



1.1. Rodericus Zamoriensis, Espejo de la Vida Humana, Pablo Hurus, Zaragoza, 1491. Escrita por Rodrigo Sánchez de Arévalo (1404-1470) en latín (Roma, 1468), fue múltiples veces editada durante dos siglos. La columna de la izquierda está dedicada a las artes liberales (en general), imagen que se reutiliza para el matemático; el astrónomo; y el aritmético y el geómetra. La columna de la derecha representa las artes mecánicas (en general); el armero; y el labrador y el molinero.

Sobre Técnica e Ingeniería: en torno a un *excursus* lexicográfico

Manuel Silva Suárez
Universidad de Zaragoza

Técnica e Ingeniería son dos términos estrechamente vinculados. En este capítulo se analizan ambos vocablos bajo una óptica no convencional, desbordando ampliamente el marco temporal del Renacimiento¹. Se empleará como hilo conductor la lengua y su tesoro, uno de los más preciados patrimonios de que podemos hacer gala. En un breve *excursus* lexicográfico, se bosquejan algunas reflexiones de corte histórico y conceptual, incluyendo algunos términos conexos como arte, arquitectura, ciencia y tecnología.

Acudir al reflejo especular que proporcionan los grandes diccionarios ayuda a valorar la percepción que la sociedad ha ido teniendo de la ingeniería, profesión de singular contribución a la cultura.

Por este procedimiento se observan cambios significativos, aunque con un retraso que puede ser importante —medible en cuartos de siglo— con respecto a los acontecimientos históricos. Se parte de unas consideraciones preliminares en torno a técnica y arte, términos sinónimos en la tradición clásica pero que a partir del Renacimiento fueron divergiendo, hasta la consolidación de acepciones claramente diferenciadas en el Siglo de las Luces.

El análisis de los términos «ingeniería» e «ingeniero» ocupa el tramo central de este texto. Ingenieros y arquitectos fueron, en el Renacimiento y hasta la casi culminación de la Ilustración, profesionales en muchos casos indiferenciados y hasta nuestros días con importantes áreas de interacción. Por ello también se esboza un análisis de los conceptos «arquitecto» y «arquitectura». Finalmente, las ciencias se ponen en relación con la técnica, apuntando brevemente diferencias ontológicas y epistemológicas.

¹ En este sentido, el primer capítulo de este volumen centrado en la época renacentista es el dedicado a la *Valoración Filosófica de la Técnica*. El presente texto es una reelaboración del primer tercio de nuestro discurso de entrada a la Real Academia de Ingeniería: *De la Ingeniería y de los Sistemas de Eventos Discretos* (Madrid, noviembre, 2000).

I

TÉCNICA Y ARTE

La técnica es un rasgo esencial del proceso de hominización. Basada en conocimientos, experiencia y creatividad, se puede entender como «sistema de reglas intencionalmente orientadas a dirigir una actuación con el fin de conseguir de forma eficiente un resultado útil»², o bien «conjunto de habilidades y conocimientos que sirven para resolver problemas prácticos»³. Es decir, la técnica «es un recurso para ampliar el alcance de posibilidades» disponibles⁴. Ortega y Gasset, en su *Meditación de la Técnica*⁵, la caracteriza como «lo contrario de la adaptación del sujeto al medio, puesto que es la adaptación del medio al sujeto». Mediante la técnica, la Humanidad ha creado una sobrenaturaleza, «un paisaje artificial», en el que ha invertido «esfuerzo para ahorrar esfuerzo», puesto que «vida significa para [el hombre] no simple estar, sino bienestar». Para terminar con este abuso del pensamiento orteguiano, permítasenos acotar que, en su concepción, la ingeniería queda asimilada «con la técnica por antonomasia».

Testimonio de su desarrollo y condiciones de vida, a través de sus expresiones técnicas se suele establecer un primer acercamiento al estudio de las civilizaciones. De este modo, a falta de documentos escritos, los amplios periodos que se engloban en la Prehistoria han sido caracterizados por medio de los materiales sobre los que se basaba la técnica (Edad de Piedra —Paleo y Neolítico—, del Bronce, del Hierro). Periodizaciones más finas emplean otras creaciones más específicas, como las cerámicas.

Llegando hasta los tiempos en que se institucionaliza la profesión de ingeniero, es bien sabido que la Ilustración y la Revolución Industrial consolidaron un nuevo marco sociocultural. El saber técnico eclosionó, alcanzando vertiginosa y omnímodamente sucesivas esferas de la vida y, como consecuencia, afectando de forma significativa a la Naturaleza. Las técnicas se desarrollan en determinadas esferas culturales, no forzosamente eruditas, y son a su vez fantásticos catalizadores, impulsores de los procesos de transformación de esas mismas culturas en que surgen.

«Técnica» deriva del griego τέχνη (*techné*)⁶, concepto que en latín pasa a recogerse bajo *ars*, de donde procede el vocablo «arte», que el *Diccionario de*

²J. ARACIL: «Elogio de la Ingeniería», 1999.

³M. A. QUINTANILLA: «Técnica y Cultura», *Teorema*, vol. XVII (3), pp. 49-69, 1998.

⁴P. LAÍN ENTRALGO: «Humanización de la Técnica», 1988 (p. 121). En su conjunto analiza la tecnificación de la vida desde una triple perspectiva: como recurso, como peligro y como reto.

⁵J. ORTEGA Y GASSET: *Meditación de la Técnica...*, 1939 (pp. 31-33, 42, 19).

⁶En los diccionarios de griego se encuentran acepciones como: «Arte, oficio, profesión»; «industria»; «producto de un arte, obra de arte, artificio»; «tratado de un arte». V., por ejemplo: A. BAILLY, París, 1950 (16.ª ed.); Ed. Sopena, Barcelona, 1998.

Autoridades de la Real Academia Española (edición revisada de 1770) recoge en forma bastante actual como «conjunto de preceptos y reglas para hacer bien alguna cosa», añadiendo que las artes se dividen en liberales y mecánicas⁷; también es arte «en general todo lo que se hace por industria y habilidad del hombre, y en ese sentido se contrapone a naturaleza»⁸, es decir, construcción de un «paisaje artificial» en el sentido orteguiano. La primera acepción permanece casi inalterada en la edición vigente del *Diccionario de la Real Academia Española* (DRAE)⁹. Huella de esta equivalencia inicial son denominaciones de escuelas técnicas como École Centrale d'Arts et Manufactures (París, 1827), Escuelas de Artes y Oficios (tanto en España como en Francia) o Instituto Católico de Artes e Industrias (ICAI, 1908). Según J. Corominas¹⁰, «arte» aparece en castellano hacia 1140. Confirmación de que la utilización de «arte» por «técnica» fue preponderante hasta el siglo xx es que el sustantivo «técnica» sólo se recoge en castellano hacia 1900. El DRAE no lo incorpora hasta su 15.^a ed. (1925): «Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte», que es la acepción vigente. Vestigio hoy casi imperceptible sobre la correspondencia arte-técnica es que, aún a lo largo de los siglos xvii, xviii y parte del xix, «artista»¹¹ fue parcialmente sinónimo de «técnico».

En efecto, la diferenciación entre artistas y artesanos es relativamente reciente. Los grandes arquitectos, escultores y pintores griegos de la Antigüedad Clásica eran conocidos como *technites*, es decir, técnicos (palabra formada como cultismo por vía del latín *technicus*). Humanismo y Renacimiento en Italia pondrán las bases para la separación que hoy se observa, pero el proceso será de lenta aceptación. Sebastián de Covarrubias (1539-1613), en su *Tesoro de la Lengua Castellana o Española* (1611), recogía la siguiente acepción: «Artista, el mecánico que procede por reglas y medidas en su arte y da razón della». Incluso en la corte española del Siglo de Oro, pintores y escultores fueron mayoritariamente tenidos por hábiles oficiales mecánicos¹². Según el *Diccionario de Autoridades* (1726), artista es

el professor de algun arte; pero aunque en el significado próprio y literal se extienda a comprehender à qualquiera que la exerce y profesa, en lo moderno se toma por el

⁷ Artes «liberales» son las que principalmente requieren el ejercicio del entendimiento, debiéndose la denominación a su práctica por los hombres libres de la Grecia clásica. Artes «mecánicas» son las que requieren el uso de las manos o máquinas. Véase el capítulo sobre «Valoración filosófica de la técnica», en este mismo volumen.

⁸ Acepción que se mantendrá en el DRAE hasta la edición de 1947.

⁹ En lo que sigue, las acotaciones textuales no identificadas se refieren a la 22.^a edición (2001) del *Diccionario de la Real Academia Española* (DRAE).

¹⁰ *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana*, 1973.

¹¹ En desuso, en francés se tenía por artista a la «persona que practicaba un oficio, una técnica difícil» (*Dict. Le Petit Robert*, París, 1973).

¹² J. GÁLLEGO: *El pintor: de artesano a artista*, Dip. Prov. de Granada, 1995.

que ejerce artes mecánicas, que comunmente se llama oficial o menestrel, y aún en este sentido tiene poco uso». Aunque artista «se llama comunmente el que estúdia Artes en la Universidad, [...] Lat. *Opifex*.

La diferenciación de los artistas será impulsada desde las Academias de Bellas Artes y su formación quedará segregada de las estructuras gremiales. Por fin, el movimiento romántico exaltará el individualismo, acentuando el divorcio semántico entre artista y artesano. Expresión de lo anterior es que, aún en 1869 (11.^a ed.), en su primera acepción el DRAE recoge «artista» como «El que ejercita algún arte. *Artifex*», es decir, artesano o técnico, mientras que en la siguiente edición (1884), pasa a ser «Persona que ejercita algún arte bella» o «Persona dotada de la virtud, fuerza y disposición necesarias para alguna de las bellas artes».

El rastro de ese significado compartido en origen entre arte y técnica se hace evidente aún en vocablos tales como «artefacto», la concreción por antonomasia de la técnica¹³, «artificio» o «artesano». Sin embargo, el arte se circunscribe hoy, esencialmente, a las creaciones que persiguen emoción estética, mientras tanto, la técnica está presidida por la racionalidad y la eficiencia, todo ello sin que necesariamente lo uno excluya a lo otro, aunque puedan aparecer antagonismos. Así, se puede apreciar la estética de un puente o de una máquina, como la de un edificio o la de una pintura. El diseño industrial, como actividad actual diferenciada, trata justamente de conciliar funcionalidad con estética en diseños integrados, a costes aceptables por el mercado.

En esencia, «la técnica es creación, *creatio*. No una *creatio ex nihilo*, pero sí, en cambio, una *creatio ex aliquo*»¹⁴. Pero creación lleva a *poiesis*¹⁵, que es acción, creación; adopción, fabricación, confección, construcción; composición, poesía; poema. De *poiesis* deriva «poesía», hoy en día reservada a «arte de componer obras poéticas en verso o en prosa», y en *stricto sensu* a «manifestación de la belleza o del sentimiento estético por medio de la palabra, en verso o en prosa». Por antonomasia, en el marco de la lírica.

La utilidad y racionalidad subyacente a los artefactos raras veces llama la atención del poeta¹⁶. A modo de contrapunto, cabe recordar unos versos de Fernando

¹³ Sea artefacto considerado desde el pequeño dispositivo mecánico hasta la «megamáquina», tomada ésta en el sentido «mumfordiano», holístico, del término. (L. MUMFORD: *Técnica y Civilización*, Alianza Editorial, Madrid, 1971; *El mito de la Máquina*, Emecé, Buenos Aires, 1969.)

¹⁴ J. ORTEGA Y GASSET: «El mito del hombre allende la Técnica», *op. cit.* (Conferencia en Darmstadt, 1951; p. 101).

¹⁵ Según A. BAILLY (*op. cit.*), el verbo *poieo* significa «ejecutar, confeccionar, fabricar, construir, hacer; crear, producir; (mujer) alumbrar... En suma, se trata de creación en el sentido más elevado.

¹⁶ A modo de muestreo subjetivo, en la recopilación de F. RICO: *Mil años de poesía española* (Planeta, Barcelona, 1996), el número de poesías que evocan la técnica es insignificante. Quizás el artefacto que durante el siglo XIX inspirara una mayor cantidad fuera el ferrocarril, pero mayoritariamente desde perspectivas referidas a sus consecuencias sobre las relaciones humanas.

Villalón, magistralmente cantados por Camarón de la Isla¹⁷ que, en su sencillez e ingenuidad, siempre me han evocado el sentido de creación técnica, de sobrenaturalidad¹⁸:

Un barquito de vapor
está hecho con la idea
de que en echándole carbón
navegue contra marea.

II

INGENIERO E INGENIERÍA

Aun a fuerza de simplificar el esquema, la aparición del ingeniero y el obrero, por especialización del artesano, ha reservado al primero las tareas relativas a la invención, concepción de planes de actividades o procedimientos —*mechané*—, algo que se puede englobar en el diseño o proyecto¹⁹, sin olvidar las de supervisión y control de la ejecución del plan.

El mencionado desdoble vincula al ingeniero a las artes liberales, las que principalmente requieren el ejercicio del entendimiento. El obrero queda insertado en la tradición de las artes mecánicas, siendo «mecánico» el «que ejercita arte iliberal, que juntamente con el discurso es necesario aplicar las manos», y «artes mecánicas» «las que ejercitan los oficiales mecánicos»²⁰.

En 1732, el *Diccionario de Autoridades* establece que *mechanico* es «lo que se executa con las manos. Se aplica regularmente à los oficios baxos de la República: como Zapatero, Herrero, y otros: y assi se diferencian los oficios en mechánicos y Artes liberales. Se toma también por cosa baxa, soéz è indecorósa». Por último, añade:

¹⁷ Álbum: *La Leyenda del Tiempo* (1979). La obra del poeta sevillano Fernando Villalón (1881-1930), vinculada a la generación del 27, es de un singular costumbrismo andalucista.

¹⁸ La flotación del barco pertenece al concepto orteguiano de «técnica predecible». Lo que sorprende al poeta es su capacidad automotriz, «de ser algo movido por virtud de otro, a moverse, de transitivo a reflexivo» (J. D. GARCÍA BACCA: *Elogio de la Técnica*, 1987, p. 43). Su carácter «automóvil» es fruto de un artefacto también esencial en las locomotoras históricas: la máquina de vapor. Por concepto y potencia, resultaba extraordinaria, casi «impredecible».

¹⁹ «Diseño» deriva de *signum*, «marca, señal», apareciendo en castellano (h. 1580) a través del italiano *disegno*, equivalente al francés *dessin*. Ambos significan, también, dibujo. «Proyectar» (lat. *proiectare*), aparece en castellano a finales del siglo xvii, dando lugar a «proyecto» (1737). Resulta interesante constatar una diferencia subyacente: en «proyecto», se contempla implícitamente un sujeto (unipersonal o colectivo) que proyecta, arroja, expresa, define un sistema o plan de actuación; en «diseño», la visión se despersonaliza, limitándose la observación a la traza, huella o vestigio.

²⁰ S. DE COVARRUBIAS: *Tesoro de la Lengua Castellana o Española* (1611).

mechanicamente «vale también indignamente, con baxeza y desdoro»²¹. En sentido figurado y (afortunadamente) desusado, el DRAE refleja todavía para «mecánico»: «Bajo e indecoroso».

