
ESTUDIOS / STUDIES

CIENCIA EN EL IMPERIO ESPAÑOL DEL SIGLO XVII: FRAY IGNACIO MUÑOZ Y SUS MANIFIESTOS GEOMÉTRICOS

Josep Lluís i Ginovart

Universitat Internacional de Catalunya

Email: jlluis@uic.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5957-762X>

Cinta Lluís-Teruel

Universitat Internacional de Catalunya

Email: cintalluis@uic.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5280-1147>

Recibido: 13 septiembre 2021; Aceptado: 4 julio 2022; Publicado: 2 diciembre 2022

Cómo citar este artículo/Citation: Lluís i Ginovart, Josep; Lluís-Teruel, Cinta (2022) "Ciencia en el imperio español del siglo XVII: Fray Ignacio Muñoz y sus manifiestos geométricos", *Asclepio*, 74 (2): p611. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2022.24>

RESUMEN: La investigación describe alguno de los conocimientos científicos que ayudan a construir la trayectoria vital del dominico Ignacio Muñoz Pinciano, en sus estancias en Filipinas, Nueva España y en la Corte de Felipe IV. Especial interés reviste en las fuentes directas de sus conocimientos científicos de base geométrica que han llegado a nuestros días, y cuya utilización por parte del dominico se adaptan a las necesidades del mantenimiento de imperio español en el siglo XVII. La documentación manuscrita y representaciones gráficas del dominico aportan numerosas referencias sobre su saber geométrico que nos permiten comprender la base de su conocimiento científico y su singular aportación recogido bajo el título de «manifiestos geométricos».

PALABRAS CLAVE: Matemática siglo XVII; Geometría; Heptágono; Ignacio Muñoz; Nueva España.

SCIENCE IN THE 17TH-CENTURY SPANISH EMPIRE: FRIAR IGNACIO MUÑOZ AND HIS GEOMETRICAL MANIFESTOS

ABSTRACT: The research describes some of the scientific knowledge that help to build the life trajectory of the Dominican Ignacio Muñoz Pinciano, during his stays in the Philippines, New Spain, and the Court of Philip IV. He is particularly interested in the direct sources of his geometrically based scientific knowledge that have survived to the present day, and whose use by the Dominican is adapted to the needs of maintaining the Spanish empire in the 17th century. The Dominican's own handwritten documentation and graphic representations provide numerous references to his geometric knowledge that allow us to understand the basis of his scientific knowledge and his unique contribution collected under the title of "geometric manifestos".

KEY WORDS: Mathematics 17th century; Geometry; Heptagon; Ignacio Muñoz; New Spain.

INTRODUCCIÓN

La complejidad de la figura de Ignacio Muñoz Pinciano (c.1608-1685), como dominico y científico bajo la protección de la corte de Felipe IV (1621-1665), vividas en Filipinas y Nueva España ha sido analizada recientemente por José María Moreno (Moreno, 2021a). La investigación quiere ser una aportación complementaria del conocimiento geométrico del fraile vivido en Manila desde su llegada en 1635, hasta su regreso a España en 1665 a través de México (1665-1669) y la estancia en la Corte en 1670 hasta el final de su vida durante el reinado de Carlos II (1665-1700).

La investigación quiere ser una primera revisión de algunas fuentes directas, desde los aspectos puramente geométricos y los derivados de sus representaciones gráficas en el campo cartográfico, matemático y de arquitectura militar. Su saber geométrico ya ha sido considerado en la construcción del heptágono en el *Manifiesto geométrico, plus ultra de la geometría practica* (Muñoz 1684), basado en una relación de proporcional de 9/4 (Lluis i Ginovart, Josep (et alli), 2013). Conocimientos usados en la tradición de la *practica geometricae* presentados bajo el título general de «manifiestos geométricos», y constatados en algunas de sus obras que son el objeto de estudio:

a) *Observationes diversarum artium (1669)* [BNE Mss/7111].

b) *Derroteros de los mares de Marruecos, Canarias, América y Filipinas, y otros documentos (1669 -1686)* [BNE Mss/7119].

c) *Descripción geométrica de la ciudad y circunvalación de Manila y de sus arrabales al Consejo de las Indias. Por el Padre Maestro Fray Ignacio Muñoz, del Orden de Predicadores. Año 1671.* [AG I. MP-FILIPINAS,10].

d) *Manifiesto geométrico, plus ultra de la geometría practica: addicion al IV libro de los Elementos de Euclides (1684).*

Obras de fray Ignacio Muñoz son la *Operación geométrica synóptica y universal para dividir qualquier ángulo rectilíneo en las partes iguales o proporcionales que se pidieren* (1670) [M-RAH, 9/2782] (Navarro 1999, 107), la Comunicación enviada a José Zaragoza y Vilanova (1627-1679) en 1670, siguiendo una discusión basada en la obra de Gregorio de Saint-Vincent (1584-1667) en la que este intentará demostrar la cuadratura del círculo [M-RAH, 9/3638] ¹. Otro manuscrito recaba en el proyecto de manutención y extensión de la fe católica en las Islas Marianas, y del descubrimiento de las Islas Salomón, aunque sin objetivo científico, pero donde hace

referencia a la necesidad de la reforma de *La Hidrografía Universal y particular de todos los mares y navegaciones de los descubiertos en el mar Océano y Mediterráneo* (Reichert, 2014, 133-163). En este mismo sentido, el *Memorial y manifiesto hydrográfico en que se demuestra que todo Rio de la Plata y su isla de San Gabriel y todas las demas islas y tierras que baña este caudaloso rio son y pertenecen a las conquistas y dominio de la corona de Castilla* (1681) [M-RAH, 9/2810] ².

Existen obras matemáticas desaparecidas como la *Demonstratio Geometrica trianguli Ysosceles, in Heptagono regulari; Geometría práctica; el Novus Geometricae thesaurus; Hydrographia Universalis et particularis practica et speculativa; Descriptio currum siam; la Architectura communis, y la Tabula declinationis solis et stellarum* (González, 1967, V: 407), cuyas temáticas han sido desarrolladas parcialmente en las *Observationes diversarum artium* (1669) y el propio *Manifiesto geométrico* (1684). Otras obras en proyecto, como el Tomo Grande, cuyo título había de ser: *Nuevo Tesoro y Plus Ultra de la Geometría Práctica, donde se ejecutan, resuelven y demuestran muchísimos Problemas nuevos tocantes a las descripciones Geométricas de muchas Figuras regulares rectilíneas de ángulos y lados de número impar* (Muñoz 1684, s.p. Dedicatoria).

El autor pertenece al elenco de los matemáticos de segundo orden en el reinado de Carlos II liderado por José de Zaragoza, Juan Caramuel Lobkowitz (1606- 1682) y Antonio Hugo de Omerique (1634-1705) (Sánchez, 1935, 10-11).

OBSERVACIONES DIVERSARUM ARTIUM (1669)

La obra *Observationes diversarum artium (1669)* [BNE Mss/7111], tiene carácter enciclopédico, como revela el propio fray Ignacio en el índice del final del manuscrito (fol. 943-944), y donde especifica los temas a desarrollar³, pero que no coincide con el desarrollo del texto definitivo.

El manuscrito contiene abundantes folios en blanco (fol.76-78), más acusados a partir del folio 660, lo que indica que las *Observationes* no fue terminada. En ellas se tratan temas de matemáticas, goniometría, astronomía, cosmografía, hidrografía, música, arquitectura militar, balística, metalurgia, mecánica, meteorología y lenguas extranjeras.

Empieza la obra con la geometría (fol.1-48), aritmética (fol.49-72), algebra (fol. 73-75), logaritmos (fol. 79-84) y geometría esférica (fol.84-89). *Geometrica. Insignis est Geometria practica eximij Mathematici P. Cristophori Clavii Societatis Jesu in octo libros distributa*, referida a

la *Geometria practica* (1606) del jesuita Cristóbal Clavio (1538-1612)⁴. Abre la geometría con las secciones cónicas, cuyas referencias gráficas se realizan a través de la *Apiaria universae philosophiae mathematicae* (1642) del astrónomo y también jesuita Mario Bettini (1582-1657) (Bettini, 1642) (Figura 1).

Dedica la mayor parte de su obra genuina a la cuadratura del círculo (fol.13-48), con un preámbulo de cuestiones previas, donde además de Clavio y Bettini cita a Euclides, Arquímedes, Nicomedes, Proclo, Hipócrates y al arquitecto Jean Bullant (1515-1578). Esta parte podría ser un antecedente de la Comunicación enviada al jesuita José Zaragoza, siguiendo una discusión basada en la obra de Gregoire de Saint-Vincent intentando demostrar la cuadratura del círculo [M-RAH, 9/3638].

Trata de cuestiones que posteriormente se tomarán como referencia para la construcción de su obra *Manifiesto Geometrico* (1684). Afirma haber inventado un nuevo método para inscribir el pentágono regular (fol. 19) utilizando argumentos para el trazado del heptágono a partir de triángulos de base entera (4, 5, 6) (fol. 27). En una segunda parte realiza la demostración de estos principios, refiriéndose además de los autores citados, a los clásicos Papo y Diofanto de Alejandría, y otros coetáneos como el jesuita Atanasio Kircher (c. 1601-1680)⁵, Nicolás Tartaglia (c.1501-1557)⁶ y Juan Gaspar Helbling (f. 1632-1667)⁷.

Termina el capítulo de la *De quadratura circuli* poniéndolo en relación con la cosmografía, apelando a Pedro Apiano (1495-1552)⁸, Gines Rocamora y Terrano (f. 1599-1612)⁹ y Oroncio Fineo (1494-1555)¹⁰.

Tras el capítulo dedicado a la Magnética, vuelve a la geometría con la trigonometría, *Problemata solvenda per canonicas Tabulas Sinuum, aut Logarithmorum* (fol. 377) a través de las tablas de Luberto Middendorff (f.1649) (Middendorff, 1649), le siguen los *Elementa* de Euclides con el *Compendium Element: Euclidis* (fol.433-478) con los principios y comentarios de Clavio¹¹. Continúa con el *Mysteria, seu Portenta Geometrica propalata* (fol. 663-689), donde cita la cuadratura del círculo de Enrique Alcanforado (1666)¹².

