de su primer director, el veterano arquitecto asturiano Juan Miguel de Inclán Valdés (1774-1853). Conforme a las estrategias docentes antes señaladas y tras un examen de ingreso en el que se valoraba especialmente el dibujo a mano, tenía en común con la Escuela de Caminos la enseñanza de la Geometría Descriptiva; abundaban además materias de Delineación y Lavado, aplicadas en primer lugar a órdenes y detalles y extendidas después a copias de edificios, tanto antiguos como modernos, y, tras una asignatura de Análisis de estos edificios, se finalizaba con las de Composición y Práctica del Arte. En la plantilla inicial la carga de dibujo se repartía entre varios profesores: el más antiguo era el zaragozano Atilano Sanz Pérez (c. 1790-1868) quien se encargaba de Delineación y Lavado<sup>22</sup>; el madrileño Juan Bautista Peyronet (1812-1875) asumió la enseñanza de la Geometría Descriptiva y el sevillano Mariano Calvo Pereira (c. 1815-1885) se encargó inicialmente del apartado de Copia de Edificios.

## II.2. *Otros ámbitos de aplicación del dibujo en España*

En esta visión general habría que considerar igualmente la continuidad a lo largo del siglo de las escuelas de dibujo tuteladas por la Academia en casi toda la geografía española y en algunas plazas de ultramar<sup>23</sup>. En el artículo 17 del *Plan general para el gobierno de las escuelas de nobles artes* editado en Madrid por la Imprenta Real en 1819 se precisa: «La enseñanza en cada una de estas Escuelas se distribuirá en cuatro

<sup>22</sup> Atilano Sanz, maestro de obras desde 1819 y arquitecto desde 1826, dimite como profesor en 1849, de modo que es sustituido por el maestro de obras (1831) y arquitecto (1844) toledano Blas Crespo Bautista (h. 1804-d. 1879), que será catedrático de Delineación para Maestros de Obras en 1852 y director interino de la Escuela de Arquitectura entre 1871 y 1875.

<sup>23</sup> Sobre ellas existe una amplia documentación en el Archivo de la Academia. RABASF, signaturas 2-38-1 a 2-38-32 y 2-39-1 a 2-39-12. En Madrid se establecieron en el convento de la Merced y en la calle de Fuencarral. RABASF, 5-50-1 y 5-63-3.



**3.4. Ejercicio o prueba de acceso de Pedro Zengotita al título de académico de mérito de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, 1822:** Como muestra del saber gráfico de los arquitectos en el levantamiento durante las primeras décadas del siglo XIX, podemos ver los dibujos conservados en el archivo de la Academia realizados por el discípulo y colaborador ocasional de Juan de Villanueva, Pedro Zengotita-Vengoa Pérez (h. 1785-d. 1840), quien en 1822 efectuó la Disertación sobre el modo de levantar planos. Frente a las expectativas generales del enunciado, que sugerirían un sesgo más arquitectónico, el documento se centra en la determinación territorial o geográfica de un conjunto de hitos, basada en observaciones angulares utilizando la plancheta y el grafómetro; a pesar de su entrañable condición, el propio registro gráfico utilizado en la exposición resulta algo decepcionante. Coincide además en este arquitecto la autoría de la publicación del *Arte de la albañilería* (1827), escrito original atribuido al propio Villanueva en el que los pocos dibujos ilustrativos resultan también de escaso atractivo.

Salas o Departamentos, a saber: principios desde las líneas geométricas hasta el dibujo de cabezas, figuras, adorno, y aritmética y geometría práctica»<sup>24</sup>. En esta panorámica no convendría olvidar los núcleos sembrados a finales del siglo anterior en diversas ciudades, pues hasta la centralización procurada por la creación de la nueva

<sup>24</sup> RABASF, 1-18-34.

Escuela de Arquitectura hacia la mitad del siglo se van a impartir en estos centros enseñanzas y capacitaciones diversas ligadas al ámbito de la construcción.

Tendríamos así el caso de Valencia, con la Academia de San Carlos, que va a emitir titulaciones de arquitecto hasta que los alumnos de su ámbito geográfico se tengan que remitir necesariamente a la Escuela Central del Estado<sup>25</sup>. Es en estas coordenadas donde podríamos situar la aportación teórica y gráfica del arquitecto valenciano Manuel Fornés y Gurrea (1777-1856), director de la sección de Arquitectura, quien en 1845 publicará su *Álbum de proyectos originales de arquitectura*.

Otro caso interesante lo constituye Barcelona, donde la escuela asociada a la Junta de Comercio, decidida inicialmente en 1814 y abierta como Escuela de la Lonja en 1817, desarrollará una interesante y novedosa experiencia de las enseñanzas de arquitectura. La figura personal de referencia es en este caso la de Antonio de Cellés Azcona (1775-1835), quien incorporará con determinación el texto y las enseñanzas de Durand al eje vertebral de su sistema docente<sup>26</sup>. Menos intensos serían los núcleos de Sevilla, Zaragoza y Valladolid, donde, no obstante, se siguieron impartiendo enseñanzas de dibujo en cierta conexión con la central de San Fernando, asociadas a diversas capacitaciones como las de maestro de obra, director de caminos vecinales o agrimensor, cuyas titulaciones y atribuciones irían variando a lo largo del siglo en relación con los sucesivos decretos de regulación de competencias.

También merecen atención los diversos lugares de enseñanza del dibujo que permanecieron ligados a la ingeniería militar, terrestre y naval en localizaciones como Alcalá de Henares, Ávila, Segovia o Guadalajara<sup>27</sup>, en las secciones de tierra, o Cartagena, Ferrol y Cádiz, históricamente ligadas al saber naval. En ellas se continuaba impartiendo un conocimiento gráfico adecuado a sus diversas finalidades, y al igual que en el ámbito de los ingenieros de caminos primaba cierta atención y preocupación por los avances científicos del conocimiento.

Es así como en la primera mitad del siglo XIX se fue extendiendo y afianzando la progresiva convicción en la capacidad educativa del dibujo y sus diversas aplicaciones a muy distintas finalidades. Uno de los ámbitos estructurados por estas directrices fue el Real Conservatorio de Artes, fundado en Madrid en 1824. Respecto a los aspectos específicos que aquí interesan, habría que destacar la importante aportación al saber gráfico centrada en la traducción y la edición de la obra de Dupin<sup>28</sup>. En relación con las diversas facetas del centro, esta obra supone cierta síntesis del saber gráfico, en el que el dibujo y la mecánica se aúnan, planteando sus diversas aplicaciones con un sesgo preferentemente industrial. En este sentido, y en lo que nos concierne, tam-

---

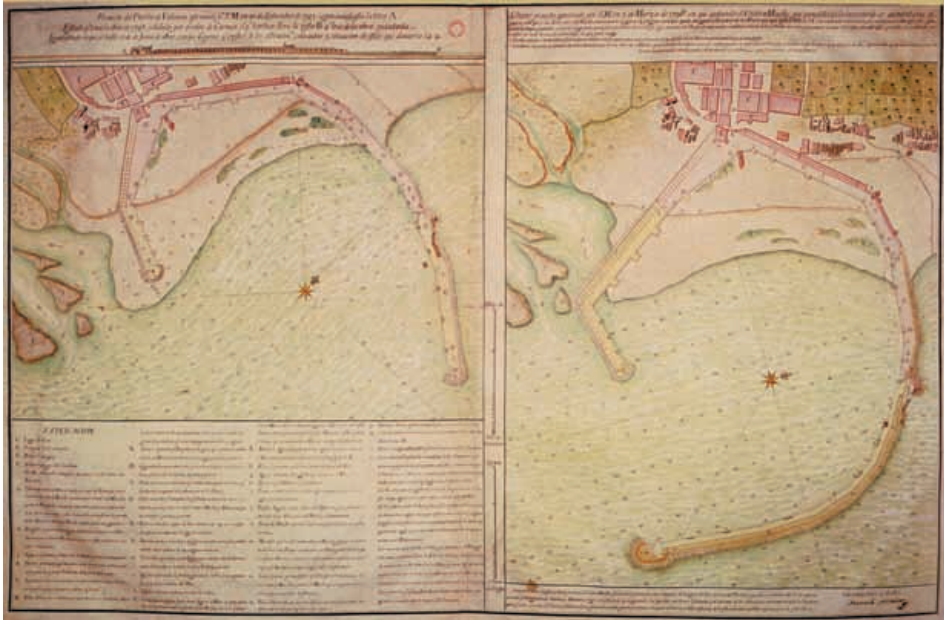
<sup>25</sup> J. BERCHEZ y V. CORELL, 1981.

<sup>26</sup> ARRECHEA, 1989, pp. 36-40, y NAVASCUÉS, 1993.

<sup>27</sup> GARCÍA BODEGA, 2006.

<sup>28</sup> *Geometría y mecánica de las artes y oficios y de las bellas artes*, traducida por Juan López Peñalver e impresa en Madrid por J. del Collado en dos volúmenes (1830 y 1835).





**3.5. El Puerto del Grao de Valencia, en dos momentos del siglo XIX:** El elenco de dibujos relativo a los puertos españoles en este siglo supone un intenso volumen de información que sería interesante conocer y procesar en su conjunto. El primer dibujo ilustra un proyecto de principios de la centuria (1802), debido a Manuel de Mirallas, en el que se refleja su estado inicial y el que resultaría tras la ampliación prevista. El segundo documento ilustra la propuesta de Alejandro Cerdá (1878) para el mismo puerto. Ante la contemplación simultánea de ambos documentos resulta interesante observar tanto las transformaciones del puerto y su núcleo urbano como el progreso gráfico en la representación específica del tema del encuentro funcional entre la tierra y el mar.

bién se establecería en su seno la división de pesos y medidas, promotora del sistema métrico decimal, de tan dilatada y difícil implantación en España.

Para hacernos cargo de las distintas dimensiones del saber gráfico en estos años, tampoco habría que olvidar los conocimientos de dibujo ligados a la explotación minera. Independientemente de sus específicos registros constructivos, es interesante resaltar la necesaria capacitación de estos técnicos en lo que, con cierto atractivo poético, era conocido como *geometría subterránea*; unos conocimientos en relación con el levantamiento y el control geométrico del replanteo que implicarían la necesidad de un preciso control de ángulos y distancias, imprescindible para abordar con ciertas garantías las estrategias de perforación en el interior de la tierra. De alguna manera, este tipo de saber tendría una tradición y un origen comunes con ciertas facetas militares ligadas a las técnicas de asalto de fortificaciones. Para finalizar este apartado sobre las aportaciones al dibujo en esta época desde una doble perspectiva ceñida a los avances desde otros campos temáticos y países, convendría resaltar el conjunto de novedades sobre el desarrollo y la aplicación de la proyección isométrica<sup>29</sup>, que van a suponer los precedentes básicos para la progresiva incorporación de este sistema, entre otras cosas, a la ilustración del apartado de las construcciones.

### ***II.3. El desarrollo específico del levantamiento: el territorio, la ciudad y el patrimonio edificado***

En los primeros quince años del siglo las campañas napoleónicas significaron un considerable avance de las técnicas cartográficas y de dibujo en sus diversas facetas. Ya en 1802 se establecieron nuevas normas para la cartografía, incorporando entre otras cuestiones la decidida utilización del sistema métrico decimal en la determinación de las escalas y la representación del relieve mediante curvas de nivel. Lo triste del caso en relación con España es que estas mismas campañas y los hechos políticos consecuentes significaron por el contrario un freno al desarrollo y la actualización incipientes. A pesar de este considerable retraso, la precaria cartografía nacional tendría una nueva ocasión de actualizar sus técnicas y sus productos a partir de 1823, cuando la división cartográfica de las tropas francesas, en colaboración con algunas españolas, continuó en su retorno al país trabajos de cartografía militar iniciados en las campañas anteriores<sup>30</sup>. Hasta la primera mitad del siglo, los trabajos de levantamiento y representación del territorio se irían adscribiendo progresivamente a los ingenieros militares y a los civiles, mientras que la representación de la ciudad conti-

---

<sup>29</sup> Destacan en este sentido las obras *On isometrical perspective* (1822), del matemático William Farish (1759-1834), *The practice of isometrical perspective* (1833), de Joseph Jopling, y *A treatise on isometrical drawing* (1834), de Peter Sopwith.

