

▶ PARA CITAR ESTE ARTÍCULO

Gutiérrez Montoya, N. (2014). Los ingenieros del rey en América durante el periodo de la Ilustración. *Revista Arte y Diseño*, Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla. ISSN 1692-8555 Vol. 12 (Nº. 2)

LOS INGENIEROS DEL REY EN AMÉRICA DURANTE EL PERIODO DE LA ILUSTRACIÓN

SPAIN KING ENGINEERS DURING ILLUSTRATION PERIOD

▶ **Por: Nayibe Gutiérrez Montoya**

Arquitecta. PHD en Historia de América Latina, Mundos Indígenas y Profesora del Área de Historia de América de la Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.
ngutmon@acu.upo.es

P/29-50

DOI: <http://dx.doi.org/10.15665/ad.v12i2.704>

RESUMEN:

A lo largo de la Edad Moderna, la ingeniería abarcó la mayor parte de las disciplinas de conocimiento, en cuanto su práctica constituyó la base científica de los aparatos bélicos de los Estados: matemática, física, química, óptica, hidráulica, arquitectura, geografía, astronomía, compusieron casi la totalidad del bagaje tecnológico que estos ingenieros manejaron y desarrollaron. Desde mediados del siglo XVI, esta ingeniería, en cuanto conjunto de disciplinas que permitían hacer inexpugnable una ciudad o un territorio, fue considerada como un Arte del cual el Rey debía valerse si deseaba ganar la guerra y desde ella extender su poder. Las ciudades y los puertos fueron así fortificados a todo extremo y la piedra labrada constituyó el signo visible del poder de los Estados, su ícono. Pero desde mediados del siglo XVIII, la Ilustración tornó este arte de la ingeniería en ciencia y, para ello, se crearon en España y en América numerosas academias donde este conjunto de disciplinas fueron enseñadas, creándose un cuerpo de técnicos ilustrados -los ingenieros militares del rey- capaces de llevar a cabo, a ambos lados del océano, las obras de ingeniería más importantes del siglo. No solo fortalezas, murallas y baluartes, sino un amplio repertorio de obras civiles salió de sus diseños y de sus andamios: hospitales, catedrales, casas de moneda, palacios virreinales, canales, puentes, depósitos. En el presente artículo se sintetizan elementos de la investigación realizada sobre cómo estos ingenieros ilustrados, desde su formación y desde las academias que se abrieron en América (Cartagena, Bogotá, Caracas, Buenos Aires, Lima, México, la Habana) difundieron sus conocimientos a lo largo y ancho de la geografía americana y contribuyeron notablemente a la extensión de las ciencias aplicadas en el nuevo mundo a finales del periodo colonial.

PALABRAS CLAVE:

Periodo de la Ilustración. Ingenieros Militares. Fortificaciones. Baluartes.

**ABSTRACT:**

Throughout the Modern Age, engineering encompassed most forms of knowledge, as its practice constituted the scientific basis of each State's military preparation: mathematics, physics, chemistry, optics, hydraulics, architecture, geography and astronomy provided almost all the technological resources employed by engineers. Since the mid-sixteenth century, these disciplines made cities and territories invincible, and were considered an Art which the King required in order to win wars and extend his power. Cities and ports were fortified to the extreme, and worked masonry was the visible sign and icon of each State's power. But from the mid-eighteenth century, the Enlightenment turned each engineering art into a science, and several academies were created in Spain and America where these disciplines were taught, forming a body of enlightened technicians, royal engineers, able to carry through on both sides of the Ocean the most important engineering works of the century. Not only fortresses, walls and bulwarks, but an ample repertory of civil works emerged from their designs and scaffoldings: hospitals, cathedrals, mints, viceregal palaces, canals, bridges, repositories. In the present article, we summarize how these enlightened engineers spread their knowledge throughout the Americas (academies were opened in Cartagena, Bogotá, Caracas, Buenos Aires, Lima, México, La Habana) and contributed significantly to the extension of the applied sciences in the New World in the late colonial period.

KEY WORDS:

Engineering. Enlightenment. Military engineers. Fortifications. Bulwarks.

INTRODUCCIÓN.**1.- Maestros de obras, alarifes y arquitectos: la arquitectura civil en la Edad Moderna.**

La arquitectura, como profesión liberal, solo arrancó en España y América a mediados del S. XVIII. Por tanto y hasta entonces, el aprendizaje de la arquitectura estuvo ligado a los gremios y cofradías de constructores, que datan del siglo XII, y que servían y atendían tanto a la arquitectura religiosa como a la civil.

En las ciudades más importantes se dictaron ordenanzas para los “alarifes” o maestros de obras (nombre que denota su antecedente musulmán, así como el de albañil, o encargado de “lo blanco”, es decir, de elevar paredes y muros) Ordenanzas que se referían sobre todo a aquellos que podrían ser llamados por los Cabildos de las ciudades para entender de pleitos, es decir, no tanto para construir -que todos lo hacían desde los gremios- sino para resolver problemas cuando en las obras surgían litigios, bien en su desarrollo o bien entre clientes y maestros, incluyendo peritajes y tasaciones².

A estos maestros de obras reconocidos por

los Cabildos se les exigía saber “formar una casa común... dándole las alturas y anchuras” correspondientes, tejar, hacer escaleras, arcos, solados, o construir iglesias de una o varias naves. También debían saber de carpintería. En algunos casos se aconsejaba que supieran geometría y escribir y contar.

Estos constructores agrupados en el gremio de alarifes se dividían gremialmente en maestros, oficiales y aprendices, y debían realizar un examen que el gremio organizaba para ir pasando de un grado a otro. Normalmente estaba separado el gremio de alarifes del de carpinteros. La denominación antigua de arquitecto solo hacía referencia a los entalladores y retablistas.

Ya en el siglo XVIII, con la crisis del sistema gremial, comenzaron a existir Maestros Arquitectos Mayores, cuya ciencia y estudios se reconocían, y eran nombrados por los Cabildos, tratando de evitar que simples albañiles dirigieran obras, o que los maestros no tuvieran otros conocimientos que los aprendidos por la práctica, pues muchos de ellos apenas si sabían leer. El conflicto entre estos maestros arquitectos reconocidos con el gremio de alarifes, es decir, con los maestros de obras al antiguo modo, siguió durante décadas, pues estos entendieron que los Maestros Arquitectos, con su Arte de construir, interferían en su trabajo.

A mediados de este siglo XVIII algunos cabildos intentaron crear una especie de academias para

² Gutiérrez, Ramón, *Arquitectura colonial, teoría y praxis. Notas sobre la organización profesional de la arquitectura en España, América y el Río de la Plata*, Resistencia, 1979; Portales Pichel, Antonio, *Maestros mayores, arquitectos y aparejadores de El Escorial*, Madrid, 1952. Más recientemente, Luis Fernando González ha culminado una tesis doctoral en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, titulada, “Del Alarife al Arquitecto en Colombia. 1854-1936” (Medellín, 2010).



regularizar a los maestros de obras, propuesta que no prosperó por la oposición de los gremios amparándose en la tradición, aunque en ciertas ciudades fueron consiguiendo, lentamente, que los albañiles solo pudieran retejar y “blanquear” o efectuar reparos.

Desde 1752 se organizó un sistema de exámenes en las principales urbes peninsulares para evaluar a los maestros de obra, a los que se les exigía saber leer, escribir, delinear y dibujar, latín e italiano, geometría, aritmética, historia, filosofía natural y moral, música, medicina, leyes, astronomía, aunque se reconocía que como saber de todo era imposible, que al menos tuvieran un conocimiento general de estas disciplinas. Con ellos se pretendía que existieran arquitectos de ciencia y no solo de nombre.

Pero muchas obras siguieron siendo dirigidas por maestros sin estudios, sino sólo con conocimientos prácticos, de modo que los gremios continuaron durante mucho tiempo defendiendo su posición, a lo que se unía que sus obras resultaban ser más económicas que las planteadas por los primeros arquitectos reconocidos. Surgieron también pleitos entre maestros de obras y oficiales, pues todos construían.

Con un afán regularizador en 1744 fue fundada por orden real la primera escuela oficial de arquitectura, incluida en la Real Academia de las tres Nobles Artes, que pretendía formar a la elite artística de la monarquía en pintura, escultura y arquitectura; la Academia comenzó a ofrecer títulos de arquitecto desde 1757, desmarcándose definitivamente de los gremios de maestros de obras. Y más tarde, ya a finales del siglo XVIII, se dispuso que estos maestros de obra solo pudieran construir casas “que no tengan orden ni parte alguna de arquitectura”, sino “casas sencillas de arrendamiento”, y realizar reparos en las mismas; esta restricción de sus actuaciones constituyó un intento por clasificar la práctica de la arquitectura académica en lo referente a la construcción de los grandes edificios monumentales. Este conflicto entre arquitectos

y maestros continuó a lo largo del siglo XIX.

En América la situación fue muy similar. Desde muy temprano, desde España pasaron al nuevo mundo maestros de obras que intentaron trasladar el modelo español conocido, por lo que se fue construyendo en América la que Ramón Gutiérrez denomina una “arquitectura sin arquitectos”: una arquitectura popular (que dio lugar a las primeras ciudades) producto de la experiencia, y realizada según la tradición, híbrida, que se fue consolidando en el tiempo, con carácter regional y que conservaba cierto grado de espontaneidad.

Y si bien la Academia de Madrid intentó por todos los medios normalizar los proyectos americanos, la práctica en el continente se divorció rápidamente de la metrópoli, tanto que durante la segunda mitad del siglo XVIII ninguno de los proyectos que fueron enviados a Madrid para su evaluación fueron aprobados, y ninguno de los que fueron enviados desde Madrid fueron construidos. Todo lo más siguieron diseños de tratadistas europeos, a través de manuales (algunos elaborados por ingenieros como Juan de Herrera entre otros) usados, principalmente, con motivos ornamentales o para hallar algunas soluciones constructivas³.

2.- El “Arte” de la ingeniería

Desde los inicios del siglo XVI, las principales ciudades europeas, fundamentalmente los puertos, fueron fortificadas siguiendo planes y proyectos que elaboraron para las diferentes monarquías ingenieros y expertos en construcción que emplearon nuevas técnicas y nuevos diseños. Siguiendo la llamada escuela italiana de fortificación abaluartada, con estos nuevos ingenieros y estas nuevas técnicas la fortificación se transformó en un Arte⁴. Como indica José Antonio Maravall, en la ciudad barroca los fuertes y baluartes, los cuarteles, los arsenales, los terrenos para ejercicio de instrucción y desfile, fueron elementos característicos de las nuevas realizaciones urbanas. Coronadas por la ciudadela, estas ciudades fortificadas constituyeron el símbolo del dominio del Estado⁵.

Atendiendo a las “Máximas Generales de Fortificación” creadas por estos nuevos autores, y analizando las “circunstancias que hacen

³Greve, Ernesto, Historia de la ingeniería en Chile, (4 Vol.) Imprenta Universitaria, Santiago de Chile, 1938; Furlong, Guillermo, Arquitectos argentinos durante la dominación hispánica, Ed. Huarpes, Buenos Aires, 1946.

⁴Fernández de Medrano, Sebastián, El Arquitecto Perfecto en el Arte Militar, Lamberto Marchant, Impresor, Bruselas, 1700.

⁵Maravall, José Antonio, Estado Moderno y mentalidad social, Public. Revista de Occidente, Madrid, 1978. Pág. 565.

fuerte a una plaza”, el sistema de fortificación a la moderna se hizo patente en buena parte de las ciudades. La construcción del “Recinto” era la meta a conseguir, “levantado conforme a las reglas del Arte”. Estas reglas se transformaron en un auténtico determinante para la ciudad, y bastará que se considerase conveniente elevar tal o cual obra para que la trama urbana resultase afectada. Era necesario lograr “la ciudad cerrada”, la “plaza fuerte”, en la cual el muro y la ciudadela habían de determinar no solo el aspecto sino también la vida urbana, su desarrollo y su expansión, marcando además pautas de comportamiento a los habitantes. Difícil será estudiar un plano de una ciudad importante, de un puerto expuesto a una amenaza enemiga, de una ciudad fronteriza entre los diversos estados europeos, sin descubrir la muralla, el baluarte, bastión, los límites marcados a la ciudad por la piedra y el alcance del cañón.

Aplicando las “Máximas del Arte de la Fortificación”⁶ al “recinto” o “cuerpos de plaza”, es decir, a las líneas continuadas de fortificación que encerraban a la ciudad, el problema defensivo ante cualquier ataque quedaba solucionado para los ingenieros, aunque para ello fuera necesario realizar una obra gigantesca: una estructura poligonal acompañada de glacis, contraescarpas, baterías, baluartes, etc., con muchos ángulos y miles de varas de perímetro. Si para defender un pentágono de cien metros de lado debía elevarse una enorme ciudadela, para defender una ciudad era necesario construir un recinto poligonal gigantesco, y arbitrar un complejo mecanismo administrativo y financiero que aprestase millones de pesos y centenares de brazos durante varios años o incluso décadas. Si por una parte los vecinos tenían que contribuir aportando, casi siempre, la mano de obra y adelantando dineros, y además se les impedía construir en altura para

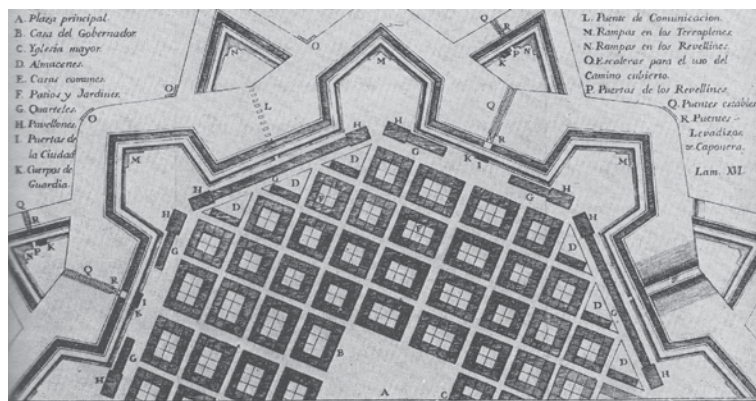


FIGURA 1, Lámina s/n. del Tratado de Fortificación de Sánchez Taramas (Barcelona 1768). La trama de la ciudad aparece completamente modificada y adaptada a la traza abaluartada. Queda reglamentada la zonificación urbana en función de sus usos especializados, que abarcan las actividades civiles, administrativas, religiosas y militares.



