

ACADEMIA



BOLETÍN
REAL ACADEMIA DE BELLAS ARTES
DE SAN FERNANDO

AÑO 2022
NÚMERO 124

APROXIMACIÓN A LA GÉNESIS DE LOS *ELEMENTOS DE MATEMÁTICA* DE BENITO BAILS*

AN APPROACH TO THE GENESIS OF BENITO BAILS' *ELEMENTS OF MATHEMATICS*

In memoriam: Claude Bédat (1933-2021)

Domingo Martínez Verdú
Universidad de Murcia
domingo.m.verdu@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8317-0392

Recibido: 03/06/2022. Aceptado: 29/11/2022

Cómo citar: Martínez Verdú, Domingo, "Aproximación a la génesis de los Elementos de Matemática de Benito Bails", *Academia. Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, 124 (2022): 37-65.

Este artículo está sujeto a una licencia "Creative Commons Reconocimiento-No Comercial" (CC-BY-NC)

DOI: <https://doi.org/10.53786/academia.60>

Resumen: Durante el siglo XVIII español se produjo un proceso de renovación en los campos de la ciencia y de la tecnología. En este contexto, la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando desempeñó un papel modernizador clave en la organización de la formación en las Tres Nobles Artes. Este trabajo se centra en analizar y aportar evidencias sobre las iniciativas que la institución académica llevó a cabo para elaborar tratados matemáticos que proporcionasen una sólida base científica y técnica a sus discípulos. El análisis concluye que el paso dado en 1752 para elaborar un cuaderno de geometría culminaría, dos décadas más tarde, en el curso matemático de Benito Bails (1731-1797), quien compuso una de las obras de carácter enciclopédico más influyentes de la Ilustración española.

Palabras clave: *Ilustración española; Real Academia de Bellas Artes de San Fernando; tratados de matemáticas; cuadernos de geometría.*

Abstract: During the Spanish 18th century, a process of renewal took place in the fields of science and technology. In this context, the Royal Academy of Fine Arts of San Fernando played a key modernizing role in the organization of training in the Three Noble Arts. This work focuses on analyzing and providing evidence on the initiatives that the academic institution undertook to develop mathematical treatises that provided a solid scientific and technical foundation for disciples. The analysis concludes that the step taken in 1752 to elaborate a geometry notebook would culminate two decades later in the mathematical course of Benito Bails, who composed one of the most influential encyclopedic works of the Spanish Enlightenment.

Key words: *Spanish Enlightenment; Royal Academy of Fine Arts of San Fernando; mathematical treatises; geometry notebook.*

* Este trabajo se ha redactado con el apoyo del proyecto: PID2020-113702RB-I00: "Matemáticas, Ingeniería y Patrimonio: Nuevos Retos y Prácticas, XVI-XX" del Ministerio de Ciencia e Innovación.

INTRODUCCIÓN

Durante el periodo fundacional de la Real Academia de San Fernando, 1744-1752¹ (en adelante, Academia), el estudio de las matemáticas se limitaba a la enseñanza de geometría elemental orientada al dibujo. Los discípulos recibían una formación muy básica sin contenido teórico; de hecho, era fundamentalmente práctica y se les instruía para resolver problemas de medición, construcción y trazado de planos, además del aprendizaje de nociones de monte, de construcción de bóvedas y de cortes de cantería. No es aventurado afirmar que la falta de medios y de profesorado fue la característica que definió a este periodo inicial de ocho años regido por la Junta Preparatoria. Un periodo que exigía una dedicación absoluta a las obras del nuevo Palacio Real de Madrid, lo que dejaba poca disponibilidad para acometer otras empresas, aunque no por ello fueran menos apremiantes.

En este contexto, y dado que las matemáticas que se impartían no eran suficientes para la formación de sus discípulos en las Tres Nobles Artes —Arquitectura, Pintura y Escultura—, se justifica que la Academia emprendiera una serie de iniciativas para actualizar y modernizar su enseñanza, con el fin de proporcionar una sólida base científica y técnica a sus discípulos.

El objetivo de este artículo es analizar y aportar evidencias novedosas sobre los tres intentos que llevó a cabo la Academia para elaborar tratados matemáticos —los que se refería como *cartillas*, *quadernos* o cursos— con los que proporcionar un adecuado y actualizado conocimiento científico y técnico. Como se verá, el proceso de formación del curso de matemáticas para la enseñanza de la arquitectura fue largo y complejo.

El análisis concluye que el paso dado en 1752 para elaborar un cuaderno de geometría culminaría, dos décadas más tarde, en el curso matemático de Benito Bails (1731-1797), quien compuso una de las obras de carácter enciclopédico más influyentes de la Ilustración española.

Las principales fuentes de las que haremos uso para llevar a cabo nuestro objetivo son las actas de las juntas particulares y ordinarias que se conservan en el Archivo de la Real Academia de San Fernando (en adelante, Archivo RABASF).

Para situar al lector, daremos unas sucintas pinceladas sobre cada uno de los tres intentos de la Academia en los años 1752, 1759 y 1768, que se desarrollarán en detalle en el cuerpo de este artículo.

El primer intento tenía por objetivo formar un “Quaderno” de *Geometría Práctica*. La Academia se abrió oficialmente con el nombre de Real Academia de San Fernando

¹ La Academia se abrió oficialmente con el nombre de “Real Academia de San Fernando” el 13 de junio de 1752. Para mayor conocimiento sobre la historia de la Academia, sus estatutos y los tipos de estudios impartidos existe una abundante literatura, entre la que destacamos Quintana, 1983; Bédar, 1989; Navascués / Urande, 2005.

el 13 de junio de 1752². Dos meses antes de dicha apertura, José de Hermosilla³ y Ventura Rodríguez⁴ habían sido nombrados directores de arquitectura, junto con Alejandro Velázquez⁵ y Diego de Villanueva⁶ como tenientes directores. Dado que la Academia carecía de un método de enseñanza de la geometría —privación que se notaba en la formación de sus discípulos desde los inicios de la institución—, se acordó que los directores Hermosilla y Rodríguez formasen, individualmente, un *Quaderno* para la enseñanza con todos los principios de la geometría:

Se acordó, que los dos Directores principales de Arquitectura, y geometría formaran de esta última, un claro, y sucinto Quaderno con todos sus principios, figuras, etc., que examinado sirviese de regla gral. para enseñar y dirigir el curso correspondiente⁷.

Cabe adelantar que el proyecto de la Academia era establecer un método fijo para la enseñanza, con el fin de que a los profesores no les quedase “arbitrio para alterar en modo alguno este metodo”⁸ y de que “no estubiese sugeto a las variaciones, que con tanto perjuicio de los Discipulos se ha experimentado”⁹, pero, lamentablemente, el proyecto, como se verá, no se pudo llevar a la práctica.

En un segundo intento, mucho más ambicioso que el anterior, la Academia aprobó, en 1759, la formación de un curso matemático o *Cartilla de Arquitectura*¹⁰. Para

² Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1752). *Abertura solemne de la Real Academia de las tres Bellas Artes, Pintura, Escultura, y Architectura...*

³ José de Hermosilla Sandoval (1715-1776), arquitecto e ingeniero militar, fue nombrado director de Arquitectura el 16 de abril de 1752 (acta de la junta particular de 16 de abril de 1752, sig. 3-81: Iv.). Así mismo, ocupó el cargo de tesorero de la Real Academia el 15 de agosto de 1754. Dimitió de sus cargos el 28 de octubre de 1756 al ser incompatibles con el nuevo nombramiento que el rey le hizo como “Ingeniero Extraordinario de sus Ejércitos”, siendo nombrado académico de honor y mérito, véase *Relación general de académicos* (1752-2020).

⁴ Ventura Rodríguez Tizón (1717-1785), arquitecto, fue nombrado director de Arquitectura el 16 de abril de 1752. Ocupó el puesto de director general en dos ocasiones; la primera, durante 1766-1768, la segunda, en el periodo 1775-1777, véase *Relación general de académicos* (1752-2020).

⁵ Alejandro González Velázquez (1719-1772) fue nombrado teniente director de Arquitectura el 16 de abril de 1752. El 13 de mayo de 1761 sucede a Andrés de la Calleja como teniente director de Pintura y el 1 de octubre de 1766 pasa a ocupar el puesto de director de Perspectiva. Al fallecer, dejó vacante las áreas de perspectiva y de geometría, véase *Relación general de académicos* (1752-2020).

⁶ Diego de Villanueva Muñoz (1715-1774) era el hijo mayor del escultor Juan de Villanueva (1681-1765), quien fuera uno de los fundadores de la Real Academia de San Fernando. Diego fue nombrado teniente director de Arquitectura el 16 de abril de 1752. Cuatro años más tarde, el 16 de noviembre de 1756, ocupó el cargo de director de Arquitectura hasta que el 8 de marzo de 1772 fue nombrado director de Perspectiva, véase *Relación general de académicos* (1752-2020).

⁷ Acta de la junta particular de 16 de noviembre de 1752, sig. 3-81: 4v.

⁸ Acta de la junta ordinaria de 10 de noviembre de 1754, sig. 3-81: 31r.

⁹ Acta de la junta ordinaria de 29 de septiembre de 1754, sig. 3-81: 30v-31r.

¹⁰ El 17 de enero de 1759 se creyó conveniente la formación del curso para que la arquitectura se estudiase con método. Tomando como ejemplo las academias de Roma, Florencia, Bolonia o París, debían elegirse libros ya escritos por particulares en vez de que los profesores elaboraran otro (véase el acta

ejecutar dicha tarea se designaron a cuatro arquitectos: los dos directores, Rodríguez y Villanueva, y los dos tenientes directores, Velázquez y Joseph Castañeda¹¹.

Tras algunas dificultades, los cuatro profesores presentaron su propio *Plan del Curso de Arquitectura*, que fue aprobado¹² con la condición de que debía repartirse la tarea entre los cuatro arquitectos. Los desacuerdos surgidos entre estos arquitectos y la falta de interés de algunos de ellos provocaron que la Academia exonerase de la tarea a Rodríguez y a Velázquez¹³. Transcurrieron otros dos años antes de que Castañeda, por su parte, presentara impresos, en diciembre de 1764, los “tratados de Arithmetica y Geometria q^c. [que] ha trabajado”¹⁴. Ambos tratados se describirán en este artículo.

Lamentablemente, Castañeda falleció¹⁵ en 1766, dejando inconclusa la tarea. En 1768 sus dos tratados fueron desautorizados y suprimidos por la Academia, después de que esta emitiera un duro dictamen descalificador¹⁶. Por tanto, también el segundo intento resultó, finalmente, fallido, lo que dio lugar a realizar un tercer intento.

Ante la incapacidad mostrada por la dirección de arquitectura, la Academia, tras consulta real, creó la plaza específica de director de Matemáticas con carácter independiente y de la misma “especie” que las otras tres direcciones de las tres principales artes¹⁷. Para ocupar el nuevo cargo, aunque de forma compartida, se nombraron¹⁸ a Benito Bails¹⁹ y a Francisco Subirás²⁰; sin embargo, este último no llegó a tomar posesión de la plaza y Bails quedaría como *primer* y único director de Matemáticas²¹.

de la junta particular de 17 de enero de 1759, sig. 3-121: 49r-56v). Días más tarde, el 21 de enero, se aprobó formar el curso (según el acta de la junta particular de 21 de enero de 1759, sig. 3-121: 56v-57v).

¹¹ Joseph Castañeda (?-1766) fue nombrado teniente director de Arquitectura el 14 de abril de 1757 para cubrir la plaza que estaba vacante desde que Diego Villanueva (1715-1774) ascendiera a director de Arquitectura, véase *Relación general de académicos* (1752-2020). En 1671 publicó el *Compendio de los diez libros de Arquitectura de Vitruvio* escrito en francés por Claude Perrault, de la Real Academia de las Ciencias de París.

¹² Acta de la junta particular de 25 de febrero de 1759, sig. 3-121: 60r.

¹³ Acta de la junta particular de 7 de noviembre de 1762, sig. 3-121: 130v.

¹⁴ Acta de la junta particular de 11 de diciembre de 1764, sig. 3-121: 187r-187v.

¹⁵ Castañeda falleció el 13 de marzo de 1766, véase acta de la junta ordinaria de 6 de abril de 1766, sig. 3-82: 342r-342v.

¹⁶ Acta de la junta particular de 14 de abril de 1768, sig. 3-121: 326r.

¹⁷ Acta de la junta particular de 29 de julio de 1768, sig. 3-121: 335v-336r.

¹⁸ Acta de la junta ordinaria de 2 octubre de 1768, sig. 3-82: 502r.

¹⁹ Sobre la biografía y obra de Benito Bails (1731-1797), véase la excelente monografía a cargo del profesor Claude Bédar, Bédar (1968).