<sup>30</sup> Sobre la cartografía francesa en España véase el catálogo de la exposición *Guerra y territorio: Madrid 1808* (comisario, F. Quirós), Ayuntamiento de Madrid, 2008.

nuó siendo durante cierto tiempo un ámbito de atribuciones algo más compartido entre arquitectos e ingenieros<sup>31</sup>.

Para ilustrar parcialmente este proceso podemos acudir al caso de Madrid. Tras el plano de 1769 —cuya autoría conjetural adjudicamos al arquitecto-ingeniero Hermosilla—<sup>32</sup>, en 1815 ya se intentó levantar un nuevo plano de la ciudad con la clara vocación de que sirviera para la doble misión de reflejar con precisión el estado actual de la ciudad y, a partir del mismo, articular un incipiente proyecto de ordenación. El encargo de esta misión recayó en el arquitecto mayor de la villa Antonio López Aguardo (1764-1831), y no trascendió más allá de los tanteos iniciales. El segundo empeño se produjo en 1835, y la nueva misión se le encargó al también arquitecto Custodio Teodoro Moreno (1780-1854); más que de realizar un nuevo plano se trataba de corregir y actualizar el de 1769, estableciendo al mismo tiempo una base para prefigurar las futuras operaciones de transformación urbana. Tras estos tanteos preliminares es sintomático el proceso de gestación del primer plano operativo de la ciudad de Madrid. Cuando el Ayuntamiento de 1840, con el impulso de Fermín Caballero Morgay (1800-1876), decide abordar esta empresa con una notable escasez de medios, acude a la Escuela de Caminos para aprovechar las prácticas de los alumnos de segundo curso. A raíz de estos precarios comienzos se inicia un dilatado proceso de siete años de duración en el que un plano que se pretendía casi sin coste económico derivaría hacia una inversión de más de 260.000 reales, llevada finalmente a cabo por los ingenieros Juan de Ribera Piferrer (c. 1809-1880) y Juan Merlo Fransoy (1806-d. 1894) y el arquitecto-ingeniero Fernando Gutiérrez (1806-1859).

Este caso particular es un ejemplo de una tendencia de los tiempos, en la que los arquitectos van a ir siendo relegados de ciertas misiones, en principio gráficas, que serán ocupadas por la emergente figura del ingeniero civil. En este sentido, y en relación con los conflictos de atribuciones, algunos de estos mismos ingenieros implicados en la formación del plano asumieron encargos que oscilaron entre proyectos de ordenación urbana como el de la plaza de Oriente y trabajos con importante presencia de la cartografía territorial y de nivelación, como ocurrió con los estudios previos sobre el suministro de agua a Madrid en 1848, realizado por Juan de Ribera y Juan Rafo (c. 1809-1850), a quien se debe el primer plano de Madrid con curvas de nivel<sup>33</sup>.

Resultaría así de cierto interés realizar un panorama nacional sobre la representación urbana en esta primera mitad del siglo, pues podría comprobarse hasta qué punto esta doble concurrencia de arquitectos e ingenieros se fue especializando, sin olvi-

---

<sup>31</sup> Conviene recordar aquí algunos proyectos de escala urbana realizados por arquitectos, como los de Silvestre Pérez para el Puerto de la Paz en Bilbao en 1807 o el plan de reconstrucción de Ugartemendía para San Sebastián de 1814-1817.

<sup>32</sup> J. ORTEGA VIDAL, 2000.

<sup>33</sup> *Antecedentes del canal de Isabel II: viajes de agua y proyectos de canales*, Madrid, Canal de Isabel II, 1986.

dar en esta comprobación la presencia constante de los ingenieros militares, antes de especializarse algunos de ellos en las nuevas estructuras operativas de la geografía<sup>34</sup>.

Volviendo al caso de Madrid, y en lo que a la representación urbana de esta primera mitad del siglo respecta, no podemos olvidar el singular episodio del modelo o maqueta de la ciudad realizado por el coronel de artillería barcelonés León Gil del Palacio (1788-1849) entre los meses de noviembre de 1828 y 1830<sup>35</sup>. Contando con el precedente de la maqueta de Cádiz, realizada en 1777-1779 por el coronel de ingenieros Alfonso Jiménez bajo la dirección de Sabatini<sup>36</sup>, la de Madrid va a significar un hecho puntual producto de la iniciativa del autor, pues había realizado previamente otra de Valladolid. A pesar de que esta maqueta supondría el detonante de un gran proyecto de documentación para realizar las de todas las ciudades de España y sus posesiones de ultramar, enmarcado en el Gabinete Topográfico (1833) que se asentaría en el Salón de Reinos del palacio del Buen Retiro, este arrastraría una lánguida existencia y realizaría tan solo algunas maquetas de los Sitios Reales y la de la ciudad de Melilla hacia 1847, poco antes de la muerte de su director.

En estas décadas de la primera mitad del siglo y en relación con el levantamiento arquitectónico, nos quedaría plantear cuáles pudieron ser el desarrollo y las iniciativas incipientes sobre la documentación gráfica sobre el patrimonio edificado, que tan notable incremento tendría en la segunda mitad del siglo. En este aspecto del dibujo podemos recordar las iniciativas institucionales de la segunda mitad de la centuria anterior, ceñidas fundamentalmente a El Escorial y las Antigüedades Árabes<sup>37</sup>. Junto a estas referencias, al igual que ocurría con los planos de ciudades, sería de gran interés propiciar una recopilación sistemática de los diversos dibujos de levantamiento de edificios históricos producidos desde el ámbito disciplinar antes de la especialización gráfica sobre la documentación del patrimonio, en gran medida asociada a la creación de las diversas comisiones de monumentos iniciadas a partir de 1844<sup>38</sup>.

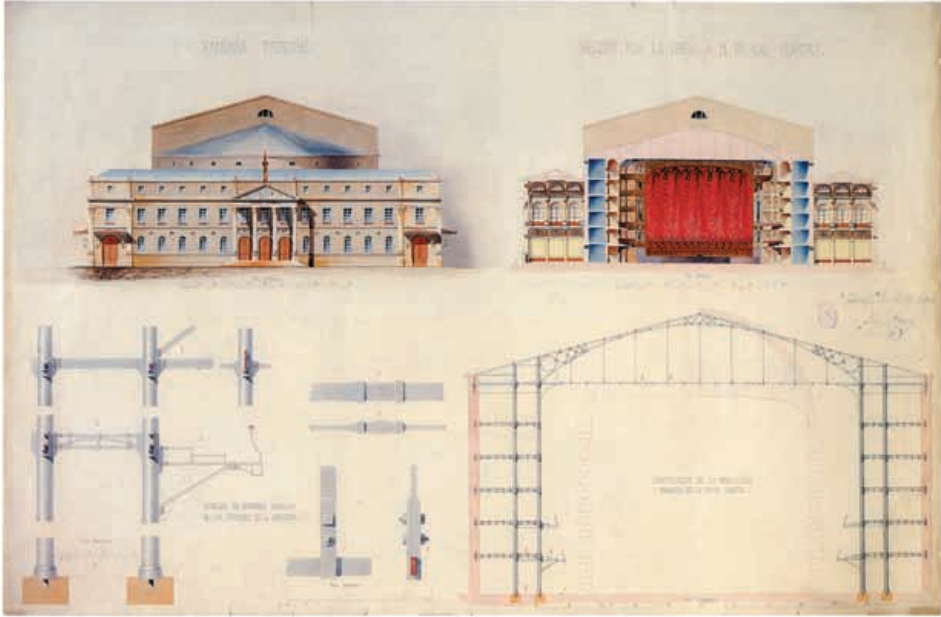
<sup>34</sup> Tendríamos así un elenco de dibujos urbanos en gran medida realizados por los ingenieros militares; es de suponer que muchos de esos documentos serían posteriormente utilizados por Francisco Coello para la formación de su atlas.

<sup>35</sup> J. ORTEGA VIDAL y J. F. MARÍN PERELLÓN, 2005.

<sup>36</sup> J. L. SANCHO GASPAS: «La colección de relieves de las fortificaciones del Reino y el “modelo” de la ciudad de Cádiz», en *Francisco Sabatini*, Madrid, Electa, 1993, pp. 510-511.

<sup>37</sup> F. MARÍAS FRANCO: «El Escorial entre dos Academias: juicios y dibujos», *Reales Sitios*, 149 (2001), pp. 2-19; D. RODRÍGUEZ RUIZ: *La memoria frágil: José de Hermosilla y las Antigüedades Árabes de España*, Madrid, Fundación Cultural COAM, 1992.

<sup>38</sup> Un importante elenco de dibujos tanto de levantamientos como de proyectos se puede consultar en el «Inventario de los dibujos de arquitectura de los siglos XVIII y XIX en el Museo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando», publicado por C. HERAS y S. ARBAIZA en cinco entregas de la revista *Academia*: I, n.º 91 (2000), pp. 79-237; II, n.ºs 92-93 (2001), pp. 103-271; III, n.ºs 94-95 (2002), pp. 103-254; IV, n.ºs 96-97 (2003), pp. 141-279, y V, n.ºs 98-99 (2004), pp. 121-271.



**3.6. Proyecto de Teatro para la Corte, Juan José Fornés y Rabanals 1850:** Como testimonio de la prueba de pensado para la obtención del título de arquitecto perteneciente al plan antiguo, anterior a la Escuela Especial de Arquitectura creada en 1845, se reproduce aquí uno de los cuatro planos presentados por el aspirante natural de Valencia, que obtendría el aprobado en la Junta General del 15 de febrero de 1850. Tiene interés observar que, junto al alzado y sección del edificio, es objeto de atención específica a mayor escala la estructura metálica; esta aparece definida tanto en su conformación general como en los detalles constructivos correspondientes a los nudos con sus elementos de enlace. Ante la visión de este tipo de documentos, conservados en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando en Madrid hasta 1857, hay que lamentar la pérdida de los archivos de la Escuela de Arquitectura de Madrid durante la Guerra Civil, pues resulta difícil observar la evolución de las soluciones constructivas en el ámbito arquitectónico en la segunda mitad del siglo XIX.

Desde la perspectiva europea y en parte española, el levantamiento de edificios tendría un constante desarrollo con los trabajos de estudio y documentación ligados a los pensionados, iniciados con cierta intensidad, sobre todo en Roma, desde el siglo anterior. En este sentido, también significó un importante impacto la convulsión napoleónica, que, combinada con la atonía fernandina, hizo desaparecer la figura del arquitecto pensionado en nuestro país hasta que se volviera a activar con la nueva Escuela de Arquitectura. No obstante, desde el punto de vista editorial, estas dinámicas propiciaron la aparición de nuevas publicaciones eminentemente gráficas sobre la arquitectura, como las de Percier y Fontaine o la monumental obra sobre la *Descripción de Egipto*, las cuales abrirían nuevos caminos temáticos y de estilo gráfico que servirían como precedente a obras tan importantes para la historiografía de la arquitectura como las de Luigi Canina o Paul Marie Letarouilly.

Mientras que este tipo de obras, en las que predomina un enfoque estrictamente disciplinar del dibujo, tardaría en consolidarse en España, hay que señalar en este punto otro tipo de aportaciones gráficas que conocerían un notable desarrollo en esta primera mitad de siglo. Nos referimos a las aproximaciones que podríamos adjetivar como románticas; en ellas se va a gestar una nueva manera de contemplar la historia, asociada a un tipo de dibujo más basado en el apunte perspectivo y de ambiente, ligado a cierta ensoñación literaria<sup>39</sup>. Todo este conjunto de imágenes, con mayor protagonismo de la línea en las aproximaciones disciplinares y con la necesaria contribución de los tratamientos superficiales de textura y claroscuro en las segundas, tendrían que ser contemplados además en relación con los progresos sobre los métodos de realización del dibujo y con los avances en los procesos de reproducción ligados a la edición de publicaciones.

#### **II.4. Aspectos instrumentales sobre la producción y edición del dibujo**

Durante esta primera mitad del siglo XIX se va a producir un conjunto de circunstancias que significarán la base para una serie de avances en el dibujo y las artes gráficas, que se consolidarán definitivamente a lo largo de la centuria. Estos progresos tendrán dos facetas complementarias: una de ellas será la que actualice y mejore los recursos en cierta medida tradicionales, mientras que la otra estará en relación con procedimientos novedosos en la historia del dibujo, como ocurrirá con la paulatina incorporación de la fotografía y los métodos de documentación de ella derivados.

