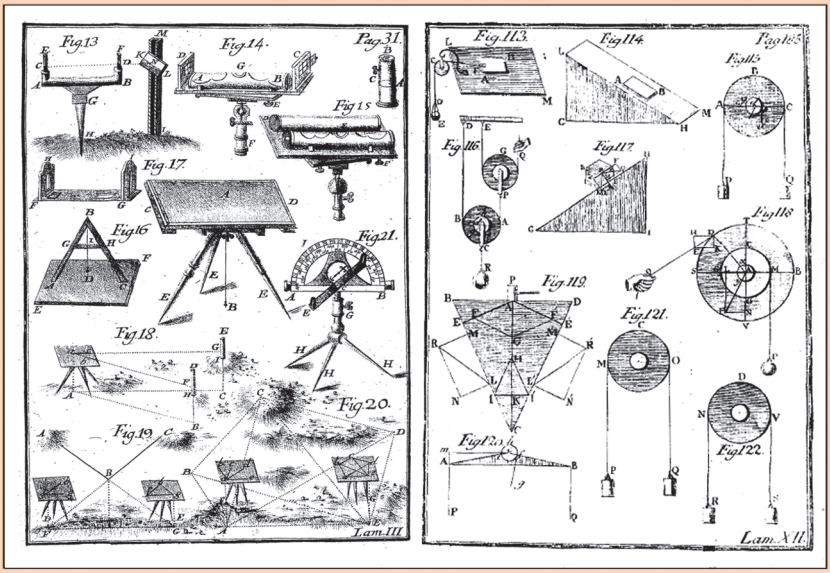
JUAN NAVARRO LOIDI



DON PEDRO GIANNINI O LAS MATEMÁTICAS DE LOS ARTILLEROS DEL SIGLO XVIII

SEGOVIA, 2013

Juan Navarro Loidi

DON PEDRO GIANNINI O LAS MATEMÁTICAS DE LOS ARTILLEROS DEL SIGLO XVIII

© Juan Navarro Loidi

Edita: Asociación Cultural "Biblioteca de Ciencia y Artillería"

I.S.B.N.: 978-84-935771-7-9

Depósito Legal: SG-22/2013

Imprime: Taller Imagen

La BIBLIOTECA DE CIENCIA Y ARTILLERÍA es una Colección que -nacida con el propósito de recuperar y dar a conocer una parte importante de la actividad intelectual en la Segovia del siglo XVIII- cuenta con el patrocinio y colaboración de las siguientes instituciones:

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SEGOVIA
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN
EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEGOVIA
ACADEMIA DE ARTILLERÍA
PATRONATO DEL ALCÁZAR
REAL ACADEMIA DE HISTORIA Y ARTE DE SAN QUIRCE

A mi padre

INDICE

Prólogo 17

Presentación 25

Capítulo Primero
LAS MATEMÁTICAS Y LA ENSEÑANZA MILITAR
CON LOS PRIMEROS BORBONES 31
Los primeros años del siglo XVIII 31
La reorganización del ejército y las primeras propuestas
de creación de academias 36
Las academias creadas por la Real Orden de 11 de abril
de 1722 43
Las Academias de Matemáticas de Barcelona en tiempo
de Calabro 54
La Academia de Matemáticas Militares de Barcelona.
La Etapa de Lucuce 61
La Academia de Guardiamarinas de Cádiz. Jorge Juan
y Newton 68
Las iniciativas que surgieron durante el reinado de
Fernando VI: 76
- Academia de Matemáticas establecida en el cuartel
de Guardias de Corps 76
- La Sociedad Matemática Militar de Madrid 79
Las universidades y los jesuitas 82
Las Academias de artillería 85
Los libros de artillería 95

Capitulo Segundo
LA FUNDACIÓN DEL REAL COLEGIO DE CABALLEROS
CADETES DE ARTILLERÍA DE SEGOVIA 105
La nueva ordenanza de artillería de 1762 105

