

## ENTRE CARTAGENA Y EL NUEVO MUNDO

La militarización de la ciencia, o sea, la introducción de la ciencia moderna en la España del XVIII a través de instituciones militares como la Academia Militar de Matemáticas de Barcelona (Ingenieros Militares), la Academia de Guardiamarinas de Cádiz o la Academia de Artillería de Segovia es un hecho más que probado.

Otra institución militar de nuevo cuño destinada a alentar el progreso de las ciencias fue la Real Sociedad de Matemáticas de Madrid, impulsada por el conde de Aranda con el fin de que expertos militares se dedicaran a recoger lo más reciente publicado en Europa en todos los aspectos científicos —empezando por las matemáticas— y a partir de esas obras elaboraran otras, en castellano, que debían servir para que los alumnos —sobre todo los cadetes de las academias militares— dispusieran de una base científica sólida y actualizada en sus estudios. El 21 de septiembre de 1756 Aranda eleva al rey Fernando VI un memorial en el que expone la necesidad de esa sistematización y actualización de los textos científicos, ya que:

Nunca en las Matemáticas ha sobresalido la España, y de los pocos autores que de ellas

en general y sus partes detalladas han escrito, sobre ser antiguos y escasos en sus aplicaciones, tampoco se hallan ediciones; de modo que carecen los dominios de V. M. en este asunto de todas las noticias conducentes a labrar los sujetos que tienen buenos principios, debiéndose estos limitar al repaso de sus cartapacios del curso que se les enseñó, o a la lectura de algunos pocos libros franceses que se introducen y tratan de pequeñas partes.<sup>41</sup>

En esas instituciones militares trabajaron como profesores destacados científicos extranjeros (el químico Louis Proust en Segovia; el astrónomo Louis Godin en Cádiz), y allí se formaron las primeras generaciones de científicos españoles que hicieron aportes significativos en campos diversos, de los que el más conocido e importante fue la participación de los marinos Jorge Juan y Antonio de Ulloa en la expedición de La Condamine a Perú para medir un grado de meridiano y dirimir la controversia entre franceses e ingleses acerca de la “figura de la tierra”, dando la razón a Newton. Como consecuencia de su viaje Jorge Juan escribirá el libro científico más original del primer XVIII español, las *Observaciones astronómicas y físicas hechas de orden de su majestad en los reinos del Perú*, y Antonio de Ulloa reunirá las experiencias de su viaje en su obra *Noticias americanas*, donde describe por vez primera un mineral —la platina— cuya purificación —que dio origen al elemento simple platino— será lle-

vada a cabo en el Laboratorio Químico de Vergara por el científico francés François Chabaneau.

A su llegada a Perú esa expedición francoespañola se encontró con un aragonés trasterrado allí desde su Belver de Cinca (Huesca) natal. Cosme Bueno y Alegre (1711-1798) había estudiado Farmacia y marchó muy joven (con 19 años) a América. Se formó en Lima bajo la influencia del botánico francés Joseph de Jussieu —quien le transmitió las enseñanzas de Herman Boerhaave, el más influyente médico del XVIII— y probablemente conoció las enseñanzas de Louis Godin, que fue catedrático de Matemáticas en la Universidad de San Marcos de Lima desde 1744 hasta 1751, año en que pasó a dirigir el Colegio de Guardiamarinas de Cádiz.

Como nos recuerda Tomás Buesa (1989: 436-437), Bueno se doctoró en Medicina por la Universidad de San Marcos en 1750 y alcanzó altos cargos (catedrático de Método de Medicina en 1751, catedrático de Prima de Matemáticas en 1758, cosmógrafo mayor del virreinato del Perú). Estaba en contacto con lo más dinámico de la Ilustración española (fue miembro de la Academia Médico-Matritense desde 1768 y de la Económica Vascongada desde 1784) y recibió y ayudó a cuantos expedicionarios españoles llegaban al Perú, como es el caso de los botánicos Ruiz y Pavón.

Algunas de las opiniones que sobre él emitieron sus contemporáneos pueden

ayudarnos a situar su figura. Joseph Dombey, francés y miembro de la expedición a Perú y Chile, le calificó de “hombre de raro entendimiento y mucho saber” y le dedicó el género *Cosmea*; Ruiz y Pavón reconocieron que favoreció sus expediciones “con particular zelo y actividad” y en su honor bautizaron dos plantas por ellos descubiertas: la *Cosmea balsamífera* y, en 1794, la *Cosmibuena* —hoy *Hirtella*—. Su discípulo Gabriel Moreno decía que su casa era “el Potosí donde todos los sabios que venían de Europa se reunían para recibir noticias”, y lo califica de primer prosélito de Newton en el Perú.

Todos los estudios del Perú colonial coinciden, por una u otra vía, en esa opinión. Así, por lo que respecta a los medios materiales de difusión de la cultura sabemos que se precisaba autorización para poseer según qué libros de carácter histórico, literario o científico; que la mayoría de bibliotecas particulares no pasaban de albergar como máximo 200 volúmenes; y que “las dos más importantes bibliotecas particulares de fines del XVIII, la del cosmógrafo Cosme Bueno y la del oidor Echéveriz [contenían] más de 1000 volúmenes cada una”.<sup>42</sup>

A este respecto recordemos que esa biblioteca tenía exactamente 590 títulos con un total de 1492 volúmenes, y que su inventario se halla a disposición de los estudiosos en el Archivo General de la Nación (Lima), protocolo notarial 168, folios 389-



Firma de Hipólito Unanue en la tasación de la biblioteca de Cosme Bueno.

399 y 420-479. Maticemos que, si el inventario es del notario Mariano Calero, la tasación de los libros y los instrumentos matemáticos y médicos la realizó nada menos que el médico e ilustrado criollo, discípulo y amigo de Bueno, Hipólito Unanue. Para dar una idea de los contenidos de una buena biblioteca científica dieciochesca en la América hispana, relacionaremos aquí una pequeña parte<sup>43</sup> de los títulos sobre diferentes materias que la integran.

Posee Bueno 102 volúmenes de la *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, 9 tomos de las *Memorias de la Academia Real de Cirugía*, 20 de las *Memorias de Trévoux* de los jesuitas franceses, los 7 del *Diario de los Literatos de España* (1737-1742), 12 del *Mercurio Peruano* (1791-1794) y 7 de las *Acta Eruditorum* (Leipzig).

Sobre materias como historia natural, física, química o arquitectura —que no están directamente relacionadas con las actividades profesionales de Bueno— nos encontramos con *De rerum natura*, de Lucrecio; *Histoire des plantes* (1557), de Charles de l'Écluse; *Tratado de las drogas y medicinas de las Indias* (1578), de Cristóbal



de Acosta; *Historia naturae* (1635), de Eusebio de Nieremberg; *De motu animalium* (1710), de Alfonso Borelli; *Le spectacle de la nature* (1732-1750), de Noel Pluche; *Flora española* (1762-1764), de José Quer; *Instrucción sobre el modo [...] de transportar plantas vivas* (1779), de Casimiro Gómez Ortega; *Elements of mineralogy* (1784), de Richard Kirwan. *Pharmacopée chymique* (1750-1755), de Charles Malouin; *Opera omnia* (1663), de Girolamo Cardano; *Pharmacopea* (1713), de Félix Palacios; *Elementa chemiae* (1724), de Herman Boerhaave, y *Noticias americanas* (1772), de Antonio de Ulloa. La obra de Pierre Bouguer –editada por Lacaille– *Traité d’optique* (c. 1775); 4 tomos de las obras de Robert Boyle, entre ellos su *Origine of formes and qualities* (1666); *Mémoire [...] sur la manière [...] de diriger à volonté les machines aérostatiques* (1786), de François Robert; *Expériences de physique* (1709), de Pierre Polinière; *Entrétiens physiques* (1729), de Noël Regnault; *Œuvres complètes* (1724), de Fontenelle; *Introductio ad philosophiam newtonianam* (1720), de Willem Jacob’s Gravesande; 3 tomos de las *Lettres sur l’électricité* (1753-1757) del abate Nollet y las *Lecciones de física experimental* de Nollet en su traducción al castellano por el jesuita Antonio Zacagnini. El *Diario del viaje al Ecuador* de La Condamine; un tomo de *Arquitectura* de Vignola; un tomo de *Fuertes de la Europa, todo en planos*, de Vauban; *El bombardero*

*francés* (1731) y la *Arquitectura hidráulica* en 4 tomos, obras ambas de Bernard Forest de Bélidor; *Nouveau traité de navigation* (1753), de Pierre Bouguer; *Teatro americano* (1746-1748), de José Antonio Villaseñor, y *Diccionario de América* (1786-1789), de Antonio de Alcedo.

Como la biblioteca de Bueno era sobre todo médica, citando solo los nombres más importantes, y alguna de las varias obras que de cada uno de ellos aparecen en la biblioteca, además de las imprescindibles obras sobre Galeno, Hipócrates, Celso, Avicena o Vesalio y de la edición de *Dioscórides* por Mattioli y por Laguna, tenemos obras de John Freind (*Emmenologia*, 1703), Giorgio Baglivi (*Opera omnia medico-practica et anatomica*, 1704), Herman Boerhaave (*Aphorismi de cognoscendis et curandis morbis*, 1709), Thomas Sydenham (*Opera medica*, 1716), Gerard van Swieten (*Commentaria in H. Boerhaave aphorismos*, 1725), Jean Astruc (*Traité des maladies vénériennes*, 1743), Lorenz Heister (*Compendio de la medicina práctica*, 1752), Samuel A. Tissot (*Avis au peuple sur sa santé*, 1761), Albrecht von Haller (*Bibliotheca medicinae practicae*, 1776-1778) y Jacob von Winslow (*Exposition anatomique de la structure du corps humain*, 1793). Entre los autores españoles, además de Martín Martínez, encontramos también obras de Juan Valverde de Amusco, Francisco Vallés, Pedro Miguel de Heredia, Alfonso Sánchez, Gaspar Caldera de Heredia, fray Antonio



José Rodríguez, Vicente Gilabert, Andrés Piquer, Francisco Vargas Machuca, Gaspar Bravo de Sobremonte, Domingo Vidal y Francisco Ruiz.

De matemáticas posee Bueno los inevitables *Elementos* de Euclides; *Opera matemática* (5 vols., 1611-1612), del jesuita Cristóforo Clavio; *Éléments de géométrie* (1671), del padre Ignace Gaston Pardies; *Récreations mathématiques et physiques* (1694), de Jacques Ozanam; *Éléments de mathématique* (1704), de Pierre Polinière; *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématiques* (1709), de Nicolas Bion; *Tables astronomiques* (1740), de Jacques Cassini; *Histoire céleste* (1741), de Pierre-Charles Le Monnier; *Traité des fluxions*, de Colin McLaurin (traducido por el jesuita Pezenas, 1749); *Elementa matheseos universae* (1743-1752), de Christian von Wolf; *Entretiens mathématiques sur les nombres* (1744), de Noël Regnault; *Opuscula mathematica* (3 vols., 1744), de Isaac Newton; *Éléments d'algebre* (1741), de Alexis-Claude Clairaut; *Curso matemático* (1747), de Hugo Wolfio; *Traité des sections coniques* (1750), del abad de la Chapelle; *Additions aux tables astronomiques de Cassini* (1756), de César-François Cassini; *Œuvres* (1756), Pierre-Louis Moreau de Maupertuis; *Éphémérides des mouvements célestes*, 1745-75, de Nicolas-Louis de Lacaille; *Traité d'astronomie* (1764), de Joseph-Jérôme Lefrançois de Lalande.