Empezando por el principio, tanto del siglo como del dibujo, un aspecto de cierta importancia se va a centrar en la evolución en la industria del papel. Es en los primeros años de la centuria cuando la fabricación del mismo supera los límites tradicionales asociados a los formatos clásicos y se consiguen tamaños de papel continuo hasta entonces nunca alcanzados<sup>40</sup>. En coincidencia con este aspecto cuantitativo, aparecerán también adelantos cualitativos al diversificarse progresivamente los soportes del dibujo, lo que significará cambios en las técnicas de ejecución y reproducción, basadas estas últimas hasta el momento en el estarcido o el calco directo<sup>41</sup>. El progresivo desarrollo administrativo de los expedientes de proyecto, con la conse-

<sup>39</sup> Á. ISAC, 1987, y J. ARRECHEA MIGUEL, 1989.

<sup>40</sup> El inicio del uso de rodillos se suele establecer en 1799, en relación con L. Robert. Las marcas de papel habituales eran las extranjeras, entre las que destacaban las casas Whatman's y Cottam's. Las denominaciones y los formatos habituales, expresados en pulgadas (1 pulgada = 2,49 cm), eran los siguientes: Emperor, 68 x 48; Antiquarian, 53 x 31; Double Elephant, 40 x 27; Atlas, 34 x 26; Columbia, 35 x 23,5; Elephant, 28 x 23; Imperial, 30 x 22; Royal, 24 x 19,25; Medium, 22,75 x 17, y Demy, 20 x 15,25.

<sup>41</sup> Consistía el primero en la perforación del papel con agujas para trasladar los puntos significativos, mientras que el segundo se basaba en el uso de cristales a contraluz para permitir cierta transparencia en los papeles, que normalmente eran de bastante cuerpo. También existían las cuadrículas y los pantógrafos.

cuenta necesidad de un número creciente de ejemplares, significaría a lo largo del siglo la necesidad de agilizar la realización de copias, lo que se conseguirá a través de ingenios mecánicos de transferencia o mediante la disponibilidad de papeles con mayor grado de transparencia<sup>42</sup>.

Al igual que ocurrió con la evolución de la cartografía, y en relación parcial con ella, la convulsión napoleónica significó un notable impulso de los centros de fabricación de instrumentos de medición y dibujo del continente europeo, que competirían progresivamente con los establecidos en las Islas Británicas. Muchas de las marcas clásicas de instrumentos de dibujo, aún en pleno funcionamiento a finales del siglo xx, deben su nombre a los apellidos de los fabricantes que iniciaron su producción durante los primeros decenios del siglo; entroncando con las tradiciones desarrolladas en torno a Suiza, Austria y partes de lo que luego sería Alemania, la elaboración de instrumentos básicos de trazado como lápices, tiralíneas y compases experimentarán un desarrollo en la versatilidad y la precisión que hasta entonces no había sido alcanzado<sup>43</sup>.

En este período se va a desarrollar el conjunto de ayudas instrumentales de apoyo al trazado; los sistemas clásicos para dibujar horizontales y verticales van a conocer una diversificación en ingenios que se extenderán igualmente al trazado de curvas más o menos complejas. En este sentido, valga el ejemplo de la evolución del elipsógrafo para perfeccionar los modelos ya existentes, en relación con los avances y la extensión de las aplicaciones de la perspectiva isométrica a través de las publicaciones antes reseñadas.

Pero tal vez el apartado más intenso y atractivo en esta primera mitad del siglo lo constituya el conjunto de desarrollos de los instrumentos que asocian la visión humana, el *ver*, a las potencialidades del *medir* y *dibujar* la realidad circundante. Aunque, en general, los principios y las aplicaciones a través de diversos ingenios eran ya conocidos, se produce en primer lugar una serie de perfeccionamientos en la estructuración y la fabricación de los componentes, como es el caso de la cámara lúcida patentada por W. H. Wolaston en 1806 o del «telescopio gráfico» de Cornelius Varley, patentado en 1811. Estos aparatos, en unión con otros ya existentes, como los diversos «siluetógrafos», significaron a su vez una relación de causa-efecto con el desarrollo y la potenciación del dibujo lineal de contorno y silueta, que derivaría hacia la creación de un auténtico estilo.

Igualmente interesante sería la evolución paralela de la cámara oscura hacia la fotografía. Aunque el hecho de capturar la luz externa a través de un orificio en un compartimento aislado de la misma era sobradamente conocido desde la Antigüedad

---

<sup>42</sup> Desde los tratamientos con aceites hasta los papeles tela, que ya aparecen en proyectos hacia mediados de siglo, pasando por los papeles de croquis y los vegetales, este aspecto de la transparencia resulta de cierto interés.

<sup>43</sup> Tales serían los casos de Jacob Kern en Aarau (1819), Thomas Haff e hijos, que fundarán Gebrüder Haff en 1835, o Clemens Riefler en Nesselwang, Baviera (1841).

y se utilizaba como ayuda y apoyo al dibujo al menos desde el siglo xvii, la gran novedad de la fotografía consistirá en la transferencia directa de la imagen sobre el papel a través de una reacción química. Estas experiencias van a suponer un avance de la aproximación científica de la representación, basada en el concepto de objetividad, cuyas aplicaciones e implicaciones aún estamos desarrollando<sup>44</sup>. Otro desarrollo de gran interés y espectacularidad se centrará en torno al fenómeno de la estereoscopia. Con las referencias básicas de Brewster y Wollaston en relación con la visión binocular y los ingenios que procuran una ilusión tridimensional a partir de dos imágenes planas producidas con ciertas condiciones, se inicia una doble faceta gráfica de gran atractivo. La primera, de una aproximación lúdica y festiva, supondrá una extensión de lo gráfico a un público muy amplio. La segunda, en relación con el paralelo desarrollo de la fotografía, producirá en las últimas décadas del siglo una auténtica derivación científica de la representación que se conocerá finalmente como *fotogrametría estereoscópica*, sobre la que luego volveremos.

Relacionado en parte con este aspecto podríamos reseñar finalmente el apartado de las técnicas de reproducción editorial, que van a experimentar un intenso desarrollo a lo largo del siglo. Aunque la gran eclosión en este sentido se producirá en la segunda mitad del mismo, hay que señalar aquí el incipiente desarrollo de las revistas ilustradas, que van a constituir un fenómeno realmente singular, unido a los consecuentes avances de los sistemas de transferencia y reproducción de imágenes, como es el caso de la litografía, que permitirá la progresiva incorporación del color tanto en obras gráficas de carácter general como en las relativas al mundo de la construcción.

Frente a los avances europeos en las tecnologías del dibujo, el panorama español en esta primera mitad del siglo resulta en general un tanto desolador. La incipiente producción antes reseñada conoció un claro estancamiento que tan solo sería ligeramente superado en las últimas décadas de la centuria<sup>45</sup>.

### III

#### EL DIBUJO EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XIX

La diversificación o escisión del dibujo entre la arquitectura y las obras públicas va a ser un hecho consumado al final de las décadas del Ochocientos. En este final del recorrido van a confluir tanto las facetas docentes como la casi definitiva especializa-

---

<sup>44</sup> Sobre el desarrollo de la fotografía en España, G. F. KURTZ, 2001.

<sup>45</sup> Resulta sorprendente la penuria de medios disponibles en las operaciones de levantamiento del plano de Madrid, donde los ingenieros tienen que pedir prestado un teodolito para iniciar sus operaciones. Habría que suponer que estos instrumentos eran de fabricación extranjera. Sobre la producción nacional las referencias son mínimas; el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología conserva un grafómetro de hacia 1820 fabricado en Cartagena por Vicente Comas que era propiedad del arquitecto Pedro Serra Bosch.



ción de los cometidos de arquitectos e ingenieros. Desde una visión un tanto cruda y simplificadora, tal y como hoy ocurre, el dibujo se mantendrá como una seña de identidad de los arquitectos y quedará como un conocimiento un tanto marginal o puramente instrumental para los ingenieros.

En una observación algo más matizada, esta escisión podría estructurarse a su vez en varias etapas, jalonadas por los fallidos intentos de las escuelas preparatorias de 1848-1854 y 1886-1892, y entreveradas al mismo tiempo por los contenidos específicos de dibujo en cada carrera y los sucesivos decretos reguladores de las atribuciones. En esta lucha de competencias, aunque en grado menor, también habría que tener en cuenta las disposiciones sobre los títulos de maestro de obras, aparejador, sobrestante y director de caminos vecinales, que implicaban asimismo cierto conocimiento gráfico en relación con determinadas atribuciones para intervenir en la construcción del marco físico.

### **III.1. *Evolución de las instituciones: el dibujo, entre la formación, las atribuciones y las publicaciones***

Tras las incipientes etapas de la formación gráfica en las escuelas de Caminos y Arquitectura que iniciamos en el apartado anterior, observaremos a continuación los cambios operados tanto en el ámbito de las mismas como en su correlato de atribuciones profesionales. En este último aspecto habría que destacar ahora la importancia del Real Decreto de 10 de octubre de 1845, coincidente en el tiempo con la apertura del primer curso de la nueva Escuela de Arquitectura, por el que se regulaba la promoción y la ejecución de las obras públicas, potenciando la figura del ingeniero y relegando la del arquitecto.

Desde esta visión combinada de formación y atribuciones entre ingenieros y arquitectos, el ensayo de la primera Escuela Preparatoria (1848-1856) supone una referencia de gran interés en el conjunto de acontecimientos en torno a mediados de siglo. Este ensayo de preparación común de dos años para arquitectos, ingenieros de caminos y de minas combinó una vocación politécnica de racionalidad en la base de las enseñanzas con una estrategia económica de reducción de costes de la docencia. En este precario equilibrio se manifestaron las contradicciones entre la arquitectura y la ingeniería, lo que dio al traste con un ensayo de ocho años de duración. Tras su fracaso, las consecuencias de la gran reforma educativa de Claudio Moyano, iniciada en 1857, van a significar la independencia de la Escuela de Arquitectura; a pesar de que la Academia seguía otorgando y registrando los títulos, la Escuela gozaba ya de autonomía en sus planteamientos docentes.

Otro aspecto importante del marco institucional en estos años se centra en la adscripción ministerial de las estructuras docentes<sup>46</sup>. En relación con estos cambios de

<sup>46</sup> En este sentido habría que destacar la creación del Ministerio de Fomento (R. D. 20-X-1851), del cual dependerían las escuelas, y la de la Dirección General de Instrucción Pública, que tuvo lugar en 1857. Hay que mencionar también la reorganización de la Junta Consultiva de Caminos, ya que

mediados de siglo también conviene atender tangencialmente a la formación y las atribuciones de profesiones colaterales en el ámbito de la construcción, como la de maestro de obras, que, en unión con las academias y escuelas de dibujo provinciales, serían objeto de reforma por Real Decreto de 31 de octubre de 1849<sup>47</sup>.

A pesar de todos estos cambios en el marco institucional, podríamos observar la relativa inercia de la enseñanza y el aprendizaje del dibujo en los diversos centros. Salvando pequeñas diferencias, casi siempre se produce una estructura básica parecida, en la que la geometría descriptiva y la topografía aparecen en la base de todas estas formaciones. Las diferencias se establecerían en los distintos énfasis y grados de dificultad de cada una de ellas. Este principio básico es el que parece subyacer en la intención de la Escuela Preparatoria, aunque, según parece, sus ambiciones de equilibrio no resultaron satisfactorias para todos; desde el punto de vista gráfico se entendía así una formación propedéutica en la que a la Geometría Descriptiva y la Topografía se añadían asignaturas de Lavado aplicado a los órdenes con algunas notas sobre Geodesia y Dibujo de Paisaje. Tal vez resultara algo excesivo este énfasis gráfico para los ingenieros, del mismo modo que la queja por parte de la arquitectura se establecía desde la intensidad exigida en las asignaturas científicas en detrimento de las artísticas.