Desarrolla después una parte dedicada a los triángulos, *Analysis Triangulorum* (fol.700), *Trigonometria* (fol. 701-702), la *Reglas de los triangulos rectilíneos Rectangulos* (fol. 703-716) en castellano y latín, *Doctrina ad formandas Tabulas Sinuum, Tangentium, et Secantium* (fol. 717-720). Acaba con un desarrollo geométrico propio; *Additiones Geometriae* (fol. 826-862), *Ingeniosa, ac novísima inventio Geometrica duarum Mediarum continuo proportionalium inter data duas quascunque rectas...*

Otra cuestión que abordó fue el astrolabio de fabricación propia que permitía conocer la latitud en cualquier momento del día, cuyos grados eran «casi treinta

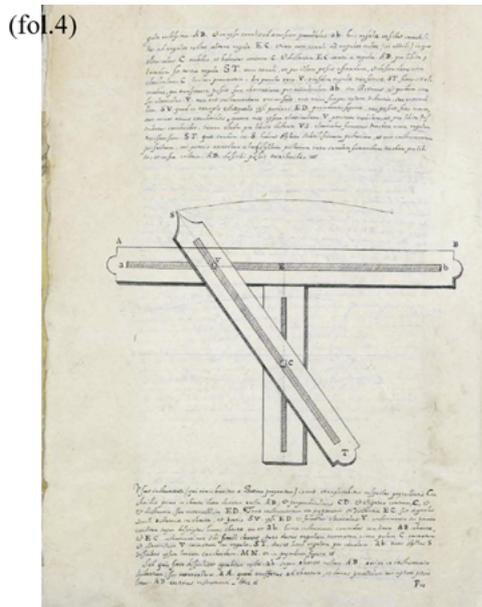


Figura 1: Instrumento de Nicomedes (280-210 Ac) para el trazado de un conoide, a) *Apiaria universae philosophiae mathematicae* (1642), Mario Bettini; b) *Observationes diversarum artium* (1669), Fray Ignacio Muñoz [BNE Mss/7111].

veces mayores» que los de los astrolabios ordinarios que remitió en 1660 a Felipe IV (Moreno, 2021a, 54-55). Para la construcción del instrumento se necesitan unos conocimientos que se habían de desarrollar según el proyecto de los capítulos en la *Scioterica* (125-148), hasta la *Chalyboclitica* (373-412), y que en realidad se redujeron en las *Observationes a la Scioterica sive Gnomonica* (fol.125-155) aludiendo a Mario Bettini y a Atanasio Kircher.

Construye diferentes tipos de relojes como el universal (fol.129) según Bettini¹³ (Figura 2), otro polar (fol. 130) (Figura 3), la del anacamptico, *Instrumentum Anacampticum* (fol.138) de acuerdo con Kricher¹⁴, y finalmente el describe el lunar, con la referencia de las tablas de las alturas del astro publicadas por Juan de Rojas (f. 1550)¹⁵.

Dedica un subcapítulo *Circa instrumenta Astronomica* (fol.231-244) donde identifica a Andrés García de Céspedes (1560-1611)¹⁶ y al mismo Juan de Rojas, describiendo en los *Instrumentos Geometricos* (fol. 770-784) con el uso del compás similar al de la *Geometria practica* de Clavio (Clavio, 1606, 5), y a la representación gráfica de las líneas en planos y cuerpos.

En el primitivo índice de la obra había de tratar sobre Arquitectura, dividida en tres partes; *Architectura communis* (533-556), *Ornamenta Architecturae* (557-596) y la *Architectura militaris* (597-628). Finalmente va a reducir su contenido a la arquitectura defensiva (fol. 597-626), empezando con la referencia a *Mathias Dögen anno 1647 tipys data Amstelodami Architectura militaris moderna* del ingeniero Matias Dögen (1605-1672) quién diseñó la fortaleza de Brandeburgo (Dögen 1647) (Figura 4). Acaba

con la mención; *busquese el tomo de esta materia en lengua Francesa del Dr. Antonio de Ville, impresso año de 1642, que es muy bueno, ya le tengo*, del ingeniero Antoine Deville, (1596-1657) (Deville 1640)¹⁷. Añade al final de su tratado el término defensivo BARRERA, *talis facta est ad viam portal Parian inbente illustrissimo Gubernatore D. D. Didaco de Salcedo*, como parapeto previo en las entradas.

DERROTOS DE LOS MARES DE MARRUECOS, CANARIAS, AMÉRICA Y FILIPINAS (1669-1686)

El manuscrito de los *Derrotos de los mares de Marruecos, Canarias, América y Filipinas, y otros documentos* [BNE Mss/7119], ha sido estudiado para las rutas de las Canarias (Martín 1998, 50-53) y posteriormente detallado e indexado (Moreno 2021b, 9-22), atribuyendo que posiblemente formara parte de la *Hidrographia Universalis et particularis practica et speculativa*. La obra de carácter misceláneo con temas de navegación; derrotas, señales, fondos, hidrografía, avisos, puertos, catálogo de longitudes y latitudes, utilización de la ballestrina, apuntamientos, compendios de viajes, con tablas y representaciones del horizonte, mapas y fondos marinos.

En cuanto representaciones gráficas, existen probablemente dos autores diferentes para su trazado, como puede observarse en la grafía de las Señas (nº 91)¹⁸. La del dominico en el puerto de Alejandreta en Siria (fol. 198 r), y otra en las Señas de las Vírgenes Gordas y del Puerto de Ibiza (fol. 105v-fol. 107r), probablemente de un original que hizo servir y que adjuntó en su encuadernación (Figura 5).

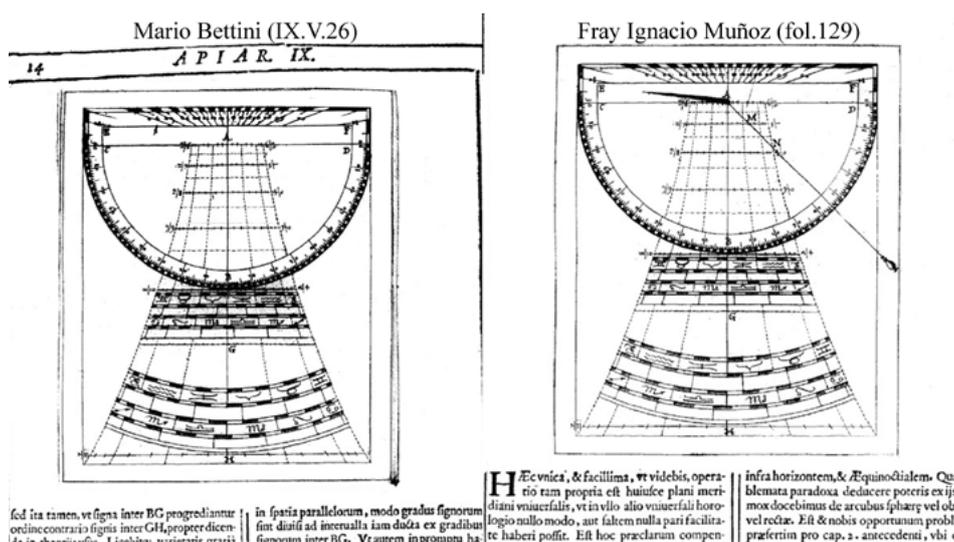


Figura 2: Reloj Universal, a) Mario Bettini (1642); b) Fray Ignacio Muñoz (1669) [BNE Mss/7111].

La obra mayoritariamente copiada de documentos anteriores trata de algunas cuestiones científicas desarrolladas en la Cosmografía (fol. 285-296) de las *Observaciones*. Se menciona a Pedro Apiano y la adición de Gemma Frisio (1508-1555), en la hidrografía (fol. 297-311), las longitudes (fol. 312-328) referidas a las de Juan Bautista Riccioli (1598-1671)¹⁹, y de las longitudes y latitudes (fol. 329-361) de la mano de Mario Bettino y Andrés García de Céspedes. Autores que también están citados en la Magnética (fol. 362-376), junto a Riccioli y al cartógrafo Hendrick Doncker (1626-1699).

Fray Ignacio debía conocer, además, el proceso de determinar la verdadera magnitud de la proyección del horizonte de un perfil montañoso como el de las Sierras de Monchique y Monte Trigos (fol. 233 v); (Figura 6.a), tratado en la geometría de Clavio en el capítulo dedicado a las medidas que no son accesibles (LIII., Pro XLV) (Clavio, 1606, 153) (Figura 6.b).

Trata de la observación aparente del sol con la *Ballestilla con las espaldas al Sol, demuestra mas altura de la que verdaderamente tiene el Sol* (81) (fol. 79 v), como lo había hecho con la altura aparente de la luna en las *Observaciones* (fol. 279).

Las referencias gráficas se muestran en los perfiles del horizonte (Figura 5.b y 6.b), como en la Sierra de Guantánamo (fol. 212v), Puerta Hierro y Sierra de Pinos (fol. 214r), aquellos de Portobelo a Cartagena (fol. 258). Otras proyecciones tienen un carácter cartográfico, como la de la Isla de Curaçao (fol. 218 v) (Figura 7.a), otras son representaciones batimétricas, que representan la profundidad del calado como la del Puerto Cabello

(fol. 224v) (Figura 7.b) o de las islas de Cuba (fol. 227r) y Jamaica (fol. 234v). Finalmente, otras se entienden como hidrográficas con una descripción detallada del lugar, como la *Figura Hydrografica del Rio y Puerto de la ciudad de S^{to} Domingo* (fol. 303r) (Figura 7.c).

DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE LA CIUDAD Y CIRCUNVALACIÓN DE MANILA (1671)

Los conocimientos topográficos de fray Ignacio se concretan en la planimetría de la *Descripción geométrica de la ciudad y circunvalación de Manila y de sus arrabales al Consejo de las Indias. Por el Padre Maestro Fray Ignacio Muñoz, del Orden de Predicadores. Año 1671*. [AG I. MP-FILIPINAS,10] (Figura 8).

La cartografía muestra la primera planta de proyección ortogonal de la ciudad de Manila fundada por Miguel López de Legazpi (1502-1572) en el territorio cercano a la bocana del río Pásig el 19 de mayo de 1571. Esta ciudad se convierte en el asentamiento central de la conquista española de Filipinas (Goma 2012)²⁰. La *Descripción geométrica* fue expuesta en 2013 en la Exposición, *De Japón a Roma buscando el sol de la cristiandad la embajada de hasekura (1613-1620)*²¹

La ciudad de Manila tuvo que reforzar sus fortificaciones tras la caída de Formosa de dominio holandés por la intrusión del pirata chino Kuesing. Esta circunstancia, junto con la simpatía de los habitantes del arrabal del Parián por parte de los sangleyes de la misma etnia, produjo en 1662 el asalto a la ciudad por parte de esta comunidad. Se realizó a través de los andamios del re-

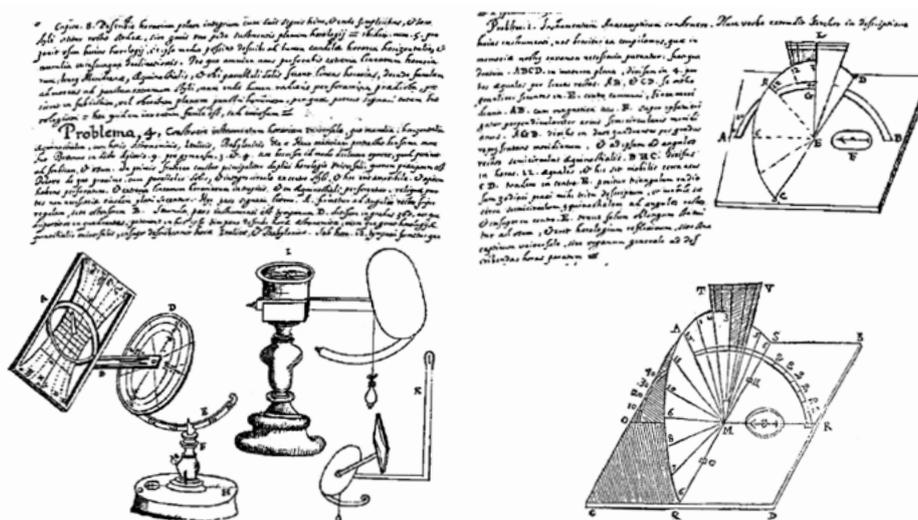


Figura 3: a) Reloj universal Fray Ignacio Muñoz (1669) [BNE Mss/7111]; b) Reloj anacampico, Fray Ignacio Muñoz (1669) [BNE Mss/7111]; c) Reloj polar, Fray Ignacio Muñoz (1669) y Atansio Kircher (1646).

fuerzo defensivo situados en la Tenaza de Santiago (14)²², en cuyo remiendo pudo haber participado directamente el propio fray Ignacio Muñoz²³.