II.1. *Aproximación etimológica: «ingenio» + «-ero»*

Según J. Corominas²², «ingeniero» aparece en castellano hacia 1450, probablemente imitado de *ingegnere* (segunda mitad del siglo XIII), término italiano que deriva de otro latino tardío, *ingenierus*, «el que diseña y construye *ingegni*, máquinas de guerra»²³. En el siglo XII se denomina *ingeniator* al técnico especializado en máquinas de guerra. M. Alonso²⁴ presenta *engeño*, empleado en el castellano medieval ya en 1251, como término para designar los artefactos bélicos, sean ofensivos o defensivos, de donde *engeñero*. En Francia²⁵, «desde el siglo XII, aparece frecuentemente [...] el *ingeniator*, técnico especializado en la máquinas de guerra, en particular de asedio: *ingeniarius*, *ingeniosus* en el siglo XIII».

«Ingeniero» deriva de «ingenio» (lat. *ingenium*), lo que lleva a «genio» (lat. *genius*), que proviene de *gignere*, «engendrar, dar a luz; crear, producir, causar»²⁶. Es decir, «ingeniero» se vincula a una facultad del espíritu humano, la de «discurrir o inventar con prontitud y facilidad» (DRAE). Su misión será la de generar la construcción, la máquina o la organización correspondiente. En línea con lo dicho se expresa G. A. Böckler, autodenominado arquitecto e ingeniero, que escribe en 1661, en su *Tratado de las artes mecánicas de la industria del agua y los molinos*:

Entre los inventos más extraordinarios y útiles regalados por Dios todopoderoso al género humano, el noble arte de la mecánica no es el más pequeño. Para este arte son

²¹ A pesar de los cambios de valoración social que se producen en el Renacimiento, Carlos III ha de conceder en 1783 «Habilitación para obtener empleos de República a los que exercen artes y oficios, con declaración de ser honestos y honrados». Afirma que «su desempeño no envilece la familia ni la persona del que los exerce; ni la inhabilita para obtener los empleos municipales [...] y que tampoco han de perjudicar las artes y oficios para el goce y prerogativas de la hidalguía». (v. *Novísima Recopilación de las Leyes de España, mandada formar por el Señor Don Carlos IV*, Madrid, 1805).

²² Las fechas entre paréntesis corresponden, esencialmente, a la atribución de J. Corominas sobre la aparición en castellano. Aunque perfectible en algunos casos, se muestra sólo a título indicativo.

²³ M. CORTELAZZO y P. ZOLLI: *Dizionario etimologico della lingua italiana*, Zanichelli, Bologna, vol. I-1979 / vol. V-1988.

²⁴ M. ALONSO: *Diccionario Medieval Español (siglos X a XV)*. Univ. Pontificia de Salamanca, 1986.

²⁵ H. VERIN: «Le mot: ingénieur», *Culture Technique*, (12): 19-29 (p. 20). Se añade que «el *ingegnere* italiano será tomado del francés, primero bajo una forma común, después erudita». Ello es plausible en tanto que el sufijo francés «ier» («ieur» en el caso concreto que nos ocupa, para distinguirlo del verbo *ingénier*) pasa como préstamo al italiano, particularmente en la terminología militar, bajo la forma «iere», que se puede simplificar en «ere». A modo de contrapunto, cabe recordar que, en latín, ingeniero militar era *munitior-oris*, lo que hacía referencia al trabajo de fortificación, refuerzo. Por contra, ingeniero civil era *machinator-oris*, donde «máquina» hace referencia a invención ingeniosa.

²⁶ *Dic. Latino-Español, Español-Latino*, Bibliograf, Barcelona, 1969.



1.2. Juanelo Turriano (Museo Arqueológico Nacional, Madrid). En el anverso figura la efigie con una orla que lo identifica como relojero y arquitecto (en el sentido vitruviano, indiferenciado del ingeniero). El reverso emplea la clásica alegoría de La fuente de las Ciencias, también usada en otra medalla dedicada a Don Felipe, príncipe de España. (Ángel del Campo Francés, Semblanza iconográfica de Juanelo Turriano, *Fundación Juanelo Turriano, Madrid, 1997.*)

necesarios una aguda reflexión, el arte, el esfuerzo y la habilidad de los ingenieros, así llamados por su ingenioso entendimiento.

Además de lo apuntado con respecto a «ingenio»²⁷, interesa dejar constancia del empleo del sufijo patrimonial castellano «-ero», frecuente para formar nombres de profesiones ligadas a oficios o artes mecánicas y, particularmente, en el ámbito de la milicia. Los sufijos «-ero» (popular) y «-ario» (culto) derivan del sufijo latino *-arius*. En la Roma antigua, *-ari*, *-arius* se empleaba para formar nombres de asociaciones de artesanos (*ferrarii*, *navicularii*, *olearii*, *vinarii*). En castellano, «-ario» es usado, por ejemplo, en boticario (1134), mercenario (1220-50), incendiario (1618), operario (s. XVII), presidiario, ferroviario, veterinario (s. XIX) o funcionario (1885).

²⁷ «Ingenio» también recoge en castellano como acepción la idea de sistema integral de producción; en cierto modo, de la máquina a la «megamáquina». Justamente, el funcionamiento de sistemas socio-técnicos complejos suele requerir también de la presencia de ingenieros, que llegan a convertirse con frecuencia en gestores, organizadores. De este modo, surgen especialidades como ingeniero en Organización Industrial, hoy título de segundo ciclo, nacida como especialidad de ingeniería Industrial con el plan de 1964.



1.3. Martín Cortés, *Breve compendio de la Sphera y de la arte de navegar* (Sevilla, Antón Álvarez, 1551). Se presenta como cosmógrafo y matemático antes que como navegante, esto es, practicante de un arte «liberal», no de un «arte mecánica». Perteneciente a un linaje de infanzones, se muestra en una mansión clasicista, no en un barco, con las armas de su familia. Señala la estrella Polar, evocando lo que se denomina el «regimiento del norte» (el cálculo de la latitud por la Osa Menor), indicando con claridad que la navegación de altura ha de hacerse mirando al cielo. Aparece con esfera armilar, libro de geometría, compás, cartabón y tintero. (El emblema heráldico de Bujaraloz, su villa natal, incluye en la actualidad una esfera armilar de oro en recuerdo de su preclaro hijo.)

El sufijo «-ero» se utiliza, por ejemplo, en obrero (1056), zapatero (1124), marino (1220-50), carpintero (1330), vidriero (1495), batanero (1511), relojero (1607), etc. Entre los oficios mencionados en el Fuero de Teruel (1176), se encuentran aradrero o aladrero, boyero, meseguero o quartero, yuguero o yuntero, nauchero y dulero. En el ámbito militar se usa profusamente: escudero (1011), atalayero o atalaero (h. 1017), caballero y guerrero (1076), ballestero (s. XIII), arquero (h. 1300), artillero (s. XIV), ingeniero (1450), lancero y trompetero (1495), arcabucero (1535), alabardero (1546), mosquetero (s. XVI), coracero, fusilero (1728), etc. Así, el sufijo «-ero» se emplea al menos desde el siglo X y hasta el presente, y fue particularmente productivo en los siglos XIII a XVII. La terminación en «-ario» se detecta desde el siglo XII, siendo un cultismo bastante utilizado durante el XIX.

Conviene observar las diferencias de matiz que comportan otras terminaciones. Las relacionadas con las ciencias ha sido fundamentalmente «-ico» (gr. -ικός, a través del lat. *-icus*) y, aportando la idea de especialista o cultivador de una disciplina, «-logo» (gr. -λόγος, a través del lat. *-logus*). La primera aparece en vocablos como científico (s. XIV), matemático (1440), médico (1490), catedrático (1495) o farmacéutico (1706). En las artes liberales medievales relativas a la elocuencia, el *Trivium*, se tiene gramático y retórico (fin siglo XII) y dialéctico (1440); en las relativas a las matemáticas, el *Quadrivium*, aparecen músico (1438) y aritmético (1570). Físicos (1220-50), lógicos (1438) y metafísicos (mediados del siglo XVII) son especialistas en las Facultades de Artes. El elemento compositivo «logo» se emplea en astrólogo (h. 1200) o teólogo (1251), ambos derivados directos del griego a través del latín, siendo particularmente productivo a partir del s. XVIII: filólogo (1732), zoólogo (1832), geólogo (1843), biólogo y psicólogo (1884), etc. Dentro del *Quadrivium* se encuentran también como disciplinas la geometría y la astrología o astronomía, lo que da pista a otros dos elementos compositivos que tiene que ver con las ciencias: «-metría» (gr. -μετρία), que significa «medida» o «medición», mediante el cual se forma econometría, biometría o batimetría; y «-nomía» (gr. -νομία, de la raíz de νόμος, ley, norma), que expresa «conjunto de leyes o normas», construyéndose astronomía, dasonomía o agronomía. Sin pretender agotar el tema, «-grafía» (gr. -γραφία, de la raíz de γράφω, escribir), es elemento compositivo que denota «descripción» (corografía, cristalografía, iconografía), «tratado o ciencia» (geografía, etnografía, epigrafía), «representación gráfica» (ortografía, cartografía, topografía), o «escritura» (caligrafía, criptografía, taquigrafía).

Entre los sufijos alternativos para denotar profesiones se encuentran «-dor», formando sustantivos verbales con «-a/e/idor», según sea la conjugación del verbo base²⁸, o «-ista», que es productivo, al menos, desde el siglo XII (organista, vihuelista,

²⁸ [1.ª]: labrador, orador, senador (1220-50); pescador (h. 1250); cardador (s. XIII); historiador (h. 1295); leñador, viñador (h. 1400); segador (1490); educador (1604); estibador (1609); picador (s. XVII); [2.ª]: vendedor (1187), veedor (1212), tejedor (1495); [3.ª]: servidor (1220-50), curtidor (1256), inquisidor (1444), regidor (1490), zurcidor (1495).

alquimista) pero que es empleado sobre todo en los siglos XIX y XX. En vocablos como artista (1495) o especialista («especialidad» se recoge en el *Tesoro* de Covarrubias, 1611) sugiere pericia, habilidad, virtuosismo. Al carpintero se le dignificará con ebanista (1705), no con «ebanero». Además, interesa destacar que «machinario» se torna «machinista» en el último cuarto del s. XVI. Así, entre los perfiles profesionales visados por Juan de Herrera para la Real Academia Matemática se encuentran los

Ingenieros y machinistas, entendidos en la arte de los pesos, fundamento para hazer y entender todo género de Machinas, de que la vida política y Económica se sirve.²⁹

Ello será refrendando por el *Diccionario de Autoridades* afirmando que «machinista» es «el que fabrica o discurre máquinas, que más comúnmente se llama hoy Ingeniero»³⁰.

La extracción de conclusiones a partir del empleo de sufijos es delicada, no pudiéndose utilizar como norma clasificatoria, pues su uso depende de muchos factores (modas e imitaciones, por prestigio o analogía). En cualquier caso, los sufijos poseen información acerca de tendencias: las palabras con «-ico» (o su variante «-ático») o las voces producidas por «-logo» son frecuentes en las profesiones de corte científico. Sin embargo, el sufijo «-ero» se puede interpretar como un vestigio de los orígenes artesanal y militar que se subsumen en la moderna profesión de ingeniero.

«Ingenio» e «ingeniero» aparecen en los primeros diccionarios castellanos, pero no así la profesión, la ingeniería³¹. Covarrubias (1611) dice:

Vulgarmente llamamos ingenio una fuerza natural de entendimiento, investigadora de lo que por razón y discurso se puede alcanzar en todo género de ciencias, disciplinas, artes liberales y mecánicas, sutilezas, invenciones y engaños; y así llamamos ingeniero al que fabrica máquinas para defenderse del enemigo y ofenderle. [...] Las mismas máquinas inventadas con primor llamamos ingenio, como el ingenio del agua, que sube desde el río Taxo hasta el alcázar, en Toledo, que fue invención de Juanelo, segundo Arquímedes. [...] Finalmente, qualquiera cosa que se fabrica con entendimiento y facilita el executar lo que con fuerças era dificultoso, se llama ingenio.

²⁹ J. de HERRERA: *INSTITUCION de la Academia Real Matemática*, Impr. Guillermo Droy, Madrid, 1584 (fol. 2v). Frente al mencionado matiz peyorativo que tiene lo mecánico, Herrera afirma categóricamente (fol. 10) que la «Mecánica [es] madre y maestra de la vida, por los muchos provechos que de ella resultan».

³⁰ El DRAE todavía mantiene ésta como primera acepción de «maquinista». No obstante, el uso del lenguaje ha ido privilegiando la idea del operario que la controla o conduce, frente a la idea del diseñador de la máquina, hoy prácticamente en desuso. El *Webster's Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language* (Gramercy Books, Nueva York, 1994) recoge bajo *engineer* la misma idea de maquinista: (1) persona versada en el diseño, construcción y uso de motores o máquinas, o en cualquiera de las diversas ramas de la ingeniería; (2) persona que maneja un motor o una locomotora. Además, añade: «Miembro de un ejército, armada o fuerza aérea especialmente cualificado en trabajos de ingeniería».

³¹ El que el profesional, el ingeniero, se recoja antes que la profesión, la ingeniería, es hecho frecuente, denotándose el natural antropocentrismo de la lengua.



1.4. Cristóbal de Rojas, en la ilustración con la que concluye el prólogo de su *Teórica y Práctica de Fortificación* (Madrid, Luis Sánchez, 1598). Arquitecto que colaboró con Juan de Herrera y Tiburcio Spannocchi, llegó a ser nombrado Ingeniero por el rey. Se muestra con coraza y gola, manteniendo un libro de geometría o fortificación en la mano derecha y un compás en la izquierda; exhibe sus armas en el interior de una ciudadela de cuatro bastiones, e instrumentos de dibujo en otra pentagonal. Proclama su identificación con el proyecto imperial colocando un globo terráqueo en el que se presenta gran parte de los territorios de la Corona hispana.

Como puede comprobarse, «ingenio» se refiere tanto a una facultad del espíritu como a su concreción en una máquina. Sin embargo, a Juanelo Turriano, a pesar de reconocerlo inventor y constructor de un sobresaliente ingenio, no lo tilda explícitamente de ingeniero. Además, los ingenieros quedan reflejados con una clara adscripción castrense. En análoga línea, pero fuera del marco castrense, se expresa el *Diccionario de Autoridades* (RAE, 1732), que, en su primera acepción, define «ingenio» como

Facultad o potencia en el hombre, con que sutilmente discurre o inventa trazas, modos, máquinas y artificios, o razones y argumentos, o percibe y aprehende fácilmente las ciencias.

Al igual que Covarrubias, también afirma que «se toma por las mismas máquinas e instrumentos artificiosos inventados por los Ingenieros. Lat. *machina*». Es decir, ingenio plasmado en máquinas, aquí explícitamente atribuidas a la invención de los ingenieros, no necesariamente en el ámbito militar. Pero, en el mismo diccionario, «ingeniero» queda recogido en primera acepción como «el que discurre trazas y modos para executar, o conseguir alguna cosa. Lat. *machinator*». No obstante, en su segunda significación particulariza: «Se llama también el que discurre, dispone y traza máquinas y artificios en la arquitectura Militar, para defensa u ofensa de las fortalezas. Es empleo de la Milicia». El DRAE de 1817 (5.ª ed.) tilda de antigua la penúltima, proponiendo como primera acepción: «En la milicia, el que sirve en la disposición, traza y manejo de las máquinas de guerra y en las obras de fortificación. *Machinarum bellicarum militaris opifex, director*». Es decir, muy en la línea de lo recogido años antes por Esteban de Terreros y Pando, en su *Diccionario Castellano con las voces de Ciencias y Artes* (Madrid, Viuda de Ibarra, 1786-1793), para quien «injeniero» es:

El que fortifica las plazas, dispone las líneas de ataques, hace las minas, &c. Fr. *Fortificateur, ingénieur*. Lat. *Monitorum*, [...], *artifex*. It. *Ingegnere, fortificatore, ingegnere*. De aquí llaman también *Injeniero* al que inventa algun injenio, ó máquina. Fr. *Inventeur*, Lat. *Machinarum invéntor*. It. *Ingegnero*.