Ordenanzas de S. M. para el Real Colegio Militar de Caballeros Cadetes de Segovia de 1768 107
El conde Gazola y la concepción del Colegio 113
Los primeros profesores. Antonio Eximeno 118
A falta de Primer Profesor (1767-1769) 131
Lorenzo Lasso de la Vega (1769-1772) 139
Cipriano Vimercati (1772-1777) 146
- El Curso de Matemáticas de Cipriano Vimercati 149
- Álgebra de Felipe de Silva 154
- Críticas de Gazola a Vimercati 160

Capítulo Tercero
PEDRO GIANNINI 165
La formación en Italia (hasta 1774) 165
La incorporación al Colegio de Artillería de Segovia (1774-1776) 172
Giannini Profesor del Colegio de Artillería de Segovia (1776-1781) 185
Giannini Primer Profesor afianzado (1782-1794) 215
Última etapa de Giannini en el Colegio de Artillería (1794-1803) 240
Fin de su vida (a partir de 1803) 263

Capítulo Cuarto
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN 269
Opuscula Mathematica 269
- "Opusculum I De hydraulica" 270
- "Opusculum II De cycloide contracta ac protracta" .. 290
- "Opusculum III De sectione determinata" 301
Opúsculos Matemáticos 324
- "Opúsculo primero. De la Cisoide" 325
- La solución analítica de un problema de mecánica 332
- "Opúsculo tercero De una nueva especie de trayectorias" 336

Capítulo Quinto

CURSO MATEMÁTICO. TOMO I: GEOMETRÍA 343
Curso Matemático […] Tomo I Prólogo 345
Elementos de Geometría Plana y Sólida 347
- Libro I 352
- Libros II, III y IV 355
- Libros V y VI 357
- Libros XI y XII 360
Trigonometría 365
Cónicas 370
- "Libro Primero De la Parábola" 370
- "Libro II De la Elipse" 372
- "Libro III De la Hipérbola" 373

Capítulo Sexto

CURSO MATEMÁTICO. TOMO II: ÁLGEBRA 379
"Libro I Nociones generales" 383
- "Del cálculo de los números y cantidades algébricas enteras" 386
- "De los cálculos de fracciones cuyos términos son números o cantidades algébricas enteras y de los números mixtos y complejos" 387
- "El cálculo de los radicales" 388
- "Del cálculo de los logaritmos" 390
"Libro II Nociones generales" 393
- "De la formación y trasformación de equaciones determinadas" 395
- "De la Resolución y Construcción de las equaciones del primer grado" 396
- "De la Resolución y Construcción de las equaciones del segundo grado" 397
- "De la Resolución y Construcción de las equaciones de tercer grado" 399
- "De la Resolución y Construcción de las equaciones de quarto grado" 404

- "De la suma y términos generales de algunas series".... 407
- "De la resolucion de las equaciones en general" 409
"Libro III Definiciones" 410
- "Del uso del calculo para resolver los problemas aritméticos" 412
- "Del uso del calculo para resolver los problemas geométricos" 416
Comparación con otros autores del siglo XVIII 417

Capítulo Séptimo
PRÁCTICAS DE GEOMETRIA Y TRIGONOMETRÍA 421
"Libro Primero Nociones Generales" 424
Instrumentos geométricos 426
"Libro II" Medida de longitudes 433
"Libro III" Figuras planas 437
"Libro IV"Volúmenes 441
"Libro V" Nivelación 445
Tablas de Logaritmos: 447
- "Tablas de los Logaritmos de los Numeros Naturales desde 1 a 20.000" 448
- "De las tablas de logaritmos hiperbólicos" 449
- "Tabla de los logaritmos para los senos y tangentes de todos los minutos de un cuadrante de círculo"..... 450
- "Fórmulas reglas y métodos de la Trigonometría rectilínea" 450
"Tabla de las principales medidas" 451
- La discusión sobre las unidades de medida en el siglo XVIII 456

Capítulo Octavo
CURSO MATEMÁTICO. TOMO III: CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL 461
"Libro Primero" 466
- Introducción 466
- "Nociones generales" 472