²⁰ Francisco Subirás [Subirats] Barra (?-1783). Teniente director de Arquitectura (sucedió a José de Castañeda). Nombrado director de Matemáticas el 2 de octubre de 1768, renunció al cargo sin haber tomado posesión, según acta de la junta ordinaria de 7 de agosto de 1769, sig. 3-82: 386v-387r.

²¹ Acta de la junta particular de 20 de diciembre de 1768, sig. 3-121: 359r.

La Academia, ante “la urgente necesidad de formar el curso de Arquitectura”²², se vio obligada a realizar un tercer intento en septiembre de 1768, por lo que asignó a Bails, en condición de director de Matemáticas, la tarea de escribir el curso bajo la supervisión de Jorge Juan²³ y de Pedro Cermeño²⁴, según el plan que “para el curso de Arquitectura que habían de escribir los antiguos Directores, y Tenientes de la Academia, aprobó la Junta particular de 25 de febrero de 1759”²⁵. Se procedió a una deliberación en la que se examinaron el plan aprobado en 1759 y un papel donde Cermeño “extendió el plan que juzga oportuno para el curso de matemáticas”²⁶.

A finales de 1769, Bails presentó, en vez de uno, dos planes²⁷ para el curso de Arquitectura que tenía que elaborar. El primer plan estaba destinado a un curso que denominó *Curso grande*; el segundo, a un *Curso pequeño*. Ambos cursos merecieron la aprobación del supervisor, Jorge Juan. Con el tiempo, el *Curso grande* pasó a denominarse *Elementos de Matemática* (en adelante, *Elementos*) y el *Curso pequeño* se convirtió en *Principios de Matemática* (en adelante, *Principios*).

Tras esta introducción paso a plantear la estructura de este artículo. Consta de tres secciones. La primera tiene dos propósitos: describir el proceso de formación, en 1752, de un cuaderno de geometría práctica capaz de proporcionar un método fijo de enseñanza, y analizar los dos manuscritos inéditos de geometría de Hermosilla y Rodríguez. En la siguiente sección se explica el plan del curso de arquitectura de 1759, se investiga la importancia de su contenido y se presta atención a los tratados de aritmética y geometría de Castañeda. La tercera sección se dedica a exponer las aportaciones innovadoras de carácter europeo que hizo Bails al plan de 1759 para dar lugar al curso matemático *Elementos*.

PRIMER INTENTO: LOS *QUADERNOS* DE GEOMETRÍA PRÁCTICA

En esta sección se describe el proceso de formación, en noviembre de 1752, de un cuaderno de geometría práctica y se analizan los dos manuscritos inéditos de geometría de Hermosilla y Rodríguez.

La petición de la Academia para formar un cuaderno de geometría práctica se reducía a elaborar una sucinta cartilla que recogiese un cuerpo de conocimientos y prácticas con el fin de resolver problemas de medición y construcción, y que dotase a los discípulos de unas herramientas básicas para poder realizar un diseño a escala, en papel. La idea era que cada director, de forma independiente, formase el cuaderno solicitado y, una vez presentados, compararlos para elegir el más adecuado.

²² Acta de la junta particular de 19 de septiembre de 1768, sig. 3-121: 344r-344v.

²³ Jorge Juan Santacilia (1713-1773), marino, científico, diplomático y académico.

²⁴ Pedro Martín-Paredes Cermeño (1722-1790), ingeniero militar y académico.

²⁵ Acta de la junta particular de 18 de octubre de 1768, sig. 3-121: 350r-350v.

²⁶ Acta de la junta particular de 18 de octubre de 1768, sig. 3-121: 351v-351r.

²⁷ Acta de la junta particular de 14 de enero de 1770, sig. 3-122: 2v-7r.

El 7 de junio de 1753²⁸, Hermosilla entregó su *Quaderno*, titulado *Práctica de Geometría*, manuscrito que se custodia en la Academia²⁹. Este manuscrito, atribuido erróneamente a Ventura Rodríguez, es, como se analizará en esta misma sección, una copia del *Tratado preliminar. Compendio de la Geometría práctica*, primero de los tres que componen *Architectura Civil*, obra también manuscrita de Hermosilla, cuyo original, fechado en Roma el 30 de septiembre de 1750, se conserva en la Biblioteca Nacional de España (en adelante, BNE)³⁰. Por su parte, Rodríguez aportó su *Tratado de Geometría práctica*³¹ a mediados de 1755³² —dos años después que Hermosilla—. El original del tratado se encuentra en el Archivo RABASF y está fechado en Madrid el 18 de mayo de 1755.

Una vez que los dos cuadernos, el de Hermosilla y el de Rodríguez, estuvieron en poder de la Academia, se decidió que no era apropiado elegir entre uno de los dos, sino que, para no ofender a nadie, ambos se compilarían en uno solo³³. Esta labor se encargó al Conde de Saceda³⁴, con la orden de que, una vez compuesto el cuaderno, “se imprima a nombre de la Academia y se estudie p.^r [por] el la Geometria, sin que a los Sres. Directores, ni a sus Tenientes, quede arbitrio p.^r [para] alterar en modo alguno este metodo”³⁵. En marzo de 1756, el Conde entregaba el tratado de geometría “que ha formado de los dos Quadernos”, incluyendo la aprobación del jesuita “P. Berlinger”³⁶. La Academia decidió imprimirlo y empezar el proceso de grabado de las láminas³⁷. Lamentablemente, se desconoce el paradero del tratado de geometría presentado por el Conde de Saceda y nada se sabe de su impresión ni de que llegase a utilizarse para la enseñanza.

Por la importancia que suponen para la historia de la enseñanza de las matemáticas y por la información que proporcionan acerca de los estudios de matemáticas en la formación de un arquitecto en la España de mediados del siglo XVIII, haremos una breve descripción de los dos textos inéditos: *Práctica de Geometría* de Hermosilla y *Tratado de Geometría práctica* de Rodríguez.

²⁸ Acta de la junta particular de 7 de junio de 1753, sig. 3-81: 7v.

²⁹ Hermosilla, 1753. Archivo RABASF, sig. 3-311-28. El manuscrito no está firmado ni lleva fecha.

³⁰ BNE Mss/7573, XXX h., 375 p.: il.; 27 x 20 cm. El manuscrito *Architectura Civil* lleva firma autógrafa de José de Hermosilla y de Sandoval. Roma, 30 de septiembre de 1750. Para mayor conocimiento sobre el tratado de arquitectura civil de Hermosilla, véase Sambricio, 1986; León / Sanz, 1994; Rodríguez Ruiz, 2019.

³¹ Rodríguez, 1755. Archivo RABASF, sig. 3-311-32. Lleva firma autógrafa.

³² Acta de la junta ordinaria de 11 de julio de 1755, sig. 3-81: 39r.

³³ Acta de la junta ordinaria de 10 de noviembre de 1754, sig. 3-81: 31r.

³⁴ Francisco Miguel de Goyeneche y de Balanza, I Conde de Saceda (1705-1762). Fue nombrado consiliario el 12 de abril de 1752.

³⁵ Acta de la junta ordinaria de 10 de noviembre de 1754, sig. 3-81: 31r.

³⁶ Con la alusión al jesuita P. [Padre] Berlinger, el secretario se refiere al jesuita Juan Wendlingen (1715-1790), matemático, astrónomo, Cosmógrafo Mayor del Rey y profesor de matemáticas en el Colegio Imperial que la Compañía de Jesús tenía en Madrid.

³⁷ Actas de las juntas ordinarias de 11 de marzo y 30 de abril de 1756, sig. 3-81: 47r-48v.

A) EL *QUADERNO* DE HERMOSILLA: *PRÁCTICA DE GEOMETRÍA*

Antes de comenzar con el análisis, cabe aportar claras evidencias sobre la hipótesis de que el autor del cuaderno *Práctica de Geometría* es José de Hermosilla, ya que hasta la actualidad no existe un acuerdo en este punto al carecer el manuscrito de firma y de fecha. De hecho, en la carátula del original de la Academia aparece un texto mecanografiado que asigna el manuscrito a Ventura Rodríguez y no a Hermosilla; además, lleva fecha de 1755, en vez de 1753³⁸. Incluso en el registro del catálogo del Archivo RABASF se duda del autor y se lee: “Práctica de geometría / [por Ventura Rodríguez, o por José de Hermosilla. Copia del original de 1755]”. Incluso, en una de las notas de la entrada del catálogo se dice: “En la exposición³⁹ de Ventura Rodríguez de la Academia celebrada en su sede entre diciembre 2017 y mayo de 2018, figura como obra de José de Hermosilla, aunque hay autores que piensan que es de Ventura Rodríguez. En la exposición estuvo abierta por la hoja 12”⁴⁰ (fig. 1).

Si observamos la fig. 1 (hoja 12 que fue expuesta en 2017-2018) y la confrontamos con la fig. 2 (que contiene las hojas 37 y 38 de la *Architectura Civil*), podemos observar la coincidencia del texto y de las imágenes entre ambas. Por tanto, no sería erróneo afirmar, una vez cotejadas todas las hojas, que el contenido del manuscrito *Práctica de Geometría* (1753) está tomado literalmente del *Tratado preliminar. Compendio de la Geometría práctica*, que trae la *Architectura Civil* de Hermosilla, 1750: 21-58.

Baste decir que la diferencia entre ambos manuscritos estriba en su formato físico, pues mientras que las páginas de *Práctica de Geometría* tienen un tamaño de 20 x 14’5 cm; las de la *Architectura Civil* son algo mayores, 27 x 20 cm. Ese es el motivo por el que no coincide, exactamente, la distribución de los textos.

Así pues, concluimos que el *Quaderno, Práctica de Geometría* (1753), presentado por Hermosilla, era una copia del *Tratado preliminar. Compendio de la Geometría práctica de la Architectura Civil* (1750). Esta coincidencia quizá explique por qué Hermosilla entregó su cuaderno dos años antes que Rodríguez, pues aquel solo tenía que copiar o mandar hacer copiar lo que ya había hecho en Roma en 1750. En consecuencia, el manuscrito no puede ser atribuido a Rodríguez.

Realizada la identificación del documento, abordamos el análisis de la obra. En el prólogo de la *Architectura Civil*, Hermosilla reconoce que cuanto ha compuesto no es original ni novedoso: “[...] confieso que no doy â luz novedades, invenciones, ni curiosidades nunca oídas [...] Algunas veces copio, otras enmiendo, muchas

³⁸ Signatura 3-311-28 [1755] Legajo. Práctica de Geometría / [por Ventura Rodríguez, 1755]. Es copia, con dibujos a tinta negra. 1+25h+1h suelta (de menor tamaño). 20 x 14’5 cm.

³⁹ Ventura Rodríguez arquitecto de la Ilustración: [exposición], Madrid, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, diciembre 2017-mayo 2018 / [comisario y coordinación científica del catálogo Delfín Rodríguez Ruiz]. Madrid: Comunidad de Madrid, Dirección General de Patrimonio Cultural, D.L. 2017.

⁴⁰ Las páginas a derecha en el cuaderno *Práctica de Geometría* han sido numeradas posteriormente a lápiz de forma correlativa del I al 26.

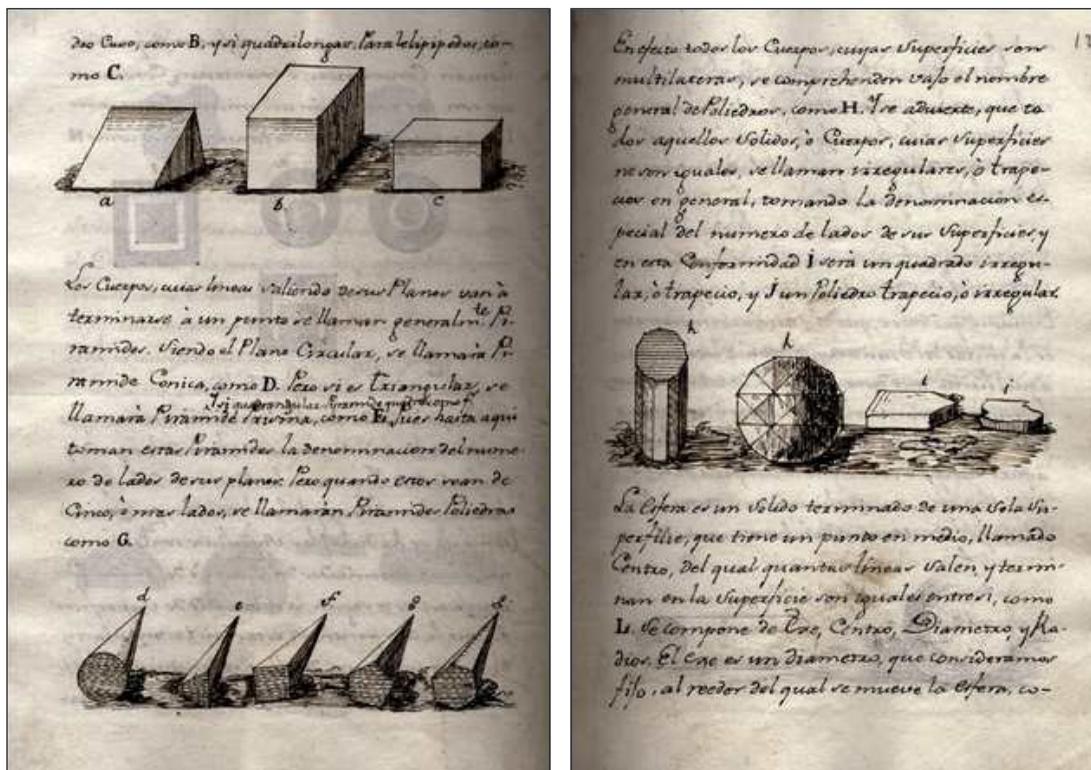


Fig. 1a-b. Hoja 11 vº y 12 de *Práctica de Geometría*, José de Hermosilla, 1753. Archivo RABASF, 3-311-28.

traduzco, tal qual disputo, según me figuro mas oportuno para la instrucción de los que lea”⁴¹.