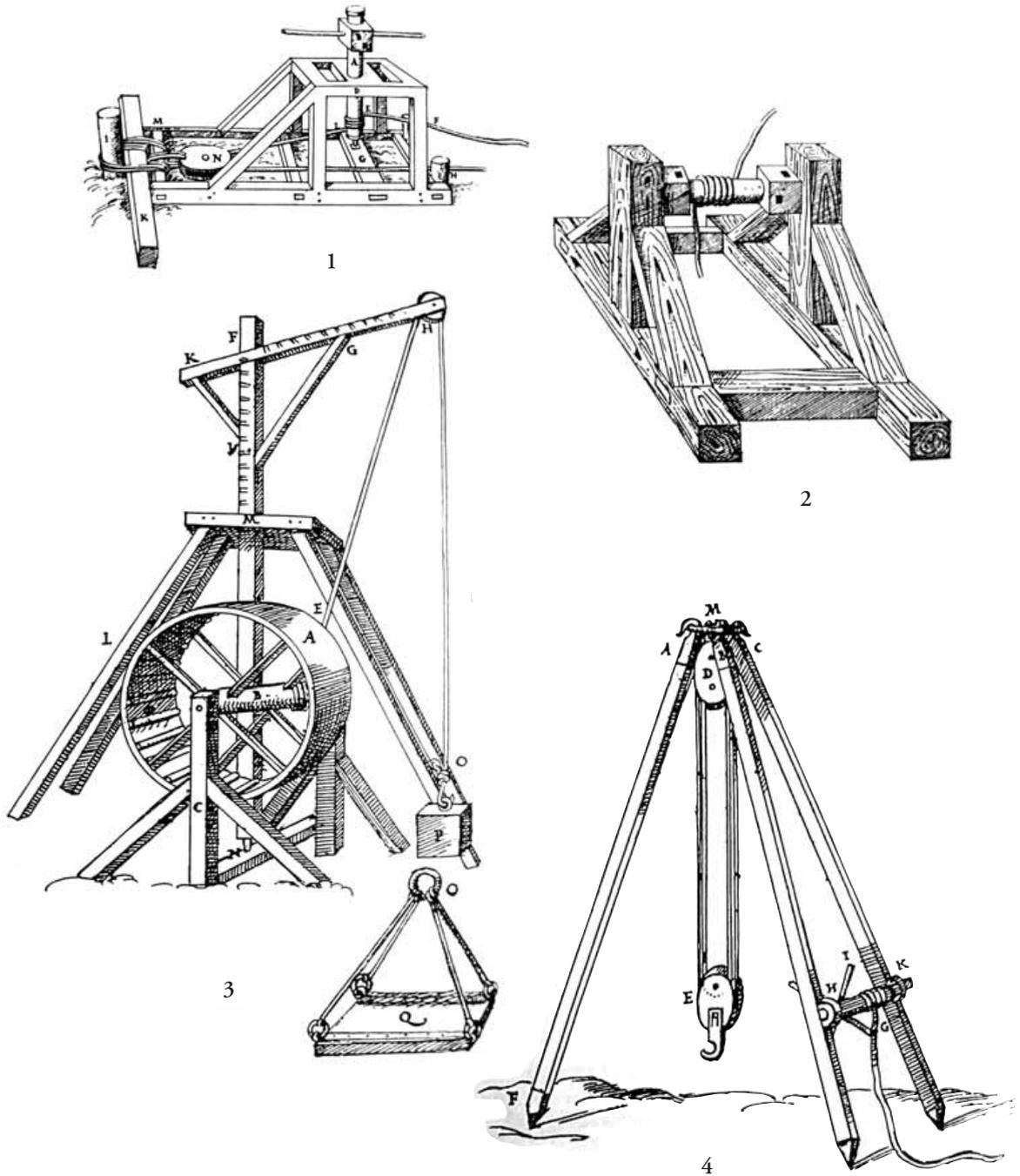
Las acepciones presentadas por Covarrubias o Terreros, así como las últimas recogidas de los diccionarios de la Real Academia Española, denotan una marcada vinculación con lo castrense. Este énfasis no es privativo del castellano: el *Dictionnaire de l'Académie Française* de 1694 presenta como acepción única de «ingeniero» la de «oficial militar»; la edición de 1740 abrirá una segunda acepción: «Se dice también del que dirige otras obras». En su edición de 1727, el *Dictionnaire Universel* de Antoine Furetière (1619-1688) propone la acepción de ingeniero militar, pero añade otra que se puede reconocer como el «machinario» castellano:

Se dice también en relación a la arquitectura civil, de un hombre inteligente en mecánica, que gracias a las máquinas que inventa aumenta las fuerzas en movimiento, tanto para arrastrar y retirar los fardos, como para conducir y elevar las aguas.

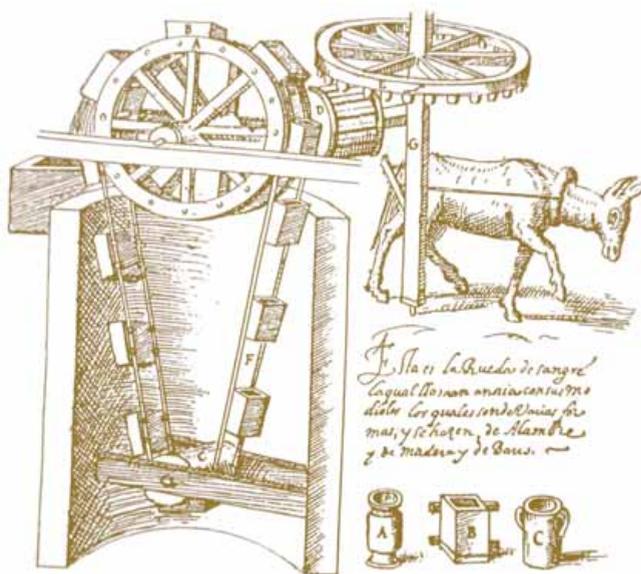
Años más tarde, en la *Encyclopédie* de Diderot todavía se puede leer:

El nombre ingeniero distingue la destreza, la habilidad y el talento que los oficiales deben tener para inventar. Se les denominaba antaño *engeigneurs*, derivado del término *engin* que significa máquina, porque las máquinas de guerra fueron inventadas en su mayoría por los que las ponían en funcionamiento en la guerra. Engin deriva de *ingenium*; en mal latín esas máquinas se denominaban *ingenia*.

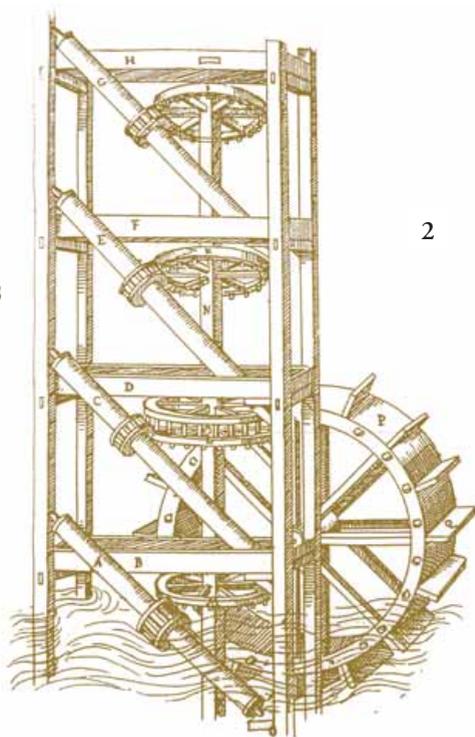
Pasando del profesional a la profesión, «ingeniería» se incorpora al DRAE en 1803 (IVª ed.), únicamente como: «El arte que enseña á hacer y usar de las máquinas y trazas de guerra». Según la 4.ª ed. del DRAE, ¡aún en 1884!, la ingeniería «será» una profesión exclusivamente militar. Cinco años más tarde, en la 13.ª ed. se admitirá implícitamente la participación civil, «Ciencia y arte del ingeniero», mientras que la primera definición nocional no aparecerá hasta 1925 (15.ª ed.):



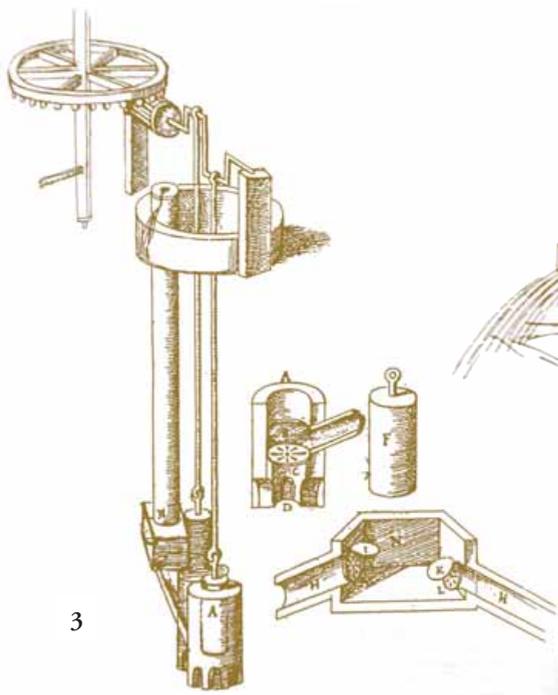
1.5. «Máquinas para arrastrar y retirar los fardos» (en general, para elevar pesos), según Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas (Biblioteca Nacional, Madrid): **1. Ergate** o cabrestante; **2. Torno**; **3. Grúa** con rueda de pisar; y **4. Cabrilla** con polipasto (capaz de levantar pesos mayores que la grúa, aunque menos versátil).



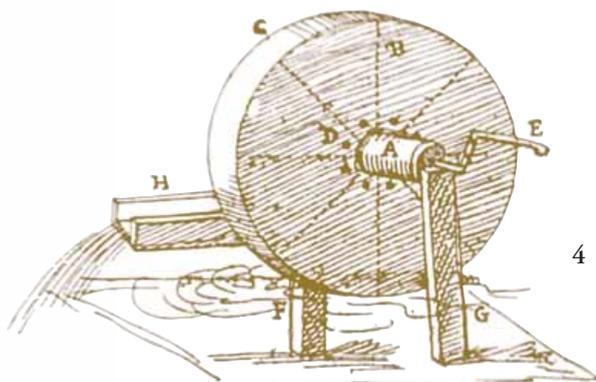
1



2

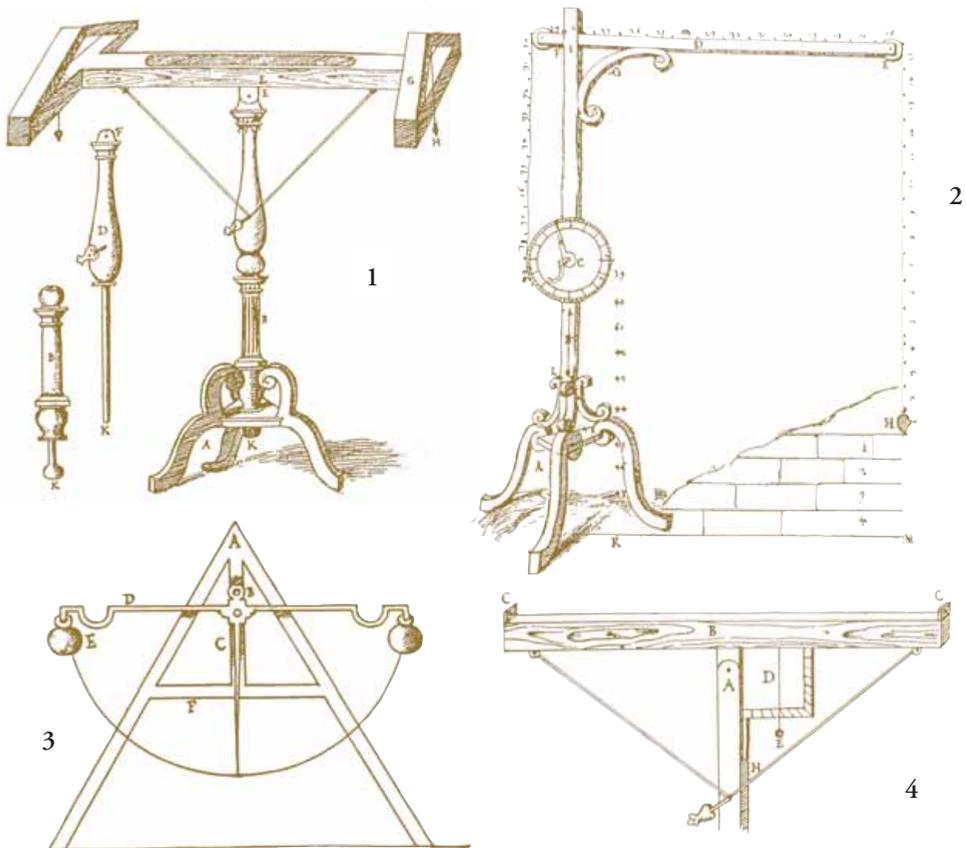


3



4

1.6. «Máquinas para elevar las aguas», según Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas (Biblioteca Nacional, Madrid): 1. **Noria de cangilones**; 2. **Cóclea** (tornillo de Arquímedes) cuádruple, movida por rueda vitruviana; 3. «**Tisibica**», «ctesibica» o «tecinca» (bomba de pistones aspirante-impelente, de invención atribuida a Ctesibio); y 4. **Tímpano** con manivela.



1.7. Instrumentos para nivelación, en *Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas* (Biblioteca Nacional, Madrid): **1. Corobate**, de origen romano, va provisto de plomadas y una acanaladura para nivelar con agua cuando hay viento; **2. Nivel de grados**, con plomada y puela graduada, sirve para medir con precisión desniveles entre puntos muy próximos; **3. Nivel de tranco** con fiel, menos sensible a las rachas de viento que el básico con plomada, pero aún más difícil de transportar; y **4. Dioptra**, atribuida a Herón de Alejandría, lleva un cuadrante para medir inclinaciones.

Arte de aplicar los conocimientos científicos a la invención, perfeccionamiento o utilización de la técnica industrial en todas sus determinaciones.

Como se dijo, la edición de 1925 es la que introduce el sustantivo «técnica»³². En la actualidad ingeniería es: «Conjunto de conocimientos y técnicas que permiten aplicar el saber científico a la utilización de la materia y de las fuentes de energía». Algo fiscalista, la definición parece marginar el empleo de la información; por consiguiente, de sectores como la automática, la electrónica, la informática o las telecomunicaciones.