- De las diferenciales de las cantidades algébricas, logarítmicas, exponenciales y trigonométricas 473
- De las diferenciales de los arcos de las curvas, de las longitudes, de las áreas, de los volúmenes, de las superficies de los sólidos 478
- "De las fórmulas diferenciales, con las cuales se determinan las subtangentes, tangentes, normales, subnormales, radios de ósculo" y otras cuestiones. 482

"Libro segundo" 487
"Libro Tercero" 490
"Libro cuarto" 494
Comparación con otros autores de la época 497

Capítulo Noveno
CURSO MATEMÁTICO. TOMO IV: MECÁNICA 499
Prólogo 499
Estática. "Libro Primero" 508
- "Del centro gravedad de las magnitudes" 510
- "De la composición y descomposición de las potencias" 513
- Del equilibrio de las máquinas 514
- "Del rozamiento en las máquinas, y del embarramiento de las cuerdas" 517

Hidrostática. "Libro Segundo" 519
- "Nociones generales" 520
- "Del equilibrio de los fluidos contenidos en los vasos y tubos comunicantes de cualquier figura" 520
- "De las potencias de los fluidos sobre los fondos y paredes de los vasos que los contienen, y sobre los sólidos sumergidos en los mismos fluidos" 521
- "Del equilibrio de los fluidos y de los sólidos sumergidos en ellos; y del método para hallar las gravedades específicas de unos y otros con los usos principales que tienen estas determinaciones" 522

- "De las principales propiedades del Ayre deducidas de las experiencias y de la presión del ayre sobre las superficies" 524
- "Del modo de elevar el agua con las bombas atraente, impelente y compuesta, y de las potencias que necesitan para sostenerla en equilibrio: de la bomba de fuego, y de la máquina de compresión"..... 529

Dinámica. "Libro Tercero" 532
- "Nociones Generales" 533
- "De los movimientos de los cuerpos, uniforme, acelerado y retardado; y del movimiento compuesto, uniforme y rectilíneo" 534
- Leyes generales que cumplen los cuerpos sometidos a fuerzas constantes o variables. 536
- "Del Movimiento de los cuerpos en los que actúa la potencia de los elastros o muelles, que median entre los mismos cuerpos" 538
- "Del movimiento de los cuerpos que se chocan"..... 539
- Péndulos y trayectorias mínimas 541
- "Del movimiento libre curvilíneo de los cuerpos" 544
- "De los movimientos de los cuerpos en un medio resistente" 550

La falta de difusión en España del *Curso de Giannini* 553

Capítulo Décimo
LAS MATEMÁTICAS EN EL PLAN DE ESTUDIOS DEL COLEGIO 557

El debate sobre el programa antes de la llegada de Giannini ... 559
El debate de 1782 564
Tratado de Artillería de Morla 570
Las nuevas críticas al programa de Tomás de Morla y de José Autran en 1796 574
El siglo XIX *Reglamento de nueva constitución* de 1804. 575
- Francisco Javier Datoli y Lassle 577

Capítulo Undécimo
LOS OTROS PROFESORES DEL COLEGIO DE ARTILLERÍA DE SEGOVIA DURANTE EL SIGLO XVIII ... 587
Antonio Eximeno 590
Jorge Guillelmi de Andrade 590
Lorenzo Lasso de la Vega 594
Manuel Zapatero; Miguel Rubín de Celis; Tomás Morla; Joaquín de Mendoza; Manuel Rueda; Baltasar Ferrer; Isidoro Gómez; Alejandro Ferrer; Pedro Chenard y Vicente de los Ríos
Cipriano Vimercati 620
Juan de Arriada; Antonio Guillelmi de Andrade; Rafael Pesino; José Treviño
Pedro Giannini 630
Diego Martínez de Córdoba Contador; Vicente Alcalá Galiano; Luis Pesino; Atilano Fernández; Francisco Javier Fernández; José María Cienfuegos; José Paredes; Tomás Eslava; Juan Manuel Munárriz; Domingo Bengoa; Cándido Elgueta; Antonio de La Nueva; Antonio de Arriada; Diego Navarro Sangrán; Juan Bengoa; Fernando Barrenechea; Irineo Larraga; Mariano Gil de Bernabé; Antonio Elgueta; Manuel Gutiérrez; Antonio Miralles; José Bergara; José Guerrero de Torres; José Córdoba; Pedro Velarde; Ignacio López; Tomás Anillo; Francisco Oyarzabal; Manuel González y Juan Herrera
A modo de resumen 678