FIGURA 2, Lámina VII del Tratado de Fortificación de Sánchez Taramas (Barcelona 1768). Diseño y construcción de un fuerte pentagonal señalado en el terreno con la “mesilla y theodolito”. Como se observa, el diseño de la fortificación exigía realizar grandes modificaciones en el paisaje.

evitar el fuego enemigo, o edificar en el terreno aledaño a las fortificaciones (llamado campo de marte), por otra se vieron beneficiados porque al quedar encerrada la ciudad las viviendas cobraron más valor, ascendiendo el precio de los alquileres, de las tiendas y los almacenes, a lo que se añadía que la seguridad que proporcionaban las fortificaciones dotaban de un valor añadido a la ciudad. De todas formas, como señala J.R. Hale⁷ para algunos casos europeos, la relación entre vecinos e ingenieros atravesó todo tipo de avatares. Y es que los Ingenieros, en la aplicación de las “Máximas del Arte”, buscaban como fuese el modo de construir el recinto de la plaza sin que su perímetro resultase expugnable por algún lugar, costase lo que costase. La muralla

⁶Marchena Fernández, Juan, “Flandes en la Institución Militar de España en América”, en: Revista de Historia Militar, Núm. 58, Madrid, 1985.

⁷Hale, J.R., Guerra y sociedad en el Europa del Renacimiento 1450-1620, Ministerio de Defensa, Secretaría General de Técnica, Madrid, 1990, pág. 229 y ss.



y su construcción terminaron por constituirse en símbolo de la ciudad⁸. (Ver Figuras 1 y 2)

El Arte de la Fortificación se transformó así en uno de los instrumentos fundamentales de la acción del Estado Moderno, y los ingenieros en sus técnicos más valiosos, tanto para defender las ciudades del reino como para vencer la resistencia de las del enemigo. Como señaló Lucien Febvre, los Estados Modernos en Europa regularon la guerra⁹, a costa de elevar extraordinariamente sus costos. Montesquieu en El Espíritu de las Leyes de 1748 escribía que Europa “ha llegado a tan alto grado de poderío... si se considera la inmensidad de sus gastos, la amplitud de sus alistamientos, el número de sus tropas y la continuidad de su mantenimiento...” aunque añadía que el costo de un número tan desordenado de tropas les había llevado a la ruina, tanto que, concluye, si se tratara de unos particulares “que estuvieran en la situación en que se encuentran las tres potencias más opulentas de esta parte del mundo, no tendrían de qué vivir”¹⁰.

Cada vez una estrategia más poderosa y más costosa de los estados, la guerra, en su concepción básica y en su conducción táctica, había nacido como arte, afirmaba Clausewitz¹¹, y a la élite militar que entendía de ella y la dirigía les asignaba la capacidad de imaginar y crear soluciones nuevas con los medios de que disponían. Pero a la vez la guerra se iba convirtiendo en una disciplina científica a medida que se avanzaba en el conocimiento, y se podía utilizar en el campo de batalla un armamento cada vez más sofisticado y otros recursos materiales fruto del progreso de las ciencias físicas¹².

Además, fue cobrando cada vez más importancia el entrenamiento como medio de desarrollar una habilidad; un combatiente valía tanto más cuanto mejor fuese su pericia en el empleo de los medios que tenía a su alcance. El combatiente bien instruido tenía una gran ventaja sobre aquel que apenas empleaba su fuerza bruta, lo cual marcó una gran diferencia cuando en las guerras el armamento y la artillería moderna

procuraban reducir el enfrentamiento cuerpo a cuerpo. Por tanto, la necesidad de conjugar entrenamiento¹³ y experiencia en combate dio lugar a la aparición de los profesionales.

Hasta entonces, la evolución de la guerra había sido muy lenta, y se reflejaba en que el armamento era el mismo o muy semejante al utilizado varios siglos atrás; en la infantería persistía el uso del arco (ballestas) y las picas; la pólvora estaba dando apenas sus primeros pasos, y los mosquetes y arcabuces eran poco eficaces, difíciles de disparar, muy pesados para ser transportados, de ahí que estas armas se destinaran en un principio para la defensa de fortalezas o para ser utilizadas desde los navíos. No fue sino hasta que se produjeron sustanciales avances en el estudio de la balística que la artillería se llevó al campo del combate terrestre.

En conclusión, el arte de la guerra fue necesitando, con el paso del tiempo, del conocimiento y del uso de variadas disciplinas, como las matemáticas, la física, la química, la geografía, la óptica... Disciplinas que no podían transmitirse, como en la medievalidad, a través de los gremios ni por el solo ejercicio de la práctica, sino que debían ser enseñadas y aprendidas oficial y regularmente. Si en un principio los ingenieros se reclutaban entre los oficiales que mostraran mayores conocimientos o inclinación hacia la matemática y la fortificación (aunque también se contrataron a civiles expertos en estos temas) y a los más diestros y experimentados de ellos se les otorgaba una “patente” que les confería el grado de “ingeniero”, desde fines del siglo XVI las principales monarquías emprendieron la tarea de formarlos en centros especializados.

Fueron varios los intentos por normalizar, metodizar y controlar esta formación en la Europa del siglo XVI y XVII, y en concreto en la monarquía española. No solo en la construcción abaluartada sino, en general, en todo lo referido al “Arte de la guerra”.

Las academias que se fueron creando ofrecían diferentes niveles de especialización. En los más básicos se ofrecían conocimientos

⁸ De Seta, Cesare, y Le Goff, Jacques (eds.) La ciudad y las Murallas, Cátedra, Madrid, 1991. Esta obra compendia más de una docena de excelentes trabajos sobre la relación en la Europa moderna de las ciudades y sus procesos de fortificación.

⁹ Febvre, Lucien, Europa, génesis de una civilización, Crítica, Barcelona, 2001, pág. 165.

¹⁰ Secondat, Charles de, Barón de Montesquieu, El Espíritu de las Leyes, Tecnos, Madrid, 1974, T. II, Libro XXI.

¹¹ Clausewitz, Carl von, De la Guerra, La Esfera de los Libros, Madrid, 2007.

¹² Sobre el desarrollo armamentístico ver Hale, J.R., Ob.cit. pág. 55-66.

¹³ Ibidem, pág. 67-76.

elementales que preparaban a los alumnos para tareas de reparación, mantenimiento y administración de fortalezas; y el nivel superior preparaba a los estudiantes para el diseño y construcción de las mismas, para el levantamiento de cartas y planos, y para la concepción global de estrategias de ataque y defensa de plazas fuertes.



El primer centro especializado fue la Academia de Matemáticas de Madrid, fundada por Felipe II en 1583, dirigida por Juan de Herrera, el mismo que diseñó el Escorial y el edificio que contiene hoy el Archivo General de Indias en Sevilla, entre otros muchos. El objetivo de dicha academia era formar ingenieros con un conocimiento amplio en todas las ramas de las ciencias matemáticas, tanto puras como mixtas; geometría, física, química; cosmografía dividida en dos ramas: astronomía y geografía; arquitectura civil y militar; náutica, hidráulica y artillería.

Uno de los principales profesores de la misma fue Cristóbal de Rojas, autor del famoso tratado en su época Teoría y práctica de la fortificación, editado en Madrid en 1598¹⁴. En él se aclaraba cuáles han de ser los conocimientos considerados indispensables en la formación del ingeniero militar: “Ante todo, saber mucha parte de matemáticas: si fuere posible los seis primeros libros de Euclides, y el undécimo y duodécimo, porque con ellos resolverá todas las dudas que se le ofrecieren, así de medidas como de proporciones, y para disponer los planos y fundamentos de los edificios, y medir las fábricas y murallas, pilares, columnas, y las demás figuras”. En segundo lugar, la aritmética “que sirve para dar cuenta del gasto que para hacer la fábrica se ofrecerá antes de que se haga, o después de hechas, y en su construcción, para las medidas de distancias y proporciones”. Por último, era preciso “saber reconocer bien el puesto donde se ha de hacer la fortaleza o castillo”, y esto exigía, sobre todo, tener una larga experiencia militar, ya que este último

FIGURA 3. La obra de Cristóbal de Rojas Teoría y Práctica de Fortificación fue el tratado de ingeniería militar más importante de la primera mitad del siglo XVII. Como se observa en la lámina, el ingeniero ya no es solo un hombre de guerra, sino que junto al yelmo y la coraza cobra la mayor relevancia un tratado de geometría y el compás para medir.

conocimiento era “materia de soldados viejos”. De esta manera, la ciencia y la práctica militar deberían aunarse en la formación de un buen ingeniero “y así la persona que tratare de este ministerio, si le faltase esta experiencia, tendrá necesidad de acompañarse con un soldado viejo el día que hubiere de edificar la fortaleza, por muchos respetos; y al contrario, el que fuere solamente soldado, sin matemáticas, ni prácticas de fábricas, tendrá necesidad de acompañarse con el matemático u hombre inteligente en la práctica; mas el ingeniero que tuviere lo uno y lo otro dará buena cuenta de su fábrica, por saber la razón teórica y prácticamente”. (Ver Figura 3)

Esta Academia de Matemáticas de Madrid desapareció en 1625 debido a la presión que ejercieron los jesuitas a fin de que sus estudios se incorporaran al Colegio Imperial fundado por ellos ese mismo año. Los jesuitas del Colegio Imperial, dada la necesidad que tenía la monarquía en aplicar las nuevas técnicas por las múltiples guerras en que estaba empeñada, en particular en Flandes, y en los puertos peninsulares, atacados sistemáticamente por Inglaterra, Francia y Holanda, obtuvieron así prácticamente el monopolio de la formación de los ingenieros, alcanzando con ello un poder al interior del Estado nada desdeñable. De las 17 cátedras mayores de dicho centro, dos eran de matemáticas y una “De Re Militar”, impartidas todas por padres de la Compañía. Este evidente control de la enseñanza y de la práctica de los saberes matemáticos y bélicos llevó a varios de estos jesuitas a convertirse en técnicos en

¹⁴Teoría y práctica de la fortificación, conforme las medidas y defensas destes tiempos repartida en tres partes, por el capitán Cristóbal de Rojas, ingeniero del rey nuestro señor, Imprenta de Luis Sánchez, Madrid, 1598.



ingeniería militar, y muchos de ellos llegaron a ser destinados en los frentes de batalla para servir como ingenieros en Italia, la frontera con Portugal, Cataluña, Flandes¹⁵....

Solo un centro de enseñanza en estas materias permaneció activo al margen o a la par del Colegio Imperial: la Real Academia de Matemática, fundada en 1600, que tenía como objetivo reclutar niños del Hospital de los Desamparados de Madrid para formarlos como artilleros y prepararlos para el Real Servicio, e incluso se fomentó que algunos comerciantes acudieran a sus aulas para que tuvieran un cierto conocimiento del “arte de la artillería”, aplicándolo en sus negocios y viajes. Sus directores fueron los ingenieros italianos Julián Firrufino y Luís Carduchi¹⁶. Esta academia fue extinguida en 1697, cuando se decidió trasladarla a Barcelona y comenzar allí una nueva etapa.

En 1675, y para satisfacer las necesidades de las fortificaciones en Flandes, se creó la Academia de Matemáticas de Bruselas, donde anualmente se formaba a jóvenes oficiales en geometría, fortificación, artillería y geografía. Al finalizar el curso la mayoría de los estudiantes volvían a sus regimientos, y solo algunos alumnos, los más aventajados, continuaban los estudios otro año más para convertirse en ingenieros. En este segundo año profundizaban en el conocimiento de la fortificación y del dibujo, y además estudiaban geometría, el tratado de la esfera y navegación, aunque en sus enseñanzas primaba la práctica sobre lo especulativo, volcados en la resolución de problemas técnicos y tácticos.

El manual que empleaban, El Arquitecto Perfecto en el Arte Militar, estaba escrito por su director, el ingeniero Sebastián Fernández de Medrano, que se transformó en el libro básico para las enseñanzas de estas disciplinas en los años que siguieron. (Ver Figura 4)

3.- Del “Arte” a la “Ciencia de la Fortificación”.

Durante el S.XVIII, este “Arte” enseñado en estas academias, y como consecuencia del carácter cada vez más técnico que fueron adquiriendo las guerras en Europa y su extensión por el mundo, acabaría transformándose en una ciencia: “La razón puede trazar el mundo y la guerra”, escribió un Ingeniero. “Todo viene a reducirse a la regla y al compás”, anotó otro¹⁷.