³² Como se verá en detrimento de «tecnología». Aunque no haya podido confirmarlo, me cabe la convicción de que detrás de estos cambios se encuentra L. Torres Quevedo, que ingresó en la Real

II.2. *Elementos sobre la profesión en la Edad Moderna*

En el Renacimiento, las múltiples necesidades técnicas del imperio hacen que los reyes nombren ingenieros como criados ordinarios, es decir, funcionarios al servicio de la Corona. En su mayoría, tenían relación con la milicia. Por esta razón, de forma convencional se les ha denominado tradicionalmente «ingenieros militares», aunque en un importante porcentaje no eran soldados. En cualquier caso, fuesen nombramientos vitalicios o coyunturales (para la realización de una obra) se dedicaban, principalmente, a la fortificación³³. Además, hay que indicar que con frecuencia los «ingenieros militares» eran extranjeros, aunque súbditos de la Corona; italianos, en su mayoría, y flamencos. Entre los de origen español destaca Cristóbal de Rojas, arquitecto en origen, que tras su nombramiento llegó a ostentar el grado de capitán *ad honorem*. En su obra *Teoría y práctica de la fortificación* (1598)³⁴ se presenta como ingeniero de Felipe II.

En múltiples ocasiones, «ingenieros del rey» y soldados se enzarzan en agrias disputas sobre cuestiones de fortificación. Sin que propiamente existiera un Cuerpo de ingenieros, pero sí evidencia de una incipiente estructuración, algunos fueron nombrados «Ingeniero Mayor». Por ejemplo, Leonardo Turriano en Portugal (en 1598, a donde fue a sustituir a Filippo Terzi) y Tiburcio Spannocchi³⁵ en Castilla (en 1601, aunque su solicitud data de un par de años antes). De este modo, Spannocchi, en quien se aprecian cualidades sobresalientes de geógrafo, cartógrafo, arquitecto y pintor, pasó a depender directamente del Consejo de Guerra y del Capitán General de Artillería.

Muy próximos a los militares-ingenieros, aparecen los artilleros. La artillería es una especialidad castrense cuya separación institucional neta de la ingeniería militar será un proceso que no terminará de resolverse hasta bien avanzado el siglo XVIII. De hecho, los ingenieros reales dependieron de la capitanía general de la Artillería, hasta que en 1711 se fundó el Cuerpo de Ingenieros de los Ejércitos, Plazas, Puertos y Fronteras de S. M. El perfil de militar artillero-ingeniero se observa incluso en diversos de los más célebres tratadistas de la época; por ejemplo, en Cristóbal de Lechuga, que llegó a ser Teniente General de la Artillería en los Estados de Flandes y Milán, autor del *Discurso... que trata de la artillería y de todo lo necesario a ella, con un tratado de fortificación y otros advertimientos* (1611).

Academia Española en 1920. Su enorme interés por la lengua le llevó a promover un *Diccionario Tecnológico Hispano-Americano*, tarea que no pudo culminarse (v. J. GARCÍA SANTESMASES: *Obra e Inventos de Torres Quevedo*, Instituto de España, Madrid, 1980).

³³ J. de HERRERA, *op. cit.*, fol. 16r, afirma que el arte de fortificar fue antiguamente profesión de los alarifes, aclarando que un fortificador ha de saber arquitectura, de máquinas bélicas y de artillería.

³⁴ Véase *Tres tratados sobre fortificación y milicia*, ed. facsímil, CEHOPU, MOPU, Madrid, 1985.

³⁵ Curiosamente, Spannocchi no era militar. Sin embargo, Juan de Herrera, arquitecto del rey, matemático, cosmógrafo diseñador de instrumentos e ingeniero, fue en su juventud soldado en Flandes.

Se podría decir que los «ingenieros» medievales, especialistas en máquinas bélicas, se transforman en los ingenieros renacentistas, para los que la arquitectura militar constituye una preocupación esencial. Así, los ingenieros complementan su preocupación sobre el «arte de las máquinas» —es decir, por la mecánica— con las relativas a la construcción de fortificaciones³⁶.

Los «ingenieros militares» renacentistas, todos con nombramientos reales, participaron con frecuencia en tareas civiles: la navegación del Tajo entre Abrantes y Toledo, diseñada y dirigida por Juan Bautista Antonelli y terminada en 1582; la decisiva actuación de Cristóbal Antonelli en la presa de Tibi, acabada en 1594, con más de 40 m de altura, récord mundial durante casi dos centurias; trabajos de urbanización en Pontevedra o en Guetaría, llevados a cabo por Tiburcio Spannocchi; o la reparación de un muelle para preservar la iglesia mayor gaditana, en 1608, por Cristóbal de Rojas. El siglo XVIII perfilará un Cuerpo de ingenieros militares que realizará importantes funciones civiles durante toda la centuria.

En el Renacimiento se distinguen ingenieros no vinculados a la milicia y que trabajan para concejos, instituciones religiosas o particulares. A veces, maestros de obras y artesanos, dado el prestigio de la naciente profesión, se autodenominan ingenieros. En otros casos, sin emplear tal denominación, realizaron obras de ingeniería. Tal ocurre con Pierres Vedel, constructor en Teruel del acueducto-viaducto renacentista español más importante (h. 1554), o del gigantesco túnel —la Mina— realizado bajo el cerro de San Jorge para defender a Daroca de las inundaciones que la asolaban (1555-60).

Pero al margen de la ingeniería de la construcción, se realizaron tareas de ingeniería por: «machinarios» (ingenieros mecánicos; constructores, por ejemplo, de molinos o de máquinas para elevar agua o pesos), empleo de Pedro Juan de Lastanosa, criado ordinario del rey; relojeros, entre los que Juanelo Turriano, al servicio del emperador y de su hijo, es la figura más destacada; fontaneros y niveladores, como el andaluz Francisco de Montalbán, fontanero mayor de las obras de San Lorenzo el Real, etc. Asimismo, en el marco de la ingeniería han de incluirse, desde una perspectiva actual, otras actividades como la construcción naval o la minería y metalurgia, actividades cruciales para el imperio.

Según López Piñero, puede distinguirse entre mecánicos-ingenieros, artistas-ingenieros y científicos-ingenieros³⁷. García Tapia³⁸ emplea una diferenciación si-

³⁶ En el siglo XVI se entendía por «máquina» «fábrica grande e ingeniosa» (Covarrubias, 1611), y a las fortalezas (las ciudadelas, por ejemplo) se les llegó a denominar «máquinas de guerra».

³⁷ J. M.ª LÓPEZ PIÑERO: *Ciencia y Técnica en la Sociedad Española de los siglos XVI y XVII* (1979), p. 53. En paralelo, F. MARÍAS establece, en «El problema del arquitecto en la España del siglo XVI» (1979), una distinción similar, donde se encuentran los arquitectos practicones (que provienen de los gremios constructores), los artistas que llegan a la arquitectura a partir del dibujo figurativo o del modelado (pintores o escultores) y los humanistas, con formación teórica.

³⁸ N. GARCÍA TAPIA: *Ingeniería y Arquitectura en el Renacimiento español*, Universidad de Valladolid, 1990.

milar, añadiendo ingenieros ocasionales e inventores. En ninguno de los dos casos se expresa una clasificación, dado que muchos ingenieros pueden enmarcarse en más de uno de los epígrafes.

Los ingenieros-científicos, con amplia formación en las artes liberales del *Quadrivium* y conocedores del arte del dibujo, disfrutaban normalmente de una notoria base humanística. Se puede incluso distinguir, según su formación nuclear, entre: (1) matemáticos, conocedores profundos de la geometría euclidiana, la aritmética y sus aplicaciones; (2) astrónomos-cosmógrafos, que dedicaron esfuerzos a temas cartográficos o de nivelación (por ejemplo, para trazar los abastecimientos de agua a las ciudades); y (3) especializados en la filosofía natural, es decir, en las ciencias físicas y naturales. En el otro extremo, los ingenieros-prácticos eran, habitualmente, «maestros artesanos» destacados. Les diferencia su vinculación directa a las obras y una relativamente escasa formación teórica, lo que en ocasiones les llevó a fracasos. Una prueba de la aproximación entre el desempeño artesano y la literatura técnica del momento, vehículo formativo de la actividad como arte liberal, es el caso de Jaime Fanegas, fustero singular, con interesante biblioteca, activo en territorios del Reino de Aragón, a quien por algunas de sus obras podría hoy reconocérsele como ingeniero³⁹.

Los artistas renacentistas españoles se encuentran en el tránsito de su valoración como artífices mecánicos a liberales, en un proceso que seguirá abierto en el siglo XVII. Los ingenieros-artistas son frecuentes en esta época. Solían ser «arquitectos»⁴⁰, ya que ambas profesiones no estaban bien deslindadas, tema sobre el que se volverá. También podían ser escultores, pintores o incluso orfebres. El anteriormente aludido Pierres Vedel fue adjetivado por sus hijos como «escultor y architector». En *Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas*⁴¹, el más importante tratado europeo de ingeniería hidráulica del Renacimiento, el autor⁴² defiende su arte como «architectura hidráulica», distanciándose de la denominación de ingeniero por sus adherencias militares y artesanas:

³⁹ Por ejemplo, realizó un puente de madera sobre el río Cinca, en Monzón, y otro sobre el Ebro, en Zaragoza; construyendo norias puso en regadío algunas tierras en el entorno de Zaragoza; y participó en ciertos negocios mineros en relación con los marqueses de Camarasa (v. C. GÓMEZ URDÁÑEZ: «Artistas-ingenieros en Zaragoza en el siglo XVI», en *Actas del Congreso «Jerónimo Zurita. Su época y su escuela»*, Zaragoza (I), pp. 467-474, 1986).

⁴⁰ En su mayoría así autodenominados, pues fueron pocos los que disfrutaron como tal de un título oficial.

⁴¹ Una cuidada edición facsímil: J. A. GARCÍA DIEGO (ed.): *Los veintiún libros de los ingenios y máquinas de Juanelo Turriano*, Fundación Juanelo Turriano y Eds. Doce Calles, Madrid, 1996.

⁴² N. GARCÍA TAPIA lo atribuye a un ingeniero montisonense: *Los veintiún libros de los ingenios y máquinas de Juanelo, atribuidos a Pedro Juan de Lastanosa*, Diputación General de Aragón, Zaragoza, 1997.

[...] y hoy día de los que el vulgo llama yngenieros y por mejor dezir de los que se hacen llamar ingenieros, y estos han tomado este exercicio pretendiendo que las cosas de la guerra y las fabricas de agua son una misma cosa, de lo qual veo ir engañados a muchos y aún engañan a muchos, en especial a los príncipes que tales edificios mandan hazer a soldados o a canteros o a picapedreros [...]. De modo que toda la sciencia destos ingenieros, es toda su sciencia sólo hablar muy largo y blasonar mucho de las faltas que otros han hecho, y las suyas cúbrenlas con ropas de otros (II, 558).

Si bien los más significados ingenieros fortificadores fueron en gran parte súbditos de la Corona procedentes de Italia, en el resto de los perfiles dominaban los españoles. Ello no quita para que llegara a haber extranjeros que nada tuvieron que ver con la milicia, aunque estuviesen muy bien considerados por las arcas reales, el ingeniero hidráulico milanés Giovanni Francesco Sironi⁴³, por ejemplo.

Para concluir estos apuntes sobre los ingenieros renacentistas, permítasenos concatenar dos citas complementarias sobre la profesión en el marco europeo. Según B. Gille:

En el siglo xv [...] comienza a dibujarse nuestro ingeniero del Renacimiento, artista y artesano, militar, organizador de fiestas, con toda su complejidad y todo su genio que le darán la ilusión de una eficacia sin límites⁴⁴.

Esa «explosión del genio» llevará en muchos casos a un solapamiento entre innovación-creación y fantasías, al punto de que:

Durante casi un siglo [a partir de finales de los 1480s], ingenieros italianos se dispersaron por toda Europa, desde Madrid a Moscú y de vuelta a Gran Bretaña, monopolizando los mejores trabajos, creando bellas máquinas, construyendo palacios y fortificaciones, y ayudando a entrar en bancarrota a todo gobierno que los contratara. Para los nativos, pagadores de los impuestos, eran una plaga de langostas, pero los soberanos del siglo xvi los consideraban indispensables⁴⁵.

La institucionalización de la ingeniería en España comenzará en el Siglo de las Luces. En 1711 se funda el Cuerpo de Ingenieros de los Ejércitos, Plazas, Puertos y Fronteras de S. M.⁴⁶ A lo largo del siglo xviii será, sin duda alguna, la más importante corporación técnica de la Corona española. A los ingenieros militares compitieron no sólo las funciones castrenses propias (fortificaciones y comunicaciones, en particular) sino las civiles, de reconocimiento e intervención territorial, en particular a través de obras públicas estructurales. Así, de una estructura viaria descentralizada, favorecida por la geografía e impuesta por los intereses de la Roma

⁴³ J. A. GARCÍA-DIEGO y A. KELLER: *Giovanni Francesco Sironi, Ingeniero Renacentista al Servicio de la Corona de España*, Fund. Juanelo Turriano, Ed. Castalia, Madrid, 1990.

⁴⁴ B. GILLE: *Les Ingénieurs de la Renaissance*, 1964 (p. 8).

⁴⁵ L. WHITE, JR.: «The flavor of Early Renaissance Technology», en *Developments in the Early Renaissance* (B. A. LEVY, ed.), Albany, 1972 (p. 41).

⁴⁶ H. CAPEL et al.: *De Palas a Minerva*, 1988.

Imperial, se pasa a otra radial, diseñada por Fernando Ward en 1754 y puesta en marcha por Carlos III, reflejo de la concepción centralista de la nueva casa reinante. Los ingenieros militares proyectaron y dirigieron la construcción de caminos, puentes, canales, puertos, Reales Fábricas e incluso hospitales, escuelas y palacios. Tuvieron también relevantes funciones en el trazado urbanístico de ciudades y su labor cartográfica fue de primera magnitud. En 1774 se organizó el Cuerpo en tres ramos: (1) Plazas y Fortificaciones del Reino; (2) Caminos, Puentes, Edificios de Arquitectura Civil, Canales de Riego y Navegación, y (3) Academias Militares de Matemáticas (Barcelona, Orán y Ceuta). El segundo ramo, con cometidos claramente civiles y treinta miembros, pasó a operar bajo el mando de Francisco Sabatini (1722-1797) y se ocupó de obras de infraestructura y edificación sostenidas por la Corona.

En el ámbito militar, además del Cuerpo de Ingenieros de los Ejércitos, etc., se fundará el Cuerpo de Ingenieros de Marina (1770), del que dependerá la Academia de Ingenieros de Marina (Cádiz, 1772). La Armada pretendía con ello la autosuficiencia en temas de construcción naval y de arsenales, así como el acondicionamiento de instalaciones en sentido amplio. Esto significó una pérdida de competencias para los ingenieros «de Tierra» ya que, por ejemplo, de acuerdo con la *Ordenanza e Instrucción para la enseñanza de las Matemáticas en la Real y Militar Academia que se ha establecido en Barcelona y las que en adelante se formaren* (1739), entre las misiones del cuerpo se contaba el «adaptar los puertos de mar remediando con el arte los defectos de la naturaleza». La creación por Godoy, en 1796, del Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos, especializado en geodesia y cartografía, será otra amenaza para las competencias de un Cuerpo que había tenido esa como una de sus principales responsabilidades durante el siglo XVIII.