Escritos localizados de Pedro Giannini 681

Bibliografía 685

PROLOGO

La Biblioteca de Ciencia y Artillería, asociación surgida a finales de los 80 y aglutinada alrededor de la Academia de Artillería de Segovia, mantiene hasta hoy el objetivo fundacional de *recuperar y dar a conocer una parte importante de las actividad intelectual en la Segovia del siglo XVIII*. En realidad, de la actividad científica desarrollada con el protagonismo del Real Colegio de Artillería. La forma de llevarlo a cabo ha sido, además de la ordenación, catalogación, puesta a punto y digitalización de documentos y textos históricos, la publicación crítica de obras científicas de autores relacionados con el Real Colegio, así como la promoción y publicación de estudios originales surgidos a partir de las Becas de Investigación Histórica, que la Asociación convoca anualmente.

El trabajo de Juan Navarro Loidi es uno de esos textos que nacen de la Beca de Investigación, en este caso obtenida en su XIV convocatoria correspondiente al año 2008.

La situación de crisis generalizada que nos afecta precisamente desde ese año, ha estado a punto de impedir que el trabajo del profesor Navarro Loidi viera la luz, lo que, en mi opinión, hubiera supuesto una gran pérdida para la B.C.A. y Segovia, desde luego, pero también para el conocimiento de la historia de la ciencia española, pues aunque el protagonista de la investigación es un italiano, la práctica totalidad de su obra está hecha, firmada y publicada durante su estancia en

Segovia como profesor primero de matemáticas del Real Colegio de Artillería, una estancia que se prolongó por más de 25 años.

Para un historiador, cualquiera que sea su especialidad, pero quizás más si es un historiador de la ciencia, encontrarse con un personaje que se sabe autor de una importante obra científica, plantea distintas posibilidades y alternativas a la hora de afrontar su estudio. La más inmediata, la dedicación al conocimiento de la vida y avatares del personaje. Después, al estudio y valoración sistemáticos de su obra. En ocasiones hay quien se atreve con aquello que constituye la finalidad, o el objetivo, más ambicioso del historiador: desvelar la personalidad, su entorno y el fondo sobre el que proyectar todo ello, ligado a su actividad académica y su producción científica.

Y eso es lo que ha hecho Juan Navarro Loidi. Un monumental trabajo sobre Pedro Giannini, protagonista principal que fuera de la enseñanza científica en la Segovia dieciochesca en el Real Colegio de Artillería.

Ya nos tenía el profesor Navarro Loidi acostumbrados a trabajos profundos y rigurosos, de los que apenas dejan resquicio a ulteriores actualizaciones; su tesis doctoral "Las Ciencias Matemáticas y las Enseñanzas Militares durante el Reinado de Carlos II", que consiguió el Premio Defensa en 2005, fue publicada en dos tomos en 2006 por el propio Ministerio. En esta tesis estudia a fondo los antecedentes, tanto las instituciones (Escuelas de Artillería, Academias Reales, Cátedras de Matemáticas, el Colegio Imperial…) como los personajes que iniciaron o llevaron a cabo en nuestro país la introducción de las matemáticas en la milicia (Firrufino, Zaragoza, Kresa, Caramuel, Fernández de Medrano, Chafrión…). Se encuentra el lector, pues, ante un especialista de primera magnitud en la historia de la matemática y también de la vertiente científica de la milicia de esas épocas.

Con todo ello, el bagaje con el que el profesor Navarro Loidi afronta el estudio del periodo del Real Colegio de Artillería de Se-

govia, cuando ya la dinastía borbónica ha decidido que la promoción, fomento, estudio y protección de las ciencias debía convertirse en un programa de acercamiento al movimiento científico que desde hacía un siglo se daba en Europa, constituía la prácticamente única forma de defender tanto los intereses como la pervivencia política y militar de la corona.