Por lo que respecta a las obras matemáticas de autores españoles, hay una buena representación, pues conoce Bueno a los novatores valencianos —tenemos la *Aritmética demostrada teórico-práctica* (1699), de Juan Bautista Corachán, y tres obras del padre José de Zaragoza: *Aritmética universal* (1669), *Trigonometría española* (1672) y *Fábrica y uso de varios instrumentos matemáticos* (1675)—, a los jesuitas que más tempranamente introducen a Newton en España —Tomás Cerdá, *Lecciones de matemática* (1760)— y a los científicos-militares que más destacan a mediados de siglo —*Observaciones astronómicas y físicas* (1748), de Jorge Juan y Antonio de Ulloa; *Compendio de matemáticas*, del francés pero profesor en la Universidad de Lima y director del Colegio de Guardiamarinas de Cádiz Louis Godin, y *Compendio de navegación* (1757), de Jorge Juan—. Faltarían únicamente, de comienzos de siglo, el *Compendio matemático* (1709-1715) de Tomás Vicente Tosca, y de la década de los setenta, alguna obra de Benito Bails.

El altísimo porcentaje de obras científicas y sobre todo la gran calidad de los títulos que la constituían hacen de esta biblioteca de Cosme Bueno una de las mejores y más completas bibliotecas científicas del XVIII español. Y su contenido pone de manifiesto la fluida relación que tenía Bueno con España y Francia, pues puede decirse que en su biblioteca no falta casi nadie que haya publicado algo importante hasta 1770.

	Capuchinos	Mercedarios	Cosme Bueno
Total títulos	1437	2388	590
Títulos ciencias (%)	23 (1,5%)	45 (2%)	332 (56%)

Tabla 8. Comparación entre tres bibliotecas dieciochescas. (Fuente: elaboración propia)

Vistos los datos de esa biblioteca, y para valorar su excepcionalidad, recordemos que en el mismo siglo las órdenes religiosas disponían de sus propias y bien nutridas bibliotecas. La Biblioteca Pública de Huesca guarda los inventarios de dos bibliotecas del período: la de los capuchinos (sin año, pero siglo XVIII) y la de los mercedarios (1770). Si comparamos cuantitativamente sus datos con los de la de Bueno obtenemos la tabla 8.

Vemos, pues, que la biblioteca de Bueno es algo radicalmente nuevo, sobre todo por la mayoritaria orientación científica de los títulos, a pesar de ser mucho menos abultada que las otras dos. Pero si pasamos a lo cualitativo la diferencia sigue siendo abismal, pues esos pocos títulos de ciencias en las bibliotecas de las órdenes religiosas remiten en su mayoría a clásicos greco-latinos y medievales y excepcionalmente a unos pocos títulos de autores españoles en su mayoría del XVI y en contados casos del XVII y el XVIII. Así, los capuchinos pueden leer obras de Plinio (*Historia natural*), Estrabón (*De situ orbis*) o Ptolomeo (*Geografía*, en italiano). Del medieval Guido de Cauliac, la *Medicina y cirugía*, así como sus

*Flores y tratado de anatomía*; de Alejo de Piamonte, los *Secretos*. Y, como máxima actualidad, la obra de Nicolás Monardes *De las medicinas que traen de Indias*. Un poco más actualizados estaban los mercedarios, pues aunque también tienen sus obras de Aristóteles (*Historia animalium*), de Alonso de Herrera (*Agricultura*) o de Ulisse Aldrovandi (*De animalium*), encontraremos cosas más recientes, como la *Bibliotheca hispana vetus* de Nicolás Antonio, la *Geometría* de Cristóforo Clavio, el *Espectáculo de la naturaleza* del abate Pluche o el *Alivio de los sedientos* de Francisco Micón. E incluso algunas pocas obras bastante recientes del XVIII, como el *Flumen vitale* de Miguel Borbón, 15 tomos de las obras de Feijoo o 3 del *Diario de los Literatos de España*.

Convertido Bueno, como dice Steele, en la máxima autoridad científica del Perú, no es de extrañar que algunos de sus más interesantes trabajos<sup>44</sup> surgieran ante peticiones de las autoridades eclesiásticas o militares. Así, a instancias del arzobispo elaboró hacia 1760 un trabajo (“Disertación sobre los antojos de las mujeres preñadas”) para calibrar si los antojos de las mujeres preñadas podían dañar al feto;



en él, tras hacer referencia a los estudios de Boerhaave y Van Swieten, declaraba que no podía dar respuesta satisfactoria a la pregunta formulada.

Fecha en Lima el 20 de diciembre de 1777, el “Parecer que dio el doctor don Cosme Bueno sobre la representación que hace el padre fray Domingo de Soria para poner en práctica la inoculación de las viruelas” nos recordará el más temprano trabajo de fray Antonio José Rodríguez. Respecto a su causa e historia dice Bueno que

El primero que haya tratado metódicamente de viruelas fue Rasis, médico árabe, que murió en el siglo X [...]. La causa interna inmediata de las viruelas dijeron los árabes, depositarios de la medicina por muchos siglos, que era la sangre menstrea [...] de la que se nutre el feto en los últimos meses [...]. Tampoco parece debe admitirse la opinión de Uberte, Catedrático de Alcalá y Zaragoza, que pone por causa de las viruelas los recrementos de la tercera cocción del feto [...]. Según el P. Kirker [sic], estas tienen por causa a la Verminación. Añadiéndose para afirmarlo de las viruelas, haberse observado con buenos microscopios en el pus o materia de las viruelas una innumerable multitud de gusanitos.

Y respecto a evitarlas o prevenirlas el diplomático Bueno opina:

En tiempo de epidemia, huir del contagio [...]. Sobre este medio insiste con el juicio que acostumbra en todo, nuestro Dr. Amar [...].

Pero [...], como suelen correr los males más que los que huyen [...], se encontró [como remedio] la inoculación, cuyo fin es solicitar unas viruelas benignas, de cuyas consecuencias no se sigan los peligros y accidentes, que suelen experimentarse en las viruelas naturales [...].

Los que más han ejercitado sus plumas en este asunto han sido Mr. de la Condamine, de la Academia Real de las Ciencias de París; Tissot, célebre médico de Lausana, en el cantón de Berna, y Antonio de Haen, médico de Viena [...] muerto el año pasado de 1776.

[Lo primero] [...] [no deben inocularse] sujetos mal humorados sin preparación. Lo segundo, en tiempo de extremo frío, o de intenso calor. Lo tercero, cuando corre alguna epidemia [...].

En Londres desde el año de 1746, hay un hospital fundado para inocular [...].

La experiencia ha decidido ya esta causa. [...] Soy de dictamen que puede V. E. permitir la inoculación de las viruelas como un medio que sirve para librar muchas vidas, con tal que para el acierto se guarden las reglas arriba referidas.

Ante una consulta del virrey Amat, Bueno desenmascaraba a un “sabio” que con una sencilla operación aseguraba haber resuelto dos problemas casi eternos: la cuadratura del círculo y la determinación de la longitud en el mar (“Informe del catedrático de matemáticas sobre el punto fijo”). Y en otro (“Disertación sobre el arte de volar”), solicitado por el mismo virrey



cuando se estaba intentando desalojar a los ingleses de las islas Malvinas, rebatía la opinión de Santiago de Cárdenas (“Santiago volador”), que proponía llevar los mensajes poniendo alas al cuerpo del hombre. Bueno argumentaba que el cuerpo humano era excesivamente denso; sus músculos, demasiado débiles, y sus posibilidades de maniobrar un timón de cola, inexistentes; al paso que manifestaba conocer los vuelos en globos llenos de gas —que era una posibilidad más racional y cuya presentación en sociedad se había hecho en Versalles diez años antes—, aunque los descartara para una navegación precisa debido a los cambios en las corrientes de aire.

Todavía elaboró otros trabajos de rigurosa actualidad, pues tratan temas que van a ser cruciales, unos años más tarde, en la ciencia europea. Sería el caso de su “Disertación físico-experimental sobre la naturaleza del aire y sus propiedades” (c. 1760) y de la “Disertación físico-experimental sobre la naturaleza del agua y sus propiedades” (1759). Bueno comienza por donde, visto desde hoy, debería finalizar, diciendo:

de su esencia [del agua] no se sabe más que lo que rudamente perciben los sentidos.

Respecto a su naturaleza (¿no es más que un aire condensado?, ¿es una tierra fluida?) y a sus propiedades observables, el trabajo de Bueno es riguroso y metódico:

Por cuantas experiencias se han hecho en la máquina Pneumática no se ha podido lograr, que el aire se transmute en agua, ni el agua en aire [...]. No han faltado autores que han creído, que el agua es una tierra fluida, o a lo menos, que se puede convertir en tierra. Creyéronlo así Boile, y Neuton [...], pero Boheraave negó esta transmutación [...] habiendo hecho los mismos experimentos con sumo cuidado [...].

La propiedad más sensible del agua es su fluidez, la cual envuelve otra, que es ser sumamente porosa. [...] Por estas dos propiedades es el agua el disolvente universal de todos los cuerpos. [...] Lo que ha persuadido más eficazmente que el agua es un disolvente universal, es la simultánea disolución que puede hacerse en ella de varias materias [...]. Así un agua que contenga disuelta sal común cuanta disolver pueda, queda capaz de disolver alumbre; y cuando parece, que está saciada de alumbre, puede disolver nitro [...]. Pero con tan manifestadas porosidades como tiene el agua, ¿quién creyera, que fuese incapaz de compresión? Pero aquí decide la experiencia, no la razón.

Tras sentar que “deben tenerse por felices los pueblos que tienen un agua pura, y aquellos en que se pone un sumo cuidado en conservarla tal en su origen, y en todo el espacio que baña su conducción”, pasa a hablar de las propiedades del agua en estado de vapor y de sus aplicaciones, en la que quizás sea una de las primeras referencias en castellano a la máquina de vapor:

Vemos en tiempo húmedo que las maderas se ensanchan, y las cuerdas se acortan por la intromisión de los vapores áqueos entre sus fibras. Por lo mismo que las ensancha, las acorta. [...] Sobre este principio se funda la construcción de los hygrómetros [...].

Otra portentosa propiedad que se experimenta en el agua convertida en vapores es su dilatibilidad. ¿Quién creerá que el agua reducida en vapor, puede dilatarse tres tantos más que la pólvora? De hecho es así. La pólvora, según los experimentos de Amontons y Bélidor, solo se dilata como uno a cuatro mil. [...] Pero el agua, como uno a catorce mil [...]: Sobre este principio se han construido bombas que se mueven alternadamente, y hacen subir el agua a bastante altura. Los ingleses se han servido de ellas para sacar agua del Támesis [...]. En algunas partes las usan para desaguar minas. Una de estas máquinas describe con la elegancia que acostumbra Mons. Bélidor en el 2.º tomo de su *Arquitectura Hidráulica*.