Este vertiginoso resumen resalta las vinculaciones con lo militar de la profesión de ingeniero en sus orígenes, lo que justifica algunas de las acepciones encontradas en los diccionarios. Pero no hay que olvidar la existencia de actividades artesanales, gremiales, como precursoras de la moderna ingeniería. Adicionalmente, se ha de mencionar la destacada labor de enseñanza y difusión de la técnica realizada por diversas escuelas en el seno de Reales Sociedades de Amigos del País (las de Vergara, Madrid y Zaragoza, entre otras), o de Juntas (Particulares) de Comercio, la de Barcelona muy especialmente. Además, iniciativa directa de la Corona será la creación de la Escuela de Delineadores o Geómetras Subterráneos de Almadén (1777), para «enseñar a los jóvenes profesores de Mathemáticas, que se remitieran de estos Reynos, y los de América, para que se destinen e instruyan en la Theórica, y prácticamente en la Geometría Subterránea y Mineralogía», a partir de la que se fundará la Escuela Especial de Ingenieros de Minas de Madrid (1835). También la creación de la Inspección General de Caminos y Canales (1799) —de la que emanará la Escuela de Caminos y Canales (1802)—, antecedente del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Minas y Caminos son las dos ingenierías puramente civiles que tienen sus raíces en el XVIII. La creación de la última, como anteriormente la de los

estudios de arquitectura en la Real Academia de Bellas Artes, serán también motivos de pérdida de competencias para el más importante Cuerpo técnico durante el Siglo de las Luces.

Entrado el Ochocientos, pasado el nefasto reinado de Fernando VII y con la llegada de los liberales, las ingenierías civiles comenzarán su consolidación definitiva. En esta línea, mediante un Real Decreto de 1835 se crea un Cuerpo de Ingenieros Civiles. Teóricamente estará integrando por cuatro Inspecciones: las de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos⁴⁷ y de Minas, al tiempo que se instituyen las de ingenieros Geógrafos y de ingenieros de Bosques. Con objeto de racionalizar la enseñanza preparatoria a las cuatro Escuelas Especiales correspondientes, en noviembre del mismo año se crea un Colegio Científico, que no llegó a abrir sus puertas. Aunque este Cuerpo de Ingenieros Civiles no funcionó como tal⁴⁸, se puede considerar que a partir de su definición comienza, con altibajos, la consolidación definitiva de las ingenierías civiles en este país.

II.3. *Arquitecto e ingeniero*

Arquitectura e ingeniería han sido, en muchos aspectos, profesiones indiferenciadas hasta su moderna institucionalización, ya avanzado el siglo XVIII, incluso en el primer tercio del XIX. Por problemas de competencias profesionales, su deslinde ofrecía, e incluso sigue presentando en la actualidad, algunos puntos de fricción. Arquitectos e ingenieros, junto con los practicantes de diversos «oficios matemáticos» como cosmógrafos y cartógrafos, formaron parte «técnica» de la elite intelectual que comienza con el Renacimiento.

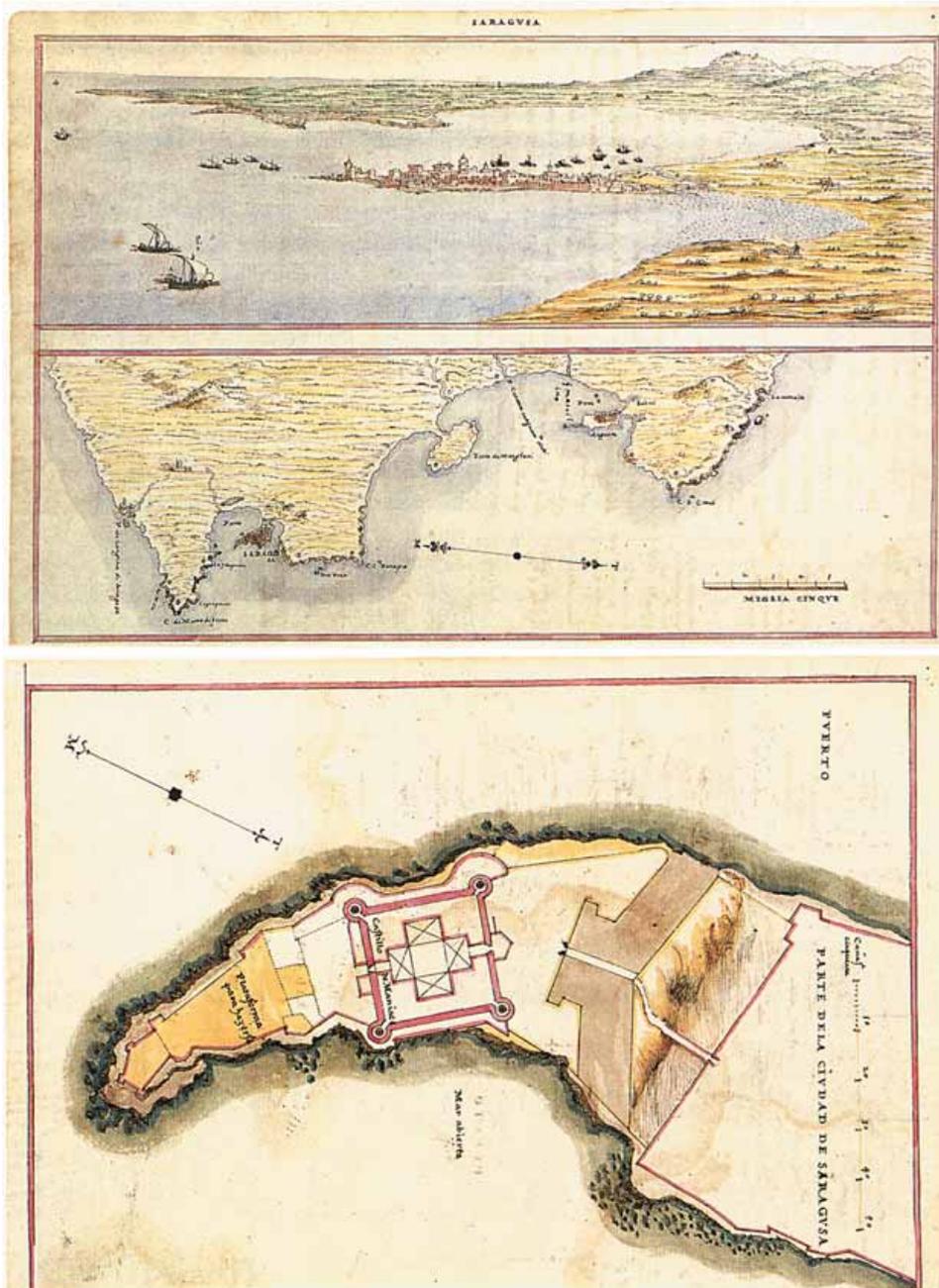
Arquitecto, en su acepción básica —técnico especializado en el arte de proyectar y construir edificios—, significa etimológicamente «el primer [*árkhō*] obrero o carpintero [*téktōn*]; derivado de *tiktó*, produzco, doy a luz], es decir, el principal constructor. Procediendo de forma análoga a como ocurría con la ingeniería, el *Tesoro* de Covarrubias (1611) aún no define la profesión, pero sí al «architecto»:

Vale tanto como maestro de obras, el que da traças de los edificios, y traza las plantas, formándolo primero en su entendimiento. Está compuesto este nombre de *αρχος*, *príncipes* et *τεχτων*, *faber*, *pricipalis faber*, *fabricandi artem habens* [...].

De forma dual, Covarrubias entiende como maestro de obra «el que da la traça y hace la planta y monte de la obra principal, *latine fabricensis*; vulgarmente se

⁴⁷ A los ingenieros de Caminos y Canales se les reconoce en 1835 competencia en puertos y faros. Según A. RUMEU DE ARMAS (*Ciencia y Tecnología en la España Ilustrada: La Escuela de Caminos y Canales*, Ediciones Turner, Madrid, 1980, p. 435): «La ley de presupuestos, promulgada el 26 de mayo de 1835, encomendó al Ministerio del Interior la dirección y conservación de las obras de puertos y faros, que habían dependido del ramo de la Marina [...]».

⁴⁸ En efecto, en 1836 se reglamentan por separado los Cuerpos de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y de Minas. El Cuerpo de Ingenieros de Montes (no de Bosques) se organizará efectivamente cerca de veinte años más tarde, mientras que el de Ingenieros Geógrafos tendrá que esperar a los comienzos del siglo XX.



1.8. Tiburcio Spannocchi, Descripción de las marinas de todo el Reino de Sicilia (h. 1578; manuscrito n.º 788, B. N. de Madrid). El control del territorio lleva introducir variados niveles de descripción, desde el corográfico general (Sicilia), pasando por mapas y vista con Saragusa (Siracusa), hasta el arquitectónico (el castillo y plataforma por hacer).

llama arquitecto». Es decir, asume «arquitecto» y «maestro de obras» como términos equivalentes, algo etimológicamente correcto. En efecto, «maestro» deriva de *magister*; propiamente «jefe, director», lo que puede tomarse como análogo a *arqui-archi* [árkhō], de donde se comprende la sinonimia expresada. Diego de Siloe (escultor) y Pedro Machuca (pintor), dos de nuestras *águilas*, nunca se llamaron o fueron denominados arquitectos. No obstante, el uso del neologismo castellano «arquitecto» (h. 1520), derivado del griego, en vez del latino «maestro de obras», tiene un significado profundo, presente en el tratado de Marco Vitruvio Pollion, *Los diez libros de Arquitectura*, reinterpretado y perfilado por el humanista León Battista Alberti en *De re aedificatoria* (1485).

Se puede afirmar que el concepto vitruviano de arquitectura supera al actual en extensión, comprendiendo no sólo aspectos urbanísticos y de construcción de edificios, sino también de infraestructuras (por ejemplo, los acueductos y canales) y máquinas (tractoras y elevadoras de pesos, elevadoras de agua), incluso las de corte militar ofensivo. En esta visión de la arquitectura se fundamenta una parte sustancial del enorme solapamiento de funciones entre arquitectos e ingenieros que se arrastró hasta el siglo XVIII. Desde un punto de vista conceptual, el cambio producido en el Renacimiento es sustancial porque su actividad se desplaza desde *ars* a *sciencia*, pasándose a diferenciar el diseño (la idea) y la materialidad (la obra). El diseño será la labor esencial del arquitecto. Al igual que en el caso de los ingenieros, el ingenio es consustancial al arquitecto. Pietro Cataneo, en *I Quattro Primi Libri di Architettura* (1554), además de una buena base científica, requería del arquitecto estar «di natural ingegno dotato», dado que «essendo ingegnoso senza sciencia, overo scientifico senza ingegno, non potia farse perfetto Architetto».

Actividad mental y erudita —por consiguiente, arte liberal— será la de los arquitectos e ingenieros. De hecho, el control detallado de la obra o instalación se delegará en los maestros nombrados al efecto. Al separar la expresión de la idea de su realización, tendrán que proveerse lenguajes para comunicarla. Al igual que para los ingenieros, las ideas se comunicarán merced a representaciones en un plano, mediante dibujos, o en el espacio, mediante maquetas. Esto planteará cuestiones relativas a la primacía de las artes, observándose en el primer caso relaciones privilegiadas con la pintura, mientras que en el segundo caso lo serán con la escultura⁴⁹.

Durante el XVI, en medios artísticos y humanistas españoles, la pauta del nuevo concepto de arquitecto⁵⁰ se puede trazar a partir de Diego de Sagredo y su *Medidas*

⁴⁹ Las cuestiones relativas a la primacía entre las artes se tratan, por ejemplo, en J. M.^º GENTIL BALDRICH: *Traza y Modelo en el Renacimiento*. Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción, E.T.S. de Arquitectura de Sevilla, 1998; H. A. MILLON y V. M. LAMPUGNANI (eds.): *The Renaissance from Brunelleschi to Michelangelo. The representation of Architecture*, Thames & Hudson, 1994.

⁵⁰ Sobre el arquitecto renacentista pueden consultarse L. CERVERA VERA: «El arquitecto humanista ideal concebido por León Battista Alberti», *Revista de Ideas Estéticas*, 146, XXXVII, 1979, pp. 119-145; F. MARIAS: «El problema del arquitecto en la España del siglo XVI», *Academia*, (48), 1979, pp. 173-216,

del romano (1526). Sagredo fue un humanista, conocedor no sólo de la geometría, la aritmética y el dibujo, sino también de la historia, la filosofía, la geografía, la medicina, la astrología..., necesarias para alcanzar el ideal vitruviano expresado por los requisitos de solidez (*firmitas*), utilidad (*utilitas*) y belleza (*venustas*). Frente a este profesional, en ámbitos artesanos se emplearán a veces los términos *architecto/architetto/architector* con valor contractual, refiriéndose a mazoneros, entalladores, ensambladores e, incluso, escultores. En suma, arquitecto es término usado por retablistas distinguidos, donde se valora la «composición» y la ordenación del conjunto —algo que en un retablo, desde un punto de vista arquitectónico, es esencialmente bidimensional— frente a los detalles escultóricos o pictóricos.

Según F. Marías, a mediados del *xvi* sólo se autodenominan arquitectos Francisco de Villalpando (se le reconoce como «arquitecto y Iometra» en la licencia real de impresión de su traducción parcial al castellano de las *Regole generali di architettura* de Sebastiano Serlio, 1552) y los arquitectos reales Juan Bautista de Toledo (1561) y Juan de Herrera (1567). Los nombramientos de ingeniero son algo más tempranos. Por ejemplo, García Tapia da cuenta de un tal Abraham de los Escudos, vecino de Burgos, denominado «ingeniero de los reyes», a quien se termina eximiendo del pago de algunos impuestos en su ciudad merced a una intervención real, dado el carácter liberal de su profesión⁵¹.

Ni los ingenieros ni los arquitectos reconocidos como tales fueron muchos en el siglo *xvi*. En cualquier caso, algunos arquitectos (p. ej., Cristóbal de Rojas) solicitaban ser nombrados ingenieros por el rey, dado que esta profesión, especialmente si estaba ligada a la fortificación, fue de las mejor pagadas en tiempos de Felipe II y Felipe III.