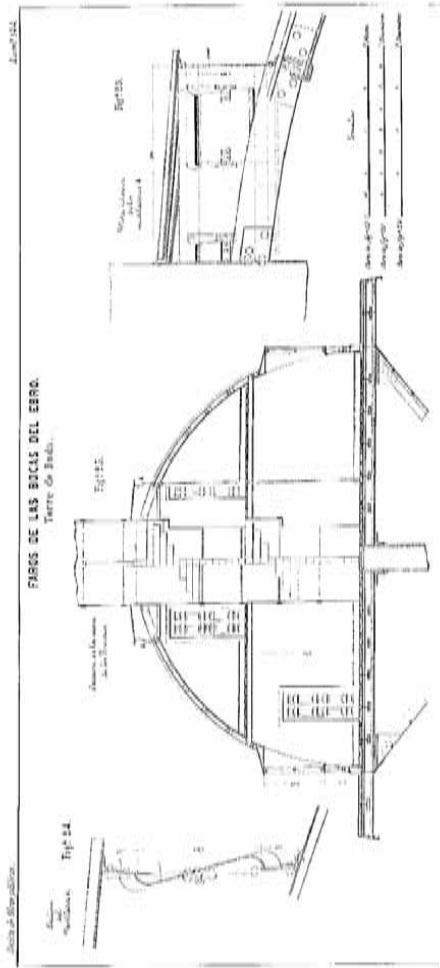
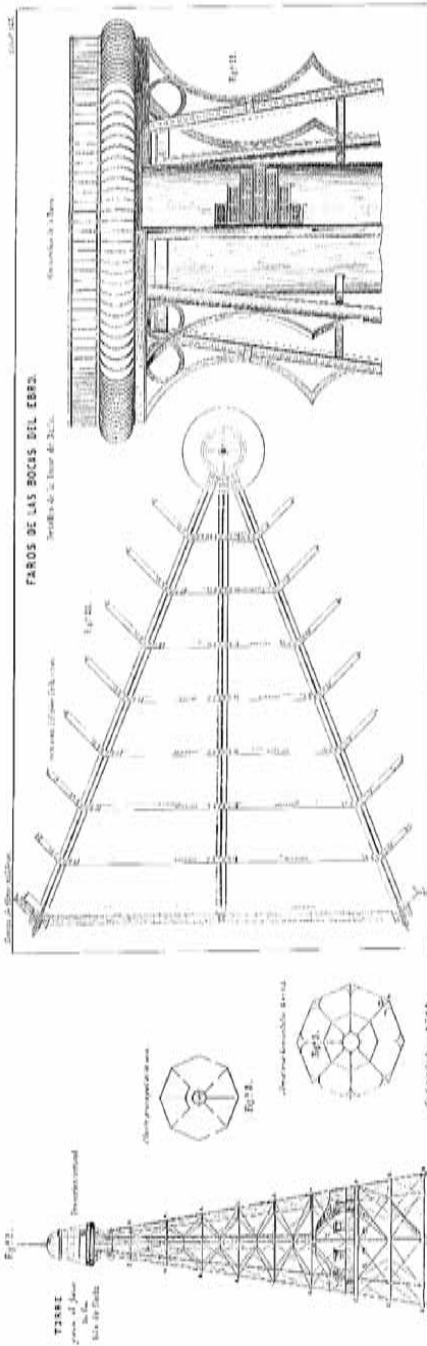
A partir de 1857 las escuelas de Arquitectura y Caminos asumieron en su integridad la formación gráfica de sus estudiantes y ambas quedaron con plena libertad para adecuarla a sus fines específicos. En términos generales, los principios básicos continuaron descansando en la Geometría y la Topografía, y la formación arquitectónica se amplió con materias alusivas específicamente al dibujo (Copia del Yeso, Detalles, Conjuntos, etc.), mientras que en los estudios de Caminos el dibujo se enfocaba en todos los cursos como trabajos de aplicación de las diversas asignaturas hasta los años de la Restauración monárquica.

En todo este proceso habría que observar que los profesores a cargo de la enseñanza gráfica fueron perdiendo el perfil especializado, tal vez en relación con el menor prestigio de estas enseñanzas. En la Escuela de Arquitectura, con la excepción de la constante dedicación de Juan Bautista Peyronnet a la enseñanza de la Geometría Descriptiva y a la Estereotomía, la enseñanza del dibujo fue descansando progresivamente en la nueva figura del ayudante de clases artísticas (Mendívil, Aguilar, Coello...),

---

el negociado de Caminos Vecinales se incorporó al Ministerio de Fomento. Esta nueva junta superpondrá parte de sus atribuciones sobre las ciudades con las de la nueva Junta Consultiva de Policía Urbana (4-VIII-1852), dependiente del Ministerio de Gobernación; siete años después la nueva junta añadiría a sus atribuciones el apartado de «edificios públicos» (17-VIII-1859), hasta que finalmente fue suprimida por Real Decreto de 22 de marzo de 1865.

<sup>47</sup> El ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas Manuel Seijas Lozano plantea un enfoque económico y productivo de estos centros en el que se distinguen academias de primera clase, como las de Barcelona, Valencia, Valladolid y Sevilla, y de segunda, como las de Bilbao, Cádiz, La Coruña, Granada, Málaga, Oviedo, Palma de Mallorca, Santa Cruz de Tenerife y Zaragoza. Existirían además las escuelas de dibujo, pero tan solo habría sección de arquitectura en las de primera clase.



3.7. Faro de Buda en Tarragona, planos del proyecto por Lucio del Valle, 1861: Como ejemplo significativo de las nuevas posibilidades que brinda la construcción metálica se ofrecen aquí algunos de los dibujos del proyecto del faro de 51,5 metros de altura, publicados en la Revista de Obras Públicas. Desde el punto de vista del dibujo se evidencia que las nuevas exigencias en la definición del proyecto hacen imprescindible el intenso desarrollo del detalle constructivo. En un sentido complementario, habría que resaltar el carácter novedoso y en gran medida aventurero de abordar la construcción realizada entre los años 1860 y 1864 con una tecnología escasamente conocida, piezas importadas de la fábrica de John Henderson Porter en Birmingham y una puesta en obra en muy difíciles condiciones. Dañado y reparado en la Guerra Civil, el faro desapareció definitivamente el 24 de diciembre de 1961.

que se ocupaba preferentemente de los cursos inferiores de la carrera y de cubrir las ausencias de los catedráticos de las asignaturas de los cursos superiores, como Análisis de Edificios, Historia y Composición, ocupadas durante décadas por Álvarez-Bouquel, Jareño y Gándara, materias en las que, no obstante, el dibujo formaba parte esencial de las enseñanzas. Algo parecido ocurría en la Escuela de Caminos, en la que la formación gráfica en unión con la asignatura de Arquitectura tendía a ser ocupada por figuras de doble perfil ingeniero-arquitecto (Valle, Saavedra, Carderera, etc.).

Tras las convulsiones del período 1868-1875, con sus consecuentes cambios de planes oscilantes entre la libertad, el desorden y la restauración, estas tendencias de especialización de las enseñanzas gráficas arquitectónicas y las de un enfoque algo más difuso y de aplicación en el ámbito de la ingeniería se fueron afianzando progresivamente, hasta el nuevo intento, también fallido, de la segunda Escuela Preparatoria (1886-1892). De esta manera, en la Escuela de Arquitectura el número de profesores interinos y ayudantes fue aumentando, de modo que se consolidaron y al mismo tiempo se crearon cátedras específicas de dibujo, como la mezcla de Estereotomía, Perspectiva y Sombras (Urquiza, Fernández Casanova), la de Topografía (Aguilar, Pagasartundúa, Ruiz de Salces, Repullés) o las de nueva creación, como las de Copia del Yeso y Modelado en Barro, en intensa relación con las características personales de Arturo Mélida Alinari (1849-1902)<sup>48</sup>. Conviene recordar en este punto la definitiva consolidación de la Escuela de Arquitectura de Barcelona, que, desde 1875 y a salvo de las tensiones surgidas con la aplicación de la segunda Escuela Preparatoria, gozaría de su anhelada autonomía<sup>49</sup>.

Estas visiones del dibujo desde los planteamientos docentes deberían ser complementadas con el doble correlato gráfico de las publicaciones o textos de apoyo y con los ejercicios realizados en el ámbito académico. En lo que al segundo aspecto concierne hay que lamentar la pérdida casi total de los archivos de la Escuela de Arquitectura, hecho que no permite la comprobación afinada de los aspectos aquí tratados<sup>50</sup>. Este corpus académico sí parece existir en los archivos de la Escuela de Caminos, y merecería ser objeto de una atención específica. Tampoco se conservan grandes referencias en el apartado de los textos docentes realizados por los profesores, cuyas enseñanzas descansaban en gran medida en lo que hoy llamamos *clases presenciales*<sup>51</sup>. Este sistema se apoyaba en ediciones extranjeras, pues existían pocas obras naciona-

<sup>48</sup> P. NAVASCUÉS PALACIO: «Arturo Mélida Alinari, 1849-1902», *Goya*, 102 (1972), pp. 243-241.

<sup>49</sup> *Exposició commemorativa del centenari de l'Escola d'Arquitectura de Barcelona, 1875-1975* (1975).

<sup>50</sup> Esta comprobación tan solo se puede realizar en parte a través de los ejercicios conservados en la Academia de San Fernando para la obtención del título.

<sup>51</sup> En este sentido, tiene interés el texto de 1852 conservado en el archivo de la RABASF con la referencia 5-69-5: *Principios y leyes de perspectiva aérea aplicables al dibujo arquitectónico y topográfico, tanto al claro oscuro como al colorido, y de la elección y composición de las tintas en este último caso*. Está firmado por Aníbal Álvarez, Juan de Madrazo y Antonio Conde.

les específicas sobre dibujo, más allá de las genéricas sobre geometría y topografía. Al igual que ocurría con el desarrollo de la carrera, habría que destacar un conjunto de publicaciones más generales, normalmente escoradas hacia los tratados de construcción, obras en las que el dibujo se erigía en uno de sus principales sustentos narrativos. En este sentido, además de la relativa vigencia de los libros de Rondelet y Durand, habría que destacar la nueva referencia de la segunda mitad siglo en la obra del profesor de la Escuela Politécnica de París Leonce Reynaud (1803-1880) editada entre 1850 y 1858.

En lo que respecta a las publicaciones nacionales<sup>52</sup> y además de las mencionadas anteriormente, podríamos destacar aquí la traducción del tratado de construcción de John Millington (editado en Filadelfia en 1839), realizada por el mariscal de campo Carrillo de Albornoz en 1848, las obras de Celestino Espinosa (1859), Nicolás Valdés (1859), José de Manjarrés (1874), José Antonio Rebolledo (1875) y Bernardo Portuondo (1877). La autoría de estas obras correspondió a ingenieros militares y de caminos, mientras que las publicaciones de los arquitectos se ciñen a las de Matías Laviña (1850, 1858)<sup>53</sup>, teniendo que esperar a los últimos años del siglo para ver publicadas las atractivas aportaciones sobre la estereotomía del arquitecto catalán y profesor de la Escuela de Barcelona Antoni Rovira y Rabasa (1898, 1899 y 1900).

### III.2. *El nuevo marco del urbanismo*

La segunda mitad del siglo XIX va a suponer un intenso desarrollo del dibujo de levantamiento, entendido este en su más amplio registro, esto es, la aplicación del mismo a la traducción y el reflejo de la realidad existente para operar con ella atendiendo a distintas finalidades. En términos gráficos, esta tónica general se diversificaría en función del concepto de la escala, y en función de ella se jalonarían las distintas aplicaciones temáticas. Podríamos distinguir así los enfoques ligados a las grandes escalas de la cartografía y el territorio, los propios de la ciudad y los conjuntos urbanos o los encuadres más cercanos ligados a las construcciones concretas hasta llegar a los detalles constructivos de las mismas. Todos ellos en su conjunto evidenciarían la necesidad sentida de operar mediante el dibujo para conocer y diagnosticar las distintas facetas de lo existente, y ese mismo soporte o entramado gráfico serviría para operar, acto seguido, con los distintos proyectos, cuya finalidad estribaría en modificar esa realidad de partida.