Pero antes de la elaboración de esos trabajos, con fecha 22 de marzo de 1757, el virrey del Perú, conde de Superunda, lo nombró catedrático propietario de prima de Matemáticas, lo que conllevaba el cargo de cosmógrafo mayor del virreinato del Perú. Dicho nombramiento iba encaminado a encargarle la realización de una descripción geográfica del virreinato, ya comenzada y abandonada por otros y que no se podía dilatar más desde la aparición de la obra de José Antonio de Villaseñor

*Teatro americano: descripción general de los reinos y provincias de la Nueva España y sus jurisdicciones* (2 vols., 1746 y 1748). Esta obra era la respuesta que México había sabido dar —y Perú aún no— a una real cédula de Felipe V de 1741 orientada a “conocer América para gobernar América”. Los Bueno —Cosme y su segundo hijo, Bartolomé, que le ayudaba— remitieron un cuestionario informativo a curas y corregidores, investigaron todos los datos y de 1758 a 1761 consiguieron recopilar 54 descripciones que el conde de Superunda pudo presentar en Madrid como aval de su dedicación. Los virreyes que le sucedieron (Manuel de Amat, 1771-1776; Manuel de Guirior, 1776-1780) apoyaron la culminación de la empresa y la publicación de las *Descripciones*, “dando a luz cada año las provincias pertenecientes a un obispado”.

La publicación se realizó a lo largo de catorce años —desde 1764 (Arzobispado de Lima) hasta 1778 (Obispado de la Concepción), excepto 1773, año en que publicó su catálogo histórico de los virreyes del Perú— en el almanaque *Conocimiento de los Tiempos*, que —por su condición de cosmógrafo— editaba anualmente con informaciones sobre la salida y la puesta del Sol, las fases de la Luna, eclipses, etcétera, pero que también contenía tradicionalmente pronósticos, “predicciones de enfermedades en cada estación”, guías de forasteros, etcétera. Bueno fue su editor entre 1757 y 1798 y lo fue convirtiendo



en algo nuevo<sup>45</sup> al publicar en él las *Descripciones*, pero también al atacar todo lo que pudiera oler a astrología y actualizar sus informaciones —por ejemplo, publicando unas *Tablas de las declinaciones del Sol calculadas al meridiano de Lima que pueden servir sin error sensible desde el año de 1764 hasta el de 1775 inclusive* (Lima, calle de la Encarnación, 1763)— con datos sobre la conjunción de los planetas “calculados según las tablas de Halley y La Lande”. La primera valoración de esas *Descripciones* es coetánea a su publicación y nos la da un asturiano-peruano conocido por el apodo de *Concolorcorvo* en su obra *Lazarillo de ciegos caminantes*,<sup>46</sup> donde dice:

El cosmógrafo mayor del reino, doctor don Cosme Bueno, al fin de sus Pronósticos anuales, tiene dada una idea general del reino, procediendo por obispados. Obra verdaderamente muy útil y necesaria para formar una completa historia de este vasto virreinato.

Como nos recuerda M.<sup>a</sup> Remedios Contreras (1988: 722), hubo un intento —que no cuajó— de publicación de la obra en España, para lo cual debió pasar la censura en la Academia de la Historia, que encargó un informe de la misma al académico Tomás López. Este opinaba, al presentarlo en Madrid el 2 de julio de 1784, que “parece podría concederse al editor la licencia que solicita de imprimirla, pues

aunque no sea perfecta contiene bastantes cosas ignoradas por muchos”.

De la labor docente de Bueno en la cátedra de Matemáticas no poseemos muchos datos, salvo la escasez inicial de alumnos interesados en su estudio y la necesidad de que las autoridades militares prácticamente obligaran a los cadetes a asistir a clase, y las primeras lecturas de algunos de ellos.<sup>47</sup>

El interés de su obra reside también en el hecho de haber creado una escuela de médicos-científicos criollos que tuvieron un importante papel en la naciente patria peruana y que siempre reconocieron con agradecimiento su labor; los más emblemáticos fueron José Manuel Dávalos y, sobre todo, Hipólito Unanue, continuador de la obra de Bueno en muchos aspectos, como la fundación de la mejor revista de la Ilustración en su país: el *Mercurio Peruano*. En dicha revista —de la que Bueno fue suscriptor desde su fundación y que figura completa en su biblioteca—, publicada entre 1791 y 1795, encontramos varias alusiones que, aunque no son esenciales cada una de por sí, permiten en conjunto ver la relevancia que adquirió su figura.

Si se trata de la “Descripción histórica y corográfica de la provincia de Chichas y Tarija” (n.º 37, 8 de mayo de 1791, pp. 17-24), el autor del artículo dirá:

El sabio y laborioso Alcedo (4) no pudo ser ni muy exacto ni muy prolixo en la descripción



de esta Provincia. Solo en las Memorias del Doctor Don Cosme Bueno se hallan algunas preciosas noticias relativas a ella [...].

(4) Véase su *Diccionario Histórico de las Indias Occidentales, o América*. Tom. I. pág. 497, en donde, así como en otras muchas partes, copia casi literalmente lo que dice el Doctor Bueno en sus Memorias.

Cuando el articulista trate de una “Disertación de cirugía sobre un aneurisma del labio inferior” (n.º 197, 22 de noviembre de 1792, pp. 190-196) escribirá:

le observó entre otros médicos el Doctor Don Cosme Bueno [...], y tuvo la bondad de examinar por sus manos este Aneurisma verdadero, comunicándonos lo más esencial en esta materia: efectos propios de su predilección a mi persona, y a quien debo con una inviolable gratitud las luces de la Anatomía teórica.

Si cambiamos radicalmente de tema, y se trata de una “Noticia de una máquina para moler caña” (n.º 254, 9 de junio de 1793, pp. 97-99), encontraremos esta opinión:

El diseño de esta máquina, y un modelo en pequeño fue presentado al Superior Gobierno, por cuya orden lo examinaron el Doctor Don Cosme Bueno, Catedrático de Matemáticas, y Don Vicente de Veza, Comandante del Real Cuerpo de Ingenieros. Uno y otro confiesan en sus informes, que tenemos a la vista, la bondad de

la Máquina [...]. Reflexiona el Catedrático de Matemáticas, que si en lugar de la fuerza humana quiere sustituirse el impulso del agua, además de las ventajas respectivas a nuestros trapiches, que hemos expuesto, se evita el desperdicio de agua que sucede en estos [...]. En la nueva máquina el agua se encamina a la superficie de la rueda maestra por la parte de arriba, para moverla con su peso, según los principios de Mr. Bélidor.

O incluso, cuando el asunto sea una “Carta sobre la música” (n.º 117, 16 de febrero de 1792), podremos leer:

Si al breve catálogo que hacemos arriba de aquellos genios sublimes, que sin los auxilios que ofrece la Europa han sabido distinguirse en las Bellas Artes, uniésemos el de nuestros primeros Sabios, tendría seguramente lugar entre ellos el Médico [...] que si no vio aquí la primera luz, propaga hasta los más distantes hemisferios las que aquí adquirió su asidua aplicación. El Médico... El Doctor Don Cosme Bueno: quien... El mundo lo conoce.

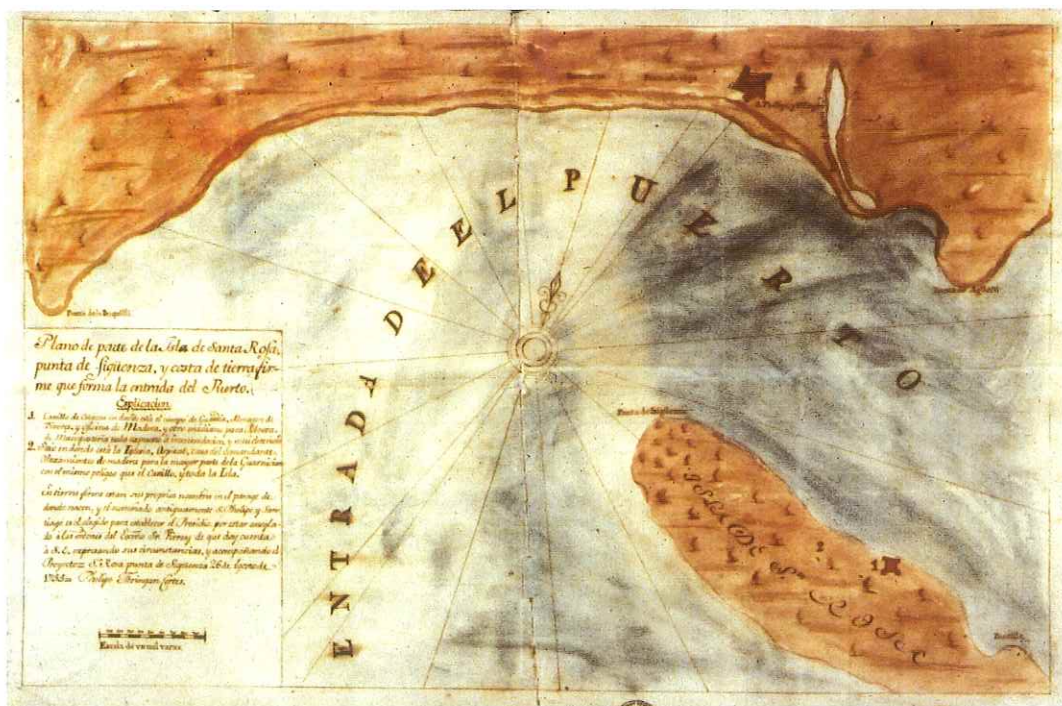
Muchos años más tarde también se van reconociendo las diferentes aportaciones de Bueno en campos muy variados. Así, en 1975 y en la prestigiosa revista *Science* se publica (véase la bibliografía secundaria en el apéndice) que el médico Cosme Bueno fue quien afirmó —más de cien años antes de que se explicase “oficialmente” la causa— que el transmisor de la enfermedad

llamada *verruga de Carrión* (bartonelosis) era la mosca *Phlebotomus*. Ese hecho lo describió en *El conocimiento de los tiempos. Efeméride del año 1761*.

Si Jorge Juan y Ulloa se encontraron al llegar al Perú con Bueno, no estará de más recordar a otros aragoneses que tuvieran alguna relación con estos dos científicos. Destacan los hermanos Feringán, ingenieros militares.