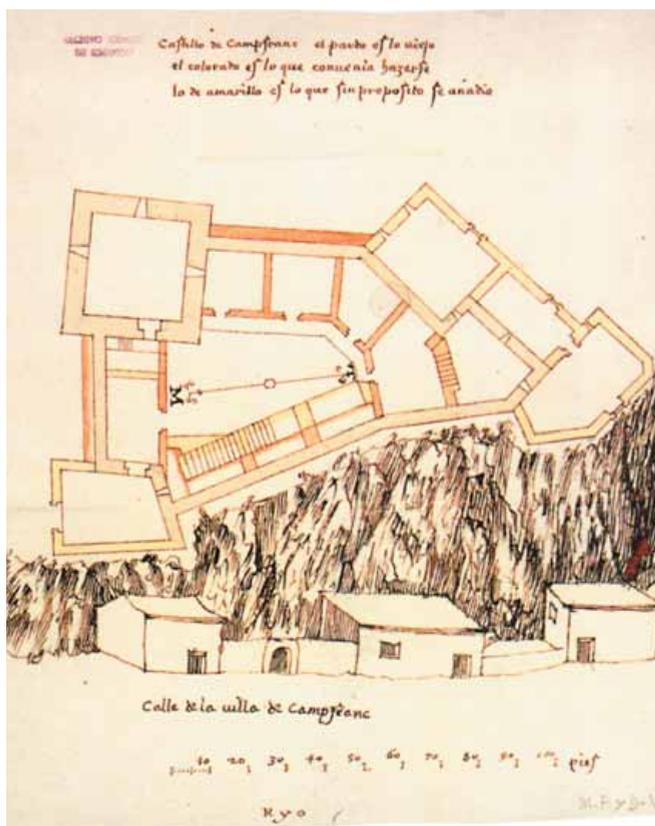
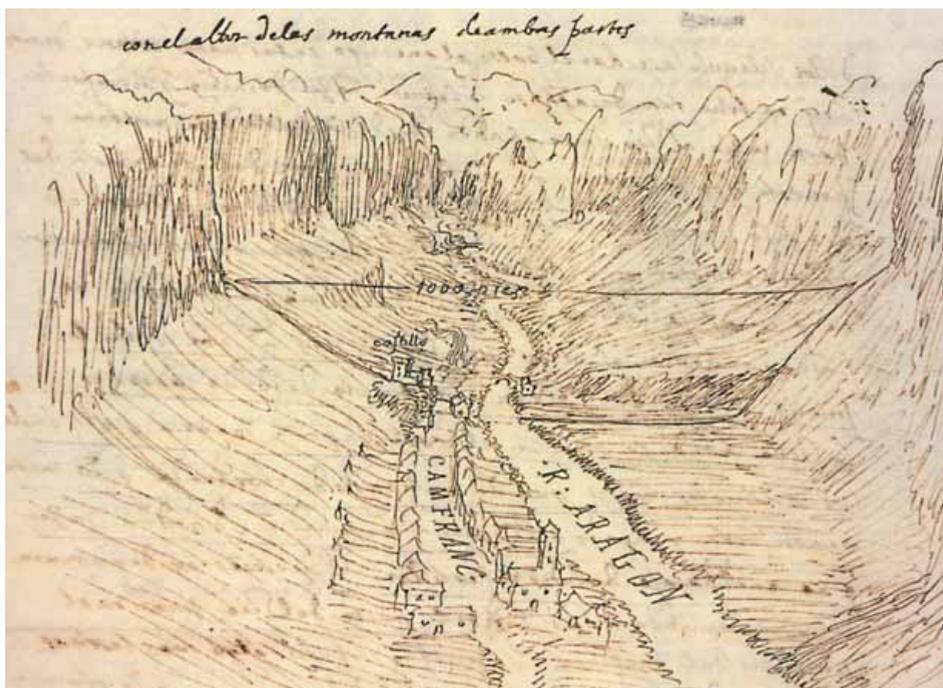
Dando un salto en el tiempo hasta la España borbónica, el *Diccionario de Autoridades* (RAE, 1726) define «arquitecto», en línea con Covarrubias, como «Maestro de obras que idea y traza las fábricas de los edificios». Asimismo, introduce el concepto de arquitectura:

Ciencia que enseña à edificar tales fábricas, que puedan cómodamente habitar en ellas los hombres, atendiendo a su firmeza, conveniencia y hermosura, proporcionándolas al fin para que se erigen.

Indicativa de la evolución y reglamentación de la profesión es la acepción de la RAE (1770) según la cual arquitecto es «el que está instruido en todas las partes de la

1979; C. GÓMEZ URDÁÑEZ: «Sobre el arquitecto vitruviano. De la Antigüedad al Renacimiento», en *Difusión del Arte Romano en Aragón*, Zaragoza, Institución «Fernando el Católico», 1996, pp. 265-296. En un marco más general: S. KOSTOF (coord.): *The Architect. Chapters in the History of the Profession*, Oxford University Press, 1977. (*El Arquitecto: Historia de una Profesión*, col. Ensayos Arte, Cátedra, 1984.)

⁵¹ N. GARCÍA TAPIA: «Los ingenieros y sus modalidades», en *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla*, J. M.^º LÓPEZ PIÑERO (dir.), vol. III: siglos *xvi* y *xvii*, 2002 (p. 151).



1.9. Tiburcio Spannocchi (1592): uno de los múltiples resultados de su presencia en el Pirineo, con objeto de fortificar la frontera, son estos dibujos del valle y el castillo de Camfranc (Archivo General de Simancas, M. P. y D. VI-113 y VI-57).

arquitectura, y la ejerce con título de tal». Un siglo más tarde (RAE, 1884) se adoptará, en esencia, la definición actual: «El que profesa ó ejerce la arquitectura».

En resumen, «ingeniero» (h. 1450) se introduce antes que «arquitecto» (1520), sin embargo «arquitecto» y «arquitectura» se estabilizan conceptualmente antes (en el propio Renacimiento) que «ingeniero» e «ingeniería», aunque su empleo era muy restringido.

II.4. *Ingénieur «versus» engineer: dos tradiciones profesionales diferenciadas*

El vocablo «ingeniero» se matizará de forma muy diferente en el continente europeo y en las islas británicas. En el primer caso, vinculados en gran parte, pero no exclusivamente, a cuerpos de la Administración del Estado (formados en escuelas como la École Polytechnique, la de Ponts et Chaussées o la Centrale d'Arts et Manufactures en Francia, o las Escuelas Especiales españolas decimonónicas), los ingenieros constituirán una destacada elite intelectual y profesional⁵². Mientras tanto, en la industrializada Inglaterra, «ingeniero» se comprenderá como un derivado de *engine*, máquina⁵³, motor; es decir, ingenio en su cuarta acepción, «máquina o artificio mecánico», que se remonta al medieval *engegno*. Tal acepción también se apunta en el *Tesoro* de Covarrubias, quien afirma que «cualquiera cosa que se fabrica con entendimiento y facilita el executar lo que con fuerças es dificultoso y costoso, se llama ingenio». La misma significación aparece, en cuarto lugar, en el propio *Diccionario de Autoridades* (1732), donde ingenio se define como «las mismas máquinas è instrumentos artificiosos inventados por los Ingenieros»; o sea, las máquinas y otros artefactos como «condensación» material y funcional del ingenio-capacidad intelectual. Algo ya reflejado en el *Tesoro* de Covarrubias (1611), el ingenio pasa del espíritu al producto. Recuérdese que *machinista* e «ingeniero» son reconocidos como sinónimos por el *Diccionario de Autoridades*.

Conviene detenerse en las raíces de la dualidad de concepciones en la ingeniería. En el siglo XVIII se manifiestan en Europa dos hechos de gran trascendencia: la *Encyclopédie* y la Revolución Industrial. Dirigida por Diderot y D'Alembert, la *Encyclopédie* se edita en Francia a partir de 1751. Se inspira en una ideología burguesa, valorando las ciencias y las técnicas (las artes), especialmente en cuanto se impli-

⁵² Prueba de ello es que el color distintivo de la profesión, portado en el fajín y el plumero llorón de los uniformes, se unificará (1910) en el morado, el de la Casa Real, también empleado por los ingenieros militares.

⁵³ Tomado de *machina* (lat.), que proviene del griego dialectal *makhaná*, lo que significa «invención ingeniosa». Entre otros son derivados en castellano: mecánico (h. 1280; procedente de μηχανικός), maquinista (1600), maquinaria (1708), mecanismo (1822) (v. J. COROMINAS, *op. cit.*). Las máquinas son artefactos, objetos concebidos, planificados y construidos. La explicación de máquina en el *Tesoro* de Covarrubias resulta hoy en día curiosa: «Fábrica grande e ingeniosa, del nombre latino *machina*. Máquina bélica, es la que haze el ingeniero para dañar a los contrarios; éstas son muchas y varias, *vide Vitruvium*, lib. 10, cap. 19. Maquinar alguna cosa significa fabricar uno en su entendimiento traças para hazer mal a otro». Aún hoy en día «maquinar» tiene un sentido peyorativo, sinónimo de «urdir, tramar, intrigar» (v. S. GILI GAYA, *op. cit.*).

quen en la producción. Participan en su escritura los filósofos (Voltaire y Rousseau, entre otros muchos), difundiendo un pensamiento abierto a la duda metódica, siempre crítico ante la tradición. Será un catalizador importante para la Revolución Francesa (1789), en la que las ciencias llegarán a ser valoradas hasta el punto de ser, en cierto sentido, elevadas a sucedáneo de la religión. Entre tanto, se crea la *École des Ponts et Chaussées* (1747), la primera escuela de ingeniería no militar europea. Su objetivo es formar ingenieros que entrarán a servir al Estado en cuerpos especializados, con misiones constructivas análogas a las de los ingenieros militares, pero en ámbitos civiles.

Paralelamente en Inglaterra (en Birmingham y Manchester, principalmente), a partir de 1770, en un ambiente de intensa actividad industrial, artesanos-inventores-emprendedores hacen gala de una enorme creatividad técnica. No existe una enseñanza reglada del arte del ingeniero, sino que el aprendizaje se realiza en el taller, bajo la tutela de maestros; es decir, el esquema de transmisión del conocimiento es, esencialmente, de tipo gremial. En este ambiente, algunos industriales textiles, constructores de máquinas, inventores, se reúnen regularmente en un club para intercambiar puntos de vista. Bajo el liderazgo de John Smeaton, se terminan auto-denominando *civil engineers*, expresión con la que pretenden diferenciarse de los ingenieros militares, los *Royal Engineers*.

La denominación «ingeniero civil» pasó al continente europeo. En Francia designó inicialmente a los ingenieros de Ponts et Chaussées o, más en general, a los dedicados a esa rama constructiva (recuérdese la segunda acepción en el *Dictionnaire* de Furetière, de 1727). No obstante, al ser funcionarios de la Administración del Estado, se les pasa a llamar *ingénieurs d'État*, reservándose el calificativo «civil» para los que realizan el ejercicio privado de la profesión (en empresas o de forma libre, aunque fueran antiguos miembros de los cuerpos de ingeniería). Son particularmente beneficiarios de la denominación «civil» los formados en la *École Centrale d'Arts et Manufactures* (París, 1828), modelo sobre el que se definirán en España los estudios de ingeniería Industrial⁵⁴.

Desde esta perspectiva, los ingenieros franceses se clasificaban en: militares, de Estado (es decir, pertenecientes a los cuerpos administrativos civiles del mismo) y civiles (en empresas o ejerciendo la profesión libremente). En su edición de 1935, el *Dictionnaire de l'Académie Française* mantiene, en toda su generalidad, que ingeniero civil es el «que no pertenece a los servicios públicos». Según esta apreciación, en la España decimonónica los únicos ingenieros propiamente civiles son

⁵⁴ La *École Centrale* no fue creada por la Administración; fue iniciativa privada que sólo en 1857 pasó a ser financiada por el Estado, aunque nunca ha sido escuela de un cuerpo. Desde los comienzos, imprimió a sus alumnos un perfil de ingeniero generalista, orientado hacia el desempeño profesional en la (gran) industria. De carácter menos cientifista, más próximo a las necesidades de la industria privada, representó un claro talante liberal y civil, tratando de implantar una concepción alternativa a la de la *École Polytechnique*.

los industriales. En clara oposición, el DRAE (17.^a ed., 1884) introduce el sintagma y conceptúa al ingeniero civil como «el que pertenece á cualquiera de los cuerpos facultativos no militares consagrados á trabajos y obras públicas». En esencia, es la acepción administrativista, sorprendentemente aún en vigor en el DRAE. Al margen de lo recogido, en el lenguaje ordinario se designa como ingeniero civil al no militar (sea o no funcionario) y, de forma más específica, a las ramas de ingenieros constructores (principalmente, Caminos, Canales y Puertos), aunque no trabaje para la Administración.

En resumen, en el siglo XVIII se evidencian las dos tradiciones básicas de la ingeniería no militar en Europa. Una, continental, de raíz administrativa y que nace en Francia, *Ingénieurs d'État*, con sus escuelas propias, en las que se enseña la ciencia y el arte de la rama de la ingeniería que corresponde al cuerpo administrativo⁵⁵. De formación academicista, el término «ingeniería» hay que entenderlo en este caso como derivado de «ingenio», *ingenium*, en su acepción de capacidad intelectual. La segunda tradición, de iniciativa privada, aparece como una forma evolucionada de la gremial, e «ingenio» adquiere su sentido como sinónimo de máquina (*engin*); es decir, «ingenio físicamente plasmado» en un artefacto. Los ingenieros continentales surgen desde y para la cúpula de la administración, los británicos emergen desde abajo, gremialmente, desde el taller.

La expresada dualidad de concepciones, «facultad intelectual, mundo de la idea, del arte liberal» *versus* «máquina, la cosa, la obra», se traduce en instituciones educativas muy diferenciadas, que han respondido históricamente a misiones sociales bastante distintas: en nada se parecen conceptual y metodológicamente los estudios en las «Grandes Écoles» francesas con los correspondientes de los tradicionales «Polytechnic Institutes» británicos, recientemente en proceso de «reconversión» en universidades. De este modo, se determina una tradición dual de la ingeniería en Europa que, aún hoy, explica la diferente imagen social de los ingenieros en el continente y en Gran Bretaña: *ingénieur-ingenium* «versus» *engineer-engin*.

En la España decimonónica, los ingenieros civiles serán de Minas; de Caminos, Canales y Puertos; de Montes; Industriales; y Agrónomos. Todos estarán integrados en

⁵⁵ En la España de esa época, gozarán de prestigio y de honores próximos a la tradición militar, vinculada a la aristocracia bajo el Antiguo Régimen. Muestra del aprecio hacia la formación rigurosa en las artes de la minería, en 1778 el rey concede a los alumnos de la Escuela de Delineadores o Geómetras Subterráneos de Almadén una distinción militar: los Cordones de la Corona de Nueva España. En sentido inverso, si se puede decir, el poder castrense se ve obligado a ceder competencias en favor de los nuevos ingenieros civiles. Según J. CARRILLO DE ALBORNOZ Y GALBEÑO (*Abriendo Camino: Historia del Arma de Ingenieros*, Fundación Central-Hispano, Madrid, 1997), ante la creación de la Inspección General de Caminos y Canales (1799), «los Ingenieros del Ejército [que] se veían separados de algunas de sus más importantes funciones, aparte de las más específicas relativas a la construcción de fortificaciones o edificios de carácter militar, [...] se sintieron francamente inquietos por el futuro de sus competencias».

Cuerpos facultativos de la Administración, con la notable excepción de los Industriales⁵⁶.

La emblemática profesional de los ingenieros civiles tendrá distintivos de dignidad caros a la milicia⁵⁷: uniformes —en su mayoría, de clara influencia castrense— con espada, bastón de mando, fajín y bicornio con plumero llorón. Frente a ello, los trajes académicos universitarios o de profesionales de artes liberales, como la abogacía, serán togas, en su origen trajes talarés, lo que denota la preponderancia de la tutela eclesial en los estudios universitarios. Dicho en otros términos, a través de estos símbolos se evidencian dos raíces fundamentales de la Universidad española: la Iglesia y la milicia.



1.10. Uniforme de los cuerpos de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y de Minas (1842), de clara raigambre castrense; **traje académico de los farmacéuticos (h. 1846)**: talar con muceta y birrete, obviamente próximo a los empleados por los prelados; y **uniforme del cuerpo de ingenieros de Montes (1857)**, algo más civil en sus formas que el primero. Tras la incorporación a la Universidad de las enseñanzas de ingeniería (leyes de 1957 y 1964), el traje académico y distintivos de las Escuelas Técnicas Superiores de Arquitectura e Ingeniería no se regulará hasta diciembre de 1967. Los uniformes de la Ingeniería Civil mantendrán su vigencia en el ámbito profesional.

⁵⁶ Formación «extracorpórea» y descentralización geográfica (se abrieron escuelas en Barcelona, Madrid, Sevilla, Valencia y Vergara; todas hubieron de cerrar, salvo la barcelonesa; en 1899 abrió sus puertas la de Bilbao) son, características exclusivas de los Industriales, dentro del mundo de la ingeniería española decimonónica.