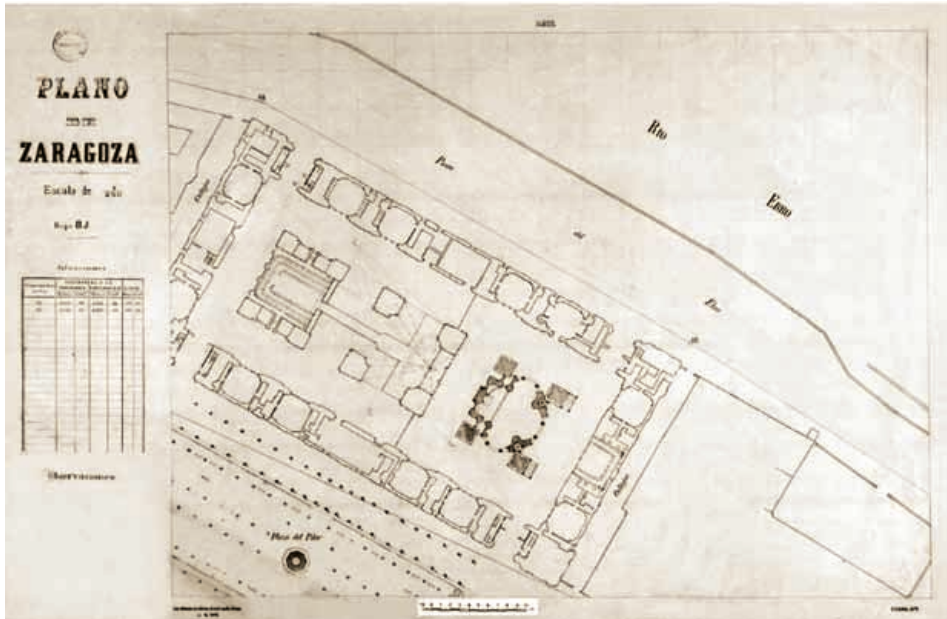
Esta relación entre levantamiento y proyecto conocerá a su vez distintas intensidades en función de estos enfoques o escalas temáticas. Aparecería así una relación más débil en el apartado de la cartografía, que llegaría a su máxima intensidad en las aplicaciones relacionadas con la intervención en el patrimonio existente. Pero intere-

---

<sup>52</sup> Conviene destacar aquí la importante labor del profesor de la ETSAM Santiago Huerta en relación con la Sociedad Española de Historia de la Construcción; todos los textos mencionados a continuación están disponibles en la Red en la sección «Fuentes para la historia de la construcción».

<sup>53</sup> J. GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO, 2010.

## Madrid 1872-1874



**3.8. Planos de Madrid y Zaragoza del último cuarto del siglo XIX:** Este período supone un momento de esplendor nacional en la producción de planimetrías urbanas. No obstante, su situación intermedia entre la cartografía y la arquitectura ha significado una escasa valoración general que merece ser resaltada. Esta labor es en gran medida producto de una serie de esfuerzos colectivos, entre los que habría que recordar el empuje inicial de Francisco Coello y su ambicioso proyecto geográfico-catastral, rápidamente derivado a las producciones del Instituto Geográfico y Estadístico dirigido por Carlos Ibáñez de Ibero. El plano de Madrid de 1872-1874 es el paso a limpio de las labores previas iniciadas por la Junta de Estadística a la escala de 1:500, reducida a la de 1:2.000 mediante el cuidado grabado de Reimoso. El plano de Zaragoza de 1880, dirigido por el ingeniero geógrafo Dionisio Casañal Zapatero (n. 1846), es un sorprendente documento realizado en 249 hojas a escala 1:250, en el que se representan con gran calidad de detalle los edificios más importantes de la ciudad; en la hoja aquí reproducida aparece un fragmento de la basílica del Pilar con la capilla.

sa ahora destacar ese enfoque o encuadre intermedio entre ambos, que va a suponer un intenso campo de aplicación del dibujo y el proyecto, acotando un ámbito de conflicto de intereses y atribuciones entre arquitectos e ingenieros; nos referimos al intenso desarrollo de la nueva ciencia urbana o a la génesis de lo que hoy conocemos como *urbanismo*.

Ya que el ámbito de la cartografía es objeto de estudio específico en este mismo tomo, señalaremos tan solo su importancia estratégica en la planificación de los grandes temas relativos a las divisiones administrativas nacionales, relacionadas a su vez con las cuestiones de transporte y aguas y a los asuntos urbanos. En este sentido resulta de gran importancia la secuencia de transición entre la Comisión General de Estadística del Reino (1856), la Junta General de Estadística (1861) y el Instituto Geográfico y Estadístico (1870), ligados a las figuras personales de los ingenieros militares Francisco Coello de Portugal (1822-1899)<sup>54</sup> y Carlos Ibáñez de Ibero (1825-1891)<sup>55</sup>. Entre ambas, y en lo que afecta a la enseñanza y la aplicación gráfica, habría que recordar en este punto la Escuela Práctica de Ayudantes para la Medición del Territorio (1859), creada ex profeso a la par que la ley general de medición del territorio nacional<sup>56</sup>.

Volviendo a enlazar con nuestro discurso específico, recordemos que entre 1840 y 1846 los ingenieros de caminos Ribera, Merlo y Gutiérrez ya habían producido un plano de Madrid a la escala de 1:1.250. Es muy probable que esta obra sirviera de referencia para las sucesivas reales órdenes de 1846 y 1848 relativas a la producción de los planos geométricos de población, normalmente incumplidas por los diversos municipios. Se trataba en definitiva de evidenciar la necesidad de unos documentos precisos sobre el estado de las ciudades y las poblaciones para establecer en cada caso el proyecto de planificación de las mismas.

Nos encontramos así ante un nuevo ámbito de actuación en el que se aúnan muy diversas cuestiones entrelazadas, que afectarían además a las atribuciones respectivas de los arquitectos y los ingenieros. Como parte ineludible de esta planificación urbana no habría que olvidar además las necesarias dotaciones de abastecimiento y evacuación de las aguas, así como las redes y elementos del transporte, o los nuevos servicios de suministro de gas, electricidad o telegrafía. Esta nueva dinámica de la segunda mitad del siglo XIX tendría su reflejo en los distintos planes de estudio que tratarían de actualizar y reclamar tanto la Escuela de Arquitectura como la de Caminos.

<sup>54</sup> J. M. MARTÍN LÓPEZ: *Francisco Coello: su vida y su obra*, Madrid, Ministerio de Fomento, 1999.

<sup>55</sup> C. MARTÍNEZ UTESA: *Ciencia y milicia en el siglo XIX en España: el general Ibáñez de Ibero*, Madrid, Instituto Geográfico Nacional, 1975.

<sup>56</sup> Dirigida inicialmente por el ingeniero de montes Agustín de Pascual, cambiaría su nombre dos veces: Escuela Especial de Ayudantes de Topografía Catastral (1861) y Escuela Especial del Catastro (1865); desaparecería como tal en 1869. L. URTEAGA: «La Escuela del Catastro», en *150.º aniversario de la creación de la Comisión de Estadística General del Reino*, Madrid, Instituto General de Estadística, 2007 pp. 267-286.

La aplicación del dibujo al reflejo y al proyecto de la ciudad será así uno de los nuevos grandes temas iniciados en la segunda mitad del Ochocientos, en evidente relación con los procesos demográficos y las dinámicas de la nueva sociedad industrial. Y en este proceso se van a superponer en gran medida los temas de la arquitectura y la obra pública desde sus diversas angulaciones. Para comprobar este hecho, podemos contemplar someramente los dos grandes hitos iniciales centrados en los ejemplos de Madrid y Barcelona, ligados a las figuras del arquitecto e ingeniero andaluz Carlos María de Castro (1810-1893) y al ingeniero catalán Ildefonso Cerdá (1815-1876). Mientras que el primero obtiene su título de arquitecto por la Academia en 1833, accede posteriormente a la ingeniería en relación con Larramendi y alcanza el grado de ingeniero de primera clase en 1853, y en 1856 el encargo de redactar el anteproyecto de ensanche de Madrid, que sería finalmente aprobado en 1860, Cerdá inicia su formación en Barcelona en 1831, con intereses algo dispersos entre la náutica, las matemáticas, el dibujo y la arquitectura, y acude a Madrid en 1836 para iniciar sus estudios de ingeniero, que finalizará en 1841. En cierto paralelismo con el proceso madrileño, el plan de ensanche de Barcelona estará redactado en 1859.

Atendiendo a nuestro particular enfoque, la relación de Cerdá con el proyecto de ensanche se inicia en 1854, cuando se le encarga la redacción del plano topográfico de los alrededores de Barcelona y entrega al mismo tiempo un anteproyecto de ensanche. El proyecto de Cerdá se antepuso finalmente a las propuestas de arquitectos como Miquel Garriga Roca (1808-1888) y Antoni de Rovira Trías (1816-1889), quienes a su vez habían abordado diversos planos de levantamiento de la ciudad. El caso de Madrid es en cierta manera simétrico, pues Castro utiliza el levantamiento previo de la ciudad, realizado por los ingenieros Ribera, Merlo y Gutiérrez, y adjunta el plano topográfico de los alrededores una vez encargado el anteproyecto de ensanche.

Arquitectos e ingenieros rivalizaron así sobre la nueva área temática, en la que el dibujo topográfico adquirió un papel relevante como instrumento básico de la gestión de la ciudad y del territorio. En este sentido, sería interesante realizar un estudio comparativo de los procesos de ensanche de las distintas ciudades españolas que se desarrollarían a lo largo de las siguientes décadas hasta adentrarse en el siglo xx<sup>57</sup>. No obstante, la complejidad inherente a la planificación urbana y territorial resultaría a la postre un campo tan amplio que daría lugar a que cada profesional acabara encontrando un ámbito preferente de actuación<sup>58</sup>. En términos generales, los arquitectos se situarían en

---

<sup>57</sup> Podemos mencionar aquí complementariamente los casos de San Sebastián y Bilbao. Véase A. MARTÍN RAMOS: *Los orígenes del ensanche Cortázar de San Sebastián*, Barcelona, Fundación Caja de Arquitectos, 2004.

<sup>58</sup> Esta división de misiones también acabaría afectando a su correlato de división administrativa. En este sentido resulta de interés la legislación del 1 y el 4 de julio de 1881, mediante la cual se establecen las competencias de los ministerios de Fomento y Gobernación sobre las construcciones civiles y las poblaciones.



el arco entre la arquitectura y la ciudad, mientras que los ingenieros, partiendo de la ciudad, acabarían ocupándose de las infraestructuras de la misma y abarcando casi en su totalidad la cuestión de la ordenación del territorio a través de las grandes decisiones sobre las redes de transporte de carreteras y ferrocarriles y las diversas estrategias sobre el agua de las redes fluviales y de los puertos marítimos. Como contrapunto final a esta visión general quedaría mencionar el caso de la Ciudad Lineal de Arturo Soria Mata (1844-1920), quien enlazaría al final del siglo los nuevos sistemas de transporte (el tranvía) con una nueva concepción de la ciudad; lamentablemente, el paso del dibujo a la realidad material resultó en gran medida decepcionante<sup>59</sup>.

### III.3. *Los nuevos temas y materiales*

Ceñidos a lo esencial de nuestro discurso, no pretendemos aquí abundar en una visión general sobre la conjunción de los materiales como el hierro y el cristal y las nuevas tipologías edificatorias surgidas de los grandes temas antes enunciados, sino preguntarnos sobre cuáles pudieron ser las relaciones entre estos asuntos y los aspectos gráficos a ellos ligados desde la doble visión de la arquitectura y la obra pública. En este sentido, se trataría de observar nuevamente con algo más de atención la triple faceta del dibujo atendiendo en primer lugar a la transmisión de los conocimientos tipológicos y constructivos a través de las publicaciones; en segundo lugar, a su estrategia docente en las escuelas, y finalmente, a sus aplicaciones o implicaciones en la vida profesional.