A continuación del prólogo, Hermosilla escribe una introducción que resulta de interés porque expone su concepción didáctica acerca de los conocimientos matemáticos que deben enseñarse a los arquitectos. En dicha concepción prevalece la práctica sobre la teoría, ya que, según él, el arquitecto no necesita tener un profundo conocimiento teórico de las matemáticas en general, basta con los conocimientos científicos y teóricos suficientes para auxiliar a la práctica. Especial atención reciben la aritmética y la geometría, pero siempre con ese enfoque práctico; así, en la aritmética debe ser “un buen contable”⁴², y en la geometría, “siendo como el fundamento de toda la Architectura”⁴³, el conocimiento debe ser prolijo en la práctica y no extenderse con una excesiva teoría.

En cuanto al cuaderno, *Práctica de Geometría* comienza con un preámbulo en el que se divide la geometría entre práctica (problemas) y teórica o especulativa (teoremas). Le sigue una parte teórica, que ocupa la mitad del cuaderno, en la que se presentan doce axiomas, cuatro postulados y se explican conceptos elementales

⁴¹ Hermosilla, 1750: 7.

⁴² Hermosilla, 1750: 18.

⁴³ Hermosilla, 1750: 18-19.

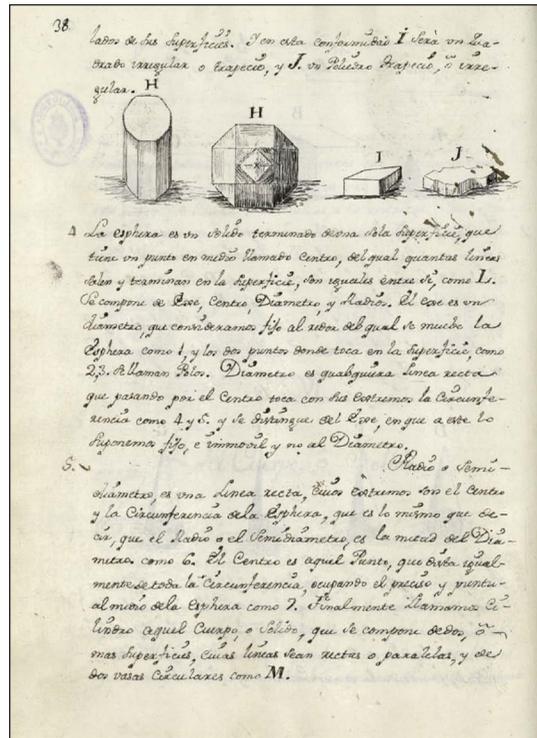
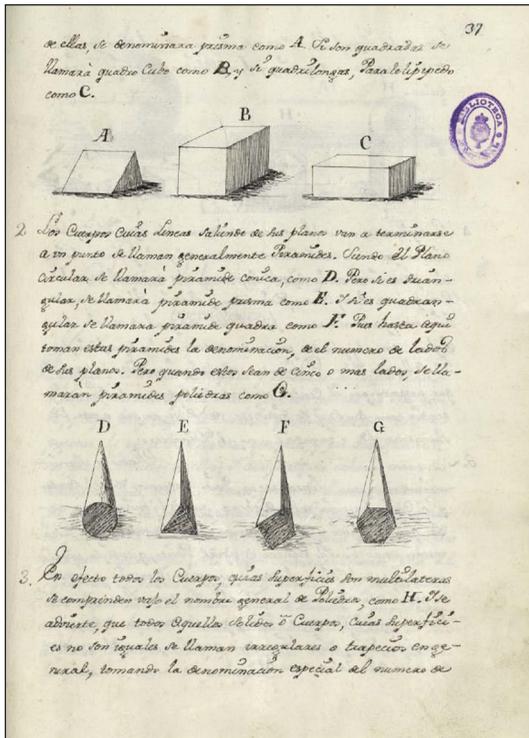


Fig. 2a-b. Hojas 37 y 38 de la *Architectura Civil* (1750) de José de Hermosilla, BNE Mss/1573.

de geometría (punto, línea, ángulo, superficie y sólido), todo ello con ilustraciones. La otra mitad del cuaderno se dedica a la parte práctica, dividida en dos secciones: *Práctica de las más principales operaciones* y *De la Construcción de las figuras regulares*. En ambas secciones se exploran una serie de proposiciones o problemas —10 en la sección primera y 9 en la sección segunda— que se resuelven siguiendo un conjunto de reglas e instrucciones que componen una *Operación*. Seguir estrictamente el orden de las instrucciones permite al discípulo dibujar, con regla y compás, la figura geométrica que es la solución al problema. Lo ilustraremos tomando como ejemplo la resolución de la Proposición 6 de la segunda sección: *Prop. 6. Describir, ò construir un obalo sobre una recta dada.* (fig. 3a).

Operación. Dividase la recta AB en tres partes iguales, que son ACDB (prop. 8 Cap. I) desde los puntos C, y D con la distancia CA describanse los círculos AEF, y BEF. Desde las secciones E y F con la distancia del diametro EH describanse los arcos IH, y OP, y AIHBPO, será el Obalo pedido⁴⁴.

⁴⁴ Hermosilla, 1750: 49.

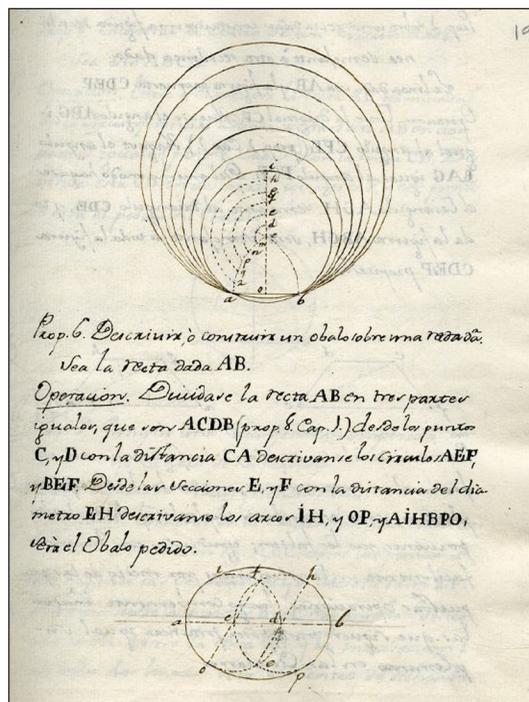
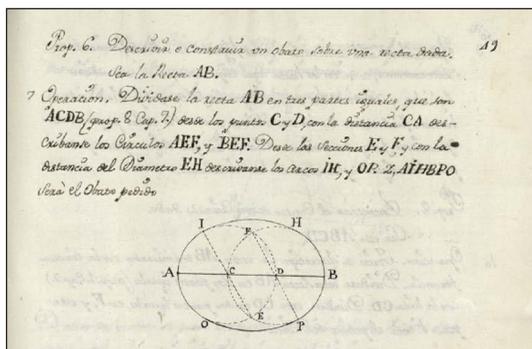


Fig. 3a-b. Proposición 6 en la *Arquitectura Civil*, 1750 (izquierda) y en *Práctica de Geometría*, 1753 (derecha).

En la fig. 3b⁴⁵ se plasma la Proposición 6, por un lado, tal como aparece en la *Arquitectura Civil*, 1750: 49 (izquierda de la imagen) y, por otro, según se expone en la *Práctica de Geometría*, 1753: 19r (a la derecha).

Finaliza el cuaderno con un apéndice, *Sobre las Medidas y sus Proporciones*, en el que Hermosilla confiesa haber tomado, para formar una tabla, algunos datos del tratado de Arquitectura Militar del *Compendio Mathematico* del Padre Tosca⁴⁶.

Entre las posibles fuentes de Hermosilla, el propio arquitecto, tanto en *Arquitectura Civil* como en *Práctica de Geometría*, hace una referencia a los *Principios de Geometría* de Sébastien Leclerc⁴⁷. Tras un análisis preliminar, se observa que, en efecto, exceptuando el apéndice, Hermosilla ha traducido y adaptado la obra de Leclerc para formar su cuaderno *Práctica de Geometría*. Aunque cabe señalar que unos pocos textos intercalados parecen haber sido tomados del *Traité de Géométrie*, también obra de Leclerc.

⁴⁵ La figura geométrica situada al principio de la página, en la imagen de la derecha, corresponde a la solución de la "Prop. 5. Sobre una Línea recta describir cualquier polígono desde el Exagono, hasta el Dodecagono".

⁴⁶ El religioso y matemático Tomás Vicente Tosca (1651-1723) escribió el curso matemático *Compendio Mathematico* (1707-1715), que constaba de 28 tratados en nueve tomos.

⁴⁷ Sébastien Leclerc (1637-1714), ingeniero militar, pintor, dibujante y grabador francés, miembro de la Académie Royale de Peinture et de Sculpture de París. Leclerc escribió varios tratados de geometría, entre ellos *Pratique de la Géométrie sur le papier et sur le terrain*, publicado en París en 1669 y reeditada en múltiples ocasiones a lo largo de los siglos XVII y XVIII, siendo traducida a varios idiomas. Otra obra suya es *Traité de Géométrie* (1690).

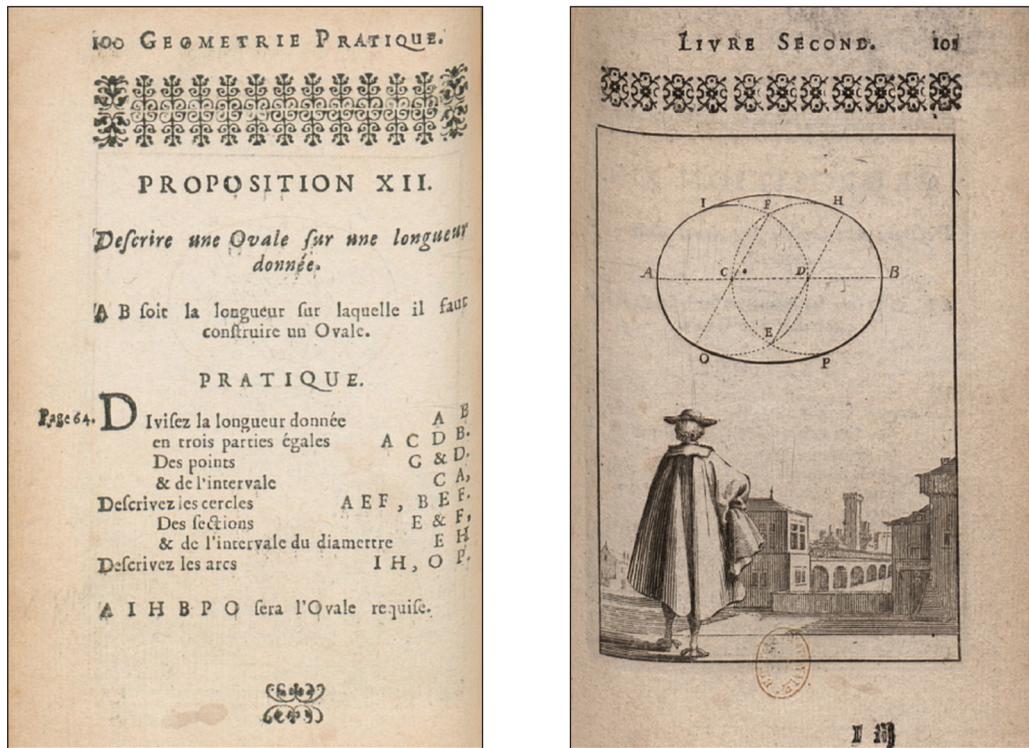


Fig. 4a-b. Páginas 100 y 101 de *Pratique de la Géométrie*, Sébastien Leclerc, Paris, 1682.