La refortificación provocó la demolición de edificios, incluidos conventos y hospitales de los alrededores de Manila. La construcción de la tenaza y parapetos del foso, son compatibles con el saber del dominico, tanto en cuanto a la teoría defensiva (Figura 9), como con la práctica constructiva e instrumental necesaria para ello (Figura 10) y descrita en la *Architectura militaris* (fol. 597-626) de las *Observaciones*, tomando como

referencia la obra de Matias Dögen (Figura 4.a; 4.b). Más allá de su participación de manera directa o indirecta en la fortificación, se podría plantear la cadencia cronológica en la elaboración gráfica de la *Descripción geométrica*, fechada en 1671, dado que el dominico ya había abandonado Manila en 1665. El gobernador de las Filipinas Sabiniano Manrique de Lara (c.1603-1683) le había solicitado en 1662 una representación similar (González, 1967, V: 409), mientras que esta cartografía está expresamente dedicada al Consejo de Indias con sede en la Corte en el año 1671. Dada la precisión gráfica, y distancia temporal entre las fechas, se podría pensar

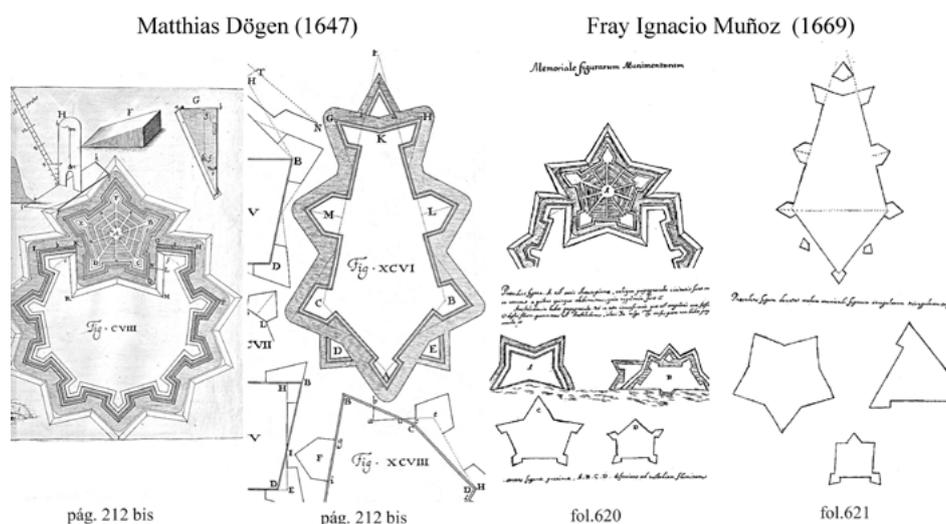


Figura 4: Arquitectura defensiva. a); b) *Dramburgensis marchici Architectura militaris moderna* (1647), Matias Dögen, c); d) *Architectura militaris* (1669), Fray Ignacio Muñoz [BNE Mss/7111].

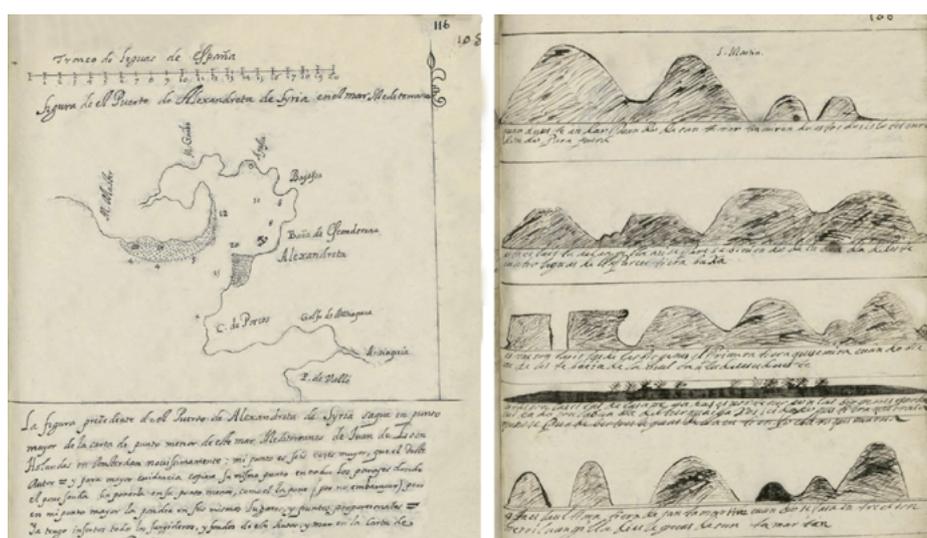


Figura 5: a) Puerto de Alejandreta, Fray Ignacio Muñoz [BNE Mss/7119]; b) Señas de las Vírgenes Gordas, anónimo [BNE Mss/7119].

que se tratara de una copia realizada en 1671, tomando como base la realizada en Manila en 1662.

La proyección gráfica ortogonal, más que una representación topográfica, es como bien dice fray Ignacio, una *Descripción geométrica* del espacio urbano y de sus defensas. El autor utiliza superpuestamente sobre la aparente planta de Manila, las proyecciones ortogonales horizontales como en el río Pásig (A), del mar de la bahía (B), la boca del río (22) y el estero que va al pueblo de Fónido (20), y la vez la proyección vertical ortográfica de algunos edificios destacables sobre la misma planta,

como es el caso del puente (C), la Capilla Real (O), o la de la fuerza de Santiago (4).

Recorre a su vez a la proyección tridimensional, utilizando la escenográfica, en forma de perspectiva en la representación de las fortificaciones situadas frente a la bahía; los baluartes de San Francisco (1) y San Diego (p), en los Fortines de San Pedro (u), de San Eugenio (s), de San Lorenzo (q) y de San José (r). En el abecedario del documento describe con toda precisión los principales elementos estratégicos de Manila con 65 entradas toponímicas. Veintitrés indicadas en letra mayúsculas



Figura 6: Vista del horizonte; a). Derroteros de los mares de Marruecos, Canarias, América y Filipinas [BNE Mss/7119]; b). Método Juan Ferreira Hispano *Geometria practica* (1606) de Cristóbal Clavio.

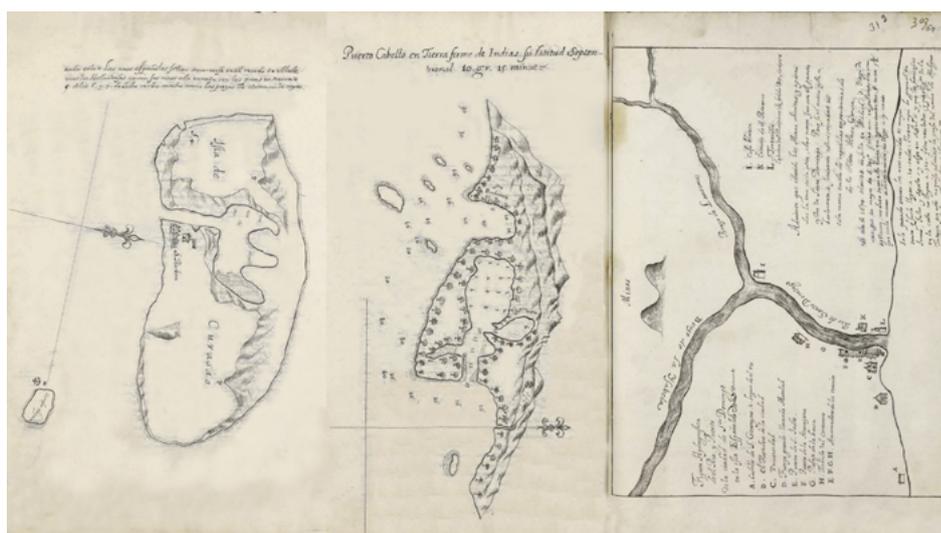


Figura 7: Ortografías; a) Isla de Curaçao; b) Puerto Cabello; c) Bahía de Santo Domingo [BNE Mss/7119].

(A-Z), 20 en minúsculas (a-z), y 22 en numeración de indo arábica (1-22).

El documento es ampliamente descriptivo, y demuestra el conocimiento del arte de la construcción defensiva por la precisión geométrica de la fortificación. Utiliza una precisa terminología militar defensiva. Incide en las cortinas de Santa Lucía (G), del Parián de los Chinos (H), de la Bagumbaya (K), del Dilao (L) y del Río (M).

Analiza los posibles parapetos de los asentamientos periféricos, del Parián (I), San Antón (d), del Diláo (e), del Quiápo (h), Binóndoc (i), la Estacada (k) de Lóngos (l) y Bagumbaya (m). Sitúa las puertas de Santa Lucía (t), del palacio de Gobernado (y), del cuartel de Banderas (2), de los almacenes del río (8) y el postigo de la fuerza de Santiago.

Describe las defensas más vulnerables de la zona meridional (D), con foso (E) y contrafoso (F). Describe los recogimientos de la Misericordia (P) y Santa Potenciana (Q) el cuartel de Banderas (2), fuerza de Santiago (4) y demás defensas como la plataforma de la Barra del Río (5) en la bahía, la media naranja y revellín (6), el Fortín de San Juan (z) y el de la Puerta Principal del Parián (13), con los baluartes de Santo Domingo (11), San Gabriel (12), San Francisco de Diláo (15), de San Nicolás de Carranza (16) y el revellín de la Puerta Real de Bagumbaya (17).

En la trama urbana, los conventos de Santo Domingo (R), San Francisco (S), Santa Clara (T), San Agustín (V), el de los Recoletos Agustinos (X), del Hospital de S. Juan de Dios (Z) y de San Juan de Recoletos Agustinos (n). Los Colegios de la Compañía de Jesús (Y), de Santo Tomás

y la Universidad Real (a) y el Seminario de la Compañía de Jesús (b) y la Iglesia Metropolitana (N) y Capilla Real (O). El hospital de los Naturales (f), de los chinos (19) y la atención a los niños huérfanos de San Juan de Letrán (g). La herrería (9) y almacén Real (10), el sitio de los arroceros (18) y el de los pescadores (21).

La proyección de los puntos del espacio tridimensional (x,y,z) y la capacidad de poder reducirlos a un plano bidimensional (x,y) utilizado por cartógrafos, arquitectos e ingenieros militares, no es utilizado correctamente. Fray Ignacio superpone sobre un mismo plano proyectivo; plantas, alzados y perspectivas.