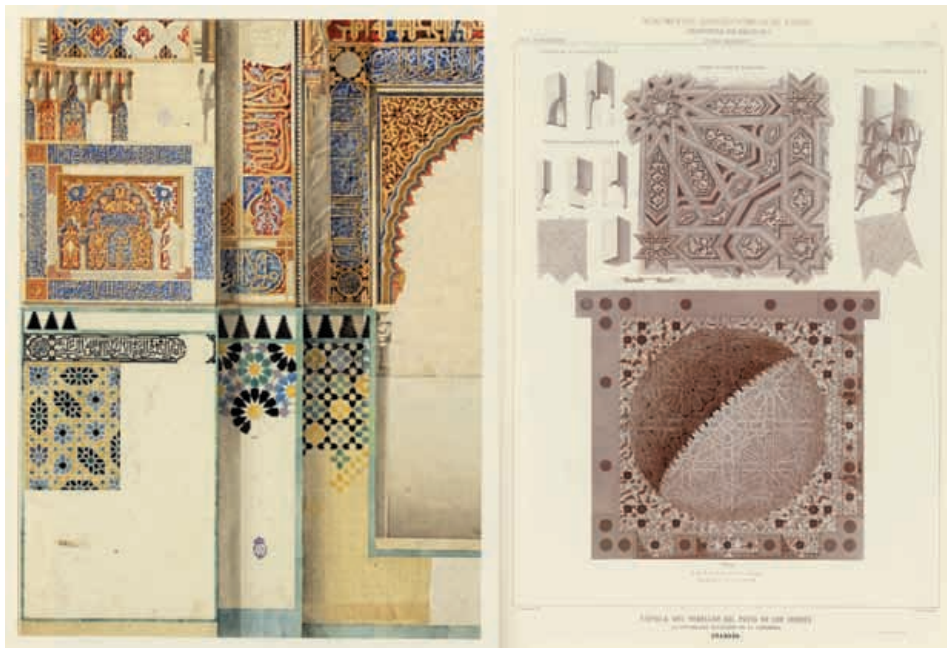
En lo que al primer apartado se refiere se puede observar a lo largo del siglo una progresiva intensificación y pormenorización de las nuevas aplicaciones del hierro a la construcción en general. Desde las descripciones genéricas del tratado de Rondellet, ceñidas en gran medida a ejemplos concretos de aplicación de la fundición, los tratados y las publicaciones como las de Reynaud irían aumentando y especializando su discurso gráfico en función de las nuevas estrategias de producción industrial y las tipologías o temas de nuevo desarrollo, cual sería el caso de las construcciones ferroviarias. Un paso posterior lo constituirían las reflexiones sobre el nuevo material y las nuevas estrategias de proyecto, tanto estilísticas como de planteamientos constructivos, surgidas de publicaciones como las de Viollet Le Duc.

Lógicamente, un recorrido similar se establece en las estrategias docentes de las escuelas, donde las enseñanzas un tanto genéricas sobre la construcción se irían especializando y diversificando paulatinamente en relación con las investigaciones y progresos de la mecánica y la resistencia de materiales. Desde nuestro punto de vista particular, habría que destacar dos aspectos de importancia: el desarrollo de los procedimientos de cálculo gráfico y la necesidad del dibujo de detalle. En este sentido, habría que resaltar el polivalente despliegue de la estereotomía, que, desde sus facetas tradicionales en relación con la piedra y la madera, tendría que ampliar su campo a la construcción metálica.

---

<sup>59</sup>J. R. ALONSO PEREIRA: *La ciudad lineal de Madrid*, Barcelona, Fundación Caja Arquitectos, 1998.

Estos aspectos gráficos incidirían finalmente en los procesos de producción del proyecto ligados a los nuevos temas y materiales; de alguna manera, la incorporación del hierro va a suponer un cambio o novedad importante en los procesos de definición gráfica de las construcciones, de donde va a surgir lo que habitualmente entendemos en la actualidad por *detalle constructivo*. Desde una visión general, hasta mediados del siglo XIX los planos de los proyectos se centraban básicamente en la definición general de las plantas y los alzados, y en ciertos casos incorporaban algunos perfiles o secciones. En realidad, no hacía falta mucho más, pues la construcción se concretaba mediante unos recursos tradicionales muy restringidos y compartidos por casi todos, y la definición se completaba mediante unas cláusulas contractuales escritas que podrían sintetizar lo que hoy conocemos como *pliego de condiciones, mediciones y presupuesto*. En todo caso, y ante algunas construcciones de mayor



**3.9. Dibujos de levantamiento realizados para el conocimiento y la difusión de nuestro patrimonio edificado: la Alhambra de Granada, 1859-1861:** Estos grabados o litografías se efectuaban a partir de dibujos preparatorios que eran posteriormente grabados o litografiados para la estampa de la serie Monumentos arquitectónicos de España. El primero de ellos es un ejemplo de los primeros realizados por el arquitecto Jerónimo de la Gándara (1825-1870) y refleja un aspecto parcial del mirador de Daraxa o Lindaraja, mientras que el segundo es el grabado debido a Joaquín Pi y Margall, en base al dibujo del arquitecto Nicomedes de Mendivil Cuadra; este último detalla uno de los pabellones del Patio de los Leones. Aunque la idea inicial sobre la producción de estos dibujos se basaba en los trabajos de los alumnos, fueron los profesores de la Escuela de Arquitectura y algunos otros profesionales los que finalmente acabaron realizando los planos utilizados como base para la publicación, por lo que obtuvieron ciertas remuneraciones.

enjundia, la escala de detalle se aplicaba a la definición morfológica de los elementos de ornato, como sería el caso de los órdenes empleados y sus molduraciones. Otro rango de detalle se establecería en la definición de la estereotomía, aspecto este que en el caso de las construcciones civiles era tradicionalmente abordado por los aparejadores o maestros de cantería.

La incorporación de la construcción metálica va a suponer así un nuevo rango de definición del proyecto que va a ser el detalle constructivo<sup>60</sup>. Ya no se trata de un ámbito compartido, sino de un saber nuevo, en gran medida especializado, tanto desde el conocimiento de los elementos disponibles por la producción industrial como desde las maneras de ser calculados en cuanto a su estabilidad y resistencia, así como en lo relativo a los modos de unión y puesta en obra. En el caso de España habría que observar además el atraso inicial en estos aspectos industriales y tecnológicos, que supondrían cierta dependencia de nuestros proyectistas con respecto a las producciones europeas.

Estos impulsos iniciales, unidos a otros tantos que no viene al caso pormenorizar aquí, fueron creando y consolidando cierta tradición local que supondría una extensión más general de estos sistemas al final del siglo; entonces se produjeron una serie de obras de mayor enjundia en los planteamientos y la resolución de los temas ligados a los nuevos sistemas constructivos. Como ejemplo podríamos citar el caso del arquitecto e ingeniero Alberto de Palacio Elisagüe (1856-1939), con su contribución al proyecto de la nueva estación ferroviaria de Atocha en Madrid (1888-1892) y el espectacular puente colgante de la ría de Bilbao (1889)<sup>61</sup>.

#### III.4. *El registro gráfico y la intervención en el patrimonio*

La segunda mitad del siglo XIX va a suponer el desarrollo de una faceta de aplicación del dibujo que hasta entonces era muy escasa en España. Nos referimos a la documentación gráfica del patrimonio edificado abordada desde una voluntad sistemática e institucional. Frente a los intentos episódicos antes mencionados, los últimos decenios del siglo van a conocer dos frentes o estrategias de trabajo complementarias: la primera, el registro gráfico como fin en sí mismo considerado, y la segunda, la incipiente asunción de los problemas de conservación e intervención en ese mismo patrimonio.

Las bases o fundamentos próximos de estas estrategias se producen en la mitad de los años cuarenta del siglo, época en la que casi coinciden la creación de las comisiones de monumentos (1844) y la de la Escuela de Arquitectura (1845). A partir de entonces se manifiesta la preocupación específica por el estudio y la difusión de nuestra historia artística, al tiempo que se sientan las bases para establecer los procedimientos de protección y actuación sobre los bienes muebles e inmuebles. Como casi

<sup>60</sup> S. LLORENS CORRALIZA, 1992.

<sup>61</sup> A. PÉREZ TRIMIÑO: «Puente Vizcaya, de una idea en papel a una realidad en tierra firme», *Sancho el Sabio*, 27 (2007), pp. 81-98.

todo lo que ocurre en España en el XIX, este nuevo campo de acción debería ser entendido en relación con las actividades previas llevadas a cabo en Europa, donde estas estrategias fueron concretándose desde principios del siglo y desarrollando al mismo tiempo toda una serie de debates sobre los criterios de preservación e intervención que desembocarían en una producción teórica de actitudes o escuelas ligadas en gran medida a ciertas figuras señeras como Ruskin o Viollet Le Duc.

Volviendo a nuestros orígenes, la institución clave en estos inicios fue la Academia de San Fernando, a la que concernía la consideración de nuestro patrimonio artístico. Esta institución también resultaba fundamental en las comisiones de monumentos, en las que se observa el doble perfil de sus integrantes: el del erudito o especialista en el conocimiento histórico y el del arquitecto. Atendiendo a los aspectos gráficos, las figuras claves en estos momentos iniciales de la preocupación por el patrimonio podrían ser los arquitectos Antonio Zabaleta (1803-1864) y Aníbal Álvarez Bouquel (1806-1870). Desde su participación en la docencia, y en relación con las nuevas ideas sobre la historia, comenzaron a establecer las expediciones artísticas de los alumnos, cuyo objetivo prioritario se centró en el levantamiento de los monumentos de diversas ciudades. Tras las primeras campañas desarrolladas en Toledo durante 1849 y 1850, y a la vista de los resultados, el Ministerio de Industria, Comercio e Instrucción Pública se comprometió en 1850 a subvencionar anualmente las expediciones de los alumnos, a la vez que se enunciaba la idea de producir una gran publicación de los dibujos y estudios sobre nuestro patrimonio, titulada en ese momento *España artística y monumental*.

A partir de estos comienzos, y tras diversos avatares políticos e institucionales, entre 1856 y 1881 se desarrolla un ambicioso proyecto de documentación gráfica sobre nuestro patrimonio que, bajo el título de *Monumentos arquitectónicos de España*, va a producir un conjunto de dibujos y grabados de gran calidad que en su voluntad global no ha sido superado hasta el momento. Con la participación compartida del Ministerio de Fomento, la Academia de Bellas Artes, la Escuela de Arquitectura y en las fases finales la empresa privada de Gil Dorregaray, se editarán en estos años 470 hojas de texto y 278 grabados y litografías de gran formato. Además de su contenido intrínseco, esta obra supuso un considerable avance en la edición gráfica al contratar grabadores y estampadores extranjeros que formaron cierta escuela actualizada en las técnicas y recursos de las artes gráficas, como es el caso de la cromolitografía<sup>62</sup>. Pero aparte de resaltar el valor específico de esta obra habría que considerar en paralelo la nueva actitud ante la historia, que redundaría en dos aspectos de cierta importancia desde la consideración del dibujo: el renovado sentido didáctico del dibujo en la formación de los arquitectos y el nuevo planteamiento profesional de la restauración arquitectónica<sup>63</sup>.

---

<sup>62</sup> J. ORTEGA VIDAL, 2007, con las referencias bibliográficas complementarias.

<sup>63</sup> J. M. PRIETO GONZÁLEZ, 2001.



**3.10. Dibujos para la restauración de los monumentos: la catedral de León, 1860-1880:** A partir de la creación de las distintas comisiones, central y provinciales, es esta una faceta del dibujo desarrollada en la segunda mitad del siglo XIX, cuando se inicia una estrategia general y progresiva para documentar, diagnosticar y proyectar las intervenciones en los edificios. De este conjunto de actuaciones cabría destacar el caso de la catedral leonesa, de cuya ingente documentación gráfica se ofrecen aquí dos planos. El primero corresponde a la campaña inicial de Matías Laviña Blasco (1860); el segundo, a la labor encadenada de Juan Madrazo Kuntz y Demetrio de los Ríos (1869-80). Entre ambos dibujos se puede observar el notable progreso experimentado a lo largo de unas décadas tanto en la formación y los criterios de los arquitectos como en el propio planteamiento y en la realización de los dibujos.