La obra *Pratique de la Géométrie sur le papier et sur le terrain* de Leclerc (fig. 4a-b) se estructura en una parte introductoria —donde se trata de conceptos elementales de geometría— seguida de cinco libros: *Livre 1. De la description des lignes*; *Livre 2. De la construction des Figures Planes*; *Livre 3. De la inscription de figures*; *Livre 4. De la circumscription des Figures*, y *Livre 5. Des lignes Proportionnelles*.

Se comprueba, fácilmente, que Hermosilla se sirvió de esta obra de Leclerc para componer su cuaderno. Tomó la parte introductoria y los dos primeros libros: *Livre 1* y *Livre 2*. A modo de ejemplo, en la Tabla 1, el lector puede comparar la traducción que hace Hermosilla de la *Proposición XII* de Leclerc (véase fig. 4) para escribir la *Operación* de la *Proposición 6* (véase fig. 3).

Tabla 1. Traducción de la Proposición XII de Leclerc en la Proposición 6 de Hermosilla.

Leclerc, 1682. <i>Pratique de la Géométrie</i> Proposition XII. Pratique (véase fig. 4)	Hermosilla, 1753. <i>Práctica de Geometría</i> Proposición 6. Operación (véase fig. 3)
Divisez la longueur donnée en trois parties égales	A B <u>Operación.</u> Divídase la recta AB en tres partes iguales, que son ACDB (prop. 8 Cap. 1) desde
Des points & de l'intervale	C & D los puntos C, y D con la distancia CA describanse
Descrivez les cercles	C A, los círculos AEF, y BEF. Desde las secciones E y F
Des sections & de l'intervale du diametre	AEF, BEF con la distancia del diametro EH describanse los
Descrivez les arcs	E & F arcos IH, y OP, y AIHBPO, será el Obalo pedido.
AIHBPO sera l'Ovale requise.	E H IH, OP

B) EL *QUADERNO* DE VENTURA RODRÍGUEZ: *TRATADO DE GEOMETRÍA PRÁCTICA*

Rodríguez señala en la dedicatoria que ha formado un tratado del modo más breve y añade que la *Óbra es Señor bien pequeña*. A pesar de sus modestas palabras, el *Tratado de Geometría práctica* consta de 136 páginas, de las cuales las situadas a la derecha están numeradas a lápiz desde el 1 hasta el 68. Desgraciadamente, las 129 figuras en láminas a las que se hace alusión en el manuscrito se han perdido.

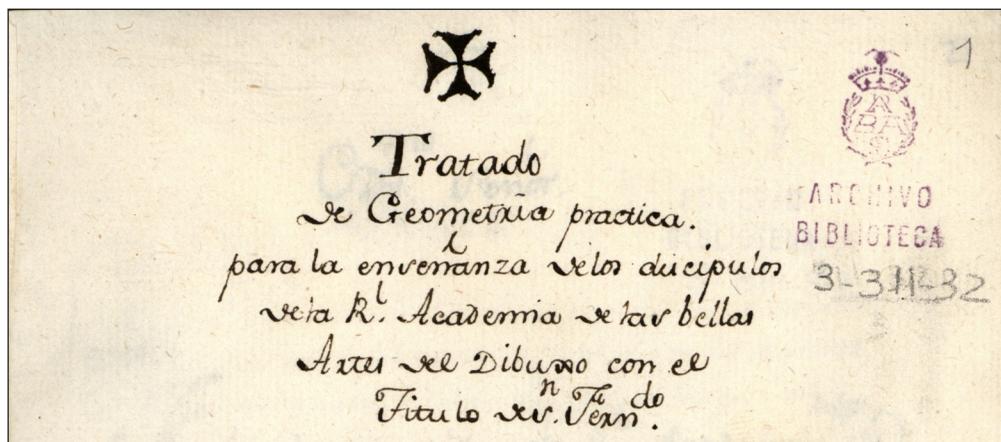


Fig. 5. Fragmento de la portada del *Tratado de Geometría práctica*, Ventura Rodríguez, Archivo RABASE, 3-311-32.

El *Tratado de Geometría práctica* (fig. 5) lo encabeza un Proemio en el que se expone cómo ha sido formado el tratado y cuál es su finalidad en términos de utilidad. Rodríguez confiesa que para formar su tratado ha utilizado las obras de los mejores autores que han escrito sobre geometría. Tras un breve análisis preliminar, se observa que entre las fuentes e influencias de Rodríguez se encuentran las dos que él mismo nombra a lo largo de sus textos: Euclides (como ejemplo, véase en la fig. 6 la referencia a la Proposición XIII del Libro VI) y la *Geometría práctica* del Padre Tosca; además, también se perciben otras, como el *Cours de Mathématique* de Bélidor⁴⁸ y la *Pratique de la Géométrie* de Leclerc.

En cuanto a la concepción didáctica, el autor destaca, como Hermosilla, la importancia de la práctica frente a la teórica, razón para prescindir de las demostraciones, pues el objetivo es proporcionar reglas seguras con las que la geometría práctica “dirige las operaciones, para que salgan con acierto”⁴⁹.

El tratado se estructura en tres secciones. La primera es una especie de introducción sobre qué es la matemática y qué parte de ella es la geometría, para luego distinguir entre cantidad discreta y cantidad continua. Rodríguez divide la

⁴⁸ Bernard Forest de Bélidor (1698-1761), ingeniero militar francés, publicó el curso matemático *Nouveau Cours de Mathématique* en París, en 1725.

⁴⁹ Rodríguez, 1755, Archivo RABASE, sig. 3-311-32: 5v.

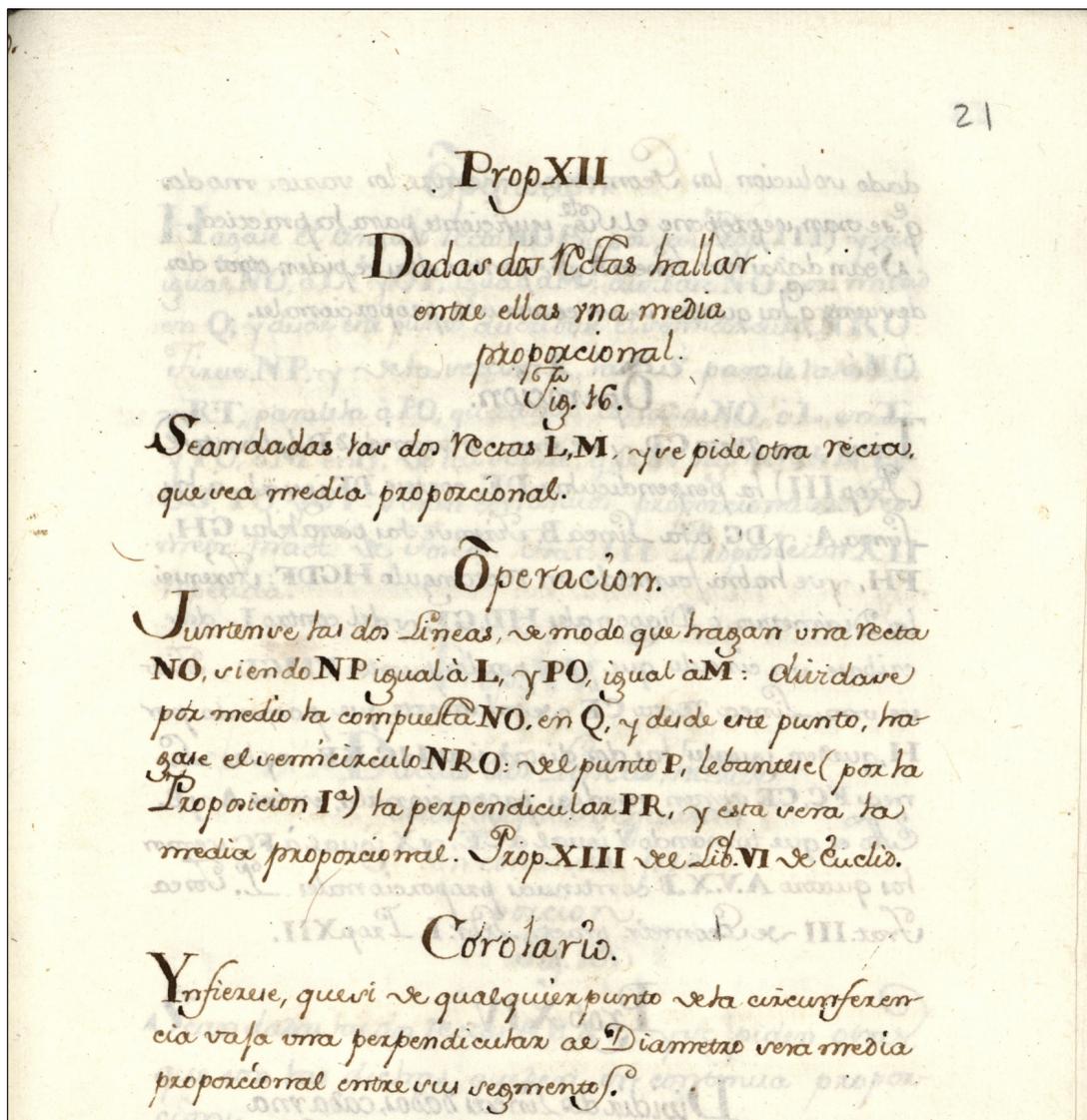


Fig. 6. Referencia a la Proposición XIII del Libro VI de Euclides, *Tratado de Geometría práctica*, Ventura Rodríguez, 1755, Archivo RABASE, 3-311-32.

geometría en práctica y especulativa. Seguidamente, explica, de forma euclidiana, los términos que se usan en geometría: definiciones, postulados (llamados también peticiones o demandas), axiomas, proposiciones (las especulativas son teoremas; las prácticas, problemas) y corolarios.

La segunda sección es una parte preliminar que contiene, en primer lugar, 121 definiciones numeradas desde la I hasta la 121; en ellas se tratan de los conceptos elementales: del punto y de la línea; del ángulo; de la superficie plana y curva; de las figuras (contiene las secciones cónicas); de la razón de la cantidad y proporción, y de los cuerpos o sólidos. En segundo lugar, completan las definiciones tres postulados o *peticiones* y doce axiomas.

En la tercera sección, Rodríguez aborda la geometría práctica, dividida en tres partes. La *Parte primera* está dedicada a exponer las *Reglas prácticas de Geometría* y engloba desde la Proposición I hasta la LVI; en ellas, Rodríguez va haciendo referencia a diferentes libros de los *Elementos* de Euclides: I, II, V, VI, XI, XII, XIII. La *Parte segunda* de la geometría práctica abarca desde la Proposición LVII hasta la LXIX; aquí explora la *Reducción o transformación de las figuras planas* y la cuadratura del círculo.

Con la *Parte tercera* se completa la geometría práctica, que va desde la Proposición LXX hasta la Proposición CVII. Su contenido versa sobre “la Practica de medir la Cantidad continua” y en ella se ocupa de tres medidas: de las líneas o *Longimetría* y *Altimetría*; de las superficies o *Planimetría*; y de los cuerpos o sólidos o *Esteriometría*. Durante el desarrollo, las tres van precedidas de una explicación sobre la construcción y el uso de los instrumentos propios necesarios para su cálculo.

En este punto, se debe mencionar que Rodríguez utiliza como razón entre la longitud de la circunferencia y el diámetro del círculo el valor $3 + 1/7$ — aproximación de Arquímedes al número π —. En el apartado *De la Quadratura del círculo*, Rodríguez justifica la elección de este valor del siguiente modo:

Ynvestigando Archimedes la razon que tiene el Diametro de el circulo, con la circunferencia, hallo ser Tripla vexquiseptima: esto es, que el Diametro mide la periferia tres veces, y mas una septima parte. Y assi divido el Diametro de qualquiera circulo en siete partes iguales, comprehende veinte y dos la circunferencia. Siendo esta proporción suficiente para la practica, y la que ordinariamente se usa por mas facil y brebe, sin embargo de haver otras, halladas por diversos authores que algo mas se aproximan á lo justo: pero es tan corta la diferencia en circulos menores que merece se disimule: siendo este un Problema, hasta ora, no resuelto por los Geometras⁵⁰.