El nuevo pensamiento que estaba gestándose desde el estudio racional de la naturaleza, su conocimiento y observación, entendía que el Arte debía dar lugar a la ciencia en tanto que la experiencia tenía que ir de la mano de la técnica. En este contexto surgió la Academia de Matemáticas de Barcelona, solo en el nombre continuación de la de Madrid, pero en una coyuntura muy especial: los inicios de la guerra de Sucesión a la corona española y la extrema fragilidad de la situación en Flandes. Por eso parecía en Madrid más necesaria que nunca la creación de una academia de ingeniería y guerra, situada en la península, que aprovechara la experiencia de la escuela de Bruselas y formara un cuerpo de técnicos y nuevos oficiales que marcaran la diferencia, en adelante, entre las antiguas artes de la guerra y el desarrollo de los



FIGURA 4. El Arquitecto Perfecto en el Arte Militar de Fernández de Medrano, fue seguramente uno de los manuales de ingeniería de mayor influencia durante la primera mitad del siglo XVIII. La simbología del arte de la fortificación y la ciencia de la guerra todavía conviven en esta obra, como se puede apreciar en la lámina.

¹⁵ Parte de la documentación sobre la enseñanza del arte de la guerra y de la ingeniería militar en este Colegio Imperial jesuítico se halla en los documentos que del Archivo General de Indias de Sevilla se copiaron con destino a la Biblioteca Central Militar de Madrid. Un índice de los mismos en “Boletín de la Biblioteca Central Militar”, 2ª época, Nº 9-12, Madrid, 1953-54. En concreto en las páginas PAGES. 16-17.

¹⁶ Carrasco y Sayz, Adolfo, “Apuntes sobre los sistemas y medios de instrucción del cuerpo de artillería”, en Memorial de Artillería, Madrid, 1887-1889. Vol. XVI, pág. 629.

¹⁷ Foch de Cardona, Geometría Militar, Nápoles, 1761.

¹⁸ Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada. De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el S. XVIII. Serbal-CSIC, Barcelona, 1988. Págs. 96 y ss. Planes de estudio y requisitos de admisión. Págs. 116, 120, 128, 163. Sobre esta Academia puede verse también Ramón Gutiérrez y Cristina Esteras, Arquitectura y fortificación. De la Ilustración a la Independencia americana, Türo, Madrid, 1993, Págs. 72 y ss.

nuevos sistemas militares¹⁸.

La Academia de Barcelona abrió sus puertas en 1700, contando con varios profesores de la Academia de Bruselas, y utilizando como guía de estudios la anteriormente citada obra de Fernández de Medrano. Un nuevo impulso recibió en 1710, cuando se promulgó el “Plan General de los Ingenieros y de los Ejércitos y Plazas”, en el que se ordenaba la creación de escuelas prácticas y teóricas para la artillería e ingenieros, normalizando sus enseñanzas. Aunque esta parte del plan no pudo ejecutarse por el desarrollo tan problemático que para Felipe V tuvo la guerra, resultaba evidente que, más tarde o más temprano, una academia de este tipo debía ser constituida. Quedaba por dilucidar una disyuntiva, la existente entre una educación científica con una amplia exigencia en formación teórica, sin olvidar las dimensiones prácticas y utilitarias; o una formación basada fundamentalmente en el desarrollo de la experiencia a través de la práctica, aunque sin perder de vista las herramientas científicas más necesarias. Todo ello se enfrentaba, además, a la tradicional formación militar que sobrevaloraba las virtudes castrenses y consideraba innecesario el cultivo de las matemáticas o de las ciencias en general, situándose en posiciones cada vez más radicales frente a aquellos que representaban el espíritu nuevo ilustrado, quienes defendían que solo la ciencia podía hacer buenos militares, especialmente en aquellos cuerpos que, como la marina, la artillería o los ingenieros, exigían de conocimientos rigurosos que permitieran asegurar el éxito en sus actuaciones¹⁹.

El prestigio de los oficiales dedicados a la ingeniería fue aumentando con el tiempo, de modo que el cuerpo se fue haciendo cada vez más elitista a medida que iba aumentando su poder y su influencia, atrayendo incluso a algunos elementos de la nobleza, pero especialmente el favor de poderos ministros de Estado que veían en este grupo de militares a los más preparados para el ejercicio de su oficio, así como también aptos para cargos de mayores responsabilidades



FIGURAS, Durante el siglo XVIII, el ingeniero, a partir de la creación del cuerpo y de las academias de ingeniería y matemáticas, se transformó en el principal artífice no solo de las fortificaciones, sino de la planificación integral de la defensa de plazas y territorios, así como en el autor de las principales obras del estado borbónico, buena parte de ellas de uso civil e incluso religioso. Uniforme del cuerpo de ingenieros. 1751. Archivo General de Simancas, sección Mapas, planos y diseños, 15,55.

en la esfera de la administración y el gobierno, lo que produjo no pocos roces y problemas con otros oficiales, especialmente con los artilleros, que se sintieron rebasados en su antigua fama. (Ver Figura 5)

Pero además, el funcionamiento de las academias y su rigor en la enseñanza motivó otros conflictos: la valoración de los conocimientos científicos como una nueva forma de ascenso militar y a la vez social y político, ponía en cuestión antiguas tradiciones y privilegios de la nobleza militar, normalmente la que recibía, casi como herencia, los altos cargos y grados militares. Ello originó no pocos problemas entre estos oficiales egresados de las academias (que recibían los apodos de “corbatines” o “favoritos”) y los oficiales que desarrollaban su carrera en el seno de los regimientos, normalmente trasegados por los diversos territorios de la monarquía, de guerra en guerra, y con ascensos muy rígidos y escalafonados en función de las vacantes que se iban produciendo en cada regimiento. También se crearon diferencias entre el ingeniero de plaza y el ingeniero que participaba en acciones de guerra; al primero se le conferían los conocimientos teóricos y prácticos en la construcción de plazas fuertes y arquitectura civil, mientras al segundo se le valoraban, además del conocimiento técnico y práctico, todos los méritos militares y experiencia en guerra. Estar en campaña, por tanto, era básico para ascender más rápidamente, aunque los estudios no pudieran proseguirse.

¹⁹Ramón Gutiérrez y Cristina Esteras, Territorio y fortificación. Vauban, Fernández de Medrano, Ignacio Sala y Félix Prósperi. Influencia en España y América, Tuero, Madrid, 1991.



A pesar de en 1722 se autorizara de nuevo la creación de escuelas de matemáticas en Madrid, Pamplona, Badajoz y Cádiz, la Academia de Barcelona siguió siendo la más importante.

El proceso de admisión a la misma propuesto por Verboom, su primer organizador, permitía el acceso a las plazas de estudiantes no solo a la nobleza reconocida, sino a aquellos que, debiendo demostrar pureza de sangre, no dispusieran de mayores medios económicos para mantenerse, por lo que serían ayudados económicamente para su formación, gozando de las mismas oportunidades que los hijos de los nobles que estuvieran dispuestos a pagar sus estudios.

Verboom designó al ingeniero y matemático Mateo Calabro para dirigir la Academia, que abrió sus puertas el 15 de octubre de 1720. Calabro con su pensamiento ilustrado, entró rápidamente en conflicto con Verboom, quien tenía en mente una escuela más militarizada basada en una formación eminentemente práctica. En palabras de Calabro, en cambio, recogidas en su manual de clases, la formación matemática era absolutamente indispensable “para alcanzar con facilidad la inteligencia de las artes mecánicas que conducen a formar un inteligente arquitecto militar, un práctico artillero y un científico náutico, los cuales son como tres columnas sobre las que estriban la seguridad de la monarquía, la gloria del príncipe y la felicidad de sus pueblos”.

Hasta el proyecto de Calabro (“Proyecto sobre establecimiento formal de la Academia de Barcelona (1724) la Academia de Barcelona había funcionado sin un reglamento ni plan de estudios plenamente aprobado. Pero a causa de las marcadas diferencias entre Calabro y Verboom, se le pidió a este último una propuesta de programa, resultando un

texto titulado “Idea Sumaria para la formación, Gobierno y permanente establecimiento de Academias Reales y Militares de Matemáticas y Fortificaciones en los parajes que S.M. destinase de sus Dominios” (1730) Este programa, como el del mismo autor de 1710, seguía teniendo una estricta dirección militar, y rechazaba los centros de enseñanza civiles considerando que el producto de éstas era tan abstracto que para lo más que podía servir era “para entretener la ociosidad”. Estos programas tenían aún una clara influencia de la Academia de Bruselas.

Los planes que siguieron fueron marcando las tendencias (con sus similitudes y diferencias) en cuanto a la constitución de un sistema de enseñanzas propio de la monarquía española a lo largo del S. XVIII. Se trató de diseminar por la geografía peninsular varias academias, con un cierto grado de especialización: Madrid como sede principal, y Sevilla y Bilbao, con menciones en hidrografía y náutica, con otras sedes en Cádiz, San Sebastián, Coruña y Valencia; y Barcelona y Badajoz, especializadas en ingeniería militar y operaciones en tierra²⁰. También se organizaron otras dos academias en Ceuta y Orán; incluso el Regimiento de la Guardia de Corps en Madrid contó con una escuela de matemáticas particular²¹. De todas ellas, fue la de Barcelona la que fue cobrando un mayor impulso, dedicada, fundamentalmente, a la ingeniería, con un énfasis especial en los estudios de matemáticas²².

En cuanto a la dirección de las enseñanzas, Calabro proponía en 1724 que todo estuviera a las órdenes de un Director de Academia, como figura clave y ejemplar, en quien debían concurrir las calidades de alta excelencia académica a la par que debía ser “modesto, afable y paciente”, debiendo las enseñanzas basarse en la igualdad y en la competencia. Este director sería el profesor principal y estaría asistido por cuatro ayudantes, dos para las matemáticas, uno para el dibujo y otro como maestro arquitecto²³.

Verboom, por su parte, propuso en 1730 que las Academias dependieran del ministro de guerra, pero a las órdenes del Ingeniero General, como director general de las Academias, y que cada una de ella tuviera un ingeniero director al frente. Abogaba por una enseñanza no especulativa, con énfasis en la práctica y la experiencia, debiendo estas academias constituir centros de carácter estrictamente militar y jerárquico. Los profesores serían uno principal, uno ordinario

²⁰La mayor parte de estos reglamentos de academias, en Portugués Joseph Antonio, Colección General de las Ordenanzas Militares, su innovaciones, y aditamentos, 7 vols., Imprenta de Antonio Marín, Madrid, 1764.

²¹Real Orden e Instrucción de 17 de noviembre de 1755 sobre lo que debe observar la academia de Matemáticas de Guardias de Corps. Archivo General de Simancas, Guerra Moderna, 3011.

²²Otras academias creadas en la época para formar cuadros militares fueron la de Artillería de Segovia en 1764, la de Ávila para la Infantería (1774), la de Ocaña para Caballería (1775), la Real de Madrid para Reales Guardias, aparte las de la marina en San Fernando (1717 y 1769), Cartagena y Ferrol (1776). M.D. Herrero Fernández-Quesada, La enseñanza militar ilustrada. El Real Colegio de Artillería de Segovia, Segovia, 1992; Horacio Capel, Geografía y matemáticas en la España del S.XVIII, Barcelona, 1982; F.J. Puerto Sarmiento, La ilusión quebrada: botánica, sanidad y política científica en la España Ilustrada, Barcelona, 1988; Lafuente, Peset y Sellés (eds.), Carlos III y la ciencia de la Ilustración, Madrid, 1988.

²³Matheo Calabro, Proyecto sobre establecimiento formal de la Academia de Barcelona, 1724, Archivo General de Simancas, Guerra Moderna, 2994.



y tres ayudantes, un maestro dibujante y un maestro arquitecto, todos ingenieros.

Otro ingeniero, Andrés de los Cobos, formuló en 1733 que lo ideal sería que las academias estuviesen regidas por una junta compuesta por ocho ingenieros, (dependientes del ministerio de Guerra) presidida por el general de mayor graduación, quienes evaluarían los ascensos. Por último, el ingeniero director Pedro de Lucuze, planteó que en cada caso fuese el capitán general de cada jurisdicción quien presidiese las respectivas academias, pero que al frente de ellas estuviera un ingeniero director²⁴.

En cuanto a los alumnos, y el espacio académico que debía disponerse, Verboom proponía que estas academias contarían con 50 alumnos en Barcelona y Sevilla, de los cuales 20 serían oficiales del ejército, y otros 20 cadetes de los regimientos de infantería o caballería, más cuatro artilleros y seis “caballeros mozos”, de origen civil. Pedro de Lucuze, en cambio, como director de la academia de Barcelona, la única de todas ellas que estaba en pleno funcionamiento, había establecido que los admitidos cada año fueran 40, de los cuales 18 eran oficiales, 18 cadetes y 4 caballeros particulares. Todos ellos debían tener entre 15 y 30 años, saber aritmética y ser españoles, y aunque debían demostrar su pureza de sangre, podían pertenecer a la baja nobleza o también a las clases acomodadas urbanas o terratenientes. Este último significaba una importante novedad en cuanto abría la carrera de las armas, y en concreto el acceso a este selecto grupo de oficiales, a la incipiente burguesía que en las grandes ciudades estaba demandando formar parte de la nueva administración borbónica que las reformas estaban preparando.

En un decreto de 1737 se reguló la forma de acceder a los estudios y los conocimientos que habían de tener los aspirantes, especialmente aquellos que desearan ingresar al cuerpo de ingenieros: serían examinados por la Real Junta de Fortificación establecida en la Corte, aparte ser “solteros, de buena conducta, robusta salud y de familia honrada”, y demostrar los siguientes conocimientos: “Ha de ser inteligente en las matemáticas, con materias pertenecientes a

la guerra, y específicamente sobre lo que se le examinará, que son la aritmética y extracciones de las raíces cuadradas y cúbicas, la geometría especulativa y práctica... el modo de levantar los planos y perfiles, la maquinaria e hidráulica; las reglas de fortificación regular e irregular... la teórica del ataque y defensa de las plazas... las reglas de los cinco órdenes de la arquitectura civil, las de la artillería y principios de la geografía, para la comprensión y conocimiento de los mapas y modos de levantar los meridianos; porque no poseyendo estos pretendientes estas partes, serán excusados que hagan el viaje”.