En las *Observaciones* da cuenta de la proyección diédrica ortogonal para la representación de los taludes de paños de las cortinas de las murallas, pero aquí no los aplica (Figura 11). Lo hace porque, o bien no conoce en profundidad el uso del sistema proyectivo, o porque quisiera facilitar la lectura gráfica del documento, haciéndolo más comprensible a los miembros del Consejo de Indias, utilizando así, la superposición de la *Ichonographia*, *Orthographia* y *Scaenographia* vitruviana.

EL MANIFIESTO GEOMETRICO, PLUS ULTRA DE LA GEOMETRIA PRACTICA (1684)

La única obra en imprenta de fray Ignacio Muñoz publicada en 1684 es el *Manifiesto geometrico, plus ultra de la geometria practica*. escrita en 1678 en castellano a diferencia del latín utilizado en el resto de sus obras matemáticas (Figura 12.a). El manuscrito fue enviado desde Madrid a Bruselas, el 24 de junio de 1683 al Duque de Béjar y Plasencia Manuel López de Zúñiga y

A. bebedario, y guia de las partes, y lugares notables de la Planta, y circunscripción dentro, y fuera de los muros de la ciudad de Manila, Metrópoli de las Islas Filipinas.

A. Rey de Philip	m. Puerta de Bagumbaya
B. Mar de la China	n. Casaca de San Francisco Agustino
C. Paredes	p. Baluarte de San Diego
D. Foso	q. Baluarte de San Lorenzo
E. Foso	r. Baluarte de San Francisco
F. Contrafoso	s. Puerta de San Francisco
G. Cortina de Santa Lucía	t. Puerta de Santa Lucía
H. Casaca del Parián de los Chinos	u. Fortín de San Juan
I. Puerta de Santa Lucía	y. Puerta del Palacio del Gobernado
K. Casaca de Bagumbaya	z. Fortín de San Juan
L. Casaca de Dilao	1. Baluarte de San Francisco
M. Casaca del Río	2. Puerta de San Francisco
N. Iglesia Metropolitana	3. Puerta de San Francisco
O. Capilla Real	4. Puerta de Santiago
P. Misericordia de la Misericordia	5. Plataforma, muro de la Barra del Río
Q. Santa Potenciana de S. Potenciana	6. Media naranja y Revellín
R. Casaca de Santo Domingo	7. Puerta de la Puerta de Santiago
S. Casaca de San Francisco	8. Puerta de la Puerta de San Juan
T. Casaca de Santa Clara	9. Herrería de la Puerta
V. Casaca de San Agustín	10. Almacén Real
X. Casaca de los Recoletos Agustinos	11. Baluarte de Santo Domingo
Y. Colegio de la Compañía de Jesús	12. Baluarte de San Gabriel
Z. Casaca y Puerta de la Puerta de San Juan	13. Fortín de la Puerta principal del Parián
a. Colegio de San Juan de Letrán	14. Fortín de San Juan
b. Seminario de los Naturales	15. Baluarte de San Francisco de Dilao
c. Puerta de San Juan	16. Baluarte de San Nicolás de Carranza
d. Puerta de Santa Lucía	17. Revellín de la Puerta Real de Bagumbaya
e. Puerta de Dilao	18. Sitio de los arroceros
f. Hospital de los Naturales	19. Baluarte de San Juan
g. Niños huérfanos de San Juan de Letrán	20. Sitio para el pueblo de Letrán
h. Puerta de San Juan	21. Sitio de los pescadores
i. Puerta de Binóndoc	22. Puerta de la Puerta de San Juan
k. Puerta de la Estacada	
l. Puerta de Lóngos	



Figura 8: Descripción geométrica de Manila (1671). Fray Ignacio Muñoz. Archivo General Indias [AGI. MP-FILIPINAS,10], Sevilla.

Sarmiento de Silva (1657-1686), y que, tras seis años de haber recibido el primer borrador, actuará como mecenas. La obra está impresa en cuarto de folio en Bruselas en 1684 por Francisco Foppens (c.1600-1685), y reeditada en facsímil en Zaragoza en 1983, en octavo mayor²⁴. Registrada y referida en la Biblioteca Marítima Española (1851)²⁵, en la Bibliografía de Arquitectura, Ingeniería y Urbanismo (1980)²⁶ y en la Bibliografía de la literatura hispánica (1992)²⁷.

En el título de la obra el «Muy Reverendo Padre Fray Ignacio Muñoz», apostilla ser «Maestro en Teología, de la Orden de Predicadores» cargo que ostentó en el colegio de Santo Tomás de Goa en Manila (1635-1665) (Moreno 2021a, 53). El de ser «Catedrático propietario de Matemáticas de la Real Universidad del Imperio Mexicano», lo obtuvo en su estancia en México (1665-1669) tras el óbito del religioso mercedario mejicano Diego Rodríguez (1596-1668) (Rodríguez-Sala 2004, 91)²⁸.

La Cátedra de matemáticas había sido creada en 1637, y la ostentará hasta 1672, ya de vuelta a España, cuando fue nombrado el criollo Luis Becerra Tanco (c. 1602-1672), ocupándola apenas tres meses y asumida por el jesuita mejicano Carlos Sigüenza y Góngora (1645-1700) (Navarro, 1999, 105-144). Se erige «Reformador por su Majestad de la Hidrografía Universal y particular de todo cuanto se navega en el Mar Océano y en el Mediterráneo», título otorgado en octubre de 1670, por la cuestión abordada desde su magisterio en Manila, y presentada al Consejo de Indias en julio de 1670, siendo censurada por José de Zaragoza (Moreno, 2021a, 67-71)

Fray Ignacio construirá el heptágono a partir del criterio de los triángulos internos en que se descompone la figura²⁹, apoyándose en su demostración en sendas figuras (Figura 12.b, 17.a). Lo aborda a través de “*Dividir el Triangulo Isosceles propio del Heptagono regular*”, definiéndolo como, *aquel en que cada uno de los dos ángulos en la base es triplo del ángulo vertical*” (Figura 12.b). Induce a través Consectario I, precisando el triángulo isósceles del heptágono regular, con dos lados iguales AB, aquel dispone de una proporción dupla sesquicuarta con respecto a su base AC y de proporción (9/4) (Figura 17.a).

En el Consectario II indica que la construcción del Padre Zaragoza se realiza a través de la utilización con de las tablas trigonométricas y por tanto no es una construcción puramente geométrica. Añade un Consectario III, donde relaciona el triángulo con el paralelogramo formado por la base y la mitad del lado (Figura 12.b).

Fray Ignacio está preparando el terreno para lanzar un teorema de base geométrica euclidiana para la construcción del heptágono, renunciando a las bases trigonométricas por considerarlas numéricas y por tanto aritméticas. De esta manera, fundamenta estos principios en “*El Triangulo Isosceles, cuya base tiene 4. partes iguales, y cada uno de los otros lados tiene 9*” (Figura 17.a).

Determina la solución de la construcción geométrica del heptágono en el escolio “*Describir el Heptagono regular*”, donde afirma que el método de inscribir el

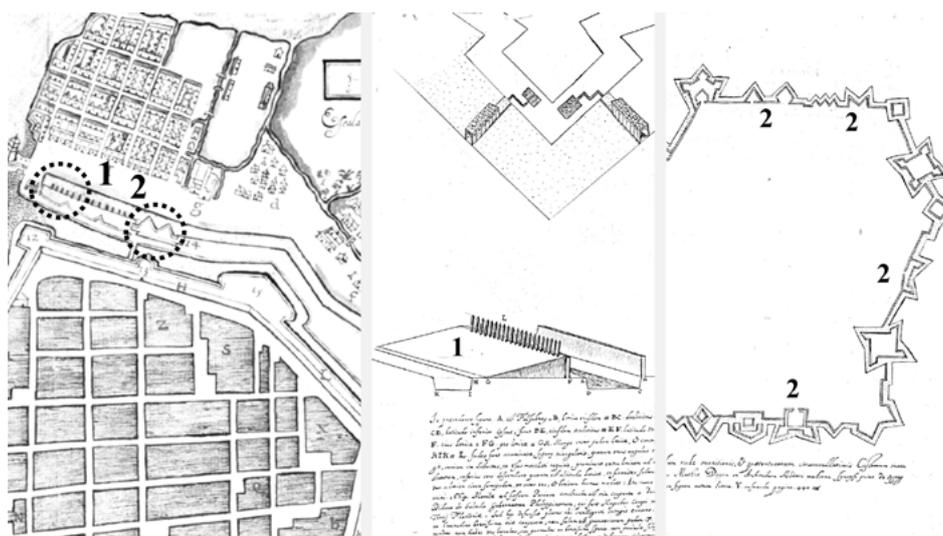


Figura 9: a) Detalle del Foso (1), Tenaza (2), en la *Descripción geométrica de la ciudad y circunvalación de Manila* (1671) [AGI. MP-FILIPINAS,10]; b) detalle Foso con empalizada (fol. 606); c) Tenaza (fol. 607) de las *Observationes diversarum artium* (1669).

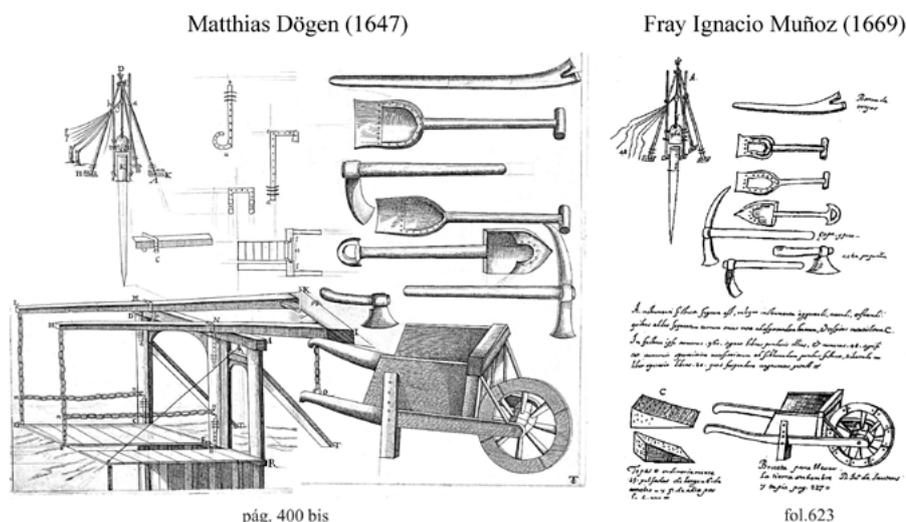


Figura 10: a) *Dramburgensis marchici Architectura militaris moderna* (1647); b) *Observationes diversarum artium* (1669) [BNE Mss/7111].