Dicha justificación parece tomada del *Compendio* de Tosca, Trat. III, *De la Geometria practica*, Libro VII, *De la Transformacion de las figuras curvilineas*, Capítulo I. *De la Quadratura del Círculo*. No en vano, Rodríguez adopta el mismo título para nombrar su sección: *Transformacion de las Figuras curvilineas. De la Quadratura del círculo* y añade referencias al tratado del Padre Tosca. Para ejemplificar lo anterior, véase la *Proposición II* de Tosca donde este explica el método que utilizó Arquímedes para “Hallar próximamente la razón que tiene el diámetro de qualquier círculo con su circunferencia”:

Por este camino la investigò Archimedes, suponiendo circunscrito al circulo un poligono de 96 lados, y otro semejante inscrito; y obrando en la forma siguiente. [...]

Conque la circunferencia incluye tres vezes el diametro, y algo menos que su septimo: y mandando Archimedes, que para hallar la circunferencia, se triplique el diametro, y se añada su septima parte, haze la circunferencia algo mayor de lo justo⁵¹.

⁵⁰ Rodríguez, 1755: 45r.

⁵¹ Tosca, 1707, tomo I: 336-338.

Rodríguez se refiere al tratado de Tosca en distintas ocasiones; por ejemplo, en la Proposición LXVII, donde trata el problema de “Reducir el Cuadrado á Circulo”⁵², al finalizar dicho problema, añade: “Demuestra este Problema el P. Tosca en la Proposicion VII. Trat. 3. Libr. VII de su Geometria Practica”.

Cabe hacer una reflexión acerca de este periodo de formación de los cuadernos de geometría (1752-1756). En el último tercio del siglo XVII se publicaron una serie de textos cuyo objetivo era dar soluciones a problemas que se les presentaban a los agrimensores y a los arquitectos. Problemas de topografía y de medición, de cómo levantar planos a escala y trasladar las ideas al papel, de cómo proceder a la separación de terrenos o de cómo medir dimensiones a veces inaccesibles. Entre los de mayor difusión se encuentran los textos de Leclerc. En general, este tipo de textos constaba de dos grandes partes, a saber, una pequeña introducción teórica sobre conceptos elementales de geometría y una parte práctica más extensa que proporcionaba unas reglas o instrucciones que había que seguir en función del problema que se debía resolver. El modelo descrito fue seguido por Leclerc, Hermosilla y Rodríguez, según se ha descrito.

SEGUNDO INTENTO: EL PLAN DEL CURSO MATEMÁTICO DE ARQUITECTURA

En esta segunda sección se explica el plan del curso de arquitectura de 1759, se investiga la importancia de su contenido y se presta atención a los tratados de aritmética y geometría de Castañeda.

El sistema educativo de la Academia se caracterizaba por el control que ejercía la realeza, con ayuda de representantes de la nobleza y de la aristocracia, sobre los libros de texto, sobre el método de enseñanza y sobre la libertad de cátedra de los profesores, al tiempo que el acceso no estaba limitado ni a una clase social determinada, ni al estamento militar, ni al civil⁵³. Se trataba de un ejemplar modelo de absolutismo ilustrado. En este contexto, y tras el fallido primer intento de formar un cuaderno de geometría práctica, se intentó desarrollar un plan de estudios para Arquitectura.

Castañeda impartía, como teniente director de Arquitectura, la enseñanza de la geometría en el aula del mismo nombre. En octubre de 1757 propuso un plan de estudio para la aritmética y la geometría y lo entregó al secretario de la Academia, quien lo remitió al conde de Aranda⁵⁴. Este, a su vez, lo dirigió

⁵² Rodríguez, 1755: 46v.

⁵³ Para tener un conocimiento acerca del funcionamiento y del régimen de la Academia, véase *Estatutos de la Real Academia de S. Fernando*. En Madrid: en casa de D. Gabriel Ramírez, Impresor de la Real Academia, 1757.

⁵⁴ El conde de Aranda, Pedro Pablo Abarca de Bolea y Ximénez de Urrea (1719-1798), fue secretario de Estado en 1792.

a la Real Sociedad Militar de Matemáticas de Madrid⁵⁵, con el fin de que se dictaminara sobre su viabilidad docente. Sin embargo, el dictamen emitido el 14 de diciembre de 1757 por el director de la Sociedad, Pedro Lucuce (1692-1779), fue desfavorable⁵⁶.

En enero de 1759, el secretario de la Academia, Ignacio de Hermosilla, se vio obligado, en observación de los estatutos, a leer a la Junta⁵⁷ un informe suyo sobre “lo que creía conveniente para la formación de un curso de Arquitectura”. Era necesario que la arquitectura se estudiase con método y no podía emplearse el mismo criterio que para los estudios de pintura o de escultura. Los discípulos de aquel arte debían estudiar, además de la arquitectura, “la Geometría, Arithmetica, Perspectiva y demás partes de la Mathematica que la son necesarias”. Proponía el secretario elegir un libro ya escrito o formar uno nuevo con el que pudieran aprender los discípulos de arquitectura y enseñar los “Directores sin poder variarlo sin pretexto alguno”. Pero, ante las desavenencias de los profesores, sugirió seguir el ejemplo de las academias de Roma, Florencia, Bolonia o París y elegir las materias que se tratan “en el curso del Padre Tosca, en el de Belidor, ó en el de Wolfio”⁵⁸; es decir, se planteaba la apropiación de conocimientos ya publicados que permitieran elaborar un libro educativo.

El informe del secretario de formar un curso, o *Cartilla de Arquitectura*, fue aceptado, y se designaron⁵⁹ para ejecutar la tarea a cuatro arquitectos: los dos directores, Rodríguez y Villanueva, y los dos tenientes directores, Velázquez y Castañeda. Los cuatro presentaron, el 24 de febrero de 1759, el *Plan del Curso de Arquitectura*, que fue aprobado en la junta del día siguiente⁶⁰. El curso matemático debía abarcar, además de la aritmética y la geometría (matemáticas *puras*), otras materias científicas y técnicas como, por ejemplo, la arquitectura, la perspectiva, la mecánica, la óptica, la astronomía, la música o la hidrodinámica (matemáticas *mixtas*)⁶¹.

Encontramos impresa la estructura del plan propuesto en el *Tratado de Arithmética* (1765) de Castañeda (fig. 7), en el que este expone, de forma sinóptica, tanto la intención de la Academia como el Plan del Curso de Arquitectura:

⁵⁵ La Real Sociedad Militar de Matemáticas se creó a instancias del conde de Aranda en 1756, con el fin de componer un curso matemático en castellano para la enseñanza en las Academias Militares de ingenieros y artilleros.

⁵⁶ Para mayor conocimiento del contenido del informe, véase Archivo RABASE, sig. I-31-10; Cuesta Dutari, 1985: 203; Campo, 1994: LXVII.

⁵⁷ Acta de la junta particular de 17 de enero de 1759, sig. 3-121: 51r-53v.

⁵⁸ Christian Wolff (1679-1754), matemático alemán autor del curso matemático *Elementa Matheseos Universae*.

⁵⁹ Acta de la junta particular de 21 de enero de 1759, sig. 3-121: 56v-57v.

⁶⁰ Acta de la junta particular de 25 de febrero de 1759, sig. 3-121: 60r.

⁶¹ Para un mayor conocimiento acerca de los cursos matemáticos como textos de carácter enciclopédico que recogen el conocimiento de la nueva ciencia, o sobre el significado de las matemáticas *puras*, *mixtas* o *físico-matemáticas* en dichos cursos, véase Massa-Esteve / Roca-Rosell / Puig-Pla, 2011: 235-238.

V

PLAN DE LA OBRA.

<p><i>Primera Parte.</i></p> <p>Comun á todas las de la Arquitectura.</p>	<p>{ <i>Aritmética.</i></p> <p>{ <i>Geometría.</i></p> <p>{ <i>Secciones Cónicas.</i></p> <p>{ <i>Aplicacion de la Geometría y Secciones Cónicas á la medida de los edificios civiles.</i></p> <p>{ <i>Esfera y Gnomónica.</i></p>
<p><i>Segunda Parte.</i></p> <p>La firmeza de las Fabricas para la construcción.</p>	<p>{ <i>Stática, Hidrostatica Maquinaria.</i></p> <p>{ <i>Calidades de los terrenos.</i></p> <p>{ <i>Conocimiento de los materiales, y sus usos.</i></p> <p>{ <i>Albañilería, cortes de Cantería y Carpintería.</i></p> <p>{ <i>Fortificacion de una Plaza.</i></p> <p>{ <i>Daños de los edificios y sus remedios.</i></p>
<p><i>Tercera Parte.</i></p> <p>La comodidad para la distribución.</p>	<p>{ <i>Situacion, disposicion de las Fabricas, y sus formas cómodas.</i></p> <p>{ <i>Casas de particulares y de Campo, y su distribución interior.</i></p> <p>{ <i>Conduccion de las aguas, y sus calidades.</i></p> <p>{ <i>Fuentes.</i></p>
<p><i>Quarta Parte.</i></p> <p>La hermosura de las Fabricas para el dibujo.</p>	<p>{ <i>La delineacion de las tres Ordenes de Arquitectura.</i></p> <p>{ <i>Prespectiva.</i></p> <p>{ <i>Optica.</i></p> <p>{ <i>Adorno de casas y jardinería.</i></p> <p>{ <i>Monumentos, Templos, Plazas, Edificios públicos.</i></p>

IN-

Fig. 7. Plan del Curso de Arquitectura en el *Tratado de Arithmetica*, José de Castañeda, 1765.

Del método respectivo á la Obra.

Proponiendose la Academia la ejecucion de un Curso de Arquitectura, compuesto de aquellas partes de la Matematica que conducen á constituir un perfecto Arquitecto, se imaginó el siguiente plan; y se advierte que de las quatro partes en que vá dividido, se toman indiferentemente los Tratados á proporcion que se cree mas importante su estudio⁶².

El Plan del *Curso de Arquitectura civil para la instrucción de los discípulos de la Real Academia de San Fernando* estaba dividido en cuatro partes. *La Primera Parte. Común a las de todas de la Arquitectura*, fue asignada a Castañeda. Contenía la aritmética, la geometría, las secciones cónicas, la aplicación de la geometría y secciones cónicas a la medida de los edificios civiles, la esfera y la gnomónica. De todos estos tratados, solo vieron la luz dos: *Curso de Arquitectura Civil, para la instrucción de los discipulos de la Real Academia de San Fernando. Tratado de Arithmetica. En Madrid, en la Imprenta de Joachin Ibarra. Año de 1765; y Curso de Arquitectura Civil, para la instrucción de los discipulos de la*

⁶² Castañeda, 1765a: IV-V.

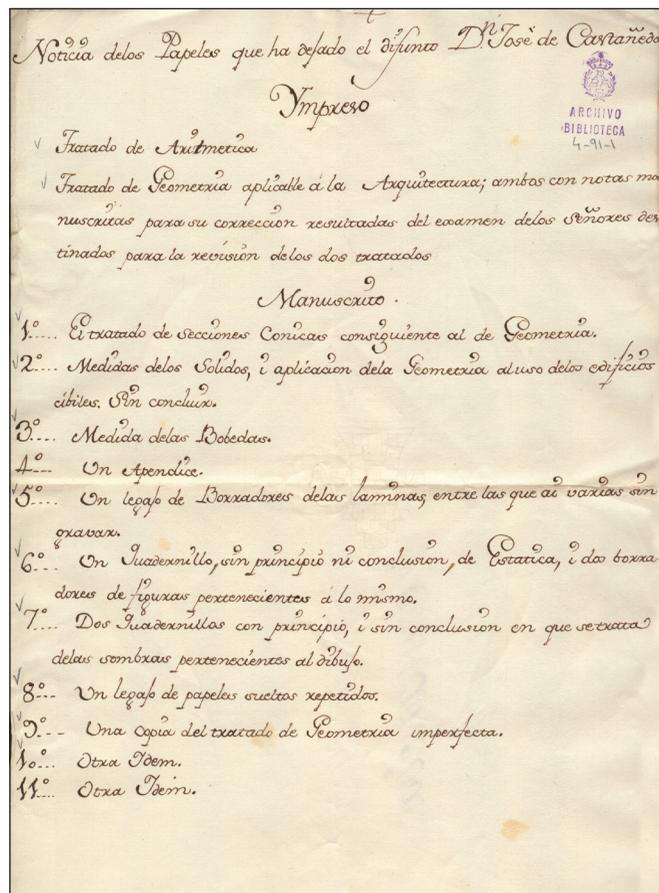


Fig. 8. Noticia de los papeles de José de Castañeda. Archivo RABASF, 4-91-1, 1760.