El plan de estudios de Barcelona incluía en 1737: “La aritmética en general y extracción de raíces cuadradas y cúbica. La geometría especulativa y práctica. El cálculo o tamaño de las figuras planas y sólidos. La teoría de la plancheta y el nivel, y el modo de levantar los planos y perfiles. Las reglas de la fortificación, regular e irregular, real y de campaña. La teórica de embestir y atacar las plazas. Las reglas de artillería. Principios de geografía, así como el modo de levantar los mapas y meridianos. El diseño para demostrar medianamente los planos, y perfiles, y aplicar los colores que se practican para lavarlos”.

El nombramiento de los profesores se hacía a propuesta del ingeniero director, debiendo ser ingenieros y diestros cada cual en su materia. Las clases se dictaban en la ciudadela de Barcelona, en verano en horario de 8 a 10 horas y de 4 a 6, y en invierno de 9 a 11 y de 3 a 5; el jueves era un día usualmente de descanso. Los alumnos debían asistir a las clases con todos los útiles para escribir la lección y cada dos semanas se hacía un seguimiento de los cuadernos que debían ser presentados a cada uno de los profesores. La academia debía contar con todo el equipo necesario de herramientas de topografía y agrimensura, también las relacionadas con la construcción, mecánica, la esfera y la geometría, así como todos los utensilios para aprender y practicar el dibujo (papel, colores y demás); y con respecto a las prácticas de artillería la Academia podía solicitar algún cañón, mortero, bombas, balas y pólvora, a la maestranza correspondiente, así como los peones necesarios para ayudar en las operaciones de campaña²⁵.

Las clases tenían bastante acogida por parte de la comunidad militar, ya que a las clases acudían, además de los oficiales y cadetes inscritos

²⁴Documentos sobre la Academia en la Sección “Ingenieros” del Servicio Histórico Militar de Madrid, y en A.G. Simancas, Sección Guerra Moderna, Legs. 570-575.

²⁵La fuente, Antonio y Peset, José Luis, Las Academias Militares y la inversión en la ciencia de la España ilustrada, en “Dinavis”, Universidad de Granada, 1982.



regularmente, otros militares oyentes, que asistían por estar interesados o por encontrarse en la plaza en expectativas de destino. El ingeniero director Pedro de Lucuze reemplazó a Mateo Calabro en la dirección de la Academia de Barcelona en 1738, y en las ordenanzas que dictó al año siguiente militarizó mucho más a la institución, aunque incrementó en el plan de estudios el aprendizaje de la matemática, de las técnicas constructivas y, en general, todo lo relacionado con la ingeniería, constituyendo el centro donde se impartían las enseñanzas más completas y avanzadas de toda la monarquía española. En este proceso de militarización de la academia, modificó incluso los mecanismos de ingreso: la selección de los alumnos se hacía a partir de una orden del capitán general de Cataluña, y de sus homólogos en Levante, Aragón y Murcia, para que los coroneles de sus regimientos y comandantes de plazas eligieran a los cadetes más capacitados; dichos cadetes debían presentarse un mes antes en la Academia para una previa evaluación, a fin de que si había alguno inhábil para el estudio fuera reemplazado por otro más capaz. Todos los escogidos tendrían licencia de sus jefes respectivos para permanecer en Barcelona durante todo el período de clases y para que su dedicación a la Academia fuera completa. A los oficiales se les mantenía su sueldo mensual, y a los cadetes se les abonaba seis escudos mensuales.

Según el reglamento de 1739, el plan de estudios comprendía cuatro cursos o “clases”. En el primero se enseñaba Aritmética, geometría práctica, trigonometría, topografía, con una lección extraordinaria dedicada a la esfera terrestre. La evaluación de este curso se realizaba mediante la presentación de los boletines e cuadernos de clase individuales que los profesores controlaban semanalmente y que eran revisados por el director cada trimestre. Además existía un examen final que permitía el acceso al curso siguiente. Si no se aprobaba, el alumno era devuelto a su regimiento.

El segundo curso comprendía artillería, fortificación, ataque y defensa de plazas, táctica, movimientos de tropas, y una lección extraordinaria sobre geografía. La evaluación

era similar a la del primer curso, obteniéndose al final del mismo un certificado de aprovechamiento con el cual el alumno podía regresar a su regimiento y obtener mejoras en su ascensos “para que se les atienda en mérito de academistas en las vacantes del ejército”; o, si aprobaba el examen final del curso, continuar dos años más en la academia para ser finalmente ingeniero o artillero.

En el tercer curso se estudiaba mecánica y maquinaria, hidráulica, construcción, arquitectura civil, con una lección extraordinaria de perspectiva, elaboración de cartas geográficas y resolución de problemas náuticos. Debía aprobarse un examen final de curso para pasar al 4º año.

Y el cuarto y último curso de la Academia estaba formado por materias de diseño y construcción de edificios civiles y militares, cartografía y elaboración de mapas. En el examen final los profesores decidían sobre su ingreso a un cuerpo específico, bien artillería o ingenieros, aunque debían realizar un examen de suficiencia en Madrid ante la Real Junta de Artillería o ante la de de Fortificación; o bien volvían a su regimientos con sus certificados correspondientes, y debían actuar de monitores de los otros oficiales, explicando a los demás “las partes de la matemática que hubieran aprendido”, a clases a las que tenían que acudir todos los oficiales y cadetes por lo menos dos horas diarias. Los egresados también podían participar en los concursos que daban lugar a la obtención de premios y condecoraciones²⁶: eran unos exámenes públicos que se realizaban una vez al año y por cada curso a modo de competencia. En dichas pruebas se proponían entre los alumnos de los niveles más altos temas que se discutían en salones cerrados con el director y profesores, y éstos escogían tres de los estudiantes más aventajados, los cuales pasaban a participar en un concurso público con una duración de tres días en los cuales los tres alumnos debían sustentar, durante treinta minutos, un tema “de memoria” que se les había asignado con anterioridad. Terminado dicho plazo, los demás concursantes cuestionaban la exposición argumentando durante media hora cada uno, y se valoraba especialmente que dichas argumentaciones hicieran referencia a puntos diferentes de la exposición inicial. El jurado estaba conformado por el capitán

²⁶Galland Seguela, Martine, Les ingénieurs militaires espagnols de 1710 a 1803. Étude prosopographique et sociale d'un corps d'élite, Casa de Velázquez, Madrid, 2008, pág. 179.

general, el director, los profesores y seis oficiales del ejército estacionado en Cataluña quienes premiaban los tres puestos con sendas medallas de oro de un valor de 10 doblones cada una.

Otra posibilidad que tenían los egresados con mejores calificaciones era permanecer como profesores de la Academia, aunque tenían un tiempo máximo de docencia de seis años, cumplidos los cuales estaban obligados de acudir al lugar de destino como ingenieros.

A mediados de siglo comenzó a diferenciarse la formación que recibían ingenieros y artilleros. Mientras que la de estos últimos tenía un mayor contenido práctico, la de los primeros se tecnificó y academizó aún más. En 1751 se redactó una nueva ordenanza que regulaba el régimen de enseñanzas de la Real Escuela y Academia Militar de Matemáticas de Barcelona. El ingeniero Pedro de Lucuze, que siguió siendo su director hasta 1779, logró que el número de alumnos se incrementase, hasta lograr un “pie fijo” de 240 estudiantes, 60 por clase. El plan de estudios no sufrió grandes modificaciones, aunque en el último curso se insistía mucho más en el dibujo y diseño de mapas, “detalles de planos y perfiles a gran escala de edificios civiles y militares... y en el modo de distinguir y de representar las tierras labradas, las incultas, los bosques barrancos, caminos, montañas, peñas, riberas de mar, ríos, pantanos, casas, jardines y huertas”, así como los elementos de carácter defensivo y, finalmente “el modo de tomar y delinear la vista de una plaza, o terreno, para representarlo en el papel conforme se halla a lo natural”²⁷. (Ver Figura 6)

Semanalmente se hacían prácticas de campo donde se aprendía el manejo de instrumentos para trasladar figuras del papel al terreno, y el día sábado se dedicaba a conferencias y simposios públicos de preguntas donde los alumnos tenían la oportunidad de aclarar dudas que hubieran quedado sin respuesta a lo largo de las lecciones de la semana.

²⁷Reglamento, Ordenanza e instrucción para la Academia de Barcelona, 1751, art. 54. Expedientes sobre la misma en Archivo General de Simancas, Guerra Moderna, 2993, 2994 y 3009.

²⁸Otras academias europeas en Mezières (1748), en Bruselas, llamada Académie Militaire de Fortification et de Mathématiques (desde 1713), o las de Marsella, La Fère, Merz, Estrasburgo, Grenoble y Perpiñan

²⁹Fueron profesores en este periodo los más destacados ingenieros del rey, como Sánchez Taramas, Simón Poulet, Juan de Surville, Carlos Saliquet, Antonio Zara Pont, Juan Escofet o Agustín Crame y Mañeras, todos matemáticos, y basaban sus calificaciones a los estudiantes en criterios rigurosos de “capacitación, mérito y capacidad”, una verdadera revolución para su época. Otro de los profesores, como Carlos Lemaur, trabajó después con Pablo de Olavide, intendente de Andalucía, en la colonización de Sierra Morena. Posteriormente pasó a América. AGS, Guerra Moderna 6831, 7393.

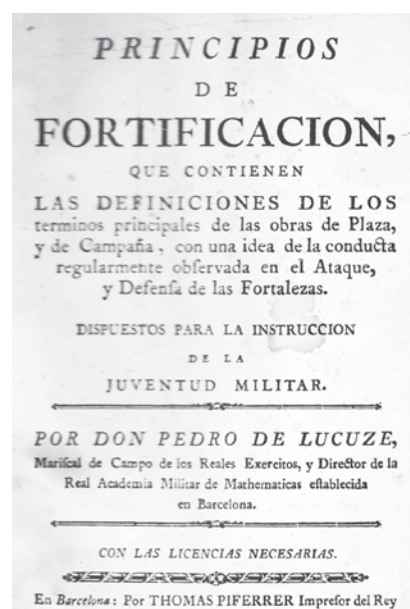


FIGURA 6. Pedro de Lucuze fue sin duda uno de los teóricos más importantes de la ingeniería borbónica española del siglo XVIII, especialmente por su tarea al frente de la Academia de Matemáticas de Barcelona. Su manual Principios de Fortificación, fue un símbolo de la escuela, y su influencia sobre muchas obras levantadas en América es innegable.

Con esta última reforma de los métodos y procedimientos de enseñanzas, la Academia de Barcelona se consolidó no solo como la más moderna en términos de estructuración curricular, sino también como la Academia de más recorrido y experiencia en la península y una de las más importantes del continente europeo²⁸ (Ver Figura 7). La Academia de Barcelona se convirtió además en el centro donde muchos de los estudiantes de otras academias de matemáticas española iban a terminar sus periodos de especialización, ya fuese por la calidad de sus planes de estudio, por la superioridad de sus profesores²⁹ o por la tecnología y herramientas con que contaba.

De modo tal que, directa (la mayoría) o indirectamente, la casi totalidad de los ingenieros que realizaron y levantaron obras de fortificación y otras construcciones civiles en América durante el S.XVIII, habían pasado por las aulas de la Academia de Barcelona.

4.- La ciencia de la ingeniería en América

La necesidad de mejorar el nivel técnico de los militares en América, así como el aumento de una oficialidad americana que no tenía la posibilidad de formarse en las escuelas europeas, motivó la creación de academias de matemáticas en América, con especialización en ingeniería y artillería. Dichas academias permitieron, además, la formación de una

parte de la elite civil americana, fomentando el interés por el estudio de las ciencias e identificando a una nueva clase de intelectuales criollos que contribuyeron notablemente al desarrollo científico colonial del S.XVIII.

La primera Academia de ingenieros o de matemáticas que se creó en América fue la escuela de Cartagena de Indias, fundada oficialmente en 1730 con el nombre de “Academia Militar de Matemáticas Cartaginesa” aunque su fundador, el ingeniero director de la plaza, Juan de Herrera y Sotomayor, llevaba algún tiempo dictando clases en su propia casa a los cadetes de guarnición de la ciudad. El mismo Herrera explicaba que la creación de la academia era necesaria para albergar a tantos “jóvenes que vagan por la ciudad sin ejercicio alguno ni diversión honesta”³⁰. El reglamento para la Plaza de Cartagena de 1736 en su artículo 97 señalaba la necesidad y obligatoriedad del estudio y la preparación de los cadetes: “Conviniendo que se vayan creando sujetos hábiles, así para la guerra de Mar y Tierra, como para la navegación correspondiente de los comercios: Ordeno que el Ingeniero principal establezca y tenga una academia de matemáticas “. Sobre el ingeniero principal de la plaza recaía toda la responsabilidad de la creación, administración, mantenimiento e impartición de las enseñanzas³¹.