De esta manera, las asignaturas de dibujo conocerán cierta ampliación temática; frente a la abrumadora preponderancia inicial de los modelos del clasicismo, la nueva consideración de la historia diversificará en gran medida los edificios objeto de estudio y abrirá nuevos modelos de referencia, que en la estrategia mimética de la docencia y el aprendizaje de la composición o del proyecto contribuirán a la expansión de lo que se suele conocer como *eclecticismo*. En otro orden de la estructura docente, habría que resaltar aquí la recuperación hacia mediados de siglo de la figura del pensionado en Roma, que desde finales del XVIII había quedado prácticamente sin efecto. Para observar mínimamente la interacción de estos aspectos en relación con el dibujo, podríamos citar los ejemplos de los primeros pensionados de finales de 1852, que fueron Francisco Jareño Alarcón (1818-1892) y Jerónimo de la Gándara (h. 1825-h. 1877). Tras la intensa y poco conocida aportación gráfica de sus estudios de pensionado, accedieron a las cátedras de Historia del Arte y Composición, respectivamente, y desempeñaron una labor fundamental en la gestión inicial de la obra *Monumentos arquitectónicos de España*, a la cual contribuyeron realizando de su propia mano un considerable número de dibujos. A estos valores inicialmente gráficos habría que adjuntar sus intensas trayectorias profesionales, sin duda de las más importantes de la época.

Como ya se ha enunciado, un renovado campo de aplicación del dibujo se estableció en la restauración arquitectónica. En este sentido, la dinámica del proyecto exigía el trabajo previo de documentación gráfica de lo existente para, después de discernir y reflexionar sobre la consideración de los problemas del edificio, articular las estrategias de intervención. En este sentido, tras la pionera actuación en la catedral de Palma de Mallorca<sup>64</sup>, tal vez la referencia más intensa se estableció en torno a la de León. En ella, las sucesivas actuaciones de Modesto Laviña, Juan de Madrazo y Demetrio de los Ríos van a suponer, por un lado, la génesis de la restauración en España y, en paralelo a ella, un despliegue de recursos gráficos inusitados hasta el momento en nuestro patrimonio edificado<sup>65</sup>. A partir de este hito inicial se va a desarrollar una dinámica en la que el otro hito de gran enjundia se establecerá en la catedral de Sevilla. En esta ocasión habría que destacar las dramáticas intervenciones del catedrático de Estereotomía de la Escuela de Madrid Adolfo Fernández Casanova<sup>66</sup>.

Además de estos casos singulares, la aplicación del dibujo a la restauración de los monumentos producirá un corpus gráfico extendido de diversa calidad según los casos particulares, al que habría que objetar la falta de una voluntad sistemática general en cuanto a su recopilación y catalogación por parte del Estado. Será tan solo en las primeras décadas del siglo xx cuando comience una estrategia general de establecer una catalogación sistemática de monumentos por provincias. No obstante, en estas nuevas estrategias el dibujo, en general, brillará por su ausencia.

### III.5. *Las técnicas y los recursos del dibujo al final del siglo*

Frente a la penuria nacional constatada en las décadas anteriores, este período va a conocer cierto impulso en la disponibilidad de las tecnologías aplicadas al dibujo, tanto desde el conocimiento y la conexión con los avances de otros países como desde la distribución y la producción de los distintos recursos instrumentales. Ante la falta de estudios monográficos sobre instrumentos de dibujo y medición en España, las aproximaciones a este tema se han de basar por el momento en fuentes bibliográficas<sup>67</sup>. En este sentido, se puede constatar el progreso antes anunciado comprobando la presencia de tratados sobre el uso y los tipos de instrumentos de trazado, asociados en algún caso a conocidos fabricantes europeos<sup>68</sup>. Estos tratados-catálo-

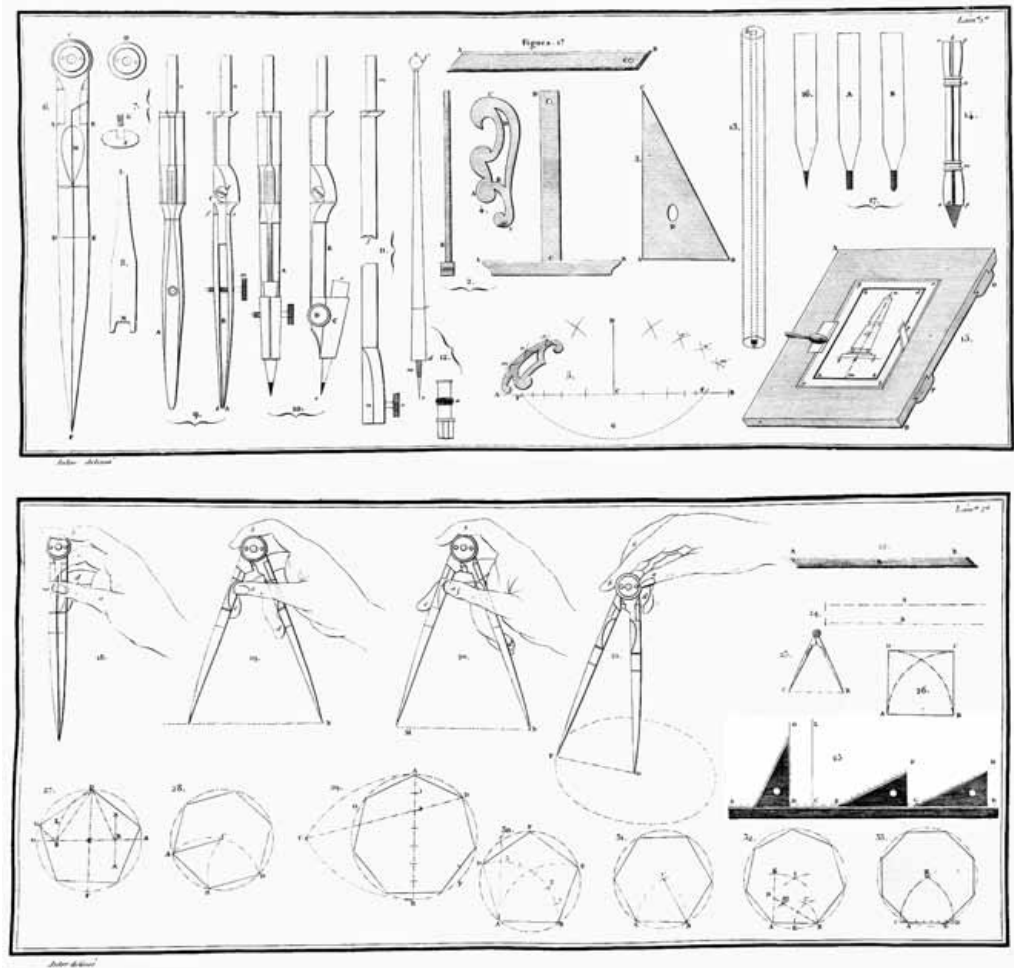
<sup>64</sup> C. CANTARELLA CAMPS: «La intervención del arquitecto Peyronnet en la catedral de Palma», *Mayurqa*, 14 (1975), pp. 185-213.

<sup>65</sup> Sobre el proceso de restauración de la catedral de León, I. GONZÁLEZ VARAS: *La catedral de León: el sueño de la razón*, León, Edilesa, 2001.

<sup>66</sup> A. JIMÉNEZ MARTÍN, 1999.

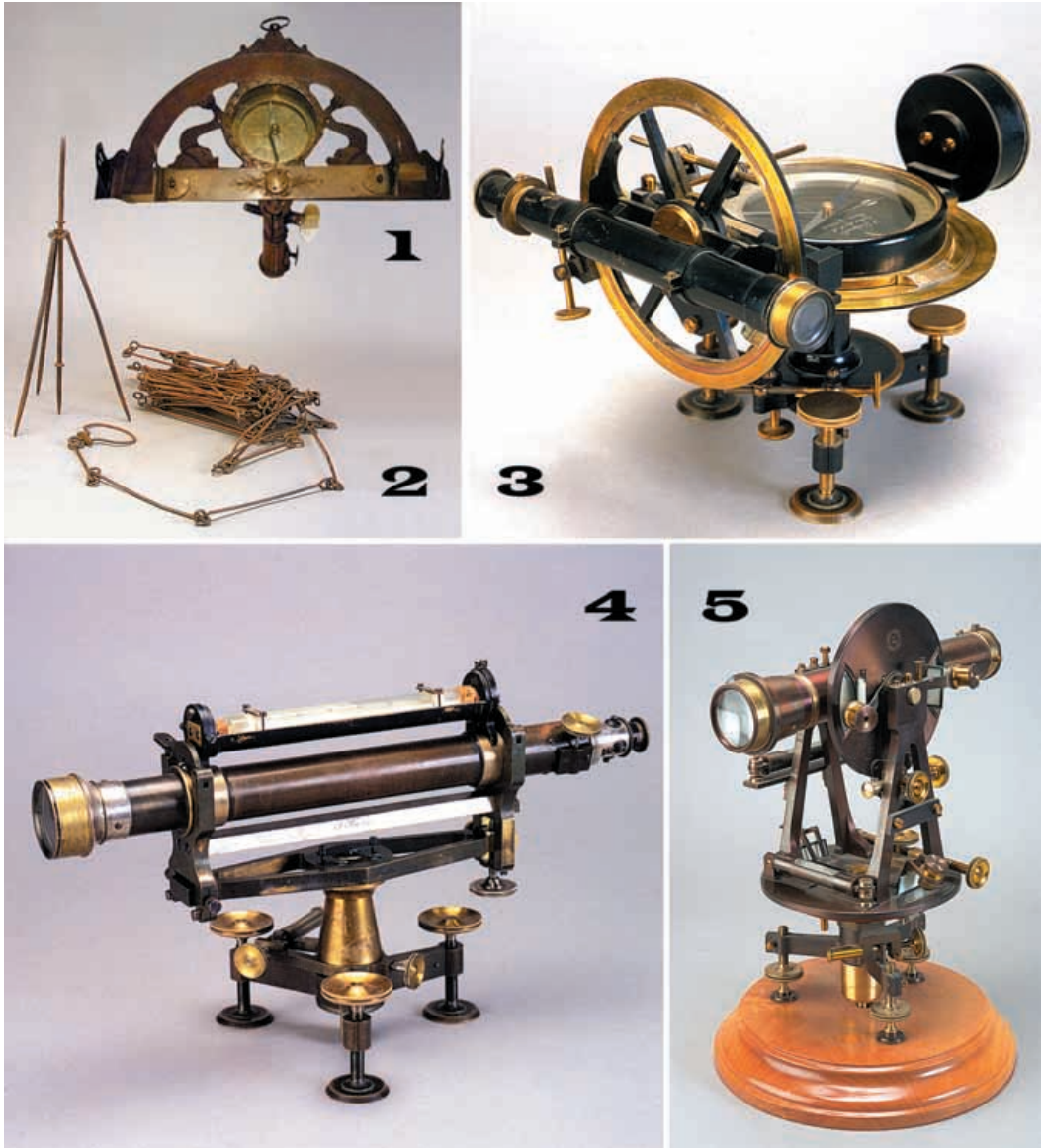
<sup>67</sup> En relación con la cartografía tiene interés la consulta del catálogo *Instrumentos históricos del Instituto Geográfico Nacional*, Madrid, Ministerio de Fomento, 2002.

<sup>68</sup> Tales serían los casos de las obras que con el mismo título de *Mathematical instruments* editaron autores como John Fry Heather o William Ford Stanley, que aparecen en las bibliotecas de las escuelas de Caminos y Arquitectura en esos años.