Real Academia de San Fernando. *Tratado de Geometría Teórica y Práctica*. En Madrid, en la Imprenta de Joachin Ibarra. Año de 1765. El resto de los tratados quedaron incompletos e inéditos, bajo la forma de manuscritos en el archivo de la Academia. Así ocurre con el tratado de las *Secciones Cónicas* o el cuadernillo, sin principio ni conclusión, de *Estática*, según consta en la *Noticia de los Papeles que ha dejado el difunto D.º José de Castañeda*⁶³ (fig. 8).

A continuación, procede analizar las dos obras de Castañeda: el *Tratado de Aritmética* y el *Tratado de Geometría Teórica y Práctica*.

A) El *Tratado de Aritmética* consta de 107 páginas (VIII + 99) y se estructura en cinco proemiales, a modo de prólogo introductorio, y cinco capítulos. Castañeda dedica el primer proemio a explicar en qué consiste la matemática y adelanta que el objeto de esta es la *cantidad* considerada en general. A continuación, divide las matemáticas en *puras* y *mixtas*. Las *puras* consideran la cantidad independiente de

⁶³ Archivo RABASF, Fondo general. Estudios artísticos, sig. 4-91-1, 4-91-2.

cualquier cualidad sensible, como la *Arithmetica*, y la *Geometria*. Las *mixtas* consideran la cantidad acompañada de afección sensible y al ser propias de *Filosofía Natural* o *Física* se llaman *Phisico-Matemáticas*, como la *Música*, la *Mecánica*, la *Astronomía* o la *Geografía*.

En el segundo proemio, *Del método respectivo á las Matematicas*, el autor nos habla del *Método Matemático* y explica cada uno de los conceptos en los que se fundamenta: definiciones, axiomas, postulados, teoremas, problemas, corolarios, lemas y escolios o notas. En el tercer proemio, *Del método respectivo á la Obra*, como el título indica, se da cuenta de la intención de la Academia, y se presenta el Plan del Curso de Arquitectura, aprobado por esta en 1759, en forma de cuadro sinóptico (véase la fig. 7).

El cuarto proemio, *Introducción a la Arithmetica*, es una breve nota histórica de la aritmética y se refiere a su importancia para la ciencia y la vida civil. Y en el proemio final, Castañeda indica que los tratados van dirigidos a los discípulos de la Academia.

Después de los proemios, se desarrollan los cinco capítulos que, a su vez, se dividen en secciones. El primer capítulo, *De los principios y de las operaciones de la Arithmetica Vulgar*, es el más extenso del libro. Está dividido en siete secciones en las que se exponen las cuatro operaciones aritméticas. El capítulo dos, *De los Quebrados*, es más breve, tiene una sola sección y, como indica su título, versa sobre las cuatro operaciones aritméticas con quebrados.

En el siguiente capítulo, *De la Razón y Proporción*, Castañeda incluye cuatro secciones en las que aclara al discípulo la teoría de la razón y de la proporción. Le dedica una especial atención porque, según dice: “se trata de la doctrina más universal y útil no solo de la Arithmetica y Geometría, sino tambien del dilatado campo de las Mathematicas”⁶⁴. Explica qué es el *exponente* de una razón; explora tanto las razones y proporciones aritméticas como las razones y proporciones geométricas (la proporción aritmética la simboliza con tres puntos [$::$]; la geométrica, con cuatro [$:::$]) (fig. 9); a continuación, introduce las nociones de progresión aritmética y progresión geométrica que luego desarrollará en el capítulo cuatro, y finaliza el capítulo con las reglas de proporción.

En el capítulo cuatro, *De las Progresiones en general*, que consta de dos secciones, se familiariza al discípulo con las progresiones aritméticas y geométricas. El capítulo final, *De las Potencias y sus Raíces*, se divide en dos secciones, en las que se tratan primero las potencias y sus grados (*Potestades*, *Dignidades*) y, seguidamente, las raíces cuadradas y cúbicas de los números, suficiente, según él, para la utilidad del arquitecto (fig. 10).

B) El *Tratado de Geometría Teórica y Práctica* se compone de 246 páginas ([6] + 240) que se complementan con XVIII láminas plegables con grabados. En él, Castañeda se propone abordar la enseñanza de la geometría de acuerdo con los

⁶⁴ Castañeda, 1765a: 58.

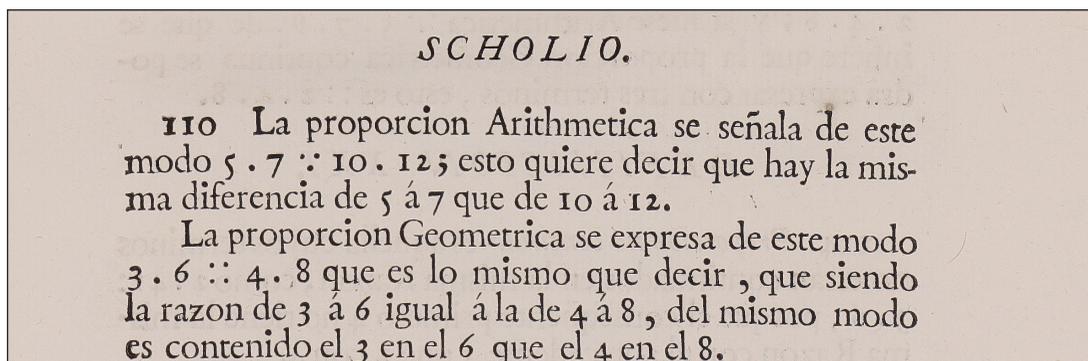


Fig. 9. Símbolos para las proporciones aritméticas y geométricas, *Tratado de Arithmetica*, José de Castañeda, 1765: 61.

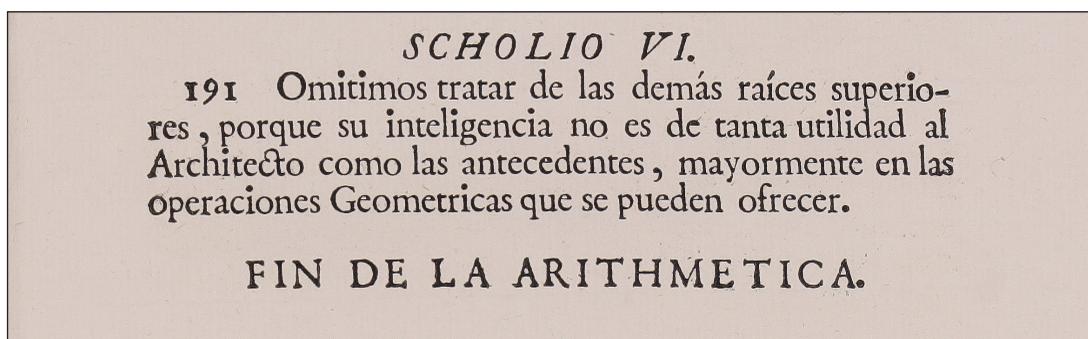


Fig. 10. Párrafo final del *Tratado de Arithmetica*, José de Castañeda, 1765: 99.

objetivos didácticos propuestos por la Academia, a saber, que exista un equilibrio entre la parte teórica y la práctica. Así lo expone en la introducción:

Consideró la Academia como fin principal la educacion de sus discipulos, y que nada les era mas util que la práctica auxiliada de la suficiente teorica: por lo que que hizo formar el siguiente Tratado de Geometria teorica y práctica, para que instruídos en sus recíprocos principios, caminen con la certidumbre y solidez tan propria de la materia. Una Geometria mas profunda hubiera sido desviarse del objeto, que atiende principalmente á la formacion del Arquitecto y no del puro Geometra; pero menos sería limitarlos a la ciega práctica, origen de tantos errores⁶⁵.

Después de una breve introducción donde Castañeda habla sobre la historia de la geometría, el tratado se divide en diez capítulos, aunque en el índice solo se mencionan nueve. Los capítulos se componen, a su vez, de secciones. El capítulo uno se ocupa del objeto de la geometría y de sus principios, y explora la línea recta y el círculo. El segundo capítulo trata de los ángulos, de las especies de ángulos en razón de las líneas que lo forman, de su medición; describe los instrumentos

⁶⁵ Castañeda, 1765a: 3-4 s/n.

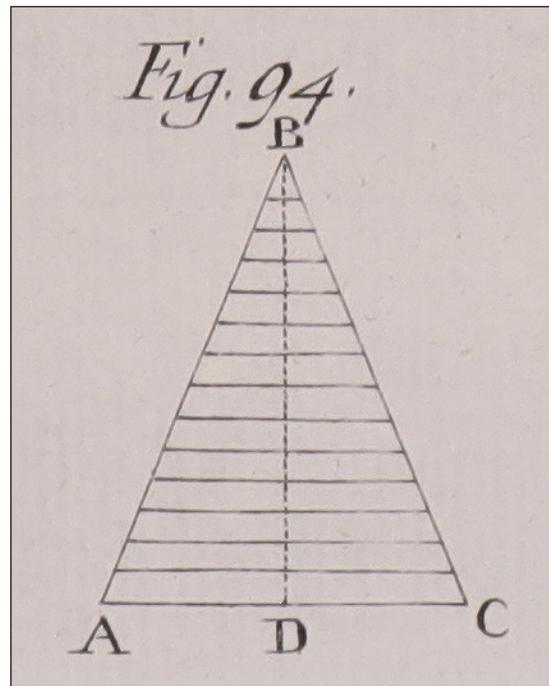


Fig. 11. José de Castañeda, *Tratado de Geometría*, lámina V, fig. 94, 1765). El triángulo ABC está formado por “infinitas líneas paralelas igualmente distantes”.

que utilizan los geómetras, los agrimensores o los albañiles y explica el trazado de paralelas y de perpendiculares.

El capítulo tercero es el más extenso del libro. En él, le dedica especial atención a las superficies planas y a su medida (planimetría). Merece prestar atención al uso que Castañeda hace del infinito en el cálculo del área de un triángulo. El infinito está presente al considerar al triángulo formado por una infinidad de líneas paralelas (fig. 11), que se corresponde con el número infinito de sumandos de una progresión aritmética.

El método que empleó Castañeda recuerda a los *indivisibles* de Bonaventura Cavalieri (1598-1647) y a la *aritmética de los infinitos* de John Wallis (1616-1703):

[...] y que todas estas líneas siendo igualmente distantes se exceden en una misma cantidad, se verá que todas componen una progresión Arithmetica de una cantidad infinita de terminos, de los cuales el primero es 0, cuya suma se expresa por la perpendicular BD. Pero como se encontrará el valor de este triangulo ó bien la suma de todas estas paralelas multiplicando la mayor, que es la base, por la mitad de la cantidad que expresa el número de los terminos⁶⁶.

⁶⁶ Castañeda, 1765b: 69.

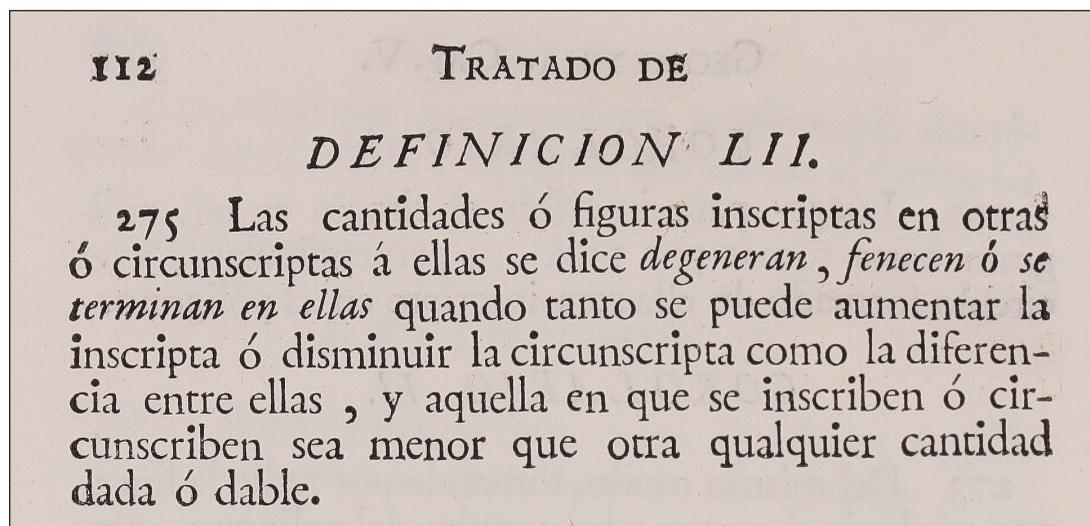


Fig. 12. Idea implícita de límite o convergencia, *Tratado de Geometría*, José de Castañeda, 1765: 112.