En la Academia de Cartagena se impartían clases de “Geometría práctica” y “la aritmética inferior a los que no saben; la trigonometría y sus aplicaciones; el uso de los instrumentos matemáticos, así de gabinete como para las prácticas del terreno; el método de levantar planos, así de provincias como de plazas; algunos principios geográficos y del dibujo, los necesarios para formar las cartas, planos, perfiles y delineaciones de la arquitectura civil y militar; la fortificación a la moderna, enseñando a conocer todas sus partes, sus usos, máximas y delineaciones, tanto en el papel como en



FIGURA 7. Ex libris de la Academia de Matemáticas de Barcelona. Montjuich. Con la divisa Nunc Minerva, postea Palas. Ahora Minerva luego Palas. Primero el estudio, luego la guerra.

el terreno; algunas lecciones de la polémica ofensiva, de la defensiva, de abrir trincheras y fortificar en campaña; el manejo del cañón, y forma de hacer algunas máquinas de fuego y método de dirigir las bombas”. Además estudiaban “algunos principios de maquinaria para elevar los cuerpos graves y conducirlos con facilidad de unos lugares a otros y salvar las nivelaciones del terreno. Y al que quisiere aplicar otra facultad se le leerá Astronomía, perspectiva, náutica o lo que quisiere aunque sea todo el curso”³². A esta Academia asistió buena parte de la oficialidad de la Plaza así como algunos civiles pertenecientes a los estratos sociales más elevados de la ciudad³³.

La Academia de Cartagena fue el modelo para la creación de las subsecuentes escuelas americanas, entre ellas la Academia de Chile en 1759; la Yucatán, fundada por el Ingeniero D. Antonio Esach; la de la Guaira, creada por el capitán de artillería D. Manuel Centurión; la de La Habana, que desde 1764 contaba con una “Compañía de Cadetes Nobles” donde se alistaban los hijos de la oligarquía peninsular y criolla, y en la cual, aparte de las matemáticas, aprendían también “ejercicios, bailes, florete y picadero”. La escuela de la Habana contó en sus inicios con un total de 24 alumnos y estaba dirigida por el teniente de rey de la Plaza Pascual de Cisneros.

Las escuelas de artillería comenzaron también a desarrollarse a partir de la creación de las Compañías de Milicias de Artillería: eran escuelas de prácticas donde los oficiales de

³⁰Carta de D. Juan de Herrera a D. José Patiño. AGI, Santa Fe, 938.

³¹Marchena Fernández, Juan, La Institución militar en Cartagena de Indias 1700-1810, Sevilla, 1981.

³²Ibidem, pág. 289

³³Lista de matriculados en la “Academia de Matemáticas Cartaginesa”. AGI, Santa Fe, 938



este arma, en su mayoría civiles militarizados, se perfeccionaban en su materia mediante prácticas de tiro y concursos de puntería, recibiendo además clases de matemáticas y física, construyéndose fuera de las plazas unos campos de entrenamiento utilizando la pólvora que estaba en peor estado en los almacenes; también se practicaba con morteros y granadas³⁴. El primer reglamento conocido para una escuela de artillería es el de 1765 para Nueva España, el cual en el artículo 12 ordenaba establecer una escuela en Veracruz y otra en México “según el método que se sigue en España”; después se continuaron fundando escuelas de este tipo en La Habana, Puerto Rico, Cartagena, Panamá, Lima, Buenos Aires, Guaira, Concepción...³⁵. Para plazas situadas en lugares más alejados se enviaron instructores especializados³⁶.

El estudio de las matemáticas se convirtió de esta manera en símbolo de prestigio y alcanzó una gran estimación social, consolidando una nueva esfera de oficiales ilustrados a lo largo de todo el continente, que fueron institucionalizando el estudio de estas ciencias en algunas universidades americanas. Concretamente en Lima, en 1776, el Virrey Amat ordenó la dotación de una Cátedra “por cuanto los estudios de la Matemáticas... son menos desconocidos en este país, y sería útil para los que lo habitan su enseñanza: así porque mediante la copiosa oportuna materia que presentan estos vastos y opulentos dominios, comunicará a la sociedad mayores ventajas”. Unos años antes, en 1740 un ilustrado limeño, José de Peralta Barnuevo, escribió un tratado de fortificación referido a la capital del Perú, titulado Lima Inexpugnable o DISCURSO HERCOTECTONICO o de defensa por medio de la fortificación de este grande emporio³⁷.

5.- La aplicación de la ciencia de la ingeniería en América: ingenieros y obras.

Todos estos ingenieros se aplicaron a crear, siguiendo instrucciones de Madrid, recintos fortificados durante todo el S. XVIII aplicados a las ciudades puestas en defensa, que fueron casi todos los puertos tanto en el Caribe, el golfo de México, el Atlántico o el Pacífico: una obra impresionante por sus volúmenes y sus costos. Veracruz quedó encerrada entre murallas y baluartes, así como Campeche³⁸. La gran Lima quedó abaluartada en el S. XVII y durante el S. XVIII aún se perfeccionó más. Igualmente, una ciudad como Trujillo, tierra adentro, quedó fortificada con perímetro poligonal³⁹ (Ver Figura 8). Idéntica suerte corrió el puerto del Callao. La Habana fue coronada de merlones y modernizado su recinto⁴⁰. En Cartagena de Indias se fortificó también el arrabal de Getsemaní, abaluartándolo; e incluso en 1774 el Ingeniero Jiménez Donoso propuso unir la ciudad y su arrabal con otro recinto, desecando el caño que los separaba, realizando un único cinturón y levantando un fenomenal hornabeque, con un presupuesto de casi cuatro millones de pesos, no obstante ser ya Cartagena una de las ciudades más fortificadas⁴¹. Mérida de Yucatán estuvo cercada, y Panamá, San Agustín, Santo Domingo, Puerto Rico, Valdivia, Concepción y tantas otras villas y ciudades. Incluso se planteó la posibilidad de fortificar Santa Fe de Bogotá, proyecto calificado por el virrey Ezpeleta como “extravagante idea”. De todas formas se levantaron algunas baterías en los cerros vecinos y en Monserrate⁴².

La cuestión no quedó zanjada con estos sillares de cantería, sino que, en opinión de los Ingenieros, “la complementación más idónea para el recinto” había de ser la ciudadela. Se realizaron planos, proyectos y estudios, y, de un modo u otro, comenzaron a levantarse estas moles de piedra anexas a la propia ciudad, justificadas por la “necesidad y ventajas de la ciudadela, demostradas por la razón, la autoridad y la experiencia, y con los ejemplares de muchas ciudades que en tiempos antiguos y modernos las han tenido y tienen: y se convence ser ésta

³⁴Véase todos los expedientes relativos a estas Escuelas Prácticas en el Virreinato del Nuevo Reino de Granada en AGI. Santa Fe 602, 652, 945, 1016; Panamá, 360.

³⁵Marchena Fernández, Juan, “La enseñanza Militar en el ejército de América 1700-1810., los niveles culturales de la oficialidad y la tropa”, en Publicaciones, Melilla, Febrero 1983, año III, número 4.

³⁶AGI. Caracas, 529.

³⁷Peralta mantenía todavía en su obra la vieja idea de la defensa fortificada ante la agresión de la herejía protestante y en defensa de la religión: “Desde allá nos ataca el enemigo y, a pesar de la distancia de los lugares, se nos acerca en los designios. Las riquezas saqueadas; el honor de las mujeres, y, lo que es sobre todo, el de las Vírgenes sagradas, expuesto o estragado; violado el culto de los templos y conculcada la adoración de las imágenes, la confusión y la consternación universal... Y en fin, una ciudad llena de motivos para la compasión y muy falta de medios para la defensa, son las voces con que nos gritan al reparo de Obligación, la Lealtad y la Religión”.

³⁸Calderón Quijano, José Antonio, Nueva cartografía de Acapulco, Campeche y Veracruz, Sevilla, 1969.

³⁹Lohmann Villena, Guillermo, Las defensas militares de Lima y Callao, Sevilla, 1964. Bernaldes Ballesteros, Jorge, Lima, la ciudad y sus monumentos, Sevilla, 1972.

⁴⁰Weiss, J.E., Arquitectura colonial cubana, La Habana, 1979.

⁴¹Marchena Fernández, Juan, La Institución... Cit, Pág.305.

⁴²Ibidem, Pág. 55.

la mejor defensa de Lima⁴³. Los técnicos indicaron que “en la Europa se hallan muchas (ciudades) que no fiándose de sus propias fortificaciones, se ven armadas de las ciudadelas que les sirven de último reparo, como que son el corazón de su Poder⁴⁴, citando un rosario de ejemplos desde Turín, Maguncia, Tornay, Metz, Amiens... Siguiendo este sistema tan antiguo como la Acrópolis, surgieron, elevando baluarte sobre baluarte, las ciudadelas de Buenos Aires⁴⁵, el Callao⁴⁶, Cartagena de Indias⁴⁷. En Mérida de Yucatán, a un extremo de la ciudad ya murada, se levantó la ciudadela de San Benito⁴⁸, un complejo edificio de extrañas formas que encerraba entre sus muros al convento de San Francisco, ya que los Ingenieros decidieron levantar la fenomenal defensa justo en el lugar sobre el que se alzaba el convento, antaño construcción maya, porque en su opinión reunía las mejores condiciones al estar en un altozano sobre la ciudad. Ante la negativa de los frailes a marcharse, hicieron la obra de todas formas, resultando “un verdadero laberinto de muros y baluartes, calles, galerías secretas y subterráneas, celdas monacales y edificios de extraña mezcla”⁴⁹. Podríamos citar, por último, la famosa ciudadela de Tucumán, construida en la ciudad de San Miguel, muchas leguas al interior de Buenos Aires pero en el camino de la plata potosina. Todo espacio amenazado debía ser protegido⁵⁰. (Ver figuras 9 y 10)

San Diego de Acapulco también cumplía idéntica misión de ciudadela: tras sus muros se guardaban almacenes, oficinas, una iglesia y diversos edificios con una cierta trama de calles y plazuelas⁵¹. La ciudad de San Agustín de la Florida, ya amurallada desde fines del S.XVII⁵², contaba con el castillo de San Marcos, a un

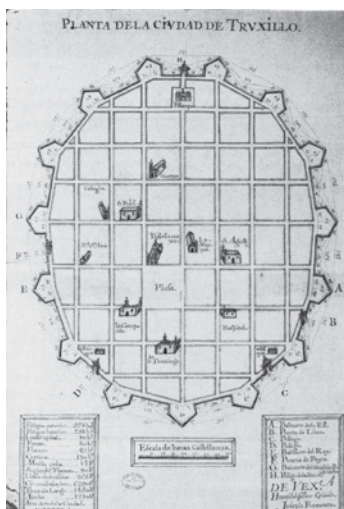


FIGURA 8. Plano de la ciudad de Trujillo del Perú realizado por el ingeniero José Fermento (AGI Mapas y planos del Perú N. 14). A la derecha, foto aérea actual donde se puede comprobar la huella de la traza de la muralla en la ciudad.

extremo de la villa a modo de ciudadela⁵³; pero, considerándola insuficientemente defendida, el ingeniero Antonio de Arredondo proyectó fortificar toda la ciudad, rompiendo la trama interna, quitando y añadiendo nuevas calles, hasta lograr una ciudadela “toda ella ciudad”, octogonal, que, de haberle sido aceptado el proyecto, habría resultado la fortaleza más grande de América. Su elevadísimo coste impidió a Arredondo emprender tal obra⁵⁴. En Cartagena de Indias el primitivo castillo de San Lázaro fue convertido a lo largo del XVIII en una ciudadela, San Felipe de Barajas, añadiéndole un conjunto de baterías colaterales de enorme extensión y costo, que domina la ciudad desde su altura hasta el día de hoy. Pero en 1750 el Ingeniero Juan Bautista MacEvan propuso echarlo todo abajo y aplanar el cerro sobre el que se ubicaba, pues, a su criterio, si el enemigo conquistaba el castillo se perdería la plaza. No se hizo el derribo por el gasto que supondría, pero en la década de los sesenta, Agustín Crame, Ingeniero Visitador, propuso otra vez demolerlo y erigir una ciudadela de nueva planta, aún más grande, y con un costo superior a los cuatro millones de pesos. Nada se hizo pero ello indica que el ansia fortificadora de los Ingenieros era nada desdeñable y que parecían poseer una infinita

⁴³ Peralta Barnuevo, Pedro de. Ob. Cit. Pág.10.

⁴⁴ Lucuze, Pedro. Ob.Cit. Pág.21.

⁴⁵ Archivo General de Indias (en adelante AGI). Mapas y Planos de Buenos Aires. 39.

⁴⁶ Zapatero, Juan Manuel. “El Castillo del Real Felipe del Callao”, en Anuario de Estudios Americanos. Num. XXXIV. 1977. Rodríguez Casado, Vicente y Pérez Embid, Florentino, Construcciones Militares del Virrey Amat, Sevilla, 1949. Esta ciudadela se proyectó aún más ambiciosa de lo que luego se construyó.

⁴⁷ El castillo de San Felipe de Barajas, transformado en ciudadela en la segunda mitad del XVIII por Antonio de Arévalo sobre diseños previos de Juan Bautista MacEvan. Marchena Fernández, Juan, La Institución militar... Cit. Pág. 70 y ss. Ver también las obras de Enrique Marco Dorta y Juan Manuel Zapatero sobre esta fortificación.

⁴⁸ “Es esta fortaleza la única defensa de esta ciudad, en cuyo centro y riñón está situada”, informaba el Castellano Ayora. AGI. México 1009. Aunque la ciudad de Mérida está tierra adentro, los ingenieros consideraron que no estaba segura, por la proximidad de los puertos de Sisal y Chubulná, fortificados solo con un reducto. Planos y diseños de esta ciudadela en Calderón Quijano, José Antonio, Fortificaciones de La Nueva España, Sevilla, 1953.

⁴⁹ Ibidem. Pág.219.

⁵⁰ Bascary, Ana María, Tucumán a fines de la colonia. Familia y vida cotidiana, San Miguel de Tucumán, 2000.