**Felipe Feringán Cortés** (c. 1705 – 1769), turoloense, era en 1723 cadete del Regimiento de Infantería de Sevilla; cuatro años más tarde pasó, como inspector de limpieza de Cartagena, a estar bajo las órdenes de su hermano Sebastián. Pero en 1730 fue des-

tinado a Nueva España y en 1732 llegó a la plaza de Veracruz, donde realizaría casi toda su obra. El puerto de Veracruz y el castillo de San Juan de Ulúa, que lo defendía, eran importantes por constituir el mayor puerto del seno mexicano y por ser la única comunicación existente con La Habana. Su defensa era crucial, y Feringán, como técnico y junto a otros ingenieros militares, asesoró a los virreyes duque de la Conquista, conde de Fuenclara y conde de Revillagigedo. En 1739 solicitó el ascenso a ingeniero ordinario de ejércitos y plazas, lo que le fue concedido el 2 de noviembre de 1742 con un sueldo de 1000 pesos al año.<sup>48</sup>



Plano de la isla de Santa Rosa elaborado por Felipe Feringán.



Conocemos alguno de los planos levantados por Feringán gracias a que, por real cédula de 1747, se obligó a que se hicieran duplicados de todos los planos e informes importantes que venían a la Península desde las Indias, de modo que el duplicado que se traía pudiera ser destruido antes de que cayera en manos enemigas.

El plano que reproducimos en la página 97 fue elaborado por Felipe Feringán a consecuencia de que los días 3, 4 y 5 de noviembre de 1725 un huracán seguido de un maremoto había arruinado el fuerte, así como el presidio, las casas, la iglesia y las oficinas que existían en dicha isla; a fin de repararlo, repoblar la zona y mejorar la dotación militar del presidio el conde de Revillagigedo ordenó<sup>49</sup> que se tomaran las medidas pertinentes, entre las cuales

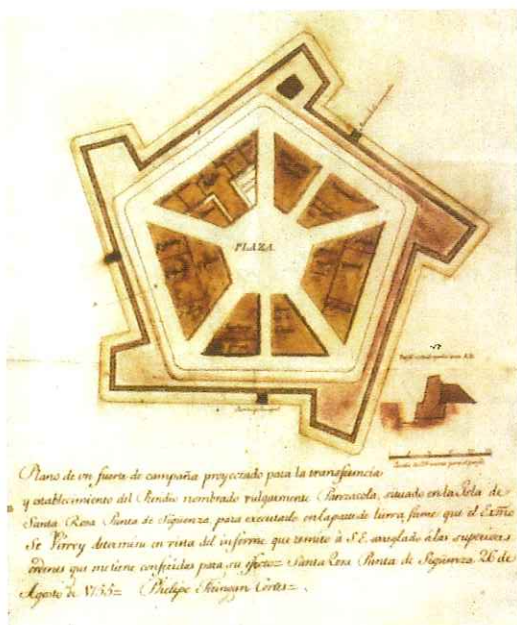
se resolvió de común acuerdo, que nombrase yo [el oidor] un Ingeniero, para que passase al citado Presidio, y reconociese el estado en que se hallaba, como que en el caso de que certificase intuitivamente estar en la conformidad que se ha expuesto deteriorado, especule, y tantee, si no obstante su mala situación, tiene aptitud, y capacidad de poderse [...] hazer en la punta, fortificación correspondiente, sólida y firme, con cuarteles para el Presidio, y la respectiva Población para el vecindario, de suerte que todo lo que se verificase quede subsistente; y que a más de esta principal circunstancia investigue el Ingeniero, e informe si en algún modo se podía precautelar y precaver que los temporales que

puedan sobrevenir no causen la ruina experimentada [...]; y bien impuesto en todo el citado Ingeniero, forme Mapa, y con relación jurada de todo dé cuenta, para examinarlo en Junta de Guerra y Hacienda [...]. Nombré al Theniente Coronel Don Phelipe Feringán Cortés, Ingeniero en segundo, para que passase al reconocimiento del estado en que se halla la Isla de Santa Rosa, y a más de haverle remitido testimonio de la Junta en donde por parte se mencionan los fines de la expedición, separadamente le di orden de lo que ha de ejecutar, en lo respectivo a su empleo, encargándole la más exacta inspección del sitio, y si admiten reparo las oficinas arruinadas, bien que antes de aplicarlo debía dar cuenta con individualidad del estado en que lo hallase, con el Plano correspondiente.

Y más adelante, en su contestación, el marqués de la Ensenada comunica:

hallé a mi arribo a esta Capital las cartas que el Ingeniero y Comandante de aquel Presidio daban noticia de haverle trasladado a tierra firme por las inundaciones a que estava expuesta la Isla quasi anegada de Santa Rosa, elección que hizo el Ingeniero del terreno para la construcción del Fuerte, cálculo, y Plano que levantó a este fin [...]. Y oyódos en este asunto el Fiscal, y Auditor de esta Audiencia, el Ingeniero Don Agustín López de la Cámara alta halló conveniente variar el Pentágono formado por D. Phelipe Feringán en cuadrado por la mayor proporción para las oficinas que ha de incluir.





Fortificación diseñada por Felipe Feringán.

Los primeros proyectos de plazas octogonales del siglo XVIII en el mundo hispánico fueron los que, en 1748, diseñó Felipe Feringán para la villa de Guadalupe en México. En 1763 lo encontramos destinado como ingeniero en jefe en Panzacola.

Su hermano **Sebastián Feringán Cortés** (1700-1762) puede servirnos como ejemplo del excesivo olvido a que han sido condenados muchos de los personajes aragoneses del XVIII. En 1834 (o sea, setenta y dos años después de su muerte) el autor de un pequeño artículo sobre él<sup>50</sup> reconoce que merece un puesto entre los arquitectos de Murcia dada la importancia de las obras que le cupo en suerte realizar o proyectar. Pero, tras recordar su participación en algunos trabajos hidráulicos y en el diseño

de la fachada de la catedral de Murcia —que ejecutó el arquitecto Jaime Bort—, acaba aceptando el origen francés que se le atribuía y reconociendo: “Estas son las noticias que he podido recabar acerca del tracista de la fachada de nuestra catedral, sin que mi diligencia haya logrado conseguir dato alguno referente a las fechas y lugares de su nacimiento y muerte, como tampoco de su vida militar, que también he procurado conocer sin alcanzar mayor fortuna”.

Hoy, otros ciento setenta años después, tenemos la fortuna de conocer un poco mejor esos datos. Sebastián Feringán nació en Báguena (Teruel) y se crió en Fraga; a los 18 años empezó a servir como ingeniero voluntario en las obras de la Ciudadela de Barcelona, donde trabajó tres años. Logró ingresar en el Cuerpo de Ingenieros Militares en 1721, y ese mismo año fue nombrado ingeniero extraordinario con el grado de alférez.

Tras participar en el asedio y ataque al peñón de Gibraltar —su única acción de guerra— fue enviado en 1728 a las obras de construcción de la base naval de Cartagena como segundo del ingeniero francés Alejandro de Rez; este destino será el eje de su vida, pues allí se casará en 1730, realizará la mayor parte de su actividad profesional y morirá.

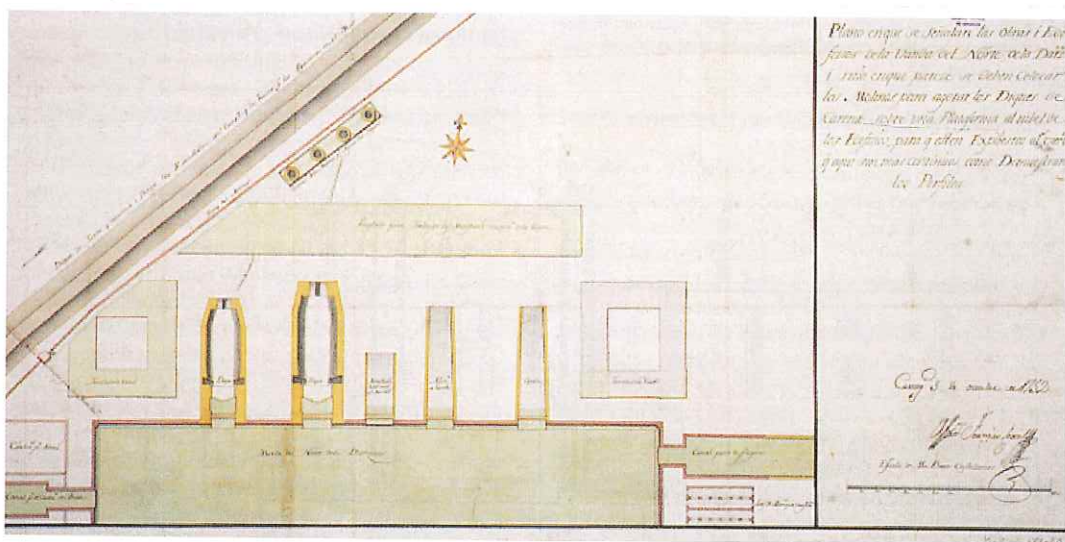
Dado el delicado estado de salud de Rez, Feringán asume protagonismo inmediato, que le es reconocido por el ministro

Patiño —quien desde 1723 era secretario de Estado, Marina e Indias y despachaba la práctica totalidad de los asuntos de la monarquía— cuando le llama a la corte en Sevilla; sin embargo, fue destinado para pasar a América (a Veracruz), aunque pudo evitarlo por medio de un expediente en el que alegaba enfermedad.

Fallecido de Rez en 1732, Feringán le sustituye, interinamente, en la dirección de las obras de Cartagena hasta 1738, tiempo durante el cual continúa las obras de los cimientos de la dársena y del malecón, así como el dragado del puerto; también realiza otras obras, como el canal de desagüe llamado *el Reguerón* (1733), que pretendía impedir la reunión de las crecidas de los ríos Sangonera y Segura, lo que le granjea fama como ingeniero hidráulico. Pero no todo, ni mucho menos, fueron parabienes

a su labor, y desde 1733 los nuevos cargos de comandante general y de intendente del departamento no cesan de poner reparos teóricos (no tiene práctica en trabajar en agua y pilotaje; no entiende de navegación) a una obra que, en la práctica, reconocían que era correcta. Ni siquiera un informe absolutamente favorable del ingeniero general Juan Martín Zermeño logra evitar que en 1738 se le envíe a dirigir las obras de la real acequia del Jarama y se deje al ingeniero Esteban Panón a cargo de las obras de Cartagena durante su ausencia.

Feringán entra en una década de ostracismo pero no de inactividad, pues de 1738 a 1742 realiza, por ejemplo, un detalladísimo informe (véase Rubio Paredes, 1998) sobre el desvío de agua de los ríos Castril y Guardal, al norte de Granada, para regar los campos de Lorca y Cartagena. En él se



Plano del arsenal de Cartagena elaborado por Sebastián Feringán.



incluye una historia de los antecedentes históricos de esa obra, de lo que se había realizado en el pasado y de su aprovechamiento, y el proyecto que ahora se propone, fundado en el detalle de 59 planos, más los presupuestos de la obra.