El capítulo cuatro explora las principales propiedades del círculo. En el capítulo siguiente se aborda la inscripción y la circunscripción de las figuras regulares dentro y fuera del círculo. Aquí nos encontramos con dos cuestiones destacables: la búsqueda de los tres polígonos regulares que permiten el teselado del plano⁶⁷ y una definición en la que se intuye de forma implícita el concepto de límite: las cantidades o figuras que *degeneran*, *fenecen* o *terminan* en otras (es decir, “*convergen a*”) (véase fig. 12).

Castañeda se basará en esta definición (*Definición LII*) para emprender el estudio de la degeneración de los polígonos regulares inscritos y circunscritos en el círculo y, de este modo, concluir que “un polígono que tenga una infinidad de lados nada difiere del círculo”⁶⁸.

El capítulo seis se adentra en la teoría de la razón y de la proporción de las figuras planas. Castañeda, cuando trata de la razón entre la circunferencia del círculo y su diámetro, cita —al igual que lo hace Tosca en su *Compendio Mathematico*— a Arquímedes, Adriano Mecio y Luís de Ceulen⁶⁹, y de este último afirma que su razón es “la que más se aproxima”⁷⁰.

En el séptimo, se ilustra el uso y la práctica de la plancheta y el grafómetro. El octavo capítulo se centra en la transformación de las figuras planas y en la división de las figuras rectilíneas, finalizando con una relación de las medidas que existen. El noveno se dedica al estudio de los sólidos y de la razón entre ellos. En el capítulo final, quizá el más breve del libro, Castañeda reflexiona sobre los cinco cuerpos regulares: tetraedro, cubo o hexaedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro.

⁶⁷ Castañeda, 1765b, Proposición LXXIII: 107.

⁶⁸ Castañeda, 1765b: 114.

⁶⁹ Ludolph Van Ceulen (1540-1610), matemático y profesor de aritmética en la Universidad de Leiden. Van Ceulen presentó los primeros veinte decimales del número π (pi) en su obra *Vanden Circkel*, en el año 1596.

⁷⁰ Castañeda, 1765b: 138.

El *Tratado de Geometría* se estructura, al igual que el *Tratado de Aritmética*, en axiomas, definiciones, problemas, teoremas, corolarios, escolios, problemas y ejemplos.

Sobre las posibles fuentes que utilizó Castañeda para componer sus dos tratados, sabemos que, en 1762, informó a la Junta⁷¹ de que todo lo había tomado de una serie de autores clásicos: “Wolfio, Bellidor, Desagullier, L’Abbe Tosca, Padilla y otros”. En referencia a estos “otros”, se puede avanzar que se han observado influencias de otras fuentes de las que damos dos ejemplos: *Elemens de geometrie ou de la Mesure du Corps, que comprennent tout ce qu’Euclide, en a enseigné: Les plus belles propositions d’Archimede & l’Analyse*⁷² de Bernard Lamy (1640-1715); e *Institutions de Géométrie, enrichies de notes critiques et Philosophiques sur la nature et les développements de l’Esprit humain*⁷³ de Jean-Baptiste de La Chapelle⁷⁴.

El *Tratado de Arithmetica* y el *Tratado de Geometria Teorica y Practica* se publicaron sin el nombre del autor, pues la Academia no permitió que los formadores de los textos se considerasen autores. Quizá esta circunstancia ha ocasionado que permanezca inédita la autoría de Joseph de Castañeda. De hecho, en el catálogo de la Biblioteca de la Academia, el impresor Joaquín Ibarra consta como autor en ambos ejemplares: *Tratado de Aritmética* (N.º de título: 54847, Signatura: C-126); y *Tratado de Geometría Teorica y Practica* (N.º de título: 54844, Signatura: C-1240).

TERCER INTENTO: EL CURSO MATEMÁTICO DE BENITO BAILS

En esta última sección se expondrán las aportaciones innovadoras de carácter europeo con las que contribuyó Bails al plan de 1759 para formar el curso matemático *Elementos*.

Como se ha mencionado en la introducción de este artículo, los textos de Castañeda y Villanueva fueron desautorizados y suprimidos por la Academia. El duro dictamen⁷⁵ emitido fijó el final del intento de los arquitectos por formar el *Curso de Arquitectura*. En consecuencia, la tarea recayó en Bails en calidad de director de matemáticas. Así pues, la Academia le entregó una copia del plan de 1759 para que lo llevase a término.

Bails presentó a finales de 1769 dos planes: uno para un *Curso grande* o *Elementos de Matemática*; y otro, para un *Curso pequeño* o *Principios de Matemática*. En el *Plan del Curso grande* (véase fig. 13) ya se aprecian ciertas novedades con respecto al plan propuesto por la Academia. En efecto, Bails detectó importantes lagunas en los tres

⁷¹ Acta de la junta particular de 7 de noviembre de 1762, sig. 3-121: 130r.

⁷² *Elemens de geometrie* fue publicada en 1685 en París, Chez André Pralard; de esta obra se hicieron siete ediciones hasta 1758.

⁷³ *Institutions de Géométrie*, 2 vol., el primero de los volúmenes se publicó en 1746; el segundo, en 1757, ambos en París, Chez Debure i’aîné, Pierre-Guillaume Simon.

⁷⁴ La Chapelle (c.1710-1792) colaboró junto con D’Alembert (1717-1783) en la confección de artículos de aritmética, geometría y del concepto de límite para la *Encyclopédie*.

⁷⁵ Véase el acta de la junta particular de 14 de abril de 1768, sig. 3-121: 325v-326r.

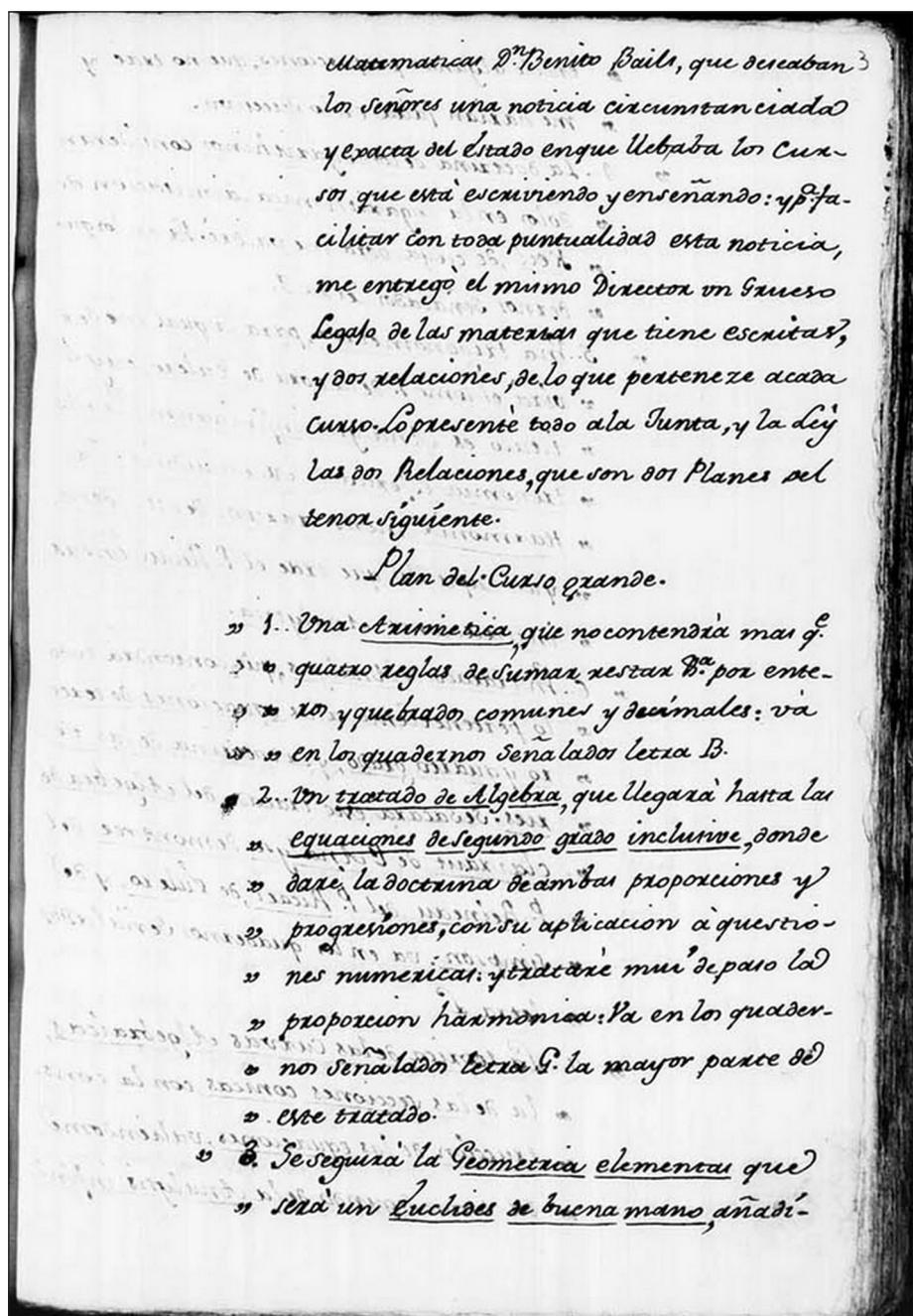


Fig. 13. Fragmento de *Plan del Curso grande* en el Acta de la junta particular de 14 de enero de 1770, Archivo RABASF, sig. 3-122: 3r.

cursos sugeridos como modelos: el de Tosca, el de Béliador y el de Wolff, según puso de manifiesto en su crítica a los cursos matemáticos europeos de la época⁷⁶.

⁷⁶ En el Prólogo General de la obra, incluido en el tomo primero de los *Elementos*, Bails realiza una crítica a diferentes cursos matemáticos europeos: franceses, alemanes, holandeses, italianos, ingleses y españoles (Bails, 1779: I-XVI).

El curso matemático *Elementos* siguió la tradición de los cursos de la época que, con carácter enciclopédico, agrupaban, además de las matemáticas *puras* —aritmética, geometría, álgebra—, aquellas disciplinas matemáticas que desde el siglo dieciséis incluían un nuevo rango de conocimientos, las consideradas matemáticas *mixtas* y *físico-matemáticas*, porque la *cantidad* se trataba en conjunción con la materia. Entre dichas disciplinas se encuentran la mecánica, la hidrodinámica, la arquitectura civil, la óptica, la geografía, la astronomía o la música.

Los *Elementos* es la obra más importante de Bails y dan una idea de la colosal tarea desarrollada por su autor las cerca de 7000 páginas contenidas en los diez tomos que componen los once volúmenes. El curso matemático se compone de diez tomos de los que los tres primeros están dedicados, según Bails, a la matemática *pura* o “*especulativa*”. El primer tomo consta de 549 páginas y versa sobre la aritmética, la geometría, la trigonometría plana y la geometría práctica; el segundo —con 518 páginas— está dedicado exclusivamente al álgebra; en él se ocupa de las operaciones algebraicas, de las ecuaciones y de la aplicación del álgebra a la geometría; aborda el concepto de infinito y sus propiedades e incluye la teoría de series infinitas y su aplicación al cálculo de logaritmos y al cálculo de las líneas trigonométricas. El tercer tomo —con 579 páginas— es el último de los dedicados a la matemática *pura* y trata de la doctrina de las curvas algebraicas, de las secciones cónicas, de los lugares geométricos; desarrolla el cálculo diferencial e integral (cálculo infinitesimal), resuelve ecuaciones diferenciales y finaliza con la trigonometría esférica.

Con el cuarto tomo da comienzo la parte dedicada a la matemática *mixta* o *práctica*. En él se explica la dinámica y la estática (534 páginas). En el siguiente tomo se exploran cuestiones de utilidad en el campo de la hidrodinámica y sus divisiones en hidrostática e hidráulica (604 páginas); el sexto se dedica a la teoría de la óptica y su práctica (624 páginas); el séptimo, a la astronomía (816 páginas); el octavo contiene varios tratados: astronomía física, cronología, geografía, gnómica, perspectiva y música especulativa (662 páginas).

El tomo noveno es el motivo y la justificación de formar los *Elementos*, contiene la arquitectura, pero por su extensión se dividió en dos volúmenes: la arquitectura civil (888 páginas) se desarrolla en el primero; y en el segundo, la arquitectura hidráulica (418 páginas). Y, por último, el tomo diez abarca más de lo que el simple título de *Tablas de logaritmos* pueda indicar, pues contiene una primera parte (188 páginas) con el título de *Origen y Doctrina de los Logaritmos*, quizá uno de los más completos desarrollos matemáticos de los métodos de cálculo de logaritmos de la época⁷⁷.