⁵¹ AGI. Planos de México. 125.

⁵² Desde 1696. AGI. Santo Domingo. 227.

⁵³ Aunque esta obra era cuadrangular y no pentagonal, figura esta última preferida por los ingenieros para las ciudadelas. Fernández de Medrano. Ob cit. Pág.16. Sobre San Marcos ver Arana, Luis Rafael y Mannuccy, Albert, The Building of the Castillo de San Marcos, Saint Augustine, 1976.

⁵⁴ AGI. Mapas y Planos de Luisiana y Florida. 40. Año 1736.

capacidad para demoler y levantar⁵⁵. En Santo Domingo, en 1776, también se propuso hacer una ciudadela, por ser “excesivo el gasto que habría que hacer para fortificar la ciudad en todo su recinto”⁵⁶.

De esta manera, fortificadas, con ciudadelas o sin ellas, algunas ciudades quedaron encerradas entre gruesos sillares de cantería, levantados según el “Arte y las Máximas”. En muchos casos, como en Campeche por ejemplo, quedaron dentro incluso huertas y pequeñas arboledas⁵⁷. En La Habana sucedió algo parecido, aunque en este caso el desarrollo demográfico urbano colmó el recinto intramural ya en el primer tercio del S.XVIII, obligando a edificar lo que antaño fueron huertas y jardines⁵⁸. En Lima se produjo idéntico fenómeno, debido al auge constructivo y falta de solares⁵⁹, conformando lo que aún hoy día se sigue conociendo como “el cercado”. Otro tipo de ciudades nacieron en realidad como castillos. La ciudad en sí era la fortificación. Son los casos de Santo Tomé de la Guayana⁶⁰, que encerraba a la villa, o los fuertes de la frontera de Chile. Por ejemplo, el fuerte de Nacimiento poseía trama urbana interna, con calles, plazas, dependencias, iglesia, etc. Aquí la ciudad estaba completamente determinada por la fortificación⁶¹. Lo mismo sucedía en los Presidios de las Provincias Internas del Norte de la Nueva España, también con trama urbana dentro del perímetro del fuerte⁶².

Aparte las villas fortificadas con recintos más obras exteriores, otro buen número de ciudades aparecen no cercadas, pero sí determinadas por una serie de construcciones defensivas. Y al respecto puede hallarse una gama enorme: La Guaira, por ejemplo, estaba rodeada por un complejo de fuertes y baterías que la hacían aún más inexpugnable que si estuviera toda

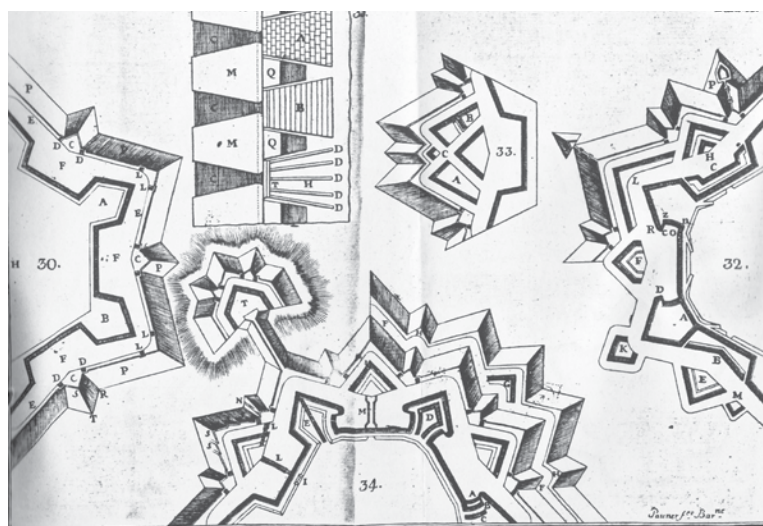


FIGURA 9. Lámina II del manual Principios de Fortificación de Pedro de Lucuze. Sobre las proporciones de los baluartes, disposición de las obras exteriores, medidas y ángulos de los merlones.

ella cercada. Adaptándose al terreno, cerca de treinta obras de fortificación se distribuían por su entorno, desde los muelles hasta las alturas situadas a varios kilómetros. La villa, entre ellas, aparece como un pequeño conjunto de edificaciones, más como lo accesorio que como lo fundamental⁶³. Además, se le añadieron cortinas y baluartes para que quedase “segura sobre segura”. La pequeña villa de Río Hacha, entre las Gobernaciones de Maracaibo y Santa Marta, ofrece otro buen ejemplo. Sin estar cercada, en 1787 ofrecía un formidable aspecto en este sentido. Sus escasos habitantes estaban custodiados por el Castillo de San Jorge, el Fuerte de San Antonio, los de Monte Santo y Santo Domingo, más una serie de baterías colaterales⁶⁴. Chagre, el pobladillo sobre el río de su nombre, también poseía otro conjunto importante. Su población no rebasaba los cien habitantes en la segunda mitad del XVIII, pero, dado su interés estratégico, sus escasos vecinos habían visto elevar el Castillo de San Lorenzo, compuesto por cuatro baluartes, tres baterías, un foso, cuatro cortinas, más el fuerte del Gatún, el de Trinidad y los puestos fortificados de la Gorgona y Cruces⁶⁵. Puerto Cabello es otro buen ejemplo, con el castillo de San Felipe, el Fuerte Solano, las baterías a media altura, un gran hornabeque y las fortificaciones de la ciudad y arrabal⁶⁶.

El hecho de que la ciudad quedara determinada

⁵⁵ Marchena Fernández, Juan. La Institución Militar en Cartagena... Cit. Pág. 178.

⁵⁶ AGI. Santo Domingo. 1095.

⁵⁷ Ver los proyectos elaborados por Agustín Crame en 1779. AGI. México. 3157.

⁵⁸ Weiss. Ob. cit. Pág. 84.

⁵⁹ Bernalde, Jorge. Ob. cit. Pág. 186.

⁶⁰ AGI. Santa Fe. 22. Ver Gasparini, Graciano. “Los Castillos de la Guayana”. En Armitano Arte. Febrero 1983.

- Rodríguez Casado y Pérez Embid. Ob. Cit. Lámina XLVI.

- Talavera Zamora, Carmen, Texas en el S.XVIII, Tesis Doctoral. Sevilla, 1983.

¹ Rodríguez Casado y Pérez Embid. Ob. Cit. Lámina XLVI.

² Talavera Zamora, Carmen, Texas en el S.XVIII, Tesis Doctoral. Sevilla, 1983.

⁶³ Gasparini, G., “La Guaira. Cartografía S.XVIII”, en Armitano Arte. 1982. Ballard Pietri, Eugenio de, “Las fortificaciones coloniales de Caracas y La Guaira”, en III Congreso venezolano de Historia, Caracas, 1979. Tomo I. Pág. 173.

⁶⁴ AGI. Santa Fe. 636.

⁶⁵ AGI. Planos de Panamá. 116. Ver también Zapatero, Juan Manuel, Historia del Castillo de San Lorenzo El Real de Chagre, Madrid, 1985.

⁶⁶ Zapatero, Juan Manuel, La guerra del Caribe en el S.XVIII, San Juan de Puerto Rico, 1964. Pág. 92.

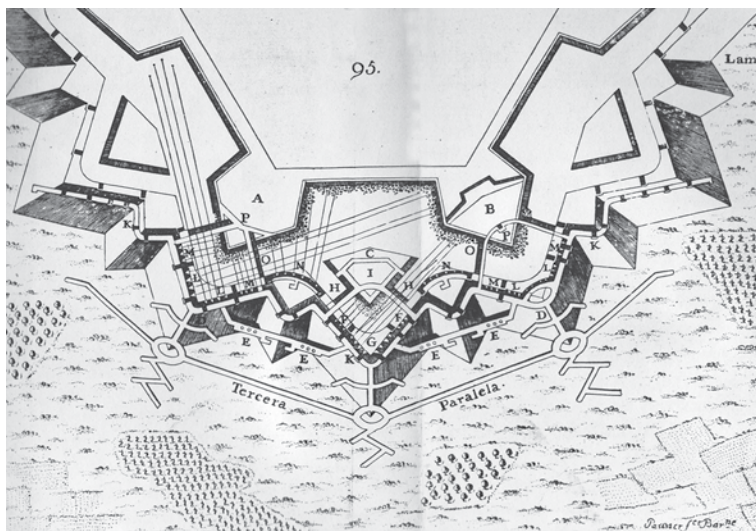


FIGURA 10. Lámina 10 del manual Principios de Fortificación de Lucuze. Sobre las baterías y los caminos cubiertos y trincheras en el ataque reglado a una plaza abaluartada

por las fortificaciones, por el poder de las Piedras del Rey, era más o menos evidente en función de las características de la plaza, pero siempre resultaba patente. Y en el caso de las “ciudades abiertas” muy fortificadas no siempre se trataba de grandes urbes con una elevada población. Los vecinos de Río Hacha no llegaban al centenar⁶⁷, y los de Puerto Cabello no eran tampoco multitud⁶⁸, por lo que a veces las defensas parecían absolutamente desproporcionadas con el tamaño de la ciudad. Pero había imperativos estratégicos de por medio, y de esta manera la mayor parte de las ciudades, algunas de ellas apenas pequeñas villas o poco más que aldeas costeras, se vieron coronadas por la piedra. Ciudades más al interior o a la orilla de los ríos navegables también se fortificaron, como Nueva Orleans, por ejemplo, que contaba con un fuerte, a modo de ciudadela, más diversas zonas preparadas con fajinas en disposición de albergar baterías de artillería, zonas de vigilancia sobre el Mississippi, cuarteles, etc⁶⁹.

Desde California y San Blas por el Norte del Pacífico hasta Valdivia y Chiloé por el sur, y desde Isla Amalia y San Agustín de la Florida por el Atlántico Norte hasta la Patagonia por el sur, América entera fue analizada, estudiada, a la luz de la poliorcética. Con recintos, con recintos y obras exteriores, con ciudadelas, sin recintos y con obras exteriores, o de cualquier otro modo, según la disposición del terreno y los caudales

a gastar, la ciudad americana del XVIII pareció sujeta por las obras de defensa. La Habana se mostraba erizada de montañas de piedra a cual más impresionante: en la bocana del puerto El Morro y, al otro lado, La Punta; más adentro del canal, el inmenso complejo de La Cabaña; la ciudad toda ella murada, más el castillo de La Fuerza Vieja; al fondo de la ensenada, el Castillo de Atares y las baterías de Regla; en el camino de tierra, el castillo del Príncipe; y en las avenidas de la playa, el castillo de

Cojimar al este y los castilletes de San Lázaro y La Chorrera al oeste. Cartagena de Indias del mismo modo: desde la entrada a la bahía por Bocachica, el castillo de San Fernando, la batería de San José, otro conjunto de baterías en la playa y en Punta Abanicos, más el puesto de Pasacaballos y la Castillo del Ángel; adentrándose en la bahía, los fuertes del Manzanillo y el Castillo Grande de Santa Cruz; más adentro aún, el fuerte del Pastelillo, la batería de la Machina y, al fin, la ciudad y su arrabal fortificados con más de veinte baluartes y cortinas; tierra adentro, la inmensa mole de San Felipe de Barajas, la ciudadela, coronando el cerro de San Lázaro y dos baterías sobre el cerro de La Popa; sobre la costa, al norte, las trincheras de El Cabrero, las baterías de Mas y de Crespo, el hornabeque de Palo Alto y las fajinas de la Boquilla... Podríamos enumerar muchos más casos: Puerto Rico, Santiago de Cuba, Veracruz, Portobelo, Montevideo, Acapulco, Santo Domingo... La ciudad constreñida ante el poder de las Piedras del Rey.

Cualquier punto que las “Máximas” consideraran necesario fortificar era cubierto de baluartes. Además, la cantidad de posiciones cuyo mantenimiento era “urgente y necesario”, no hizo sino crecer. Cuanto más estudiaban los Ingenieros planos y orografía, cuanto más conocían la geografía americana, mayores eran los proyectos y más sustanciosos los caudales que solicitaban para no dejar “desguarnecido este importante bastión que cuida los Reales Dominios”. Vastos territorios, dilatadas fronteras y acopio de enemigos, tal era la visión de la América española para los estrategas de la defensa desde Cádiz o Madrid. Las obras eran necesarias desde el punto y hora que la disposición táctica a seguir era la de resguardar todo “paraje expuesto a invasión” -y ello a escala

⁶⁷ Alcedo, Antonio de. Diccionario Geográfico Histórico de las Indias Occidentales. BAE. Madrid, 1976. Tomo II. Pág. 185.

⁶⁸ Ibidem. Tomo I. Pág. 189.

⁶⁹ AGI. Planos de Luisiana y Florida. 219.

continental, lo que da una idea de lo quimérico del proyecto, de los caudales que se necesitaron y de la decisión con que se llevó a cabo- o donde el “invasor pudiere hacerse fuerte estorbando el buen orden y la tranquilidad de estas Provincias”. Todo ello controlado y fiscalizado para que las obras resultasen acordes al “Arte y las Máximas”. Semejante proyecto, unido a la necesidad de la defensa integral de “todos los territorios de la Corona que por la presente situación pueden ser arrebatados para, posteriormente, servir de baza a la firma de la paz”⁷⁰, o lo que parecía más importante, “evitar la pérdida de alguna de las plazas antemurales que mantienen abierto el comercio del reino”⁷¹, y al desconocimiento casi continuo de la posición e intenciones del enemigo, hicieron que las ciudades y villas americanas acabaran por verse guarecidas tras toneladas de piedras, entre las que se encerró a la población urbana, y donde se enterraron millones de pesos, dando una imagen a la ciudad colonial española que aún perdura en nuestros días⁷².