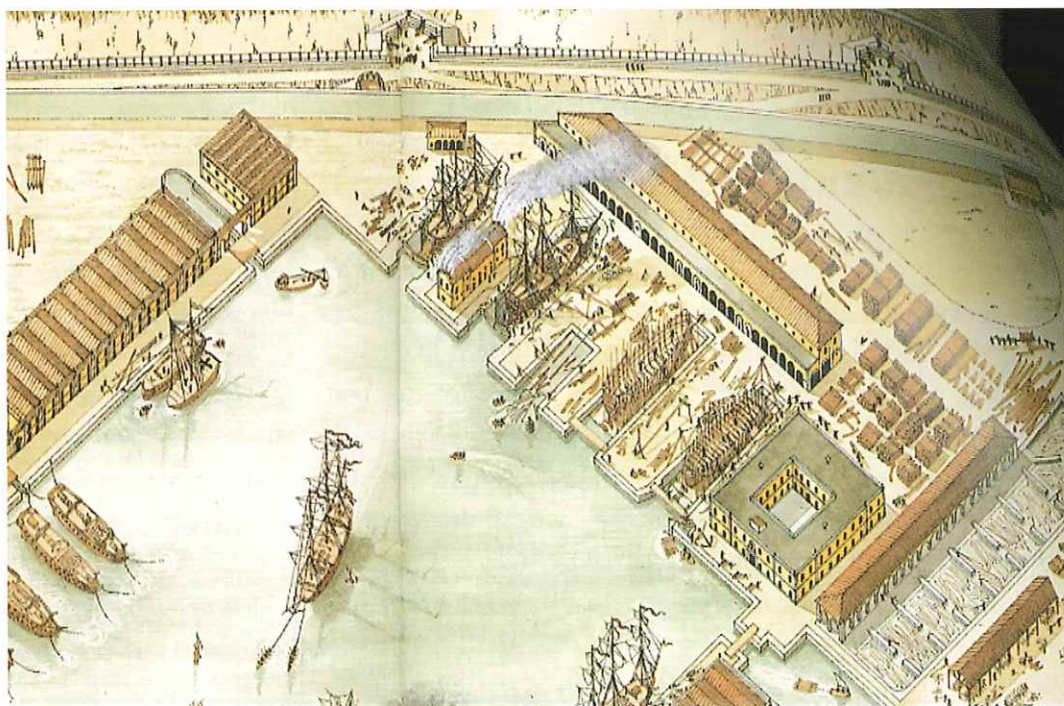
Ese proyecto, junto a otros trabajos hidráulicos en Madrid, Sevilla o Granada, no le hace olvidar “su” obra. En 1746 comienza a reinar Fernando VI, quien hará de la Marina el instrumento privilegiado para fundamentar la revitalización de España, y, sabedor Feringán de la intención del marqués de la Ensenada de relanzar la construcción de los arsenales como primer paso para la fabricación de navíos en cantidad y calidad suficientes para competir con la Armada inglesa, le envía su proyecto sobre el de Cartagena. Como recuerda M.<sup>a</sup> Teresa Pérez-Crespo en su tesis doctoral sobre Cartagena y el arsenal (1991), el proyecto de Feringán —revisado por Antonio de Ulloa— fue aceptado en 1749 —frente a los de los ingenieros French y Panón— y “comprendían sus edificaciones, además de la cerca y puertas, dos muelles, dos diques para carenas, un gran pabellón para cuarteles, 48 almacenes, cinco naves para arboladuras, dos para cordelerías, así como una serie de edificios para fraguas, parque de artillería, sala de armas, otra para asambleas, tenedurías generales, oficinas, bibliotecas, pabellones de la puerta principal y una torre que presidiría el conjunto”. Y todo ello desde el interés de

la Corona de que “la construcción naval sea sólida, moderna y capaz de competir con las más importantes de Europa”.

Confirmado el coronel Feringán como director de las obras de Cartagena —bajo la supervisión de los brazos ejecutores de la política naval de Ensenada, Jorge Juan y Antonio de Ulloa—, la contestación de una carta dirigida por Feringán a Ensenada el 14 de noviembre de 1749 nos habla a la vez del interés de las altas instancias (Ensenada y el propio rey) por esas obras y de su urgencia:<sup>51</sup>

He dado quenta al Rey de la carta de V. S. de 4 del corriente con el estado que incluye y demuestra las obras que últimamente se han hecho en ese Puerto, de las que en él están al cuidado de V. S., y materiales que han entrado en ellas y su costo [...]. Que el fin es [...] que se preparen materiales con abundancia, para que por falta de ellos no cesen las obras, y sí antes bien se adelanten quanto sea posible. Que se admita el número de operarios necesarios a proporción de las obras, aplicando también a ellas los esclavos, desterrados [...] y Gitanos que deban quedar en el Arsenal [...]. Que se travage en seco quanto se pueda, para lograr que la obra de los muelles sea más firme. Y que S. M. hace juicio de que si se trabaja en todo con el calor correspondiente, y se observa en las providencias y dirección de las obras el buen método y distribución que se debe, podrá antes de quatro años estar concluido todo el Arsenal.





Reconstrucción imaginaria de los diques del arsenal de Cartagena.

A esas obras dedicará su vida; ayudado por otros ingenieros militares como Mateo Vodopich, que será su sucesor, dirigirá a más de cinco mil personas y realizará más de cuarenta planos de sus instalaciones.<sup>52</sup>

El rey Fernando VI estaba convencido de la absoluta necesidad —para mejorar la Armada— de disponer de diques para carenar en seco los navíos. Recordemos que la operación del carenado exigía colocar el buque de costado para reparar y calafatear el lado opuesto y repetir la operación al contrario, lo cual hacía que al cargar todo el peso sobre los puntos de apoyo en tierra el barco se descuadraba, y por ello la vida media de los barcos se acortaba. En cam-

bio, en un dique de carena el barco queda en seco y en vertical, se repara a la vez por ambos lados y la estructura no sufre. Se encargan proyectos a Jorge Juan y a Ferriñán,<sup>53</sup> y se escoge el del primero pero dirigido por el segundo. La orden de su majestad a Jorge Juan dice:

Sin el auxilio de diques en que carenar en seco los navíos, se sabe, quán grandes gastos sufre la Real Hacienda, el mucho tiempo que en ellos se tarda, el quebranto de los navíos, etc. [...]. En este concepto se dedicará V. M. a examinar el paraje en que puedan hacerse los diques capaces de carenar en ellos navíos del Mayor, por si fuese posible dentro de la Dársena, evitar extravíos y

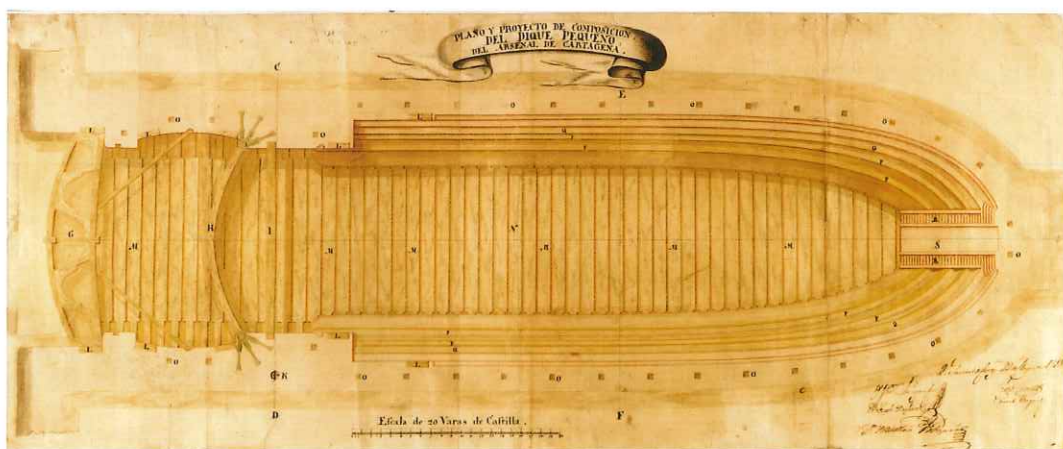
gastos inútiles, y acordará con D. Sebastián de Feringán, el modo en que deberán fabricarse, y le dará plano de ello con la explicación de todo quanto debe hacerse y hombres de que ha de servirse.<sup>54</sup>

Esos diques estaban terminados, según Sánchez Taramas (1769) en abril de 1755 el grande y en el mismo mes de 1757 el pequeño. Ello supuso que, si hasta entonces un barco tenía una vida media de menos de treinta años y debía carenarse cada cinco, con el uso de los diques en seco —los primeros de todo el Mediterráneo— se carenaban cada quince años y la vida del barco se alargaba hasta más de setenta años.

Asociado a la construcción de esos diques había otro asunto técnico de importancia, cual era la necesidad de agotar (vaciar) el agua de esos diques una vez que el barco hubiera entrado para dejarlo en

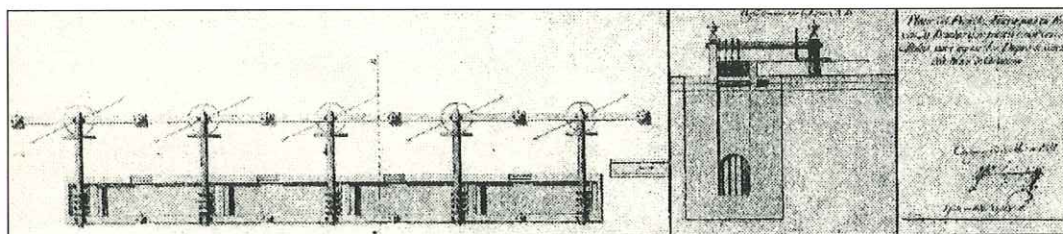
seco y poderlo reparar. El ingeniero militar Miguel Sánchez Taramas, en su traducción (1769) del *Tratado de fortificación* del inglés Juan Muller, da datos abundantes acerca de los diques y recuerda que esas bombas extractoras o de arrastre eran de tracción humana (por presidiarios). Con 46 bombas y 8 hombres en cada una, y en turnos de 4 horas, se necesitaban 12 horas para desaguar el dique grande y 8 para el pequeño. Pero parece que es en Cartagena donde se empieza a hacer uso de la “bomba de fuego” (máquina de vapor) para achicar el agua de los diques, y que esa máquina de vapor conoce allí alguna mejora. Más tarde será exportada (por Jorge Juan) al arsenal de la Carraca en Cádiz.<sup>55</sup>

Como ya hemos indicado, Sebastián Feringán fue también el responsable de todas las instalaciones complementarias del arsenal, de entre las que destaca la monumental obra del Real Hospital Militar



Dique pequeño de carenar en seco diseñado por Sebastián Feringán.





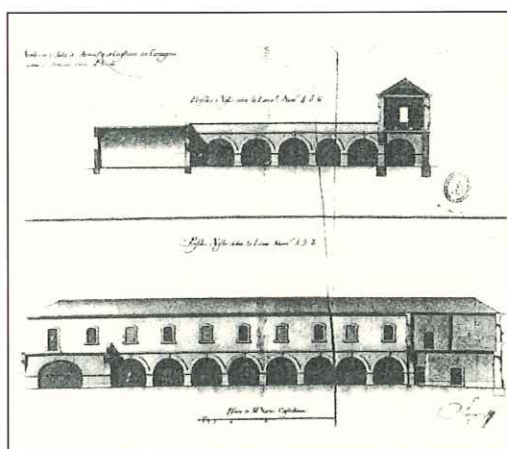
Bombas extractoras para achicar los diques.