En suma, el contenido del curso supone un proceso de modernización de la matemática en la España del siglo dieciocho, pues se ocupa, entre otros, del infinito, de las series, del cálculo infinitesimal, de las ecuaciones diferenciales, de la doctrina de los logaritmos, de la teoría de las curvas algebraicas y de la teoría

⁷⁷ Véase Martínez-Verdú, 2019.

de las secciones cónicas. No en vano, Bails formó los *Elementos* a partir de más de un centenar de las mejores obras europeas pertenecientes a otros tantos autores.

Distintos estudios y tesis doctorales han hecho mención a los *Elementos* y descrito los volúmenes y los tratados que contienen cada uno de ellos; sin embargo, existe una falta de coincidencia y de corrección entre los datos que proporcionan los autores de dichos trabajos. Por ello, para finalizar este apartado, parece oportuno efectuar un breve análisis bibliográfico que clarifique cómo fue surgiendo una obra que tardó casi treinta años en publicarse completa, algunos de cuyos volúmenes aparecieron de forma póstuma.

Consultado el Archivo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando y la hemeroteca de la *Gazeta de Madrid* de la época (actual Boletín Oficial del Estado), podemos fijar, por primera vez, las diferentes fechas de cada volumen, una aportación novedosa que resumimos en la Tabla 2.

Tabla 2. Fechas de impresión, de publicación y de portada de los *Elementos*.

Tomos	Imp	Publ	Portada	Tomos	Imp	Publ	Portada
1, 2, 3	1772	1779	1779	8	1775	1799	1775
4	1773	1780	1780	9 (Parte 1)		1783	1783
5	1774	1780	1780	9 (Parte 2)		1790	1790
6	1775	1781	1781	10	1776	1787	1787
7	1775	1799	1775				

Por otro lado, el *Plan del Curso pequeño, que se ha de imprimir para enseñanza de los Discípulos de la Academia* se convirtió en *Principios de Matemática*⁷⁸, al que la mayoría de los historiadores de la ciencia y de la arquitectura consideran como un compendio de los *Elementos*. En su contenido inicial, pues se actualizaron en diversas ediciones posteriores, los *Principios* parecían estar dirigidos a discípulos que no necesitaban una formación superior, sino una más práctica y útil con la que desarrollar su oficio como agrimensores, delineantes, maestros de obras, oficiales o principiantes de las bellas artes.

ALGUNAS REFLEXIONES FINALES

En este trabajo hemos analizado y aportado evidencias sobre las tres iniciativas que la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando llevó a cabo, durante la segunda mitad del siglo dieciocho, para elaborar tratados matemáticos que proporcionasen una sólida base científica y técnica a sus discípulos. Las principales fuentes usadas para esta investigación han sido las actas de las juntas particulares y ordinarias que se conservan en el Archivo RABASF. El análisis efectuado nos lleva a realizar algunas reflexiones.

⁷⁸ Bails, 1776.

En primer lugar, podemos concluir que el cuaderno de Hermsilla consiste, en realidad, en una cartilla a la que no se puede dar entidad de tratado. Es una traducción de una parte de *Pratique de la Géométrie sur le papier et sur le terrain* de Leclerc. El cuaderno consta de unas pocas páginas de instrucciones útiles (recetas) para agrimensores con las que resolver problemas de medición y construcción, además de para delinear planos, pero resulta totalmente inadecuada para una enseñanza superior exigible a un aparejador o un arquitecto. Se enseña una geometría muy elemental orientada al dibujo en la línea del periodo fundacional de la Academia.

Caso distinto resulta el tratado de Rodríguez. Este cuaderno parece adaptarse a las necesidades que tenía la Academia y, como se desprende del título, es un texto eminentemente práctico. Sin lugar a duda, no se trata de una copia directa de otra obra, sino que Rodríguez estaba familiarizado con los textos de Euclides, Leclerc, Tosca y Bélidor, y elaboró su cuaderno mediante un proceso de selección, según criterios didácticos propios y de utilidad, por lo que el tratado puede calificarse de innovador y novedoso para la enseñanza de la geometría práctica. Aunque no debe olvidarse que Hermsilla y Rodríguez compartían una visión común: reducir al máximo la teoría y las demostraciones, es decir, evitar el rigor matemático en favor de proporcionar reglas prácticas (a modo de recetas).

Por otro lado, la obra de Castañeda fue, en nuestra opinión, menospreciada injustamente y condenada al olvido. Mencionada en la historia de la arquitectura, no siempre de forma acertada, ha sido ignorada por la historia de las matemáticas. Los manuscritos de Castañeda con las correcciones pedidas por los censores permanecen todavía inéditos en el archivo de la Academia.

Además, la formación francesa y la profundidad matemática de Castañeda se revelan por los conocimientos que demuestra y los autores que propone. Sus tratados se regían por un método y expuso ideas propias y novedosas sobre la enseñanza de las matemáticas, como, por ejemplo, el uso del infinito. No parece que Castañeda elaborase sus tratados haciendo una copia de otro curso, sino que más bien se apropió, en base a criterios didácticos y de utilidad, de los contenidos de varios textos publicados.

Por el contrario, con Bails se produjo un punto de ruptura en la concepción didáctica-cognitiva de los conocimientos científicos y técnicos que se imponían para la formación de cualquier oficio civil o militar. Obvió las recomendaciones de la Academia de seguir los cursos ya escritos y, con criterio propio, propuso una modernización de la matemática española basada en la selección de los mejores tratados europeos disponibles en la época. Indudablemente, conocía en profundidad los trabajos matemáticos publicados y los utilizó en la práctica.

Bails hizo una novedosa aportación al incorporar un tratado de álgebra que incluía las ecuaciones de tercer y cuarto grado junto con la doctrina de las series; asimismo, añadió la doctrina de los logaritmos, la teórica de las curvas algebraicas y la de las secciones cónicas; también desarrolló el cálculo diferencial e integral e incluyó un tratado de curvas mecánicas, igualmente, en arquitectura preparó un tratado de arquitectura hidráulica.

Con los cursos matemáticos de Bails, *Elementos y Principios de Matemática*, se materializó, por fin, el pretendido *Curso de Arquitectura*. Los dos cursos de Bails tuvieron una gran influencia en la enseñanza de las matemáticas hasta bien iniciado el siglo diecinueve. Fueron textos de referencia en Academias civiles, militares y náuticas, en Escuelas de ingenieros militares, en las Sociedades Económicas de Amigos del País, en los Reales Estudios de San Isidro, en los Seminarios de Nobles de Vergara o en el Instituto Asturiano de Gijón⁷⁹, además de servir de fuente a matemáticos posteriores y a profesores que elaboraban sus propios cursos. Podemos concluir que Bails compuso las obras de carácter enciclopédico más influyentes de la Ilustración española.

El análisis llevado a cabo muestra que el paso dado por la Academia en 1752, con el fin de elaborar un cuaderno de geometría práctica, culminaría, dos décadas más tarde, en el curso matemático de Bails, cuya aportación contribuyó al proceso de articulación de la producción científica y a la comunicación de la nueva matemática europea en la España del siglo dieciocho. Modernizó las matemáticas y su enseñanza, y situó a la Academia como uno de los centros docentes españoles más importantes de la época.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento y estoy especialmente en deuda con María Rosa Massa Esteve y con Antonio Linero Bas por sus acertadas observaciones y útiles sugerencias sobre el contenido y el uso del lenguaje. Agradezco también a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando por la facilidad en el acceso a los distintos manuscritos y actas. Esta investigación está incluida en el proyecto PID2020-113702RB-I00: “Matemáticas, Ingeniería y Patrimonio: Nuevos Retos y Prácticas, XVI-XX” del Ministerio Ciencia e Innovación.

Mi agradecimiento a María del Carmen Utande, a Gloria Lozano y a Jorge Maier, por su amable atención e inestimable ayuda; y a los revisores/revisoras, por sus valiosas recomendaciones para mejorar el artículo

BIBLIOGRAFÍA

- Arenzana, Víctor (1988). *La enseñanza de las matemáticas en España en el siglo XVIII. La escuela de matemáticas de la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País*, tesis doctoral. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Bails, Benito (1776). *Principios de Matemática*, 3 vols. Madrid: Imprenta de Joachin Ibarra.
- Bails, Benito (1779-1799). *Elementos de Matemática*, 11 vols. Madrid: Imprenta de Joachin Ibarra (Imprenta Vda. de Ibarra, tomos publicados desde 1787).

⁷⁹ Para mayor conocimiento sobre la influencia de los cursos de Bails puede consultarse: Arenzana, 1988; León / Sanz, 1994; Vea, 1995; Giménez, 1998-1999.

- Bédar, Claude (1968). “Don Benito Bails, Director de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando desde 1768 a 1797. Su biografía, su ‘elogio’ y sus dificultades con la Inquisición”, *Academia. Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, 27, 20-50.
- Bédar, Claude (1989). *La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1744-1808): contribución al estudio de las influencias estilísticas y de la mentalidad artística en la España del siglo XVIII*. Madrid: Fundación Universitaria Española, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- Campo, Ángel del (1994). “Matemáticas en la Real Academia de las Tres Nobles Artes”. En: *Obras maestras de la Real Academia de San Fernando. Su primer siglo de historia. Exposición conmemorativa del 250 aniversario de su fundación*. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, LXV-LXXV.
- Castañeda, Joseph (1765a). *Curso de Arquitectura Civil, para la instrucción de los discípulos de la Real Academia de San Fernando. Tratado de Aritmética*. Madrid: Imprenta de Joachin Ibarra.
- Castañeda, Joseph (1765b). *Curso de Arquitectura Civil, para la instrucción de los discípulos de la Real Academia de San Fernando. Tratado de Geometría Teórica y Práctica*. Madrid: Imprenta de Joachin Ibarra.
- Cuesta Dutari, Norberto (1985). *Historia de la invención del análisis infinitesimal y de su introducción en España*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Giménez, Enrique (1998-1999). “La exhalación de la muerte. La aportación del matemático Benito Bails a la polémica sobre los cementerios en el siglo XVIII”. En: *Revista de Historia Moderna. Anales de la Universidad de Alicante*, 17, 113-146.
- Hermosilla, José (1750). “Compendio de la Geometría Practica”. En: Hermosilla, José: *Architectura Civil*, Roma, 30 de septiembre de 1750. Madrid: Biblioteca Nacional de España, Manuscrito Mss/7573, pp. 21-58. Existe copia con el título de “Practica de Geometria”, 1753, en el Archivo RABASF, Fondo General, Sección Estudios Artísticos, sig. 3-311-28, aunque asignado por error a Ventura Rodríguez.
- León, Francisco J. / Sanz, M. Virginia (1994). *Estética y Teoría de la Arquitectura en los tratados españoles del siglo XVIII*. Madrid: CSIC.
- Martínez-Verdú, Domingo (2019). “Los prólogos de los Elementos de Matemática de Benito Bails (1731-1797)”. En: *IV Jornadas Doctorales Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Murcia*, Murcia: Universidad de Murcia, 816-821.
- Massa-Esteve, M. Rosa / Roca-Rosell, Antonio / Puig-Pla, Carles (2011). “‘Mixed’ mathematics in engineering education in Spain: Pedro Lucuce’s course at the Barcelona Royal Military Academy of Mathematics in the eighteenth century”. En: *Engineering Studies*, 3:3, 233-253.
- Navascués, Pedro / Utande, M. del Carmen (2005). “Breve noticia histórica de los Estatutos de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando”. En: *Estatutos y Reglamento: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*. Madrid: La Academia, 11-29.
- Quintana, Alicia (1983). *La arquitectura y los arquitectos en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1744-1774)*. Madrid: Xarait.
- Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1752). *Abertura solemne de la Real Academia de las tres Bellas Artes, Pintura, Escultura, y Architectura, con el nombre de S. Fernando, fundada por el Rey nuestro señor: celebrese el dia 13 del mes de junio de 1752. Siendo su Protector el Exmo. Sr. D. Joseph de Carvajal, y Lancaster, Ministro de Estado, etc. Quien dedica esta Relacion à S.M. que Dios guarde*. Madrid: en casa de Antonio Marín.
- Rodríguez Ruiz, Delfín (2019). “De la utopía a la academia. El tratado de Arquitectura Civil (1750) de José de Hermosilla”. En: Rodríguez, Delfín, *Ensayos sobre Historia de la Arquitectura del siglo XVIII en España. Tradiciones hispánicas y modelos europeos*. Madrid: Ediciones Complutense, 267-311.
- Sambricio, Carlos (1986). *La arquitectura española de la Ilustración*. Madrid: Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. Instituto de Estudios de Administración Local.
- Tosca, Tomás V. (1707-1715), *Compendio Matemático, en que se contienen todas las materias mas principales de las Ciencias, que tratan de la Cantidad*, 9 vol, Valencia: Antonio Bordazar.
- Vea, Fernando (1995). *Las matemáticas en la enseñanza secundaria en España (s. XIX)*, vol. 1, Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 151-155.