**3.11. Instrumentos de dibujo:** Los datos sobre los instrumentos de dibujo durante el siglo XIX en España son en general escasos y dispersos, lo que evidencia la necesidad de estudios específicos. Uno de los repertorios gráficos más tempranos sobre estos instrumentos aparece en la obra *Elementos de dibujo lineal o delineación del arquitecto Juan Bautista Peyronet, encargado por José Mariano Vallejo*, para uso de las escuelas del Reino, de las clases de las universidades y de los artistas, artesanos, fabricantes y demás personas que profesan cualquier ramo de la industria, publicada en 1837. De la observación de las dos primeras láminas de la misma se puede deducir el equipo básico de dibujo, compuesto por tablero, regla, gramil o muceta, cartabón, pistolet o plantilla de curvas, compás regular u ordinario, compás de piezas para lápiz o tinta, tiralíneas, transportador, etc.

gos introdujeron desde fechas tempranas referencias sobre ciertos avances, como ocurriría en el caso del planímetro inventado por el matemático Jacob Amsler en 1854. Una referencia complementaria sobre la disponibilidad de instrumentos de dibujo se establecería en la ampliación de los fabricantes extranjeros; así, se produjo



**3.12. Instrumentos de medición:** Al igual que ocurre con los instrumentos de dibujo, los datos disponibles sobre los de medición evidencian también la necesidad de estudios específicos en lo relativo a la ingeniería y la arquitectura. Es presumible la mayor abundancia de los aparatos importados, aunque se conservan testimonios de una producción nacional que sería interesante conocer mejor. De los fondos conservados en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología se adjunta un grafómetro de principios del siglo fabricado por Vicente Comas en Cartagena (1), mientras que el resto de piezas pertenecen al Instituto Geográfico Nacional: una cadena de agrimensor (2), una brújula taquimétrica de Grassell (h. 1890, Madrid-París) (3), un nivel de precisión de Bastos y Laguna (h. 1890, Zaragoza) (4) y un taquímetro de Amado Laguna (h. 1900, Zaragoza) (5).



un notable impulso en la industria británica, que se extendería al continente americano<sup>69</sup>.

Aunque con cierto retraso y desfase, se constata igualmente cierta actividad nacional en la distribución y la producción de estos instrumentos. En este sentido, existen diversas referencias de fabricantes, más o menos difusas, como la de Martínez Geli en Ferrol o la del establecimiento de J. Rossel en Barcelona, quien anunciaba su fábrica en plaza del Palacio, número 12, en el año 1860. De hacia 1866 existen noticias de aparatos fabricados por Torres Hermanos y Cía., en relación con Cádiz y Santander. Las referencias más intensas de catálogos de establecimientos de venta se producen en Madrid, donde se pueden enumerar las de Grasselli y Zambra (desde 1858), Oliva y Marín, Aramburo Hermanos (1883) y L. Péant e Hijos (1895). Más en relación con la fabricación de instrumentos habría que reseñar la fábrica zaragozana Laguna de Rins<sup>70</sup> y el establecimiento madrileño de Isidoro Sánchez. A través de estas referencias y otras complementarias<sup>71</sup> se puede constatar que a finales del siglo XIX existía ya en España una disponibilidad de recursos gráficos equiparable a la de otros países de nuestro entorno.

Habría que destacar finalmente los progresos de las técnicas fotográficas, que, unidas a los desarrollos teóricos de la perspectiva, de los aparatos topográficos y de los sistemas de cálculo y medición, produjeron al final del siglo un estado de la cuestión que permitió la determinación con bastante precisión de las medidas de los edificios a partir de tomas fotográficas, esto es, la fotogrametría<sup>72</sup>; la gran novedad se basaba en su carácter de máxima objetividad, tanto en la descripción del estado del edificio como en la información métrica del mismo. Frente al retraso de la aplicación de la fotogrametría a las construcciones<sup>73</sup>, en los ámbitos geográficos y militares las

<sup>69</sup> A modo de ejemplo se pueden reseñar las casas de Londres Elliot Brothers (1850) y W. H. Harling (1851), las de Manchester A. G. Thornton (1880) y Joseph Halden & Co. o la de Nueva York Keuffel & Esser, fundada en 1867 y que ofrecerá su primer catálogo en 1868.

<sup>70</sup> Amado Laguna de Rins (1849-1907) se unió en 1883 con Atilano Bastos, quien en 1880 tenía ya un taller de instrumentos, para formar la fábrica Bastos y Laguna, que luego devendría en la empresa Laguna de Rins. Ver ficha biográfica en el volumen V de esta colección, pp. 665-666.

<sup>71</sup> La segunda edición del *Tratado de topografía* (1891) de Julián Suárez Inclán, coronel del Ejército, nos informa del uso del papel ferroprusiato para la copia de planos o de la reproducción fotográfica; en cuanto a los pantógrafos, el mismo manual refiere los de Dollond, el micrografo, el de Gavard, el decimal y el de Corradi.

<sup>72</sup> A partir de los ensayos pioneros del capitán de ingenieros francés Aimé Laussedat (1819-1907), la aplicación de los principios de intersección de haces se culminaría en los trabajos del arquitecto Albrecht Meydenbauer (1834-1921), quien en 1885 fundó la Königlich Preussische Messbild-Anstalt, el primer servicio fotogramétrico para la documentación de edificios históricos.

<sup>73</sup> La primera publicación sobre el asunto es ya de 1927, cuando el ingeniero José María Torroja y Miret (1884-1954), hijo del catedrático de Geometría Descriptiva de la Universidad Central Eduardo Torroja Caballé (1847-1918), aplica la técnica al levantamiento del puente de Toledo de Madrid. J. M. TORROJA: «El plano fotogramétrico del Puente de Toledo», *Arquitectura*, 96 (1927), pp. 91-98. Véase también MURO, URTEAGA y NADAL, 2002.

técnicas fotogramétricas se comenzaron a aplicar a la representación del territorio desde fechas bastante tempranas. De hecho, la fotogrametría topográfica gozó durante un tiempo en España de cierta condición pionera. Ya en 1863 la Academia de Ciencias convocó un concurso que ganó el propio Laussedat, y el Ejército se interesó a su vez por las posibles aplicaciones del sistema a la cartografía. Como ejemplo de estas actividades podríamos destacar la figura del capitán Luis Torres y Quevedo, quien entre 1883 y 1895 abordaría levantamientos fotogramétricos de fragmentos de territorio con curvas de equidistancia.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARRECHEA MIGUEL, Julio: *Arquitectura y romanticismo*, Valladolid, Universidad, 1989.
- BASSEGODA NONELL, Joan: *Los maestros de obras de Barcelona*, Barcelona, Editores Técnicos Asociados, 1973.
- BONET CORREA, Antonio (coord.): *La polémica ingenieros-arquitectos en España: siglo XIX*, Madrid, Turner, 1985.
- BERCHEZ, Joaquín, y Vicente CORELL: *Catálogo de diseños de arquitectura de la Real Academia de BB. AA. de San Carlos de Valencia (1768-1848)*, Valencia, COAVM / Xarait, 1981.
- Exposició commemorativa del centenari de l'Escola d'Arquitectura de Barcelona, 1875-1975*, catálogo, Barcelona, ETSAB, 1975.
- GARCÍA BODEGA, Andrés: *Guadalajara y los ingenieros militares*, Guadalajara, COACM, 2006.
- GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO, Javier: «En torno a los principios de Geometría Descriptiva de Matías Laviña», introducción a la edición facsímil de *Principios de Geometría Descriptiva* (1859) de Matías Laviña, Zaragoza, Entasis, Cuadernos de Arquitectura de la cátedra Ricardo Magdalena, Institución «Fernando el Católico» / CSIC, 2010.
- GENTIL BALDRICH, José María: «La Dirección General de Caminos y otros personajes, en 1823», *Revista de Obras Públicas*, 3365 (1997), pp. 61-70.
- GUIJARRO MORA, Víctor: «La obtención y fabricación de instrumentos científicos», en José Luis Peset (dir.): *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla*, t. IV: *El siglo XVIII*, Salamanca, Junta de Castilla y León, 2002, pp. 541-563.
- ISAC, Ángel: *Ecclecticismo y pensamiento arquitectónico en España: discursos, revistas, congresos, 1846-1919*, Granada, Diputación Provincial, 1987.
- JIMÉNEZ MARTÍN, Alfonso: «Las escuelas de la Gloriosa», *Revista EGA*, 2 (1994), pp. 115-124. — *El espíritu de las antiguas fábricas: escritos de Adolfo Fernández Casanova sobre la catedral de Sevilla (1888-1901)*, Sevilla, FIDAS, 1999.
- KURTZ, Guillermo F.: «Origen de un medio gráfico y un arte. Antecedentes, inicio y desarrollo de la fotografía en España», en Juan Miguel Sánchez Vigil (coord.): *La fotografía en España: de los orígenes al siglo XXI*, Madrid, Espasa-Calpe (Summa Artis, XLVII), 2001, pp. 13-190.

- La construcción del territorio valenciano: patrimonio e historia de la ingeniería civil*, Valencia, CICCPCV / CEDEX, 2003.
- LLORENS CORRALIZA, Santiago: *El dibujo constructivo*, tesis doctoral inédita, ETSAM, 1992.
- MADERA SÁNCHEZ, Francisco Javier: *De la Academia a la Escuela: el dibujo en la formación de los arquitectos de Madrid*, tesis doctoral inédita, ETSAM, 1998.
- MAESTRE ABAD, Vicente: «Del arte ornamental: la formación escolar del artista industrial barcelonés en época isabelina», *Locus Amoenus*, 8 (2005-2006), pp. 279-305.
- MARÈS DEULOVOL, Federico: *Dos siglos de enseñanza artística en el Principado: la Junta Particular de Comercio, escuela gratuita del diseño*, Barcelona, Academia Provincial de Bellas Artes, 1964.
- Memorias de la mirada*, catálogo (com., Bernardo Riego), Santander, Fundación Marcelino Botín, 2001.
- MOSENA ARGOTE, Juan José: *El dibujo y los sistemas de representación desde la Academia al movimiento moderno*, tesis doctoral inédita, ETSAM, 1990.
- MURO, José Ignacio, Luis URTEAGA y Francesc NADAL: «La fotogrametría terrestre en España (1914-1958)», *Investigaciones Geográficas*, 27 (2002), pp. 151-172.
- NAVASCUÉS PALACIO, Pedro: *Arquitectura española, 1808-1014*, Madrid, Espasa-Calpe (Summa Artis, XXXV), 1993.
- ORTEGA VIDAL, Javier: «Los planos históricos de Madrid y su fiabilidad topográfica», *Catastro*, 39 (2000), pp. 65-85.
- «La Alhambra y la Escuela de Arquitectura», en *Monumentos arquitectónicos de España: palacio árabe de la Alhambra*, Madrid, ETSAM / Instituto Juan de Herrera, 2007, pp. 1-31.
- y José Francisco MARÍN PERELLÓN: «La maqueta de León Gil de Palacio (1830) como documento cartográfico», en *Madrid 1830: la maqueta de León Gil de Palacio y su época*, Madrid, Ayuntamiento, 2005, pp. 12-25.
- Planos históricos de obras hidráulicas*, Madrid, CEHOPU, 1985.
- PRIETO GONZÁLEZ, José Manuel: «La Escuela de Arquitectura y la enseñanza de la Restauración Monumental», en Ignacio González Varas (dir.): *La catedral de León: el sueño de la razón*, León, Edilesa, 2001, pp. 80-99.
- «Cuando enseñar la arquitectura aún era poco probable», en José Luis Peset (dir.): *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla*, t. IV: *El siglo XVIII*, Salamanca, Junta de Castilla y León, 2002, pp. 685-723.
- *Aprendiendo a ser arquitectos: creación y desarrollo de la Escuela de Arquitectura de Madrid (1844-1914)*, Madrid, CSIC, 2004.
- PUIG-PLA, Carles: «Desarrollo y difusión de la construcción de máquinas e instrumentos científicos: el caso de Barcelona, siglos XVIII-XIX», *Scripta Nova*, IV (69/8) (2000), pp. 1-12.
- RUIZ ORTEGA, Manuel: «Epílogo: la enseñanza oficial del dibujo», en *Fortuny-Picasso y los modelos académicos de enseñanza*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 1989, pp. 213-225.

SÁENZ RIDRUEJO, Fernando: *Ingenieros de caminos del siglo XIX*, Madrid, AC / CICCIP, 1990.

— *Los ingenieros de caminos*, Madrid, CICCIP, 1993.

— *Una historia de la Escuela de Caminos (1802-1898)*, Madrid, Fundación Agustín de Betancourt / ETSICCP, 2005.

SÁNCHEZ MEDRANO, Francisco José: *Los orígenes de la enseñanza académica de la arquitectura en Murcia*, Murcia, Universidad Católica San Antonio, 2005.

VIDAURRE JOFRE, Julio: «Panorama histórico de la enseñanza de la arquitectura en España desde 1845 a 1971», en Antonio Fernández Alba (coord.): *Ideología y enseñanza de la Arquitectura en la España contemporánea*, Madrid, Túcar, 1975, pp. 33-91.