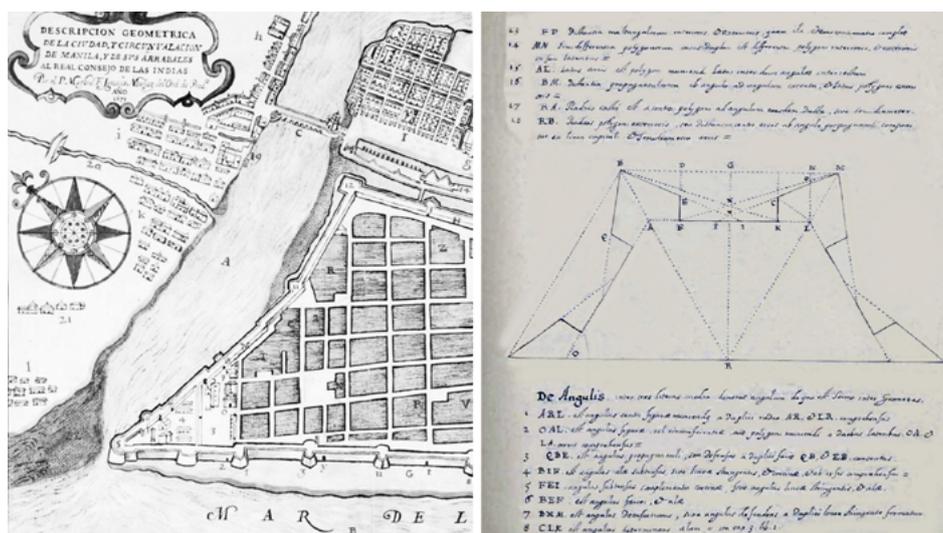


Figura 11: a) Detalle *Descripción geométrica de la ciudad y circunvalación de Manila* (1671) [AGI. MP-FILIPINAS,10]; b) Detalle de *Observationes diversarum artium* (1669) (fol. 599) [BNE Mss/7111].

polígono regular en la circunferencia se basa en que la demostración del teorema fue el haber deducido un imposible geométrico, como que la parte y el todo son iguales a través de su relación (9:4), (Figura 13).

Toma esta proporción como axiomática, sin necesidad de demostración, basándose en el triángulo (9,4,9), y otros isósceles parciales de lado 5, los (9,5,5) y (5,4,4) (Figura 12.b). Termina con otro escolio para ejecutar con más brevedad la construcción del heptágono, a la vez que plantea tres nuevos problemas sobre la figura. El inscribir el triángulo isósceles propio del heptágono en

su círculo; dado cualquier círculo inscribir el polígono; y finalmente, dado el lado construir el heptágono sin describir el círculo.

El principio matemático de la división del heptágono en base al triángulo isósceles (9,4,9) será debatido en el opúsculo del Ingeniero del Rey, *Responde Jorge del Poço desde la otra vida, como catedrático que fue de mathematicas en la Chanuerga, al papel impresso en Bruselas este presente año de 1684 sacado a la luz por el padre maestro Fray Ignacio Muñoz* [M-RAH, 9/2782]. Pese a ello, Nicolas Coppola (+ 1697) no menciona la obra

de fray Ignacio en la *Formacion exacta del heptagono: geometricamente hallada por medio de la linea commensuratriz del quadrante* donde polemiza con la trisección del ángulo que había publicado en Mateo Fernández de Rozas (+1697) aquel mismo año (Coppola 1693, 1-10).

Fray Ignacio requiere en el *Manifiesto Geometrico* (1684) una demostración matemática para determinar la construcción del heptágono, en base a los instrumentos de dibujo propios de la arquitectura y de la cartografía. Su experiencia geométrica se construye a través de la regla y el compás, muestra de ello es el capítulo dedicado a los instrumentos geométricos (fol. 770-784) de las *Observaciones* donde define como, *planifolado universal*, un compás propiedad del Duque de Béjar (fol. 770) (Figura 14.a). Describe el compás pantográfico (fol. 784) (Figura 14.b), similar al de la *Geometria practica* de Clavio (Clavio 1606, 5.) (Figura 14.c) y al de Galileo Galilei, (1564-1642) en *Le operazioni del compasso geometrico et militare* (Galilei 1649) (Figura 14.d) al que no cita tácitamente.

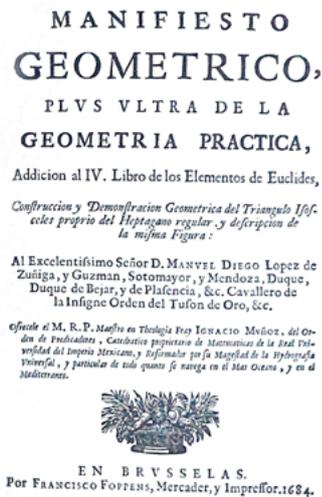
CONSIDERACIONES SOBRE EL MANIFIESTO GEOMETRICO DE FRAY IGNACIO MUÑOZ

La matemática tendrá que esperar hasta que Gauss (1777-1855) demostrara en las *Disquisitiones Arithmeticae* (1801) (Sect. VII. Propositiones 361-366) la imposibilidad de la construcción del heptágono con el instrumental geométrico tradicional (Gauss 1801, 454-463). La dificultad de la resolución del problema a que se enfrenta fray Ignacio Muñoz, lo expresa Luis Serrán

Pimentel (1613-1679) Cosmógrafo Mayor de Portugal, contestando en la rúbrica de 5 de mayo de 1677 al militar portugués Juan Mascareñas (1633-1681) segundo Conde de la Torre, antes de acabar el *Manifiesto*. En ella le requiere *Si este Cavallero las tiene hallado, será cosa, por la qual les resultará grande gloria, cita que utiliza el dominico en su dedicatoria del Manifiesto*³⁰. La práctica habitual de la resolución del polígono era hacerlo desde la división trigonométrica como lo hacía José de Zaragoza, en la *Geometria practica Euclidis: problemata continens* (Zaragoza, 1672, 69-71), y cuya tradición arranca del Lib2. pro.7 del *Mathematicarum hypomnematum de Geometriae Praxi* (1605) de Simón de Stevin (1548-1620) (Stevin 1605, 66)³¹.

La segunda parte de la obra está dedicada a la *Invec-tiva Filosofica y Geometrica, y Catolica con Juan Keplero en materia del Heptangono regular*, donde aborda desde una crítica científica la cuestión cismática de Juan Kepler (1571-1630). Describe y critica la construcción del heptágono del *Harmonices mundi libri V*³², en el capítulo, *Texto Geometrico de Keplero*. Kepler fue el primer autor en avanzar que el heptágono era un polígono regular inconstruible con la geometría instrumental³³.

Termina con el capítulo, *Manifestase el yerro Heretico de Keplero contra la Sagrada Theologia de la Divina Escritura*, aludiendo que, pese a que el autor está en el listado del Expurgatorio de la Inquisición General de España (Soto Mayor 1640, 627-629) y condenado como autor de primera clase, la obra *Harmonices mundi* (1616) no lo está, y por ello; *”Que se debe poner”*³⁴. El



A B C. Triangulo Isosceles del Heptagono Regular.

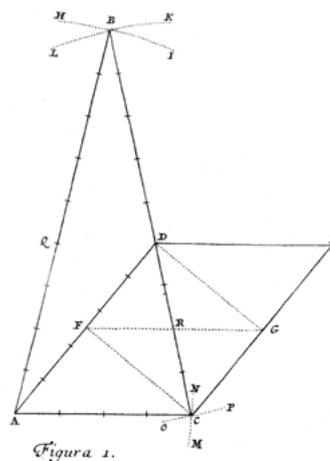


Figura 12: a) Frontispicio del *Manifiesto geometrico, plus ultra de la geometria practica* (1864); b) *Figura 1* para la demostración del del *Triangulo Isosceles proprio del Heptagono regular*.

astrónomo alemán ya aparecía en el índice general del *Novus Index Librorum Prohibitorum et Expurgatorum* (1632), como autor [+Ioannes Keplerus]. La obra del *Harmonices mundo*, aparece solo con el apercibimiento de la dedicatoria a Jacobo I de Inglaterra (1566-1625) y considerarlo como, *Rex inter Reges, Fidei Defensor inter Cristi fideles* (Zapata 1632, 595-596).

El siete y el heptágono revestían un simbolismo referido por los Padres de la Iglesia y la geometría medieval, donde el siete representaba la Creación finita (Gèn.1,1-2) (Gèn.1,2). El canónigo de Noyon Charles Bovelles (1478-1567) autor del *Geometricum Introductorium* (1503), publicada en Paris en 1510, reconocía en la *Livre singulier et utile, touchant l'art pratique de geometrie* (1542) como una figura tan importante para el simbolismo cristiano como el heptágono, no aparecía en los *Elementos* de Euclides (c.325- c.265 aC). Este matemático es citado en las *Observationes* (fol. 47), autor además de un método de trazado del heptágono basado en la división angular³⁵. Esta figura requerida para la construcción de los ábsides de las catedrales góticas era conocida por los maestros medievales, como lo evidencia la *Geometrie Deutsch* (1488) de Matías Roriczer (+c. 1495)³⁶

Este método similar al que ha llegado a nuestros días del *Underweysung der Messung* (1525) de Alberto Durero (1471-1528)³⁷, citado por el dominico por ser refutado por Kepler. Los trazados posteriores han seguido operando a través del criterio del triángulo equilátero de radio la circunferencia, y donde el lado del heptágono es la altura del triángulo (Figura 15).

Se han encontrado evidencias en la construcción de ábsides heptagonales donde de la relación entre las capillas radiales y el diámetro del deambulatorio donde éstas se construyen es de $18/8$ ³⁸. Las simulaciones informáticas de estos procesos geométricos, que ni los constructores, ni los de matemáticos tenían a su alcance, arrojan que los resultados, analizados desde la precisión de la medida, son más precisos que los desarrollados por la tratadística de los siglos (XIV-XVII).

Esta relación de $18/8$ que utilizaban los *magister operis*, de base aritmética y proporcional (a/b) a la vez que geométrica, es similar a la que propone fray Ignacio Muñoz para su triángulo isósceles de $9/4$ (Figura 16). El dominico no debía conocer esta relación que los maestros medievales guardaban celosamente según sus estatutos gremiales. El método del *Manifiesto Geometrico*, analizado desde la exactitud práctica para trazar el polígono de 14 lados, que es el necesario para construir un ábside heptagonal, sería entre aquellos publicados, el más exacto en términos de medida commensurable. Evidentemente fray Ignacio no resolvió desde el punto de vista matemático la imposible solución al problema de trazar con regla y compás el heptágono regular que Kepler avanzó y Gauss demostró.