(o de Antiguones), que comienza en 1752 y tardará diez años en estar acabada, y que ha sobrevivido hasta hoy. El calificativo *monumental* no parecerá excesivo si se recuerda que su capacidad inicial era de cuatro mil enfermos.

Rubio Paredes (1989), conocedor en detalle de la historia de la Cartagena dieciochesca, nos recuerda que también participa Feringán —a partir de 1757— en el levantamiento del Real Parque-Maestranza de Artillería de Cartagena, orientado a la defensa de esa plaza y de su arsenal, que debían de contar en total con unas ochocientas bocas de fuego. Como tantos asuntos, representaba la actualización de algo comenzado y previsto hacía muchos años, pues se construía en las Casas del Rey, lugar donde Carlos I ordenó en 1541 que se levantara un parque-fábrica de pólvora y bizcocho. Feringán elevó un “Proyecto de Parque de Artillería y sala de armas en la ciudad de Cartagena”<sup>56</sup> y envió algún informe con los gastos de lo que se iba realizando en 1758 y 1759. Finalmente, fue su sucesor, Mateo Vodopich, quien lo concluyó.

Tanto o más interesante e importante es la peripecia vital y científica del turiasonense **Vicente Doz y Funes** (1734-1781). Estudiante de Artes en la Universidad de Zaragoza, se formó desde 1751 en la Escuela de Guardiamarinas de Cádiz. Fue discípulo predilecto de Jorge Juan, que lo destinó al estudio del álgebra y lo escogió para formar parte de la expedición de José de Iturriaga al río Orinoco.

Consecuencia del Tratado de Límites hispano-portugués de 1750, la expedición tenía por objeto reconocer y cartografiar los territorios en litigio y estuvo en su mayor



Alzados del proyecto de parque de artillería de Cartagena.

parte integrada por marinos, además de algunos botánicos y dibujantes a las órdenes del sueco Pehr Löffling, a quien se le encargó “buscar plantas de posible valor económico, así como los medios de explotárlas”. Löffling moriría en el transcurso de la expedición y la única publicación de sus trabajos científicos americanos la realizará Linneo en el *Iter Hispanicum* (1758), asunto del que —como veremos más adelante— se tendrá noticia en España hacia finales del siglo gracias a otro aragonés.

La expedición partió el 14 de febrero de 1754 y como fruto de ella el capitán de navío José Solano levantó un mapa —que se editó firmado en Madrid en 1763, aunque se realizó entre 1758 y 1760— del “curso del río Orinoco con las observaciones y planos particulares hechos de su orden por los tenientes de fragata D. Vicente Doz y D. Nicolás Guerrero”. También sabemos que entre febrero y octubre de 1756 Solano, acompañado de Doz, Guerrero e Ignacio Milhau, tuvo la arriesgada misión de probar si eran o no “insuperables los raudales [las cataratas del Orinoco] para el paso de las embarcaciones”. Y por una carta del propio Iturriaga de un año más tarde obtenemos otras noticias:<sup>57</sup>

En vista de que D. Vicente Doz y D. Nicolás Guerrero estaban bastante convalecidos a beneficio del tiempo seco de continuas brisas en este pueblo, los embié al reconocimiento del río Apure, hasta la boca del Sarare,

a fines del mes de Abril, con la mira de que lograsen estar de vuelta antes de que llegase el tiempo de las aguas.

Volvieron por Mayo, antes que empezara a llover aquí abajo, y me entregaron sus observaciones, y el papel que acompaña informativo del fondo del río y de las Misiones. Sobre sus observaciones han levantado los mismos el viaje del río y de los brazos que navegaron.

Para participar en esa misión Doz fue ascendido a alférez de fragata, y de nuevo ascendió —a capitán— cuando Jorge Juan confió de nuevo en él para formar parte, junto con Juan de Lángara —después sustituido por Salvador de Medina—, de una expedición propuesta por la Academia de Ciencias de París que, encabezada por el abate Chappe d’Auteroche, debía observar desde California —el punto más occidental de las posesiones españolas en América— el paso de Venus por el disco del Sol.<sup>58</sup>

Tras las expediciones a Laponia y Perú realizadas unos treinta años antes, esta fue la segunda gran empresa científica en el ámbito europeo, pues su objetivo era determinar con mayor precisión de la hasta entonces conocida la distancia de la Tierra al Sol, lo que se esperaba llevase a una nueva confirmación de la dinámica planetaria establecida en las leyes de Kepler y en el sistema del mundo newtoniano. La preparación de esa cita estelar con la ciencia fue obra de insignes figuras como el astrónomo inglés Edmund Halley, que ya en



1716 avisaba en un artículo en *Philosophical Transactions* del tránsito de Venus por el Sol en 1761 y en 1769, y de la necesidad de preparar metódicamente expediciones dotadas de buen material para hacer las mediciones de la paralaje. Por su parte, el astrónomo francés Joseph-Jérôme Lefrançois de Lalande preparó en 1757 un mapa con los lugares del globo más idóneos para realizar las observaciones.

El objetivo de esas expediciones era, pues, la medida de la paralaje, que consiste en el ángulo formado por dos puntos de observación y el punto observado (en este caso, el Sol); ese dato, junto al exacto conocimiento de las longitudes de los lugares de observación, permitiría obtener, por relaciones trigonométricas sencillas, la distancia Tierra-Sol. En el tránsito de 1769 participaron 120 observadores desde 62 estaciones situadas desde el cabo de Buena Esperanza hasta el Círculo Polar Ártico y desde Cádiz hasta Perú.

La expedición, que en principio debía haber sido angloespañola, con participación del jesuita Roger Boscovich —lo cual no pudo ser, al producirse la expulsión de los jesuitas de los dominios españoles en 1767—, acabó siendo francoespañola a propuesta de la Academia Real de Ciencias de París, y la dirección corrió a cargo del experimentado astrónomo Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche, que ya había participado en la observación del tránsito del año 1761 desde Siberia.

El Museo Naval de Madrid guarda un documento (ms. 1800, ff. 68r-71r) que nos permite conocer de primerísima mano (su autor es Jorge Juan) los avatares de la expedición:

Mr. el Abate Chappe [...], D. Salvador de Medina y D. Vicente Doz [...], reunidos en Cádiz, dieron la vela en aquel puerto en 21 de Diciembre de 1768, y llegaron a Veracruz en 8 de Marzo siguiente. Desde allí atravesando el Reyno de Nueva España, pasaron a San Blas, de cuyo puerto salieron el 19 de Abril. Los vientos y corrientes [escribía Doz] nos fueron de tal suerte contrarios, que llegamos a perder casi enteramente las esperanzas de arribar a tiempo a nuestro destino; y mortificados en extremo con la memoria de ver frustrados nuestros trabajos, y privada la Europa de una observación tan importante por su situación, determinamos desembarcar [...] y el 19 [de mayo] dimos fondo en la playa de San José, distante del cabo de San Lucas como 8 leguas. Sin pérdida de tiempo empezamos a desembarcar el mismo día instrumentos y equipages, conduciéndolos a un pequeño pueblo de Yndios, distante de la playa una milla, para lo que necesitamos tres días [...] por no haber más que seis Yndios para la conducción de los efectos a la Misión, estando todos los demás enfermos de una epidemia [...]. Continúa D. Vicente Doz haciendo una menuda descripción de la forma en que plantearon el Observatorio y disposiciones con que se prepararon para hacer la observación [...]. Su resultado se anunció al público en la Gazeta de

Madrid de 26 de Octubre de 1770 en estos términos. El Capitán de fragata D. Vicente Doz, que fue a California de orden del Rey para observar el año pasado el tránsito de Venus por el disco del Sol, llegó pocos días ha a esta Corte, y dio cuenta a S. M. de sus observaciones. Se reduce principalmente a haber hallado la latitud del lugar de San José, [...]  $29^{\circ} 5' 15''$ . Su longitud del meridiano de París, 7 h  $28' 17'' \frac{1}{2}$ , y los dos contactos internos de los discos de los dos planetas, a  $00^h 17' 25''$  y  $5^h 54' 44'' \frac{1}{2}$ : de que, supuesto exacto el cálculo dado por Mr. Pingré en su Memoria del año de 1767, se reduce la paralaxe del Sol de  $8'' \frac{1}{4}$ . Según este principio la distancia del Sol a la tierra es  $\frac{7}{33}$  mayor de lo que se juzgaba o presuntamente de 6 685 000 leguas más [...].

El Sr. D. Jorge Juan dijo [el 24 de septiembre de 1770] al Sr. Ministro de Marina acerca de este propio asunto lo siguiente. Excmo. Sr. Muy Sr. mío: las observaciones del tránsito de Venus sobre el disco del Sol, ejecutadas por el Capitán de fragata D. Vicente Doz, tienen todos los requisitos de perfección: solo [...] falta haber medido igualmente la menor distancia de Venus al centro del Sol [...] y parece que el poco tiempo y la aceleración con que construyeron su Observatorio no permitieron [...] que diese lugar a aquella prolixa medida. Tengo suplido esto por un cálculo extenso, y podrá igualmente suplirse por otras observaciones, de suerte que lo principal se ha logrado [...].

A su regreso a España [Vicente Doz] situó por observaciones de latitud y longitud, los dos puntos importantes de Veracruz y La Habana

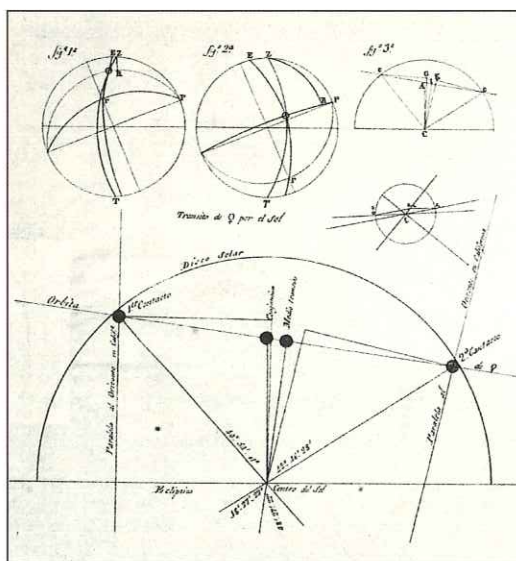
conforme a las instrucciones que se les dieron para el desempeño de su comisión.