6- Los ingenieros y las obras civiles.

En general, el Ingeniero fue un personaje de importancia en América. Y ello no solo porque trabajaba en las obras de fortificación, ni en sus reparos y añadidos, sino que en muchos casos eran los únicos en la ciudad que entendían de problemas fundamentales para la ciudad, y a ellos acudían Gobernadores, Cabildos, Virreyes, Obispos... Desde obras públicas civiles o religiosas hasta reparos por catástrofes naturales, los Ingenieros del Rey colaboraron en dar forma e incluso contenido a la ciudad. La mayoría de ellos trabajaron en obras y proyectos civiles: iglesias, palacios, avenidas, malecones, teatros, canales y acueductos, plazas y calles, y así aparecen en los estudios sobre arquitectura civil del S.XVIII americano. (Ver Figura 11)

Aunque hay que indicar que en alguna ocasión con estas obras civiles justificaban la prosecución de sus trabajos militares, las sujetas a las “Máximas”, y que por falta de recursos no podían adelantar. Así por ejemplo, en 1698, la muralla de San Agustín de la Florida fue levantada por el ingeniero con dinero del Cabildo, argumentando que “ha de servir de defensa contra las crecidas del río”⁷³. En muchas ocasiones se pretextaban motivos de seguridad contra el mar, como en 1717, cuando el Ingeniero de Cartagena, Juan de Herrera y Sotomayor, agotados los recursos para amurallar la plaza, obtuvo del Rey la aplicación para la muralla de Cartagena de los Beneficios de la Bula de la Santa Cruzada y los de la Sisa, a través de un Breve Papal, “por haber hecho el mar, con sus embates en sus muros, brecha de más de cien varas, penetrando las aguas hasta dentro de la ciudad y arruinando el convento de Santa Clara”⁷⁴. En realidad, lo que pretendía Herrera era hacer una buena muralla con baluartes, en vez de la mísera estacada que la guardaba por aquel sector, y todo ello sin mermas de las arcas reales⁷⁵. Para ello, obviamente contó con la colaboración del Secretario de Guerra en Madrid. Con idéntico pretexto, otro Ingeniero, Antonio de Arévalo hizo un paseo, entre 1762-1771, con escollera, denominado “la Marina”, también como obra pública, y que en realidad era un soporte para que las murallas no se desplomasen por los embates del mar y se impidiese el desembarco por aquel sector⁷⁶. También en Cartagena se cerró Bocagrande con un malecón de muchas varas de longitud, verdadera obra de ingeniería hidráulica, de elevadísimo coste, pretextando mejor calado en el puerto, aunque en realidad se trataba de obligar a los buques a entrar por la otra entrada de la bahía, Bocachica, excelentemente fortificada⁷⁷. Sirvan estas obras como ejemplo de las muchas que se realizaron atendiendo a esta doble finalidad.

Los Ingenieros se ocuparon de otras construcciones: desde 1764 a 1778, estos militares levantaron en Santa Fe el Palacio de los Virreyes⁷⁸ (Ver Figura 12), y en Lima casi todos los edificios públicos y religiosos tras el terremoto del 46, y más adelante el palacio virreinal, diversas dependencias anejas al mismo, el puente sobre el Rimac, trazado de alamedas, fábricas de tabaco y pólvora, complejo de dependencias y almacenes en el Callao⁷⁹ ...; en La Habana, diversos cuarteles, entre ellos el de San Telmo,

⁷⁰ José de Gálvez al Virrey Florez. AGI. Santa Fe. 577-A.

⁷¹ Ibidem.

⁷² Más bibliografía sobre las fortificaciones en América en Calderón Quijano, J.A., Bibliografía de las fortificaciones españolas en América en la Edad Moderna, Madrid, 1985. Idem., Las defensas en la Recopilación de 1680, Sevilla, 1984. Hardoy, Jorge E., Cartografía histórica de América Latina y el Caribe, Buenos Aires, 1991.

⁷³ AGI. Santo Domingo. 227

⁷⁴ AGI. Santa Fe. 1153.

⁷⁵ Expediente en AGI. Santa Fe. 472. Ver AGI. Mapas y Planos de Panamá. 124.

⁷⁶ Marchena, J., La Institución militar... Cit. Pág. 309.

⁷⁷ Año 1774. Expediente en AGI. Santa Fe. 943, 944 y 945. AGI. Mapas y Planos de Panamá. 189 y 155.

⁷⁸ AGI. Santa Fe. 577-A.

⁷⁹ Bernales, Jorge, Cit. Pág. 188 y ss.

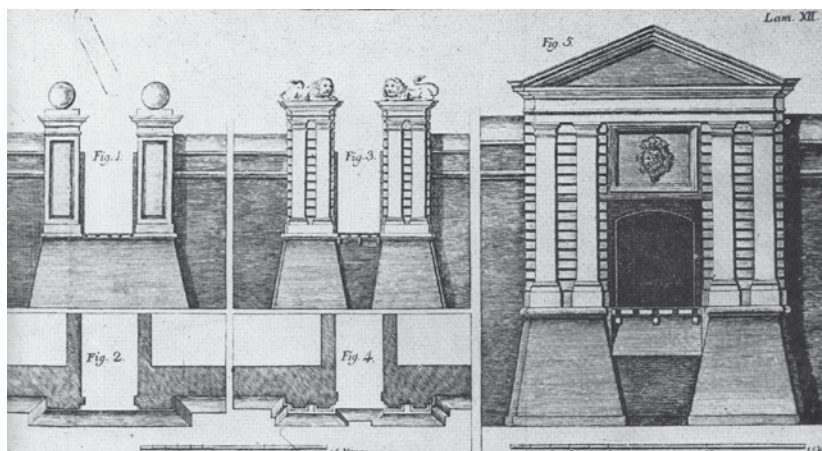


FIGURA 11. Lámina 12 del Tratado de Fortificación de Sánchez Taramas (Barcelona 1768). Portadas y modelos para fuertes y plazas.

Casa de Correos, varios puentes, replantearon la Plaza de Armas tras la catástrofe del “Invencible”, navío que estalló en el puerto llevándose por delante los edificios de la plaza, levantaron la casa de Gobierno, tendieron tuberías, repararon el puerto, proyectaron y construyeron el teatro, la alameda, algunas calzadas, continuaron las obras de “la Zanja”, canal de traída de aguas, hasta el callejón del Chorro, y, tras la invasión de la ciudad por los ingleses, en 1762, corrió a su cargo la reconstrucción de edificios oficiales y religiosos casi con exclusividad: La Alameda de Paula por Fernández Trevejos, el teatro, el ornato de las plazas, las Casas de la Villa, etc.⁸⁰. En la Guaira hicieron el puerto y diversas obras civiles⁸¹ y en Valdivia la Plaza de Armas⁸²; en Santiago de Chile las obras del Cabildo, Casa de la Moneda, la Aduana y la Real Audiencia⁸³; en Barcelona (Venezuela), Isaba Oliver realizó la casa de la Compañía Guipuzcoana, y en Asunción del Paraguay el ingeniero militar de la plaza levantó la Casa de Gobierno en 1777; en Santiago de Cuba, la Casa del Gobernador; en Buenos Aires, algunos paseos, plazas, cuarteles y el teatro de comedias⁸⁴; en Trinidad, los cuarteles, la cárcel y el Cabildo fueron erigidas por José

del Pozo⁸⁵; en Panamá la Casa de la Audiencia, la Contaduría, canales para aguas residuales, traídas de agua, terrenos ganados al mar⁸⁶; en Nueva España, Francisco Alvarez Berrio levantó poblados en las Provincias Internas, con diseños de plantas y edificios públicos; Ricardo Aylmer trabajó en el desagüe de Huehuetoca y construyó almacenes y molinos

de pólvora en Veracruz y México; Luis Diez Navarro realizó trabajos en el Palacio Virreinal, Casa de la Moneda, cuarteles y desagüe de México, pasando luego a Guatemala, donde levantó el Palacio de los Capitanes Generales, Casa de Moneda y fábrica de pólvora; Bouchard de Becour, en Campeche y Veracruz, trazó nuevas conducciones de aguas; Miguel del Corral trabajó en el puerto de San Blas y en otros de la fachada atlántica de la Nueva España, por los alrededores de Veracruz; Miguel Constanzó en la Casa de la Moneda de México, fábrica de pólvora de Chapultepec, calzadas del Paseo Nuevo, Jardín Botánico y casa habitación del catedrático, siendo nombrado “supervisor artístico del ornado y edificaciones de la ciudad de México”; Ferignan Cortés trabajó en las calles de la capital y en la nueva planta de la ciudad de Panzacola; Juan de Dios González en los edificios oficiales de Campeche, en los nuevos cuarteles, almacenes de pólvora y Colegio Tridentino de Mérida; Agustín de la Cámara Alta, Pedro Ponce, Félix Prospero, Manuel de Santisteban, Lorenzo de Solís y otros levantaron cuarteles, Palacios de Gobierno, puentes, canales, ampliaciones de ciudades, puertos, etc.⁸⁷

Como vemos, aparte de la ingente obra fortificadora realizada en América por estos Ingenieros, su dedicación a las obras públicas fue bastante extensa y suplieron la escasa presencia de arquitectos civiles.

También colaboraron en la reconstrucción de las ciudades tras los terremotos, caso de Guatemala en 1773, en que trazaron plantas, levantaron edificios, etc.⁸⁸, o en Arequipa en 1784, con idénticos trabajos⁸⁹. Incluso colaboraron en la adopción de nuevas medidas urbanísticas, tales como la cuartelación en barrios, realizada en México en tiempos del Virrey Mallorga⁹⁰, y en la Lima del Virrey Amat⁹¹.

⁸⁰ Weiss. Ob. Cit.

⁸¹ Gasparini, G., La Guaira... Cit.

⁸² Rodríguez Casado y Pérez Embid. Cit. Lámina XXVI.

⁸³ Navarro García, Luis, Hispanoamérica en el S.XVIII. Sevilla, 1975. Pág.232.

⁸⁴ Navarro García, Luis, Hispanoamérica en el S.XVIII. Sevilla, 1975. Pág.232.

⁸⁵ Ibidem. Pág.244.

⁸⁶ Zapatero, Juan Manuel, La Guerra del Caribe... Cit.

⁸⁷ AGL. Panamá. 355.

⁸⁸ Calderón Quijano, José Antonio. “Los Ingenieros Militares de Nueva España”. En: Anuario de Estudios Americanos. Vol. VI. 1949.

⁸⁹ Calderón Quijano, José Antonio. “Los Ingenieros Militares de Nueva España”. En: Anuario de Estudios Americanos. Vol. VI. 1949.

⁹⁰ Zilbermann y Luján. Cit. Langenberg, I. Cit. Mencos, Francisco Javier. “Arquitectos de la época colonial en Guatemala”, en Anuario de Estudios Americanos. Vol. VII. 1950.

⁹¹ Bernaldes Ballesteros, Jorge, “Informe de los daños sufridos en la ciudad de Arequipa con el terremoto de 1784”, en Anuario de Estudios Americanos. Vol. XXIV. 1972.

⁹⁰ Navarro García. Cit. Pág. 188.

⁹¹ Ibidem. Pág. 229.

Las iglesias también fueron centros de su actividad. Los Ingenieros militares trazaron, diseñaron, levantaron y repararon gran cantidad de templos y capillas. Luis Díez Navarro, Ingeniero Ordinario de Guatemala en 1741, reparó la Catedral. En México también trabajó en la Iglesia Mayor, junto con Ferignan Cortés, encargado del Sagrario de la Catedral. El mismo Díez Navarro fue un notable innovador en las plantas de las iglesias, como se observa en la distribución espacial ovalada de la iglesia de Santa Brígida (México)⁹². Otro Ingeniero importante por sus obras eclesiásticas fue José del Pozo, cuya iglesia de Trinidad (1786) es modelo de neoclasicismo y de gran interés⁹³. Isava Oliver realizó la iglesia de Santa Inés en Barcelona (Venezuela).⁹⁴ En Santa Marta, Juan Cayetano Chacón reparaba la Catedral en 1768⁹⁵, y en La Habana, los trabajos de los Ingenieros fueron múltiples en éste sentido, dado el incremento de éstas obras en la segunda mitad del siglo⁹⁶. Naves, puertas, fachadas, altares, capillas y torres, salieron de sus gabinetes y estuvieron bajo sus andamios. Alguno, -transgrediendo las reglas de la normativa municipal-, hizo fachadas tan espectaculares que, sacando el relieve de piedra de la fachada hacia el exterior, reducía a la mitad el tránsito de la calle⁹⁷.