Con su supuesto principio axiomático de la relación $(9/4)$ ³⁹, y del que nunca reveló su origen, definido como el imposible geométrico de relacionar la parte y el todo, construye su génesis metodológica base científica, y en base a ella desarrolla la demostración matemática del trazado del heptágono⁴⁰ (Figura 17). La aproximación implícita del dominico al valor del ángulo mayor del

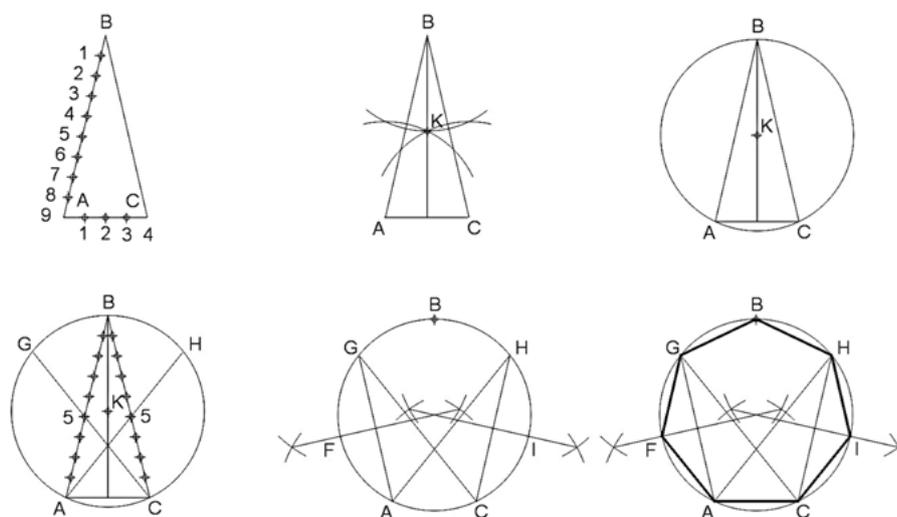


Figura 13: La construcción del heptágono regular de Fray Ignacio Muñoz (1684).

triángulo (9,9,4) es de $[77, 16041159^\circ]$ frente a la verdadera magnitud de $[77, 14285714^\circ]$ ⁴¹.

Por ello la medida del heptágono regular inscrito en circunferencia de radio 9 u, todos lados del polígono tienen un valor de $[15,61981461 u]$, mientras que en los deducidos por el *Manifiesto*; un lado $[15,59993669 u]$, dos de $[15,54438161 u]$, y cuatro de medida $[15.66246527 u.]$. En aquel momento era imposible comprobar la validez de su propuesta, dado que no disponía de los métodos informáticos de aproximación grafo-matemáticos actuales que hubiesen corroborado su gran exactitud.

Fray Ignacio plantea, además, el problema *Dada qualquier recta, que ha de ser igual á qualquiera de los lados del Heptagono regular, hacer esta figura sobre la recta dada, sin desrcrivir el Circulo*. Esta cuestión es la misma que tenían los constructores góticos a la hora de trazar los ábsides heptagonales, dado que en muchos casos las catedrales góticas sustituyeron progresivamente a las sedes románicas, por ello el centro del círculo del ábside estaba ocupado por los presbiterios románicas.

La solución geométrica o se puede lograr utilizando algunos triángulos como el de fray Ignacio Muñoz (9,

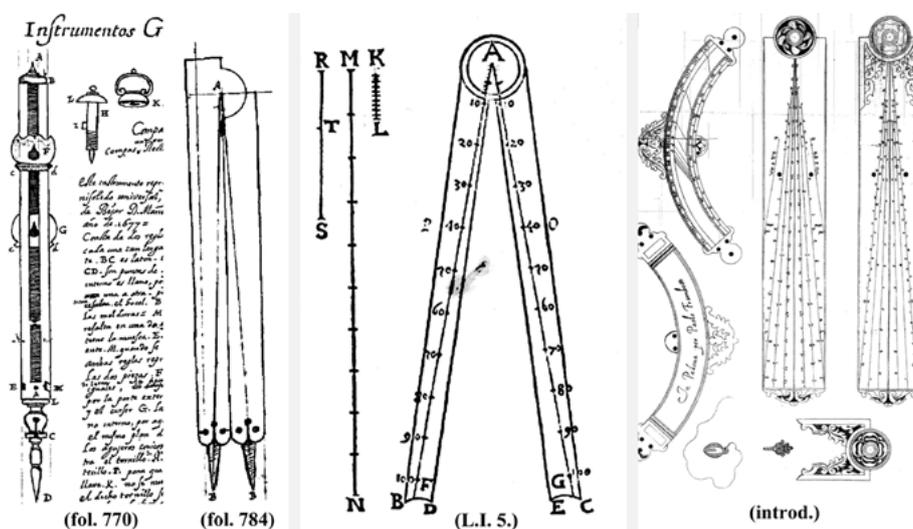


Figura 14: a, b) *Observationes diversarum artium* (1669) Fray Ignacio Muñoz (c.1608-1685) [BNE Mss/7111]; c) *Geometria practica* (1606), Cristóbal Clavio (1538-1612), d) *Le operazioni del compasso geometrico et militare* (1649), Galileo Galilei, (1564-1642).

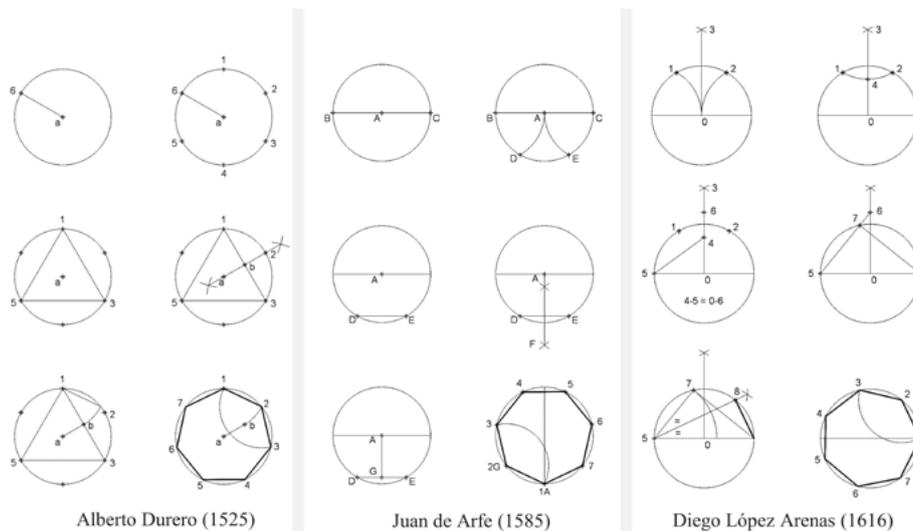


Figura 15: Trazados prácticos del heptágono en la tratadística geométrica.

$8+3/4, 2$, $(18,18,8)$ y trapecios conocidos $(8,9,4,9)$, o bien mediante la utilización de las escuadras geométricas⁴². Se deduce por el planteamiento que el dominico, no debía conocer el principio de los maestros góticos para trazar los ábsides, sin conocer su centro, ni la propiedad de la precisión de la proporción de base numérica entera $(9/4)$.

Más potente y precisa hubiese sido la construcción de fray Ignacio Muñoz, si en base a su triángulo, hubiese enunciado; «Que en la circunferencia circunscrita de triangulo isósceles del heptágono $(9,9,4)$, el lado de heptágono es igual a la base de este triángulo (4) » (Figura 18)⁴³.

CONCLUSIÓN

Los conocimientos científicos de fray *Ignatium Muñoz Pinicianum* son amplios como lo demuestra la variedad de su saber que trata en el *Observationes diversarum artium* (1669) y de que son de carácter eminentemente prácticos. Estas utilidades habían de servir a las comunidades religiosas para completar su labor evangelizadora, incluida la necesidad de conocimiento de la arquitectura defensiva, que él mismo utilizará en Manila, tomando como referencias Matias Dögen y de Antoine Deville.

Basa su epistemología en los principios geométricos de los textos de destacados jesuitas como Cristóbal Clavio, Mario Bettini, Atanasio Kircher o Juan Bautista Riccioli, obras cuyos principios expresados en lengua latina tienen naturaleza de ciencia aplicada. Con ello se demuestra la proximidad y actualidad de las bibliotecas de la Manila del

siglo XVII, de los Colegios de la Compañía de Jesús, la del Seminario de la Compañía de Jesús o la de Universidad Real Santo Tomás fundada por los dominicos, o la de la Universidad de México, que pudo consultar el dominico antes de su llegada a la Corte en 1670.

La ciencia náutica ocupaba las necesidades de la expansión del imperio español, de aquí la aportación que quería hacer el dominico con su *Hidrografía Universal*, demostrado en parte en los *Derroteros de los mares de Marruecos, Canarias, América y Filipinas* (1669-1686).

Estos conocimientos cartográficos y batimétricos se combinan con los de la topografía revelados en la planimetría de la *Descripción geométrica de la ciudad y circunvalación de Manila* (1671).

En la primera parte *Manifiesto Geometrico* (1684) fray Ignacio quiere demostrar matemáticamente la construcción de la figura del heptágono mediante una metodología deductiva a partir de un principio axiomático que es erróneo, el del triángulo isósceles del heptágono, pero que argumenta rigurosamente para dotarlo de base científica. Lo hace basándose en un principio de la proporción de $(9/4)$ que es aritmético. Esta base se fundamenta en el *Timeo* (c. 427-347 a. C.), de Platón, y en la relación tonal $(9/8)$ que habían transmitido la cultura neoplatónica con Calcidio, Capella y Macrobio y por tanto dotado de dimensión cosmología.

La segunda parte del *Manifiesto Geometrico*, se convierte un «manifiesto» y apología contra Kepler, argumentado la inconstructibilidad del heptágono por ser

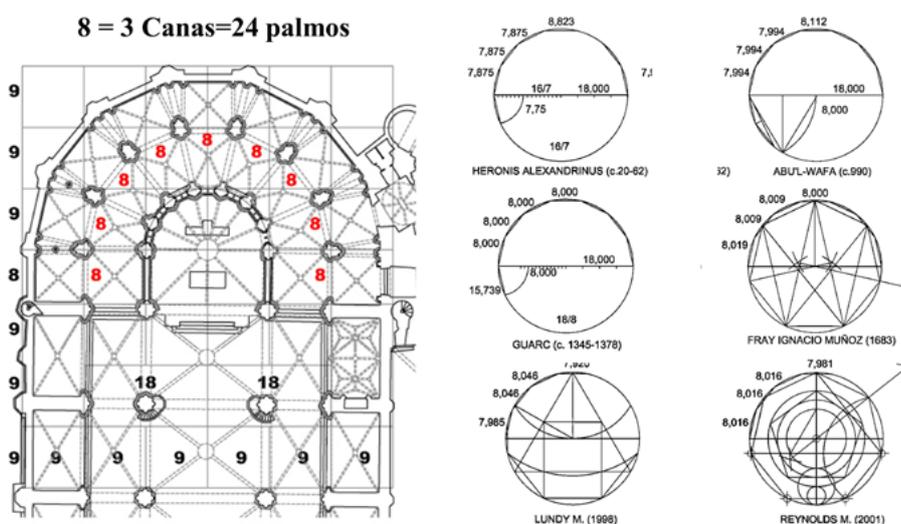


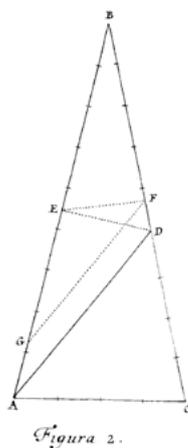
Figura 16: Simulación informática de métodos prácticos del trazado del heptágono con respecto al del ábside catedral de Tortosa.

una figura numéricamente infinita, de la misma manera que lo era para él, el Universo. De aquí parte para el dominico el principio herético de Kepler, expresado en el *Harmonices mundo*, en un tiempo en la que la Iglesia Católica hablaba de la Génesis de una Creación finita, y de aquí, en la visión de la indeterminación del infinito parte el argumento inquisitorio de fray Ignacio Muñoz.