Por su parte, Vicente Doz nos ha dejado el testimonio de su observación y de sus resultados:

El primer contacto interno lo vi con más seguridad y con gran admiración mía; noté que en el instante que esperaba descubrir la circunferencia de Venus, intermediando un hilo de luz entre los limbos de ambos planetas, que el de Venus se prolongaba como si estuviera unido al del Sol, perdiendo su figura orbicular hasta que, después de treinta y tres segundos, la recuperé [...]. La proximidad a la tierra, y mayor a unas montañas que se presentaban de la parte del oeste, contribuyó mucho a que los dos últimos contactos no se vieran con la mayor precisión, formando una especie de herbor y ondulación en el borde del Sol, que no permitía ver bien terminado su limbo.<sup>59</sup>

La recopilación de los datos de todas las observaciones estableció como valor de la paralaje un intervalo entre 8,80 y 9,43 segundos (el valor hoy admitido es de 8,794). Respecto a la distancia media Tierra-Sol, el resultado de las medidas de Chappe era de 96 162 840 millas, y el de las de Doz-Medina, de 98 480 020, lo que comparado con el valor actualmente establecido da unos errores relativos del 3,45% para las medidas de Chappe y del 5,94% para las de Doz-Medina.<sup>60</sup>





Tránsito de Venus por el disco del Sol según Vicente Doz. (Museo Naval)

Las mediciones de la paralaje fueron en sí un dato importante y también sirvieron para comprobar que la posición de Nueva España en los mapas de la época no era correcta. A este respecto vale la pena citar la opinión de un ingeniero militar catalán destinado allí, quien en 1776 elevaba al virrey Bucarelli un dictamen en el que decía:<sup>61</sup>

habiendo de producir mi dictamen [...] sobre las distancias que median entre la Villa de Santa Fe de Nuevo México y la Sonora, como asimismo entre la dicha Villa, y Monterrey, diré lo que acerca de unas y otras alcanzo, exponiendo con razones de alguna probabilidad y con autoridad, lo que no estriba, ni puede inferirse con toda certeza; y declarando asertivamente las que pueden deducirse de las

observaciones astronómicas que merecen una fe, y crédito; pues estas son las únicas que determinan con una precisión casi geométrica las distancias, y situación respectiva de los lugares sobre el globo.

Miro como tales las observaciones que en diferentes tiempos, y en repetidas ocasiones ha practicado en México, y en la California el licenciado Don Joaquín Velásquez Abogado de esta Real Audiencia, como también las de Don Francisco Medina y Don Vicente Doz, Capitanes de Fragata de la Real Armada, enviados por nuestra Corte en calidad de Astrónomos el año de 69 [...]. Según dichas observaciones, México se halla situado en los 278 grados 10 minutos del meridiano de la Isla del Fierro, y por 19 grados 26 minutos de latitud Norte [...]. La diferencia en longitud de México a Monterrey será de 23 grados 47 minutos [...]. La distancia que se deduce por el cálculo es de 530 leguas marítimas.

Por último, y para valorar los distintos niveles en que se movían los dos países que aportaron miembros a la expedición, baste consignar que si las observaciones de Doz fueron publicadas en un órgano tan “científico” como la *Gaceta de Madrid* del 26 de octubre de 1770, las observaciones y escritos del abate Chappe —que murió de tifus en América— fueron recogidas por Pauly y preparadas para la edición por el astrónomo Cassini de Thury. Y que dichas observaciones de Medina y Doz fueron utilizadas por Bonne y Des-

marest en el *Atlas encyclopédique* (Padua, 1787-1788, vol. III, pp. 63, 86, 94) junto a las de 67 europeos más, fundamentalmente franceses e ingleses, aunque 4 eran españoles.<sup>62</sup>

En su viaje Doz realizó también otros trabajos de importancia científica menor.<sup>63</sup> Tras su regreso a España en 1770, se le encomendó la dirección del Seminario de Nobles de Madrid, otra institución que fue refundada por su maestro, Jorge Juan. Recordemos que tras la expulsión de los jesuitas en 1767 el Seminario de Nobles cae en la órbita de la Marina, la institución más poderosa, prestigiosa y culta del momento. En mayo de 1770 Manuel de Roda nombrará director a Jorge Juan y este orientará científicamente los pasos del Seminario (hasta su muerte en 1773), por ejemplo contratando a Francisco Subirás como profesor de Matemáticas y Física.

Vicente Doz es nombrado director del Seminario de Nobles en 1774 y permanecerá cinco años intentando que se rebajen las pensiones que pagan los seminaristas para que puedan ingresar alumnos de la baja nobleza e intentando también que los componentes del Ejército se interesen y se esfuercen en el estudio de las ciencias impartidas en el Seminario. Pero intentando, sobre todo, que se apoye el desenvolvimiento de los conocimientos científicos, haciendo hincapié en la astronomía y en las instalaciones y medios necesarios para ello. Como nos recuerda Peset (1981: 525-

527), Doz dirigirá a Roda varios oficios donde le dirá:

También me parece de mi obligación hacer presente a V. E. la falta que hace en Madrid un Observatorio en donde se practique y enseñe la Astronomía [...]. La Astronomía, que en este siglo ha hecho tanto progreso con singular utilidad de la Navegación, está enteramente descuidada en España, no hay en toda ella más que un Observatorio instalado en Cádiz que está sin uso la mayor parte del año, y es de admirar que cuando casi no hay ciudad en Europa que no tenga Observatorio, esté la Corte de España sin alguno. Si V. M. por un efecto del amor con que fomenta las ciencias se dignase acabar esta fábrica [el Seminario de Nobles], se pudieran dotar dos cátedras de Astronomía, una con 12 000 rs. Y la segunda con 6000; con la obligación de enseñar la teoría y práctica de esta ciencia a los Seminaristas que quisiesen dedicarse a ella, seguir las observaciones diarias y llevar la correspondencia con las Academias [extranjeras].

Visto que no se le hace demasiado caso, Doz solicita en 1778 retornar a la Marina, lo que se le deniega, y en 1779 ir a la guerra con Inglaterra, de modo que se le concede que pase al mando de un navío.

Mucho menor peso representan las obras de otros dos ingenieros militares de este período. No tenemos muchos datos acerca de la formación del zaragozano, nacido en Pina, **Bernardo Lana** (1690-1763),

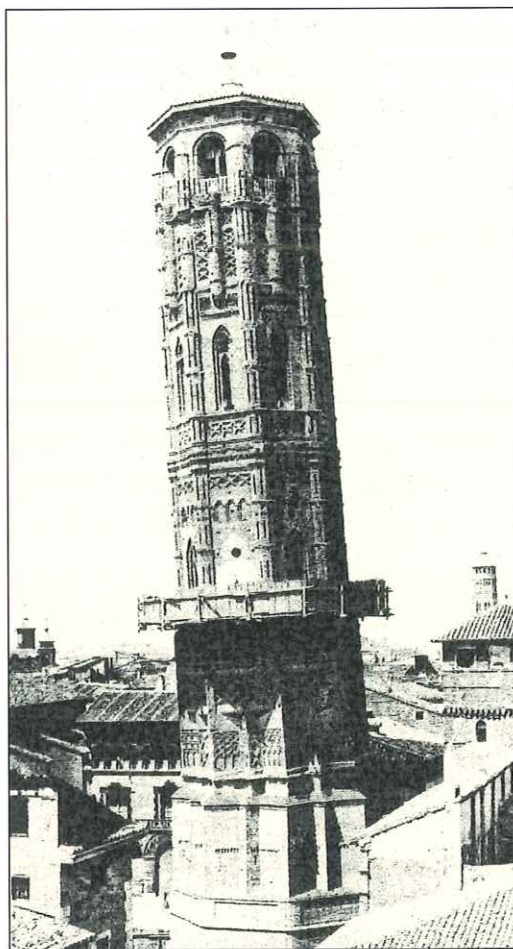


pero sí algunos más de su actividad. Alcanzó el rango de coronel e ingeniero en jefe; fue de los primeros ingenieros —junto a Sébastien Rodolphe— en realizar informes técnicos acerca de la viabilidad de hacer navegable el Ebro y estuvo muy ligado a la Academia del Buen Gusto que funcionó en Zaragoza a mediados del XVIII. Y para esa Academia elaboró un informe técnico acerca de la famosa —y tristemente desaparecida— Torre Nueva de Zaragoza, edificio construido a comienzos del XVI y que presentaba una inclinación similar a la de la Torre de Pisa, lo que hacía temer por su estabilidad. Solo en 2004, y gracias al trabajo de José Laborda Yneva, hemos conocido en todos sus pormenores los avatares de dicha torre y, junto a ellos, la transcripción del informe elaborado por Lana (*Noticias de la Torre Nueva de Zaragoza, declinación que tiene, causas que la pudieron motivar y proyecto para corregirla*, Zaragoza, 1758, ms., Archivo Municipal de Zaragoza). En él Lana comienza recordando lo evidente y el motivo de su informe:

En el año de 1504 [...] se deliberó fabricar esta Torre [...] cuya planta es octágona [...]. Su materia es de ladrillo con muchas lavores en lo exterior [...]. Es notoria su grande inclinación, que la pudo motivar la brevedad de ejecución sin haber tenido bastante enjugo y unión los materiales, y en especial de su fundamento o bien en el terreno de su planta [...]. El Excmo. Sr. D. José del Campillo me preguntó si se

podía corregir la expresada inclinación conservando su entereza, y haviéndole respondido que sí, quedó indeciso.

Justifica primero por qué la torre no corre peligro de caer, para lo cual distingue entre centro de magnitud de un objeto —que en el caso de una esfera sería su centro geométrico— y centro de gravedad —el cual coincidiría con el geométrico solo cuando



Torre Nueva de Zaragoza. (Laborda, 2004b)

el material que compone la esfera fuera perfectamente homogéneo—, que es aquel punto respecto al cual todas las partes del cuerpo deben tener momentos<sup>64</sup> iguales. Y, tras recordar que la “línea de dirección” es la recta que del centro de gravedad “vaja” al centro de la tierra, continúa:

Es teorema demostrado de la Stática que no puede caer ningún cuerpo siempre que la línea de dirección [pase] por dentro de la basa que lo sustenta [...]. El centro de su gravedad total [de la torre] estaría en la mitad de su altura a 147 pies [...]; dicese [que la torre tiene] 9 pies de inclinación, luego a la mitad [de su altura] referida sería de 4 pies y  $\frac{2}{3}$  [...] en su basa de sustentación, y siendo su semidiámetro 24 se sigue no llegar el caso de poder temer según se halla al presente, y aun que se aumentase mucho más.

Todavía añade que, por ser los materiales más graves (densos) los de la mitad inferior, habría que suponer que el centro de gravedad no se halla exactamente a la mitad de su altura (147 pies), sino más abajo (129 pies), lo que hace que sea aún menor el riesgo. Si en este aspecto el informe de Lana era correcto, la cosa cambia cuando se trata de valorar los medios preconizados para enderezar la torre, asunto para el cual sus propuestas pueden (a juicio de Laborda) calificarse a la par de imaginativas e irrealizables.

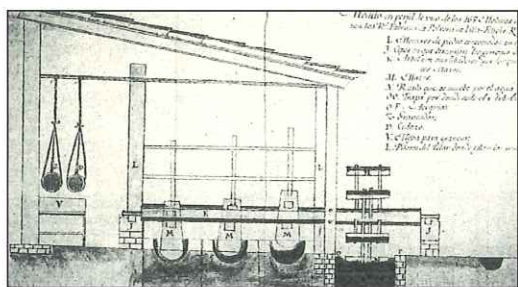
También ingeniero militar, y escritor, fue el natural de Hecho (Huesca) **Raimun-**

**do Sanz** († 1794). Cursó Humanidades y Filosofía en la Universidad de Huesca e ingresó luego como cadete en el Regimiento de la Real Artillería, del que sería uno de sus expertos conocedores. Publicó una obra acerca del “Arte Tormentaria” (*Principios militares, en que se explican las operaciones de la guerra subterránea, o el modo de dirigir, fabricar y usar las minas y contra-minas en el ataque y defensa de las plazas*, Barcelona, 1776), que algo tiene que ver con la química.