⁵⁷ M. SILVA: *Uniformes y Emblemas de la Ingeniería Civil Española*, Institución «Fernando el Católico», Zaragoza, 1999.

En lo que a las instituciones de formación se refiere, durante el siglo XIX se consagra una separación neta entre las Escuelas Especiales de ingeniería y arquitectura y la Universidad. La integración no se producirá hasta la ley de *Reforma de las Enseñanzas Técnicas* de 1957, hace menos de medio siglo. Posteriormente vendrán las leyes de *Reordenación de las Enseñanzas Técnicas* (1964) y *General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa* (1970). Esta última hará depender definitivamente de la Universidad a todas las enseñanzas técnicas, algunas de las cuales se desarrollaban de forma imprecisa entre la secundaria y la profesional. De este modo se transformarán —hace ahora un tercio de siglo— en Escuelas Universitarias de Ingeniería (o Arquitectura) Técnica.

III

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Los vocablos a los que se refiere este apartado pueden recibir un tratamiento muy diferente en la literatura, sobre todo de las filosofías de la ciencia y de la técnica. Partiendo de ese supuesto, sabiendo que las palabras están frecuentemente cargadas de connotaciones ideológicas, este breve *excursus* será, como hasta ahora, esencialmente lexicográfico, pero entendiendo que las palabras «viajan con la sociedad», y terminan adquiriendo legitimidad con el uso a lo largo del tiempo.

III.1. *Ciencia e ingeniería*

La actividad del ingeniero se articula a través de su intuición, de su experiencia, de su «arte» y de sus conocimientos rigurosos (científicos, en particular)⁵⁸. «Ingeniar» (de «ingenio»), como verbo transitivo, es sinónimo de «trazar, inventar, discurrir, planear»⁵⁹. Hacer, construir, transformar realidades, crear artefactos son misiones propias del ingeniero. Ello supone una diferenciación respecto al científico, con intereses fundamentalmente teóricos, en su forma más idealista comprometido con la búsqueda de la «verdad»⁶⁰. «Ciencia» (h. 1220-50) deriva de *scientia*, conocimiento, a

⁵⁸ En esto reside, en esencia, la diferencia entre la técnica del artesano y la del ingeniero.

⁵⁹ Con exuberante verbo, J. D. GARCÍA BACCA, en su *Elogio de la Técnica*, afirma que «plan es el sustituto, por eminencia, de esencia» (p. 48), así que «el técnico es ontólogo practicante» (p. 104).

⁶⁰ Las diferentes escuelas de filosofía de la ciencia adoptan posiciones muy distintas a este respecto. No es este momento para abordar tan debatido asunto. Tomando cierta distancia, desde la lingüística norteamericana, hay dos posiciones extremas a la hora de considerar el concepto de estructura: *God's Truth* («verdad divina»), poco razonable en nuestra opinión, asume que la lengua tiene una estructura, siendo labor del lingüista descubrirla y describirla. La segunda posición se denomina, no sin sentido del humor, *Hocus-pocus* (traducible por «abracadabra»); en este caso, es el lingüista el que interpreta las lenguas, imponiéndoles un cierto tipo de orden o estructura. (v. O. KOVACCI: *Tendencias actuales de la Gramática*, Ed. Columbia, Nuevos Esquemas, Buenos Aires, 1971; p. 97). En el primer caso se asume como misión de la ciencia el descubrimiento de «la ver-

su vez palabra derivada de *sciens-tis*, participio activo de *scire*, que significa «saber». Por tanto la ciencia está próxima a la filosofía en su sentido etimológico, aunque no en el metodológico, siendo así que en el Renacimiento ciencia y filosofía son términos escrupulosamente sinónimos⁶¹. Según el DRAE, ciencia es «conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas» o «cuerpo de doctrina metódicamente formado y ordenado, que constituye un ramo particular del saber humano». Por consiguiente, el conocimiento científico es conocimiento profundo, estructurado y «contrastado», que tiene la pretensión de ser «objetivo». Del mismo modo que la ingeniería es la técnica por antonomasia, mediante «las ciencias» se alude por antonomasia a las denominadas exactas, fisicoquímicas y naturales, pero también son igualmente ciencias las económicas, las históricas, las jurídicas, las sociales, las de la salud, las humanas o las de lo artificial (en el sentido de H. A. Simon⁶², donde pueden encuadrarse apropiadamente las ciencias de la ingeniería).

Sin que ello suponga más que un esquema simplificado de diferenciación, el científico es más contemplativo, habiéndose de señalar que las formas excelsas de su actividad, como las del ingeniero, son tareas de creación, aunque de naturaleza diferente. En efecto, la construcción de una teoría científica es, sin lugar a dudas, una labor de creación con objetivo preponderantemente cognoscitivo, un avance conceptual, debiéndose rechazar en este ámbito el sentido puramente mecanicista que puede atribuirse a la acepción etimológica básica de «descubrir», «destapar lo que está tapado o cubierto». De aceptar sólo ésta, se estaría admitiendo que las teorías científicas tienen pre-existencia; ello reduciría la labor del científico a encontrárselas, para lo que puede ayudarse de procedimientos de trabajo que aumentan sus posibilidades de éxito, «el método científico». Una simple mirada a la historia de la ciencia permite relativizar por completo semejante idea primigenia.

Si «descubrir»⁶³ es el verbo con el que, en sus formas más sublimes, se conjuga la finalidad de la ciencia, la ingeniería se ha de conjugar con «inventar», eso sí, dentro

dad», mientras que en el segundo, de alcance menos ambicioso, a modo de un juego, el científico se limita a organizar la interpretación de hechos, construyendo esquemas explicativos racionalmente aceptables. Según H. Putnam, en la primera perspectiva se acepta la existencia de un realismo metafísico, «el punto de vista del Ojo de Dios», mientras que cabe tildar a la segunda de inter-nalista, expresión del empleo de una racionalidad acotada, dependiente de nuestras visiones, de nuestra experiencia, de creaciones de nuestro espíritu, donde cabe la pluralidad. Se puede hablar de modelos internos o esquemas. (v. H. PUTNAM: *Las mil caras del realismo*, Ed. Paidós Ibérica, Barcelona, 1994; *The many faces of realism*, Open Court Publ., 1987).

⁶¹ Propiamente, filósofo es el que gusta de un arte o ciencia. La filosofía natural se centra en las leyes de la Naturaleza, denominación histórica aplicada a las ciencias fisico-químicas y naturales.

⁶² H. A. SIMON: *The Sciences of the Artificial*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.

⁶³ En castellano aparece h. 1140, mientras que «descubrimiento» se recoge unos dos siglos después (1330). «Descubridor» (1581) deriva de las aventuras expedicionarias a lo largo y ancho del planeta. Aquí se aplicaría la acepción DRAE: «Venir en conocimiento de una cosa que se ignoraba».

de un marco tecno-económico. «Inventar» es una derivación culta (h. 1490) de *inventum*, término derivado a su vez de *invenire*, que, literalmente, significa «llegar a algo, dar con ello» (*venire in*). Inventar y descubrir son sinónimos, pero no idénticos semánticamente⁶⁴. El matiz distintivo se puede observar a través de otros sinónimos: crear y concebir, para inventar; frente a encontrar, descifrar, detectar o esclarecer, para descubrir. Gili Gaya indica, que «descubrir»:

es hallar o encontrar lo que está oculto. Inventar es imaginar los medios de conseguir un fin. La acción de descubrir puede ser efecto del cuidado o de la casualidad; la de inventar lo es siempre del designio, del estudio, del cuidado [...] Se descubre una mina, no se inventa; se inventa una máquina, no se descubre (Tomado de López de la Huerta, *Sinónimos*).

Análogamente, en el marco del lenguaje de uso corriente, al considerar «inventar», Gili Gaya matiza que «descubrir se extiende a lo que era desconocido pero real: descubrir una isla o una estrella nueva; inventar se ciñe a lo que antes no existía; p. ej.: la imprenta, la locomotora». Descubrimiento e invención son actividades complementarias, la segunda intrínsecamente creativa.

La diferenciación esencialista, de misiones, entre las razones de ser de la ingeniería y de la ciencia no puede ocultar su estrecha dinámica de colaboración, existiendo casos en los que las líneas divisorias se tornan claramente difusas. Sobre sus relaciones causales, en términos históricos amplios, se puede constatar que con frecuencia las técnicas y sus corolarios, los artefactos, preceden al establecimiento de los conocimientos científicos pertinentes. Esto es lo ocurrido, por ejemplo, con la máquina de vapor, el artificio paradigmático por excelencia de la Revolución industrial, que «fue realizada por cabezas duras y dedos inteligentes», por hombres que «carecían de una educación sistemática en ciencia o tecnología»⁶⁵. En efecto, la máquina de vapor precedió a la termodinámica y a la automática, en tanto que disciplinas científicas. Para la primera se puede tomar como referente científico básico el texto del *polytechnicien* Sadi Carnot (1796-1832), *Réflexions sur la puissance du feu et sur les machines propres à développer cette puissance* (1823); para la automática, los trabajos sobre la estabilidad del regulador⁶⁶ proporcionan las referencias iniciales de la disciplina. Entre éstos se han de destacar los debidos al físico inglés J. C. Maxwell (1831-1879), *On Governors* (1868), en un marco esencialmente cognos-

⁶⁴ La sinonimia es una relación de compatibilidad, pero no de equivalencia, pues la transitividad no está garantizada.

⁶⁵ E. ASHBY: *La Tecnología y los Académicos*, Monte Ávila Ed., Caracas, 1968 (p. 79).

⁶⁶ En realidad, los reguladores centrífugos, de bolas, no se aplicaron por primera vez en las máquinas de vapor. Una patente de Thomas Mead de 1787 (British Patent n.º 1628) presenta un regulador centrífugo para el control de los molinos de viento. Su objetivo era «la mejor y más regular recogida y desplegado de las aspas de los molinos sin la asistencia constante de un hombre». Además, parece ser que el dispositivo era conocido incluso antes de ser patentado por Thomas Mead (v. O. MAYR: *The Origins of Feedback Control*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1970, pp. 100-105).

citivo, y al matemático e ingeniero ruso J. A. Vyshnegradskii, *Mémoire sur la théorie générale des régulateurs* (1876)⁶⁷, más próximo al diseño de ingeniería.

El empleo de métodos formales cuantitativos en ingeniería es tan importante que ha llevado a J. D. García Bacca a decir que «la técnica actual, la que nos llega de la Revolución Industrial, padece de la incontinenencia aritmética de la Naturaleza»⁶⁸. Y es que, históricamente, las diferentes ramas de la ingeniería han progresado de la mano de conceptos y técnicas matemáticas, al tiempo que éstas han visto soluciones a problemas, o motivaciones para su desarrollo, de manos de los ingenieros, imbricación que se ha visto potenciada de forma extraordinaria por la enorme difusión de un artefacto particularmente paradigmático del recién extinguido siglo xx: el computador.

Abundando en manifestaciones sobre la percepción externa de la relación de la ingeniería con las matemáticas, cabe señalar que en el mencionado diccionario de Furetière (1727), en la voz «ingeniero» se comienza afirmando: «Oficial que sirve en la guerra para los ataques, defensas y fortificaciones de las plazas. Es un matemático hábil, experto y atrevido»⁶⁹. Bajo el rótulo de matemáticas se comprendía todo conocimiento profundo que fuese cuantificable: la hidráulica, la geometría, la arquitectura o la mecánica, entre otros.

La ciencia, hija de la filosofía, es más joven que la técnica. En efecto, la creación de procedimientos y herramientas con las que ayudarse en la transformación del entorno natural antecede a la formación de conceptos y creación de objetos simbólicos, base sobre la que se construyen todas las ciencias, en un largo proceso de maduración. Si bien ciencia y técnica exhiben disparidades ontológicas y epistemológicas, la ciencia se ha convertido en un recurso de primera magnitud para la técnica, estableciéndose entre ambas fructíferas relaciones de sinergia. Como dejó dicho muy gráficamente Santiago Ramón y Cajal, en *Los tónicos de la voluntad*⁷⁰, «medrada andaría la causa del progreso si Galvani, si Volta, si Faraday, si Hertz, descubrido-

⁶⁷ El primero, caracterización teórica cuya solución computacional eficiente —debida a Routh— no vio la luz hasta 1877, fue publicado en los *Proceedings of the Royal Society* de Londres; el segundo, donde se establecen bases para un análisis estructural paramétrico y consejos para la síntesis, se recoge en los *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences* de París.

⁶⁸ *Op. cit.*, p. 145. En ello subyace la idea galileana de que la Naturaleza se rige por leyes escritas en lenguaje matemático: «La matemática es el alfabeto con el que Dios escribió el mundo». Sin embargo, el lenguaje matemático es creación que sólo permite aproximarnos a su descripción.

⁶⁹ Obviamente, en el siglo xviii el uso de las matemáticas no se vincula sólo a los ingenieros, sino a todos los técnicos para quienes la cuantificación y la precisión son importantes. Por ejemplo, en esa época aparece también el término *mécanicien*, formado a partir de *mécanique* y de *mathématicien*, indicándose con ello su carácter científico, con capacidad de realizar artefactos, instrumentos, precisos (v. O. BLOCH y V. WARTBURG: *Dictionnaire étymologique de la langue française*, París, 1975).

⁷⁰ Se trata de una versión revisada de su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (5-XII-1897), publicada en 1898 y 1912 (Col. Austral, Espasa Calpe, 1941).

res de la ciencia de la electricidad, hubieran menospreciado sus hallazgos por carecer entonces de aplicación industrial». En esta línea, no se puede concebir adecuadamente el impulso de renovación técnica de finales del siglo XIX sin los avances científicos realizados a lo largo de esa centuria, algo que es especialmente cierto en la industria química y en la eléctrica. Esta idea caló tan profundamente en esos momentos finiseculares, que tuvo expresiones directas en el lenguaje. De este modo, al sector eléctrico se le conocía como la *Industria Científica*, denominación que claramente enfatizaba su (entonces) carácter de técnica moderna, que «acababa de ser no previsible».

En resumen, ciencia y técnica son ámbitos de actividad diferenciados, con culturas y objetivos propios. Si bien la influencia de las ciencias sobre la técnica fue prácticamente nula en la primera industrialización, ha ido creciendo de forma significativa hasta nuestros tiempos. Inversamente, resulta inimaginable el desarrollo de las ciencias sin el concurso de la técnica. A modo de último comentario en torno a ciencia e ingeniería, cabe recordar que la influencia de la École Polytechnique⁷¹, así como la del positivismo filosófico de origen decimonónico, un tanto heredero de la vinculación ilustrada entre el conocimiento de «la verdad» y la utilidad, impulsaron una significativa actividad científica en muchos ingenieros. La elitista formación científica de las Escuelas Especiales de Ingeniería, cuya creación precede en España a la de las Facultades de Ciencias⁷², hizo que ingenieros civiles y militares tuviesen un papel decisivo en la gestación y evolución inicial de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, creada hace poco más de siglo y medio (1847).

III.2. *En torno a «tecnología»*

Entre técnica y ciencia, la tecnología goza de su fecundación mutua. Etimológicamente, la presencia del constituyente «-logía» indica primordialmente «tratado, estudio, ciencia»; por consiguiente, tecnología hace referencia a estructuración sistemática, racional y rigurosa de conocimientos y procedimientos técnicos. Desde esta perspectiva meramente etimológica, frente a la ciencia (saber «por sus principios y causas») y a la técnica (saber «de procedimientos y recursos»), la tecno-

⁷¹ Creada por la Convención Francesa en 1789, construida sobre planteamientos del racionalismo cientifista galo, ha sido piedra angular en el desarrollo de la ciencia en Francia. De régimen militar, formaba ingenieros científicos, rompiendo con las tradiciones previas (por ejemplo, Ponts et Chaussées) en las que primaba el arte, la técnica.