Con las aportaciones de fray Ignacio Muñoz, la geometría no avanza, pero su conocimiento aproxima a la

resolución práctica de los problemas que cotidianidad comporta, aquella que necesita un misionero dominico para apoyar la evangelización. Podemos concluir que el dominico tiene un buen conocimiento científico pero que no provoca un avance de la ciencia del siglo XVII. Pese a ello, el método de construcción del heptágono de fray Ignacio Muñoz, y que murió sin saberlo en 1686, es uno de los más precisos que desde el punto de la medida de la geométrica práctica que se han desarrollado hasta la actualidad.

A B C Triangulo Isosceles del Heptagono Regular.



Heptagono Regular.

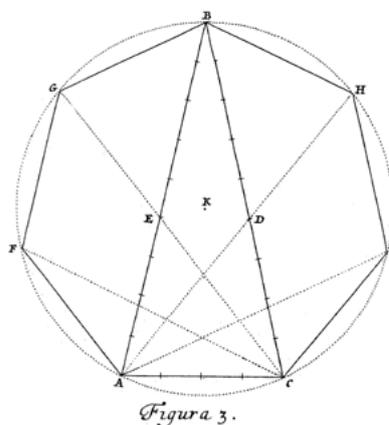


Figura 17: Manifiesto geometrico, plus ultra de la geometria practica: addicion al IV libro de los Elementos de Euclides (1684). a) teorema consecario del problema principal b) construcción del heptágono regular.

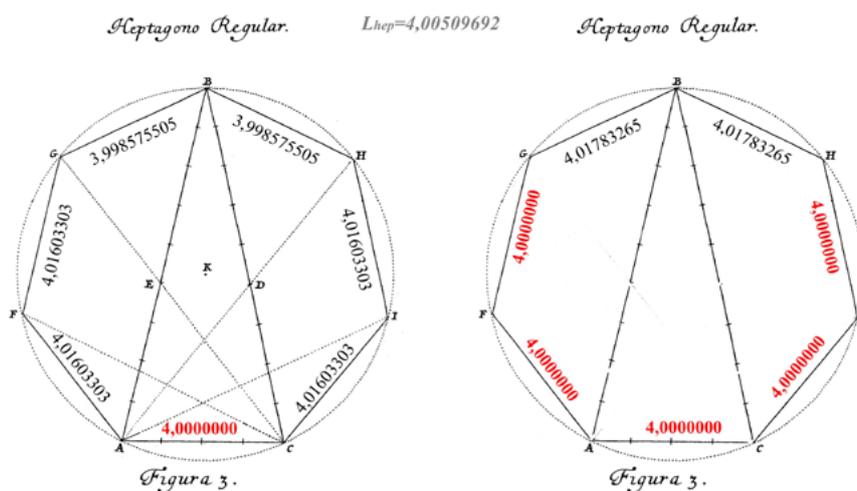


Figura 18: Solución alternativa a la construcción de fray Ignacio Muñoz.

NOTAS

- 1 Ref. CCPB000960354-9). Hospedería de la Passion desta Corte en 8 de septiembre de 1670.
- 2 Ref. CCPB001084929-7. Madrid y agosto 29, año de 1681.
- 3 Índice con su foliación. Geometrica (1-48), Aritmetica (49-92), Algebratica (73-92), Pespectiva (93-112), Scioterica (125-148), Horologiaria machinativa (149-160), Scenographia aut Pictura (161-212), Astronomica (213-244), Judiciaria (Astrolgica) Catholica (245-284) Cosmographica (285-296), Hydrographica (297-328), Latitudines, Longitudines locorum (329-360). Magnetica (361-372). Chalyboclitica (373-412), Astuaría maris idest fluxus, refluxus maris (413-432), Portugraphica (433-480), Musicalia speculativa (481-496), Musicalia practica instrumentorum (497-532), Architectura communis (533-556), Ornamenta Architecturae (557-596), Archtectura militaris (597-636), Tormentaria militaris fusilis (637-660), Tormenataria militaris usualis (661-684), Militaris terrestres (685-708), Militaris equestris (709-732), Militaris Stratagemabem (733-756), Militaris navalis (457-776), Fabrilis navalis (797-810), Metallica fusilis (797-810), Metallica cusiva (811-818), Sculptorea (819-826), Proplastica (827-832), Lapidaria (833-840), Gemmatica (8841-848), Lignaria (849-854), Tonatilis (855-862), Machinativa (863-874), Textoria (875-882), Funicularia (883-886), Acusilaria (887-890), Sutoria (891-894), Metereologica (895-902), Physiognomica (903-910), Medica (911), Chiromatica coniecturalis (913), Idiomatica sive linguarum (915), Gramatica Latina (917), Poetica Latina, Poetica Hispanica, Ortographica, Rhetorica (919-922), Scriptoria (923-942).
- 4 Utiliza la edición, Clavio, 1606. La *princeps*, Roma, Ex Typographia Aloisii Zannetti, 1604.
- 5 Kircher, 1646, V2: 525- 532, Lib.VI. Par. III. Cap VII. en relación con el dodecágono en el *Ars magna* (fol. 42).
- 6 Se cita textualmente a Tartaglia (fol. 45), *materia late agit Nicolaus Tartalla in sua Geometria Italice propalata Venetiis ann 1560*. Formaría parte de *La prima parte del general Trattato di numeri et misure il calcolo* (1556-1560).
- 7 En texto en latín, intercala frase en texto en castellano (fol. 46), en el nuevo tubo óptico de Johann Caspar Helbling, *Tubus optico geometric novus*, Helbling, 1632.
- 8 Apiano, 1575. *La cosmographia de Pedro Apiano*, (fol. 46).
- 9 Rocamora, 1599. *Sphera del Universo* en colaboración con Juan de Herrera (fol. 46)
- 10 Cita a Fineo (fol. 47), en relación con el comentario de la edición de Basilea de 1535 de la *Margarita philosophica*, Gregorio Reisch (1467-1525). Reisch, 1535.
- 11 Clavio 1589. La primera edición *Euclidis elementorum libri XV*, Romae, Apud Vicentium Accoltum, 1574.
- 12 Conocemos esta la obra a través de fray Ignacio, y también por la noticia, doc nº 13; *Sátira a Gaspar Squarciafíco, Marqués de Buscayolo, supuesto inventor de la cuadratura del círculo, de los medios proporcionales y otros problemas, y en realidad agraviador y plagiaro del padre Zaragoza y de don Enrique de Alcanforado* de la Biblioteca Imperial de San Petersburgo. Espuny, 2007, 65-68.
- 13 Bettini, 1642, IX, VI, 26.
- 14 Kircher, 1646, 606-613.
- 15 Tabla similar a la de Juan de Rojas (De Rojas, 1551, 152).
- 16 Regimiento de Navegación. García de Céspedes, 1606.
- 17 Cita impresa en 1642, se trata de tartar de la edición latina *Les fortifications du chevalier Deville*, 1640. La princeps en francés Lyon, 1629 de Irenée. Barlet.
- 18 Moreno, 2021b, 16.
- 19 Riccioli, 1661, *Geographiae et hydrographiae reformatae libri duodecim Quorum Argumentum sequens*.
- 20 La primera imagen de Manila pertenece a un arcón de madera del siglo XVII, conservada en el Museo Julio Bello y González, Puebla, México, no puede ser considera topográfica.
- 21 Colomar, M.ª Antonia; Lázaro, Pilar, 2013, 13. Ref, 21.
- 22 Indicie de la *Descripción geométrica*
- 23 La rebelión en el Capítulo IV. *Se relata el levantamiento de los Sangleyes o Chinos, y lo coadiuvaron a la paz, y victoria de nuestros religiosos*. De San Francisco. 1756, 14-18.
- 24 Muñoz, 1983. *Manifiesto geométrico, Plus Ultra de la geometría práctica (facts)*.
- 25 Fernández de Navarrete, 1851, 654-656.
- 26 Bonet, 1980, 97. Referencia 451.
- 27 Simón 1992, 554. Ref. 4325.
- 28 Es citado por fray Ignacio en la parte aritmética de las *Observaciones* (fol. 71) para la resolución de *raíces cuadradas próxima en numeros racionales*.
- 29 El heptágono tiene un ángulo central de $2\pi/7$ radianes, ($360^\circ/7 \approx 51,43^\circ$), el ángulo entre sus lados es de $5\pi/7$ radianes ($900^\circ/7 \approx 128,57^\circ$).
- 30 Hace referencia a Carlos Mariano y Francisco Candalla, citados por Clavio; Lib.8, Theor.12, Propos. 30. Clavio, 1606, 362-364.
- 31 Opera por división angular $360^\circ/7$, con la relación $10000000/8677676$.
- 32 Kepler 1619, 32-40. Describe la figura del heptágono en el Libro. I, Proposición XLV. *Propositio. Heptagonus et figurae ab eo omnes*.
- 33 *Inscibilia inefabilia nonentia*, dado que no forma parte de los aquellos derivados de las potencias cuadradas de base del número 2 (2, 4, 8...), del 3 (3, 6, 12...) y del 5 (5, 10, 20...) que son los construibles con regla y compás.
- 34 Muñoz, 1684, 33-40.
- 35 Bovelles 1542, 25v-28r.
- 36 Roriczer, 1999, 56-60.
- 37 Durero 1525, el método geométrico, es fruto del corolario del trazado del pentágono (LII.15), y no la del trazado del heptágono (LII.11).
- 38 Lluís i Ginovart, 2019. *Mathematics and the Art and Science of Building Medieval Cathedrals*.
- 39 Muñoz, 1684, 24. En la refutación a Kepler, dice: “el conocimiento Geometrico del Triangulo Isocelles propio del Heptagono regular, y la proporción cierta de sus lados, por que no ay medios en Geometrica, ni Arithmetica, para saber científicamnte esta proporción”.
- 40 El principio axiomático (9/4) pude ser interpretado desde el punto de vista aritmético la relación $9/4 = 4/4 + 4/4 + 2/8 = 2 + 1/4$; desde la geometría la relación de un doble cuadrado y su cuarto; desde la música el duplo más un sesquicuarto y desde la astronomía la distancia al Sol; Júpiter 9, Venus 4.
- 41 Muñoz 1983, L. Vigil, determina que el coseno de ángulo mayor del triángulo $3\pi/7$ radianes ($540^\circ/7$) era aproximadamente igual al del ángulo cuyo coseno era (2/9). Así $0,22252093 \approx 0,22222222$, respectivamente $77^\circ 8' 34'' .286$ frente a $77^\circ 9' 37'' .482$.
- 42 Lluís i Ginovart, 2016.
- 43 En la solución del *Manifiesto Geometrico* [4,0000000, 4,01603303, 4,01603303, 4,01603303, 3,998575505]. La aproximación informática [4,0000000, 4,0000000, 4,0000000, 4,0000000, 4,0000000, 4,01783265, 4,01783265], mientras que la medida del lado del heptágono es [4,00509692].