Hablando de temas de artillería no podemos dejar de mencionar uno de los pocos complejos industriales relevantes del XVIII aragonés, que tiene también su relación con la América hispana. Nos referimos al conjunto de fábricas de pólvora de Villafeliche (Zaragoza). Importantísimo en aquel siglo, su fama es tal que Goya immortalizará esa actividad en alguno de sus cuadros de la guerra de la Independencia, y su trabajo no decaerá hasta aproximadamente 1930. En una excelente obra, Ignacio González Tascón (1987: 357-369) nos recuerda que disponemos de referencias de primera mano gracias al informe sobre las fábricas de pólvora de Villafeliche que redacta en 1764 su director José Campillo (ms. 2835 de la Biblioteca del Palacio Real de Madrid).

Por él sabemos que en los morteros de mazos se echaba, para fabricar la pólvora, 1 arroba castellana de salitre refinado, 4 libras de Castilla de azufre y 4 libras de





Molinos de pólvora de Villafeliche. (González Tascón, 1987)

carbón; que el número de molinos ascendía nada menos que a 165, movidos por otras tantas ruedas de paletas vitruvianas y, los más, de 3 mazos, como el de la figura que reproducimos en esta página; que la rueda de paletas toma su movimiento del agua de una acequia de poca pendiente pero cuya caja está proporcionada a lo que penetran las paletas en el agua, que suele ser hasta 4 palmos, adquiriendo un movimiento moderadamente lento. Que los morteros para la pólvora eran de piedra —mejores que los de bronce— y pesaban unas 25 arrobas, y los mazos eran de madera y pesaban unas 6 arrobas. La pólvora en pasta obtenida en los molinos era luego cernida y secada al sol. El más prestigioso artillero de finales del XVIII español, Tomás de Morla, también hablará de los molinos de pólvora de Villafeliche; y ese mismo modelo seguirán molinos de Nueva España (Chapultepec) e incluso de Filipinas (Luzón).

De nuevo hemos de volver a Nueva España para hablar del ingeniero militar nacido en Tarazona (Zaragoza) **Miguel del**

**Corral** († 1794), pues allí permaneció treinta años desde que partiera en 1764 como ingeniero en segunda (teniente coronel); será el continuador de las obras de su paisano Felipe Feringán —con quien coincide en Nueva España en 1766 siendo Feringán coronel y Corral teniente coronel—, al ser destinado como él a Veracruz.<sup>65</sup>

La participación de Corral en las fortificaciones de Nueva España fue importante, y, como bien ha estudiado José Antonio Calderón Quijano (1953), sus primeros proyectos fueron una *Memoria*<sup>66</sup> sobre el emplazamiento de fortalezas costeras —en la que proponía instalar 9 baterías capaces para 8 o 10 cañones, lo que acompañaba de planos y perfiles— y otra sobre la nueva dirección de los caminos de Orizaba y Jalapa. En 1770 pasa a dirigir obras en Perote —acompañado de su hijo Miguel, nombrado ingeniero voluntario por el virrey Bucarelli— y en 1777 se le encarga el detall y la comandancia de las obras de San Juan de Ulúa. Ese mismo año los ingenieros Font, Corral, Ochando —ingenieros en Jefe— y Santisteban —ingeniero director— elaboraron una “Relación circunstanciada” de las obras realizadas en los cinco años anteriores, y en 1778, un “Proyecto” para reducir las obras del castillo de Ulúa.

En 1780 el virrey Mayorga autoriza la demolición de las baterías costeras que han sido el primer trabajo de Corral, pero dos años más tarde convoca una junta de guerra urgente donde los ingenieros se



Mapa de la costa del seno mexicano elaborado por Miguel del Corral. (Moncada, 1993)

muestran de acuerdo en que a la mayor brevedad se vuelvan a restablecer las baterías costeras. Con este fin Corral presenta el informe más detallado y completo —a juicio del citado Calderón Quijano—, lo acompaña de tres mapas y recuerda que lleva diecisiete años trabajando por aquellas costas, que ha levantado planos de las mismas y que en 1777 él propuso una pequeña fortificación para la barra y el puerto de Goazacoalcos, plan que fue aprobado por Antonio de Ulloa.

Bien considerado por tres virreyes (Matías de Gálvez, Bernardo de Gálvez y Revillagigedo), parece que nuestro personaje también sabía mover los hilos de la diplomacia y solicitar los oportunos ascensos; quizás con ese fin envió en 1786 al ministro de Indias marqués de Sonora, para que la ofreciera al príncipe de Asturias, una maqueta o modelo en madera del fuerte de Ulúa con la artillería en plata repujada.<sup>67</sup>

Las misiones de Corral, como las de todos los ingenieros militares de la época, fueron muy variadas: desde un proyecto de

punto sobre el río de la Antigua hasta el levantamiento de los planos del Hospital Real de San Carlos. Conocemos también la excelente opinión que de la capacidad técnica del ingeniero Corral tenía el virrey Revillagigedo gracias a un trabajo que le encargó: la realización de una presa en el río Xamapa para la toma de agua con que abastecer a la ciudad de Veracruz. Ejemplo de que también en Nueva España las cosas de palacio iban muy despacio es este asunto: por el amplio documento<sup>68</sup> que lo explica sabemos que requirió —para al final no acabarse— casi cien años:

Con representación de 12 de julio de 1704 remitió (el Ayuntamiento de Veracruz) al Virrey de nueva España duque de Alburquerque, los autos y Mapas formados (por D. Luis Burchart y D. Josef Berquín, ambos Yngenieros de S. M. Cristianísima) sobre conducir a ella las aguas del río de Xamapa para su abasto [...]. Con fecha de 9 de enero de 1721 repitió la ciudad de Veracruz al Virrey las penalidades y angustias que sufrían sus habitantes, y los



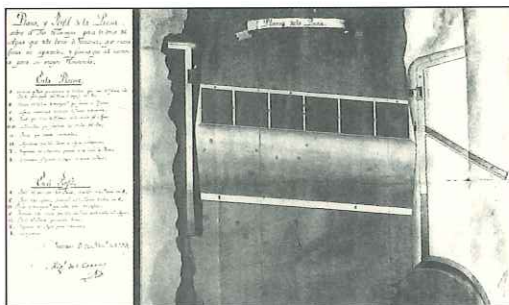
Modelo del castillo de San Juan de Ulúa. (Moncada, 1993)



que arribaban allí por mar y del Reyno por la pésima y escasa agua que bebían [...].

Reconocido posteriormente por Fr. Pedro Buceta, religioso lego de San Francisco, Maestro de Arquitectura, Albañilería y Cañerías, la imposibilidad de traer el agua de dicho río Xamapa por los muchos y graves embarazos que advertía en el terreno [...] opinando que con más facilidad se podía conducir la del arroyo de Fenoya, adoptó la Ciudad este pensamiento y se verificó la conducción de esta agua por cañería [...]. En los años de 1756 y 57 bolvió la Ciudad de Veracruz a [...] exponer la urgente necesidad de conducir a ella el agua de Xamapa por la escasa que ministraba la cañería dispuesta, a cuyo fin remitió la descripción del canal o acueducto que debía construirse, formada por el Ingeniero D. Pedro Ponce [...].

Con fecha de 25 de febrero de 1784 representó el Gobernador de Veracruz al Virrey D. Matías de Gálvez los daños que causaba a la salud el agua que se bebía en aquella Ciudad, dimanada de una ciénaga inmunda y asquerosa de agua detenida [...]; y que no había otro remedio que la insinuada conducción del río Xamapa, cuyo logro no pedía tanta [...] consideración como el Canal de Languedoc [...], acompañando asimismo el presupuesto de la Obra que formó el Coronel Dn. Miguel del Corral, Ingeniero en Gefe de las fortificaciones del Rey, calculando el costo de ella en consorcio de otros peritos en la cantidad de 318330 pesos, construyéndose por cañería o targea, o bien parte por targea o acequia descubierta, y parte por cañería, y el Mapa del terreno que



Presas en el río Xamapa realizada por Miguel del Corral. (Moncada, 1993)

había de correr desde la toma del agua en su origen, hasta la introducción en Veracruz.

En el informe de aprobación del presupuesto decía el virrey:

en 1790 aparece que se dio principio al fin a esta obra, dirigida por el acostumbrado tino y acierto científico del ingeniero señor Corral. Que suspendidos los trabajos por razón de las anuales corrientes, pasadas estas en 1791, siguió la obra bajo la misma sabia y entendida dirección del señor Corral.<sup>69</sup>

A pesar de todo, la obra tampoco se llevó totalmente a cabo.

Miguel del Corral tuvo también participación significativa en un proyecto que enlazaba, como tantas veces, con una idea antigua: la propuesta de Hernán Cortés de abrir una comunicación entre ambos mares. Dicha idea fue recuperada por el virrey Bucarelli en 1771, y encomendó a los ingenieros Agustín Crame y Miguel del Corral que<sup>70</sup>

examinasen con la mayor escrupulosidad el terreno comprendido entre la barra de Coatzacoalcos y la rada de Tahuantepec encargándoles al mismo tiempo que se asegurasen de si, como se suponía vagamente, entre los pequeños ríos de Ostuta, de Chicapa o de Chimalapa, había alguno que por ramificaciones comunicase con los dos mares.

El informe del ingeniero Crame<sup>71</sup> negaba la existencia de ríos que pusieran en comunicación ambos mares, aunque dejaba la vía abierta para, en un valle transversal, construir un canal de comunicación sin necesidad de esclusas. El virrey pidió al ingeniero Corral y al capitán de fragata Joaquín Aranda que realizaran un nuevo reconocimiento; el resultado fue un “Informe” acompañado de detallados mapas elaborados por ambos en el que en esencia decían que no se encontraba imposibilidad en la comunicación de los mares, pero que juzgaban que su costo sería grande —dado lo demasiado quebrado del terreno—, y su utilidad, poca, pues a la salida del canal al Reino del Perú y las Californias no podría construirse puerto porque su costa era sumamente brava. Proponían como mucho más sensata y económica la comunicación a través de un camino por tierra, lo que se llevó a efecto en 1798.

Corral fue uno de los pocos ingenieros militares que ocuparon cargos administrativos. Así, fue gobernador interino de Veracruz en 1782; en 1783 fue nombrado

ingeniero comandante, con lo que todos los destinados en el virreinato quedaron a sus órdenes; de nuevo ocupó el cargo de gobernador interino de Veracruz de 1784 a 1786 (de esa época data un informe suyo sobre el estado de las fortificaciones de la ciudad), y también de 1791 a 1792.