⁷² Las Facultades de Ciencias fueron creadas por la *Ley de Instrucción Pública* de 1857 (de 9 de septiembre). En ella se consagra un modelo de universidad liberal que, centralizada y jerarquizada, es sometida directamente a la voluntad del gobierno, reproduciendo planteamientos ideológicos de los ilustrados. Conceptúa como *estudios superiores* a todas las ingenierías —Camino, Minas, Montes, Industriales y Agrónomos—, junto con Bellas Artes, Diplomática y Notariado. Reconoce la autonomía y exclusividad de las Escuelas correspondientes, al tiempo que crea las Facultades de Ciencias por escisión de las de Filosofía.

logía, al estructurar en parte el conocimiento técnico a la luz del científico, emplea principios unificadores y de relación, dando lugar a economías y coherencias conceptuales.

En primera instancia puede sorprender que «tecnología» se recoja cronológicamente antes que el sustantivo «técnica», del que pudiera pensarse que deriva. En efecto, el término «tecnología» aparece por primera vez en el *Diccionario Castellano con las Voces de Ciencias y Artes* (1786-1793) de Esteban de Terreros y Pando, aunque bajo una acepción insólita en el presente contexto:

Ciencia falsa de palabras que esconden el sentido de las cosas. S. Basilio se sirvió de esta voz⁷³.

La definición de tecnología recogida por el jesuita Terreros invita a recordar que λόγος (lógos) significa «palabra» o «discurso», y como tal se emplea al formar «logopedia» o «logotipo», por ejemplo, además de «razón» o «proporción», acepción predominante en la filosofía o en la ciencia. Por consiguiente, «-logía» puede significar también «lo que habla de». Habida cuenta de la importancia de un uso eficiente de la palabra (persuadiendo, deleitando o conmoviendo ante los tribunales o la asamblea, por ejemplo), en algunos ámbitos del mundo griego la «*techné* por excelencia» era la retórica.

En este sentido, en el DRAE «tecnología» aparece (12.^a ed., 1884), como «tratado de los términos técnicos» o «lenguaje propio, exclusivo, técnico de las ciencias y artes»⁷⁴. Es decir, inicialmente no se recoge con una acepción propia a nuestro ámbito de discurso. En 1899 el DRAE (13.^a ed.) añade como primer significado el de «conjunto de los conocimientos propios de los oficios mecánicos y artes industriales»; es decir se coloca en primer lugar al conocimiento (ἐπιστήμη, *episteme*), no al lenguaje. Esta acepción queda reducida en la 15.^a ed. (1925)⁷⁵ a «conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial»; una especie de degradación

⁷³ San Basilio *el Grande* (s. IV), obispo de Cesarea, discípulo del retórico Libanio en Antioquia, adversario decidido de los arrianos e impulsor de la vida cenobítica, es uno de los Padres de la Iglesia. A diferencia de San Alberto Magno (1200-1280); patrón de todas las ciencias desde 1941, no es precisamente conocido por su interés por las artes o las ciencias.

⁷⁴ Según el *Trésor de la Langue Française* (CNRS, París, vol. 1.^o-1971/vol. 15.^o-1992), la Académie atestigüa esta voz desde 1835. El uso como «conjunto de términos técnicos propios a las artes, ciencias y oficios» se remonta a 1656. En 1750 se usa también como «tratado de las artes en general»; finalmente, en 1835 puede ser, asimismo, «teoría de la industria práctica».

⁷⁵ Ya mencionado, en esta misma edición el DRAE introduce el sustantivo «técnica», como «Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte». Por otro lado, la precedencia temporal de «tecnología» frente al sustantivo «técnica» también se manifiesta en italiano. M. CORTELAZZO y P. ZOLLI, en su *Dizionario etimologico della lingua italiana*, asocian a la palabra «tecnología» la fecha de 1821, y a «técnica» la de 1891. En francés, el *Trésor de la Langue Française* propone 1846 para la acepción «conjunto de los procesos que se deben emplear metódicamente para un arte».

dictada desde la Real Academia Española, definición coherente con su origen etimológico griego⁷⁶, a la que el uso de la lengua parece haber respondido, en gran parte, con simple desobediencia. Hoy la voz se completa en el DRAE con «tratado de los términos técnicos», «lenguaje propio de *una* ciencia o arte» o «conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de *un* determinado sector o producto»⁷⁷. Es decir, «tecnología» se concibe como sustantivo que hay que adjetivar (por ejemplo, tecnología mecánica, tecnologías de la información). Finalmente, en comparación con las teorías científicas, cabe matizar que «se asume comúnmente no que las teorías tecnológicas sean verdaderas, sino que las mismas funcionen y que el trabajo que realizan es bueno o útil»⁷⁸.

Al margen de lo dicho, «tecnología» es un vocablo que aún no se ha estabilizado en castellano, quizás porque tampoco lo ha hecho en inglés⁷⁹, ni en francés, ni en italiano, idiomas que tanta influencia ejercen en nuestra terminología científico-técnica. Pueden señalarse desde definiciones próximas a su sentido etimológico —como «la aplicación sistemática del conocimiento científico, o de otras formas de conocimiento organizado, a tareas prácticas» (Galbraith, 1971) o «el conocimiento de las técnicas» (Rosenberg, 1982)— hasta acepciones en cuatro niveles diferentes⁸⁰:

⁷⁶ «Tratado o disertación sobre un arte, exposición de las reglas de un arte» (v. A. BAILLY: *Dictionnaire Grec-Français*. Hachette. París, 1950). Es durante el siglo XVIII cuando el significado de «tecnología» se generaliza hasta la acepción que aquí se puede considerar etimológicamente adecuada.

⁷⁷ Las cursivas en las acepciones anteriores son nuestras. A modo de comparación, según *Le Petit Robert* (París, 1973), *technologie* es el «estudio de las técnicas, de las herramientas, de las máquinas, de los materiales». Además, recoge que en 1896 se definía como «tratado de las artes en general». Según el *Webster's Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language*, por *technology* se entiende «la rama del conocimiento que se ocupa de las artes industriales, ciencia aplicada, ingeniería, etc.»; *technic* es «el estudio o ciencia de un arte o artes en general, especialmente las artes mecánicas o industriales».

⁷⁸ C. MITCHAM: *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, 1989 (p. 101). Con carácter previo, realiza una enumeración parcial de ideas y teorías tecnológicas, afirmando que «El concepto de máquina (en sus muchas modificaciones desde Aristóteles pasando por Vetruvius hasta Franz Reuleux y Alan Turing), las ideas de conmutador, invención, eficiencia, optimización, la teoría aerodinámica, la cinemática y la cibernética, las teorías de autómatas, de la información, de los sistemas lineales, del control, etc., son todas esencialmente tecnológicas. Tales ideas no se encuentran en las ciencias de la física, la química o la biología, sino en disciplinas tales como la ingeniería mecánica, civil, eléctrica, electrónica e industrial». En un marco más amplio, reflexiones de este tipo se tratan en H. A. SIMON, *The Sciences of the Artificial*, 1996.

⁷⁹ C. MITCHAM: *Thinking through Technology. The path between Engineering and Philosophy*, University of Chicago Press, 1994 (p. 153), donde se realiza un pormenorizado análisis de acepciones adoptadas en la literatura.

⁸⁰ S. J. KLINE: «What is technology?», *Bulletin of Science, Technology and Society*, 5 (3): 215-218 (1985). Éstas y otras definiciones se recogen en N. URSÚA: «Educación en Sociedad, Ciencia y Tecnología en Europa», *Cuadernos de Sección: Sociedad, Ciencia y Tecnología*, Eusko Ikaskuntza, Donostia, 1994 (pp. 219-240).

artefacto (producto), sistema de producción (proceso y planta de producción), conocimiento técnico (de carácter metodológico e, incluso, se puede entender a nivel epistemológico) y sistema socio-técnico (incluidos los usuarios de unos ciertos recursos técnicos).

Es decir, se observan perspectivas que van desde lo puramente material (los artefactos), pasando por lo cognitivo, hasta lo social, esfera donde la palabra «pretende» transmitir una noción de nobleza, modernidad o poder. Quizás la valoración social positiva que, con carácter general, atribuye el uso del lenguaje a los vocablos con el constituyente «-logía», sea el responsable de ese desbordamiento altisonante, que se observa también en otros casos⁸¹. En el uso cotidiano del lenguaje se constata una tendencia a considerar como sinónimos «técnica» y «tecnología», propensión compartida por el francés o el italiano.

En ninguna de las acepciones anteriores se limita «tecnología» a «la aplicación del conocimiento científico para objetivos de índole práctica»⁸², definición de carácter reductor empleada en concepciones científicas, alineada con un esquema causal simplista en extremo que sólo lleva de la ciencia a la tecnología⁸³.

En efecto, no se puede olvidar que la técnica, y por ende la tecnología, es una fuente continua de problemas para la ciencia, que influye sobre la generación de conceptos y teorías científicas, al tiempo que la provee con instrumentos de medida y equipos para operación que le son necesarios.

Por otro lado, la reducción de técnica —incluso de tecnología— a ciencia aplicada olvida que un artefacto es muchísimo más que la simple concatenación de resultados científicos que pueden ayudar a su concepción y que, además, existen objetivos y restricciones de índole socio-económica con los que la primera ha de desenvolverse y que la ciencia no considera en absoluto.

Adicionalmente, el planteamiento unidireccional ignora la existencia de conocimientos técnicos empíricos, no integrados en teorías científicas, a veces originados en trabajosos protocolos de ensayo y error o en la mejora cotidiana del saber hacer, transmitidos dentro de la cultura particular de la empresa o corporación que la genera.

⁸¹ Salvando las distancias, y con algo de ironía, se puede decir que los empleos en el lenguaje ordinario de «metodología» por «método», «ideología» por «idea», o de «climatología» por «clima» (a veces, no aludiendo ni siquiera al clima sino a las condiciones meteorológicas) se alinean en la mencionada corriente.

⁸² Según el *Dictionary of Science and Technology* (Academic Press, 1994). El *Webster's Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language* se expresa más matizadamente: «La rama del conocimiento que se ocupa de las artes industriales, ciencia aplicada, ingeniería». Además, a un nivel mucho más amplio, propone como acepción «el conjunto de las formas por las que un grupo social se abastece de los objetos materiales de su civilización».

⁸³ Este esquema causal monodireccional pertenece al denominado «modelo lineal de innovación», «ciencia-tecnología-innovación-bienestar», planteamiento intencionalmente sesgado y superado.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, M.: *Diccionario Medieval Español (siglos x a xv)*, Univ. Pontificia de Salamanca, 1986.
- ARACIL, J.: «Elogio de la Ingeniería», *Memorias de la Real Academia Sevillana de Ciencias*, vol. 4: 121-143, Sevilla, 1999.
- BASALLA, G.: *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press, 1988. (*La Evolución de la Tecnología*, Ed. Crítica, 1991.)
- CAPEL, H.; J. E. SÁNCHEZ; y O. MONCADA: *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Serbal/CSIC, Barcelona, 1988.
- CERVERA VERA, L.: «El arquitecto humanista ideal concebido por León Battista Alberti», *Revista de Ideas Estéticas*, 146, XXXVII, 1979, pp. 119-145.
- COROMINAS, J.: *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana*, Ed. Gredos, Madrid, 1973.
- CORTELAZZO, M., y P. ZOLLI: *Dizionario etimologico della lingua italiana*, Zanichelli, Bolonia, vol. I-1979/vol. V-1988.
- COVARRUBIAS, S. de: *Tesoro de la Lengua Castellana o Española*, Madrid, Luis Sánchez, 1611. (Ed. a cargo de Martín de Riquer, Altafulla, Barcelona, 1998.)
- FURETIÈRE, A.: *Dictionnaire Universel*, París, 1727.
- GARCÍA BACCA, J. D.: *Elogio de la Técnica*, Anthropos, Barcelona, 1987.
- GARCÍA DIEGO, J. A. (ed.): *Los veintitún libros de los ingenios y máquinas de Juanelo Turriano*, Fundación Juanelo Turriano y Ed. Doce Calles, Madrid, 1996.
- GARCÍA TAPIA, N.: *Ingeniería y Arquitectura en el Renacimiento Español*, Universidad de Valladolid, 1990.
- GILI GAYA, S.: *Diccionario de sinónimos*, Bibliograf, Barcelona, 1970.
- GILLE, B.: *Les Ingénieurs de la Renaissance*, Hermann, París, 1964.
- GÓMEZ URDÁÑEZ, C.: «Sobre el arquitecto vitruviano. De la Antigüedad al Renacimiento», en *Difusión del Arte Romano en Aragón*, Zaragoza, Institución «Fernando el Católico», 1996, pp. 265-296.
- LAÍN ENTRALGO, P.: «Humanización de la Técnica», *Revista de Occidente*, 184: 120-135, 1988.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M.^º: *Ciencia y Técnica en la Sociedad Española de los siglos XVI y XVII*, Labor, Barcelona, 1979.
- (dir.): *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla (III): Siglos XVI y XVII*, Junta de Castilla y León, Valladolid, 2002.
- MARÍAS, F.: «El problema del arquitecto en la España del siglo XVI», *Academia*, 48, 1979, pp. 173-216.
- MITCHAM, C.: *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, Anthropos, Barcelona, 1989.
- MOLINER, M.^º: *Diccionario de uso del español*, Ed. Gredos, Madrid, 1980.

- ORTEGA Y GASSET, J.: *Meditación de la Técnica y otros ensayos sobre Ciencia y Filosofía*. Revista de Occidente, Madrid, 1939.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la Lengua Castellana, en que se explica el verdadero sentido de las voces, su naturaleza y calidad, con las frases o modos de hablar, los proverbios o refranes, y otras cosas convenientes al uso de la lengua [...]*. Madrid, 1726, 1729, 1732, 1734, 1737, 1739. (*Diccionario de Autoridades*.)
- *Nuevo Tesoro Lexicográfico de la Lengua Española*, Edición en DVD, Espasa Calpe, Madrid, 2001. (Contiene reproducciones facsimilares de todos los diccionarios de la Real Academia Española, desde el de *Autoridades*, pasando por los usuales y los históricos, hasta los dos manuales, más una selección de los más relevantes diccionarios externos a la RAE, desde el siglo xv.)
- ROSSI, P.: *Los Filósofos y las Máquinas*, Labor, Barcelona, 1966.
- SILVA, M.: *De la Ingeniería y de los Sistemas de Eventos Discretos*, Academia de Ingeniería, Madrid, 2000.
- SIMON, H. A.: *The Sciences of the Artificial*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.
- TERREROS Y PANDO, E.: *Diccionario castellano con las voces de Ciencias y Artes*, Madrid, Viuda de Ibarra, 1786-1793. (Ed. facsímil por Arco/Libros, Madrid, 1987.)
- VERIN, H.: *La Gloire des Ingénieurs, L'intelligence technique du xv^e au xviii^e siècle*, Ed. Albin Michel, París, 1993.
- VV. AA.: *Diccionario Enciclopédico Hispanoamericano*, Montaner y Simón, Barcelona, 1892.
- *Trésor de la Langue Française*, CNRS, París, vol. 1.^o-1971/vol. 15.^o-1992.