BIBLIOGRAFÍA

- Apiano, Pedro (1575), *La cosmographia de Pedro Apiano / corregida y añadida por Gemma Frisio, medico y mathematico La manera de descriuir y situar los Lugares, con el Vso del Anillo Astronómico, del mismo autor Gemma Frisio*, En Anvers, por Juan Bellerio al Aguila de Oro.
- Bettini, Mario (1642), *Apiaria universae philosophiae mathematicae, in qibus paradoxa, et nova pleraque machinamenta ad usus eximios, traducta, & facillimis demonstrationibus confirmata ...*, Bononiae, J. B. Ferronii.
- Bonet, Antonio (1980), *Bibliografía de Arquitectura, Ingeniería y Urbanismo en España (1498-1880). Tomo I y II*, Madrid, Tuner Libros.
- Bovelles, Charles (1542), *Livre singulier et utile, touchant l'art pratique de geometrie, compose nouvellement en françoys, par maistre Charles de Bouvelles*, Paris, Regnaud Chaudière et Claude.
- Clavio, Christophoro (1589), *Elementorum libri XV; accessit XVI de solidorū regularium cuiuslibet intra quodlibet comparatione: omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisque scholijs illustrate*, Romae, apud Bartholomaeum Grassium, apud Sanctium.
- Clavio, Christophoro (1606), *Christophori Clavii Bambergensis Societate Iesu. Geometria practica*, Moguntia, Typographeo Ioannis Albini.
- Colomar, M.^a Antonia; Lázaro, Pilar (2013), *De Japón a Roma buscando el sol de la cristiandad la embajada de hasekura (1613 - 1620). 14 junio-15 agosto 2013*. Comisarias de la exposición: M.^a Antonia Colomar Albajar - Pilar Lázaro de la Escosura, Sevilla, Archivo General de Indias.
- Coppola, Nicolás (1693), *Formacion exacta del heptagono: geometricamente hallada por medio de la linea commensuratriz del quadrante por el doctor A. Nicolas Coppola; repitese la resuelta y demostrada triseccion del angulo, inventada por el mismo Doctor Coppola respondiendò à ... D. Matheo Fernandez de Rozas*, Madrid, [s.n.].
- De Rojas, Juan (1551) *Illustris viri D. Ioannis de Roias Commentariorum in Astrolabium quod planisphaerium vocant libri sex nunc primum in lucem editi*, Lutetiae, Apud Vascosanum,
- De San Francisco (1756), *Historia General de los religiosos descalzos del orden de los hermitaños del gran Padre y Doctor de la Iglesia San Agustín, de la Congregacion de España, y de las Indias. Tomo Quarto*, Zaragoza, Imprenta de Francisco Moreno.
- Deville, Antoine (1640), *Les fortifications du chevalier Antoine de Ville, contenans la manière de fortifier toute sorte de places... comme aussi les ponts, passages, entrées de rivieres, ports de mer... la construction de toutes sortes de forts et citadelles... Avec l'attaque, et les moyens de prendre les places...*, Lyon, chez Philippe Borde.
- Dögen, Matthias (1647), *Dramburgensis marchici Architectura militaris moderna: varijs historijs, tam veteribu Matthiae Dögen Dramburgensis marchici Architectura militaris moderna: varijs historijs, tam veteribus quam novis confirmata, et praecipuis totius Europae munimentis, ad exemplum adductis exornata*, Amstelodamii, Apud Ludovicum Elzevir.
- Durero, Alberto (1525), *Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheyt: in Linien Ebenen vo gantzen Corporen*, Nüremberg, Hieronymus Andreae.
- Espuny, Víctor (2007), "Apuntes sobre los manuscritos españoles custodiados en la antigua Biblioteca Imperial de San Petersburgo", *Cuadernos de los Amigos de los Museos de Osuna*, 9, pp. 65-68.
- Fernández de Navarrete, Martín (1851), *Biblioteca Marítima Española*, Madrid, Imprenta viuda de Calero.
- Galilei, Galileo (1649), *Le operazioni del compasso geometrico et militare*, Padoua, Paolo Frambotto.
- García de Cespedes, Andres (1606), *Regimiento de nauegación q[ue] mando hazer el Rei nuestro señor por orden de su Consejo Real de las Indias a Andres Garcia de Cespedes su cosmografo maior, siendo presidente en el dicho consejo el conde de Lemos*, Madrid, En casa de Luan de la Cuesta.
- Gauss, Carlo Federico (1801), *Disquisitiones Arithmeticae. Auctore D. Carolo Federico Gauss*. Lipsiae In: Commisiss apud Gerh. Fleischer Jun.
- Gomà, Daniel (2012), "Control, espacio urbano e identidad en la filipina colonial española: El caso de intramuros, Manila (siglos XVI-XVII)", *Scripta Nova*. XVI, 418.19.
- González, José María (1967), *Historia de las Misiones Dominicanas de China*, 5 vols., Madrid, Imprenta de Juan Bravo.
- Helbling, Johann Caspar (1632), *Tubus optico geometric novus: disputatus in Archiducali Universitate Friburgo-Brisgoia, praeside Theodorico Bægk*, Freiburg im Breisgau, Formis Theodori Meyer.
- Kepler, Johannes (1619), *Ioannis Keppleri Harmonices mundi libri V.: quorum primus Geometricus, de figurarum regularium, quae proportionibus harmonicas constituunt, ortu & demonstrationibus...* Francof: excudebat Ioannes Plancus.
- Kircher, Atanasio (1646), *Ars magna lucis et umbrae, in decem libros digesta. Quibus admirandae lucis et umbrae in mundo, atque adeò vniuersa natura, vires effectusq. vti noua, uti varia nouorum reconditiorumq. speciminum exhibitione, ad varios mortalium vsus, panduntur*, Romae, sumptibus Hermanni Scheus ex typographia Ludouici Grignani.
- Lluis i Ginovart, Josep; Fortuny-Anguera, Gerard; Costa-Jover, Agustí; Sola-Morales Serra, Pau (2013), "Gothic Construction and the Traça of a Heptagonal Apse: The Problem of the Heptagon", *Nexus Network Journal*, 15, pp. 325-348. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00004-013-0152-x>.
- Lluis i Ginovart, Josep (2016), "Geometría y traza de escaleras góticas. Las escuadras como ábacos en la construcción de los caracoles de la catedral de Tortosa", *Informes de la Construcción*, 68 (541) 16, e132. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.15.035>.
- Lluis i Ginovart, Josep (2019), "Mathematics and the Art and Science of Building Medieval Cathedrals". En: Sriraman, B. (ed.), *Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences*, Cham, Springer Nature, https://doi.org/10.1007/978-3-319-70658-0_84-1.
- Martín, M.^a Carmen (1998) "Dos derroteros para la navegación a Canarias de los siglos XVI y XVII". En: Morales Padrón, Francisco (coord.), *XII Coloquio de Historia Canario-americana*, vol. 2,

- Las Palmas de Gran Canaria, Cabildo Insular de Gran Canaria, pp. 43-56.
- Middendorff, Lube (1649), *Tabulae logarithmicae pro sinibus tangentibus et numeris ab 1. vsque ad 10000. naturali serie crescentibus ad faciliorem vsum. A.R.P. Luberto Middendorff, Soc. Iesu, traductae. Ita vt adhibitis illis per solam additionem pleraque trigonometriae problemata in regula trium absoluantur*, Coloniae Agrippinae, In officina Birckmannica, sumptibus Hermanni Mylii.
- Moreno, José María (2021a), “Ciencia y patronazgo real en el imperio español del siglo XVII: Fray Ignacio Muñoz y su Propuesta de trabajo en Artes Náuticas”, *Anuario de Estudios Americanos*, 78, 1, pp. 45-78.
- Moreno, José María (2021b), *A Seventeenth-Century Collections of Rutters: Derroteros de los mares de Maruecos, Canarias, América y Filipinas, y otros documentos, compiled by Ignacio Muñoz*. Rutter Technical Notes 5. Lisbon, ERC Rutter Project.
- Muñoz, Ignacio (1684), *Manifiesto geometrico, plus ultra de la geometria practica: addicion al IV libro de los Elementos de Euclides: construccion y demostracion geometrica del triangulo isosceles propio del heptagono regular y descripcion de la misma figura*, Bruselas, Francisco Foppens.
- Muñoz, Ignacio (1983), *Manifiesto geométrico, Plus Ultra de la geometría práctica (facs)*, Juan F. Pons León, Zaragoza, Graf. Vasconia.
- Navarro Brotons, Víctor (1999), *La Libra astronomica y philosophica de Sigüenza y Góngora: la polémica sobre el cometa de 1680*, *Cronos*, 2:1, pp. 105-144.
- Reichert, Rafal (2014), “La transcripción del manuscrito de Fray Ignacio Muñoz sobre el proyecto de manutención y extensión de la fe católica en las Islas Marianas, y del descubrimiento y la conquista de las Islas Salomón, siglo XVII”, *Estudios de Historia Novohispana*, 51, pp. 133-163.
- Reisch, Gregor (1535), *Margarita philosophica, rationalis, moralis philosophiae principia, duodecim libris dialogice cōplectens / olim ab ipso autore recognita, nuper aut[em] ab Orontio Fineo Delphinatē castigata...* Basileae, excudebat Henricus Petrus, ac Conradi Reschij impensis.
- Riccioli, Giovanni Battista (1661), *Geographiae et hydrographiae reformatae libri duodecim Quorum Argumentum sequens*, Bononiae, Typ. Haeredis Victorij Benatij.
- Rocamora, Gines (1599), *Sphera del Universo*, Madrid, por Juan de Herrera.
- Rodríguez-Sala, María Luisa (2004), “Fray Diego Rodríguez: Astrónomo-Astrólogo-Matemático, precursor de la modernidad científica nacional”. En: Rodríguez Sala, María Luisa (coord.), *Del estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-astrólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*, Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 85-130.
- Roriczer, Matthäus (1999), *Das Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit (fak. Regensburg 1486) und Die Geometria Deutsch (fak. Regensburg un 1487/88)*, Regensburg. Hürtgenwald Guido Pressler.
- Sánchez Pérez, José A (1935), *La Matemática La matemática española en el siglo XVII*, Madrid, Gráfica Universal.
- Simón, José (1992), *Bibliografía de la literatura hispánica, Volumen 15*, Madrid, Consejo Superior Investigaciones Científicas.
- Soto Mayor (1640), *Novissimus librorum prohibitorum et expurgandorum index pro catholicis Hispaniarum regnis, Philippi IIII*, Madriti, Typographaeo Didaci Diaz.
- Stevin, Simon (1605), *Tomus Secundus Mathematicarum hypomnematum de Geometriae Praxi*, Lugodini Batavorum, Ex Officina Ioannis Patii, Academiae Typographi.
- Tartaglia, Nicolo (1556-1560), *La prima parte del general Trattato di numeri et misure di Nicolo Tartaglia ; nella quale in diecisette libri si dichiara tutti gli atti operatiui pratiche et regole neccessarie non solamente in tutte l' arte negotiaria*. In Vinegia, Curtio Troiano de i Nauo.
- Zapata, Antonio (1632). *Novus Index Librorum Prohibitorum et Expurgatorum*, Hispali, Ex Typographeo Francisci de Lyra,
- Zaragoza, José (1672), *Geometria practica Euclidis: problemata continens*, Matriti, apud Bernardum à Villa-Diego.