También se dedicaron a los hospitales, tanto civiles como militares, en La Habana, en Cumaná, en Cartagena (trasladado desde el Pie de la Popa al Caño del Loro en Tierra Bomba. Ver Figura 13), en la Guaira, en México... Y en diversas viviendas particulares firmaron sus trabajos: en La Habana, México, Guatemala o Cartagena. Incluso aparecen como “Maestro Mayor de sus fábricas”, nombrados por Cabildos y corporaciones, o como “Maestro albañil y cantero”, cual es el

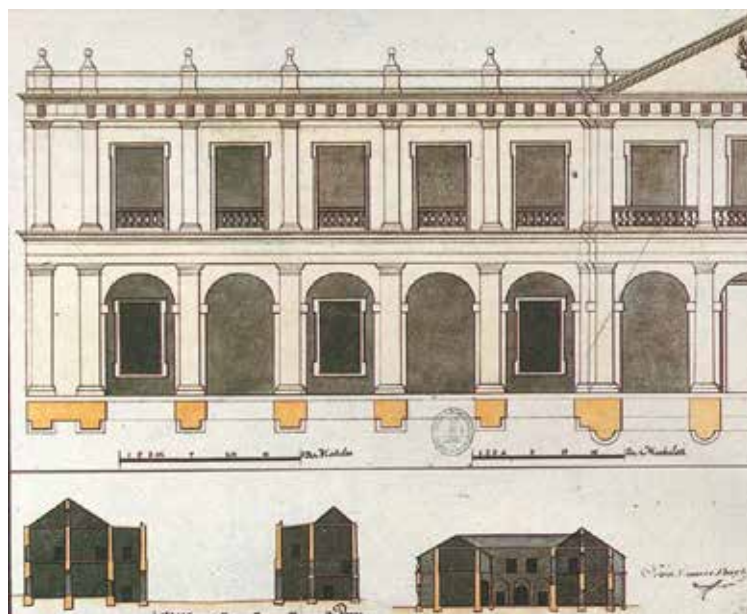


FIGURA 12. Fachada del palacio de los Virreyes de Santa Fe de Bogotá, levantado por el ingeniero Juan Jiménez Donoso en 1781. Servicio Histórico Militar, Madrid, E-6-29-10 5921

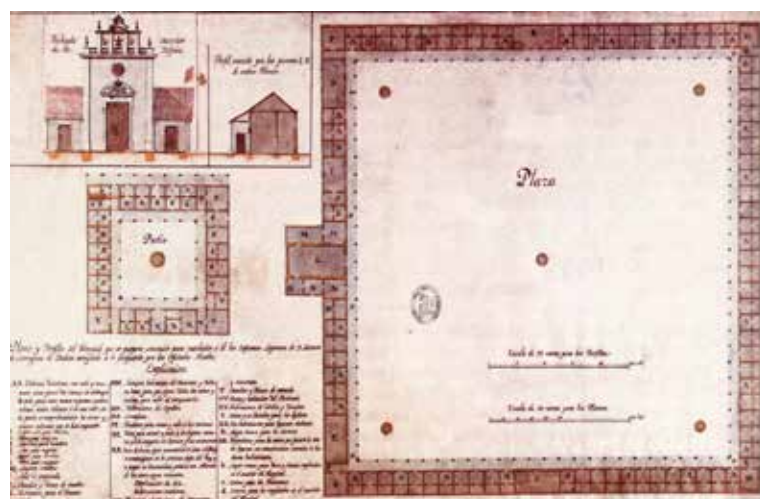


FIGURA 13. Proyecto de Antonio de Arevalo para el hospital de San Lázaro (leproso) levantado en la isla de Tierra Bomba en 1787, Bahía de Cartagena de Indias. Servicio Histórico Militar, Madrid, E- 8-24-1 5996.

caso del Ingeniero Pedro de Medina en Cuba. Muchos fundaron academias de fortificación, matemáticas, geometría o cantería...

En resumen, estos Ingenieros, representantes del más puro tecnicismo europeo en cuanto maestros de la poliorcética, del Manual de Arquitectura y de las “Máximas”, dotaron a la ciudad colonial americana de unas características especiales que aún, muchos siglos después, las definen como tales.

⁹² Gómez Piñol, Emilio, “El barroco americano”, en Historia General de España y América. Madrid, 1984. Tomo XI. Pág.365.

⁹³ Servicio Histórico Militar. Madrid. Plano K.M.11-14.

⁹⁴ Duarte, Carlos F., El Ingeniero Militar Casimiro Isava Oliver, Caracas, 1972.

⁹⁵ AGI. Santa Fe. 942. AGI. Mapas y Planos de Panamá. 176.

⁹⁶ A través de los contratos en los archivos de protocolos cubanos se puede estudiar la dedicación de los ingenieros allí destinados a este tipo de obras.

⁹⁷ Weiss. Cit. Pág.13 y 14.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGI, Santa Fe, 938. "Academia de Matemáticas Cartaginesa".
- AGI. Caracas, 529.
- AGI. Mapas y Planos de Luisiana y Florida. 40. Año 1736.
- AGI. Panamá. 355.
- AGI. Planos de Luisiana y Florida. 219.
- AGI. Planos de México. 125.
- AGI. Planos de Panamá. 116. Ver también Zapatero, Juan Manuel, Historia del Castillo de San Lorenzo El Real de Chagre, Madrid, 1985.
- AGI. Santa Fe. 1153.
- AGI. Santa Fe. 22. Ver Gasparini, Graciano. "Los Castillos de la Guayana". En Armitano Arte. Febrero 1983.
- AGI. Santa Fe. 577-A.
- AGI. Santa Fe. 636.
- AGI. Santa Fe. 942. AGI. Mapas y Planos de Panamá. 176.
- AGI. Santo Domingo. 1095.
- AGI. Santo Domingo. 227
- AGS, Guerra Moderna 6831, 7393.
- AGI. Santa Fe. 943, 944 y 945. AGI. Mapas y Planos de Panamá. 189 y 155
- AGI. Santa Fe. 577-A. José de Gálvez al Virrey Flórez
- Archivo General de Simancas, Guerra Moderna, 3011. Real Orden e Instrucción de 17 de noviembre de 1755 sobre lo que debe observar la academia de Matemáticas de Guardias de Corps.
- Alcedo, Antonio de.** Diccionario Geográfico Histórico de las Indias Occidentales. BAE. Madrid, 1976. Tomo II. Pág. 185.
- Arana, Luis Rafael y Mannuccy, Albert,** The Building of the Castillo de San Marcos, Saint Augustine, 1976.
- Bascary, Ana María,** Tucumán a fines de la colonia. Familia y vida cotidiana, San Miguel de Tucumán, 2000.
- Bernales Ballesteros, Jorge,** "Informe de los daños sufridos en la ciudad de Arequipa con el terremoto de 1784", en Anuario de Estudios Americanos. Vol XXIV. 1972.
- Bernales Ballesteros, Jorge,** Lima, la ciudad y sus monumentos, Sevilla, 1972.
- Bernales, Jorge,** Cit. Pág. 188 y ss.
- Bernales, Jorge.** Ob. cit. Pág. 186.
- Calderón Quijano, J.A.,** Bibliografía de las fortificaciones españolas en América en la Edad Moderna, Madrid, 1985.
- Calderón Quijano, José Antonio,** Nueva cartografía de Acapulco, Campeche y Veracruz, Sevilla, 1969.
- Calderón Quijano, José Antonio.** "Los Ingenieros Militares de Nueva España". En: Anuario de Estudios Americanos. Vol. VI. 1949.
- Carrasco y Sayz, Adolfo,** "Apuntes sobre los sistemas y medios de instrucción del cuerpo de artillería", en Memorial de Artillería, Madrid, 1887-1889. Vol. XVI, pág. 629.
- Carta de D. Juan de Herrera a D. José Patiño.** AGI, Santa Fe, 938.
- Clausewitz, Carl von, De la Guerra,** La Esfera de los Libros, Madrid, 2007.
- De Seta, Cesare, y Le Goff, Jacques** (eds.) La ciudad y las Murallas, Cátedra, Madrid, 1991.
- Documentos sobre la Academia en la Sección "Ingenieros" del Servicio Histórico Militar de Madrid, y en A.G. Simancas, Sección Guerra Moderna, Legs. 570-575.
- Duarte, Carlos F.,** El Ingeniero Militar Casimiro Isava Oliver, Caracas, 1972.
- El castillo de San Felipe de Barajas, transformado en ciudadela en la segunda mitad del XVIII por Antonio de Arévalo sobre diseños previos de Juan Bautista McEvan. Marchena Fernández, Juan, La Institución militar... Cit. Pág. 70 y ss. Ver también las obras de Enrique Marco Dorta y Juan Manuel Zapatero sobre esta fortificación.
- Febvre, Lucien,** Europa, génesis de una civilización, Crítica, Barcelona, 2001.
- Fernández de Medrano, Sebastián,** El Arquitecto Perfecto en el Arte Militar, Lamberto Marchant, Impresor, Bruselas, 1700.
- Foch de Cardona,** Geometría Militar, Nápoles, 1761.
- Fueron profesores en este periodo los más destacados ingenieros del rey, como Sánchez
- Galland Seguela, Martine,** Les ingénieurs militaires espagnols de 1710 a 1803. Étude prosopographique et sociale d'un corps d'élite, Casa de Velázquez, Madrid, 2008
- Gasparini, G.,** "La Guaira. Cartografía S.XVIII", en Armitano Arte. 1982. Ballard Pietri, Eugenio de, "Las fortificaciones coloniales de Caracas y La Guaira", en III Congreso venezolano de Historia, Caracas, 1979. Tomo I. Pág. 173.
- Gómez Piñol, Emilio,** "El barroco americano", en Historia General de España y América. Madrid, 1984. Tomo XI. Pág. 365.



- Greve, Ernesto**, Historia de la ingeniería en Chile, (4 Vol.) Imprenta Universitaria, Santiago de Chile, 1938; Furlong, Guillermo, Arquitectos argentinos durante la dominación hispánica, Ed. Huarpes, Buenos Aires, 1946.
- Gutiérrez, Ramón**, Arquitectura colonial, teoría y praxis. Notas sobre la organización profesional de la arquitectura en España, América y el Río de la Plata, Resistencia, 1979; Portales Pichel, Antonio, Maestros mayores, arquitectos y aparejadores de El Escorial, Madrid, 1952.
- Hale, J.R.**, Guerra y sociedad en el Europa del Renacimiento 1450-1620, Ministerio de Defensa, Secretaría General de Técnica, Madrid, 1990.
- Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez y Omar Moncada**. De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el S. XVIII. Serbal-CSIC, Barcelona, 1988.
- Joseph Antonio**, Colección General de las Ordenanzas Militares, su innovaciones, y aditamentos, 7 vols., Imprenta de Antonio Marín, Madrid, 1764,
- La fuente, Antonio y Peset, José Luís**, Las Academias Militares y la inversión en la ciencia de la España ilustrada, en "Dinavis", Universidad de Granada, 1982.
- Lohmann Villena, Guillermo**, Las defensas militares de Lima y Callao, Sevilla, 1964.
- Maravall, José Antonio**, Estado Moderno y mentalidad social, Public. Revista de Occidente, Madrid, 1978. Pág. 565.
- Marchena Fernández, Juan**, "Flandes en la Institución Militar de España en América", en: Revista de Historia Militar, Núm. 58, Madrid, 1985.
- Marchena Fernández, Juan**, "La enseñanza Militar en el ejército de América 1700-1810., los niveles culturales de la oficialidad y la tropa", en Publicaciones, Melilla, Febrero 1983, año III, número 4.
- Marchena Fernández, Juan**, La Institución militar en Cartagena de Indias 1700-1810, Sevilla, 1981.
- Matheo Calabro**, Proyecto sobre establecimiento formal de la Academia de Barcelona, 1724, Archivo General de Simancas, Guerra Moderna, 2994.
- Navarro García, Luis**, Hispanoamérica en el S.XVIII. Sevilla, 1975. Pág.232.
- M.D. Herrero Fernández-Quesada**, La enseñanza militar ilustrada. El Real Colegio de Artillería de Segovia, Segovia, 1992; Horacio Capel, Geografía y matemáticas en la España del S.XVIII, Barcelona, 1982; F.J. Puerto Sarmiento, La ilusión quebrada: botánica, sanidad y política científica en la España Ilustrada, Barcelona, 1988; Lafuente, Peset y Sellés (eds.), Carlos III y la ciencia de la Ilustración, Madrid, 1988.
- Ramón Gutiérrez y Cristina Esteras**, Arquitectura y fortificación. De la Ilustración a la Independencia americana, Tuero, Madrid, 1993, Págs. 72 y ss.
- Ramón Gutiérrez y Cristina Esteras**, Territorio y fortificación. Vauban, Fernández de Medrano, Ignacio Sala y Félix Prósperi. Influencia en España y América, Tuero, Madrid, 1991.
- Secondat, Charles de**, Barón de Montesquieu, El Espíritu de las Leyes, Tecnos, Madrid, 1974, T. II, Libro XXI. Servicio Histórico Militar. Madrid. Plano K.M. 11-14.
- Sobre el desarrollo armamentístico ver Hale, J.R, Ob.cit. pág. 55-66.
- Talavera Zamora, Carmen**, Texas en el S.XVIII, Tesis Doctoral. Sevilla, 1983.
- Teoría y práctica de la fortificación, conforme las medidas y defensas destes tiempos repartida en tres partes, por el capitán Cristóbal de Rojas, ingeniero del rey nuestro señor, Imprenta de Luís Sánchez, Madrid, 1598.
- Ver los proyecto elaborados por Agustín Crame en 1779. AGI. México. 3157.
- Weiss, J.E.**, Arquitectura colonial cubana, La Habana, 1979.
- Weiss**. Cit. Pág.13 y 14.
- Weiss**. Ob. Cit.
- Weiss**. Ob. cit. Pág. 84.
- Zapatero, Juan Manuel**, La guerra del Caribe en el S.XVIII, San Juan de Puerto Rico, 1964. Pág.92.
- Zapatero, Juan Manuel**. "El Castillo del Real Felipe del Callao", en Anuario de Estudios Americanos. Num. XXXIV. 1977. Rodríguez Casado, Vicente y Pérez Embid, Florentino, Construcciones Militares del Virrey Amat, Sevilla, 1949. Esta ciudadela se proyectó aún más ambiciosa de lo que luego se construyó.
- Zilbermann y Luján**. Cit. Langenberg, I. Cit. Mencos, Francisco Javier. "Arquitectos de la época colonial en Guatemala", en Anuario de Estudios Americanos. Vol. VII. 1950.