Tras la expulsión de los jesuitas y con una universidad científicamente anclada en el siglo XVII, hubo que recurrir a un panorama distinto de instituciones que se hicieran cargo del programa educativo científico: Colegios, Seminarios, Institutos, Sociedades… pero sobre todo a la milicia. Con Carlos III el proceso de clarificación de contenidos y especialidades llega a su culminación y serán tres las instituciones militares que soporten el peso de la introducción de la ciencia moderna en nuestro país, algo que ha sido denominado como un proceso de "militarización de la ciencia" y que constituye uno de los rasgos esenciales de la ilustración española: guardiamarinas, ingenieros y artilleros, en sus respectivas Academias militares, serán el soporte vehicular de la nueva astronomía y cartografía, las nuevas técnicas constructivas y de fortificación, y de la nueva química y metalurgia, requiriendo todas ellas el fundamento de las matemáticas, disciplina que se convierte en esencial en todos los casos.

El trabajo de Juan Navarro Loidi nos presenta cómo se organizó, se desarrolló y los vaivenes que tuvo la enseñanza de esa matemática esencial para la mejora de la práctica artillera en el Real colegio de Artillería de Segovia.

A través del que sería el protagonista principal de esta formación matemática de los artilleros, se nos ofrecen las interioridades del proceso, las dudas que se dieron y los resortes que manejaron unos y otros de los personajes que desfilan por esta historia. Cómo el conde de Gazola consigue en Italia un profesor que goce de su confianza para sustituir a los artilleros que, hay que suponer con visos de certeza, no tenían la formación suficiente para organizar y afrontar la enseñanza de una disciplina abstracta y poco frecuentada

con rigor por los centros educativos españoles hasta entonces; cómo el italiano debe permanecer en Madrid más de un año hasta que Gazola consigue traerlo oficialmente a Segovia, un retraso originado tanto en cuestiones burocráticas como, casi con seguridad y a pesar de la política borbónica de contratación de extranjeros, a una soterrada oposición nacional a lo foráneo que permeaba incluso la milicia, base fundamental de las reformas borbónicas, más aún si venía a poner de manifiesto con su superioridad las carencias de los nacionales y cómo este último aspecto cobrará una importancia clara en el caso del Colegio de Artillería al provocar un continuo enfrentamiento entre Giannini y la mayoría de los profesores de matemáticas de extracción militar que compartieron docencia con él.

Este enfrentamiento se extendió a lo que en mi opinión constituye uno de los aspectos más interesantes puestos de manifiesto en la investigación del profesor Navarro Loidi y tratados sobre todo en los capítulos III y X: la opuesta visión de la relación entre la teoría fundamentadora, matemática esencialmente, y la práctica artillera.

El relativo fracaso de la enseñanza de las matemáticas entre un alumnado que accedía sin más que una escasa formación inicial a los 13 o 14 años, con una organización curricular que durante los tres primeros años privilegiaba claramente la matemática frente a la instrucción militar propiamente dicha, que solo pasaba a ser objetivo fundamental en el cuarto año de permanencia en el Colegio, terminó provocando enfrentamientos abiertos entre Giannini y el resto del profesorado del Consejo, encabezado por Tomás de Morla (que llegaría, por otro lado, a ostentar la máxima graduación militar y ser una gloria artillera, autor de un "Tratado de Artillería" de indudable valor y mérito, libro de texto durante decenios, pero en el que están ausentes las matemáticas como disciplina autónoma, concentrándose en la química, la metalurgia y fundición, fabricación de pólvoras y mixtos…), sobre la estructura y organización curricular y en el fondo sobre el enfoque y papel de la matemática en la formación artillera.

La inicial reticencia al profesor extranjero se había convertido en rechazo a su programa académico (entre las obligaciones de Giannini como Primer Profesor estaban "elaborar los tratados y vigilar la explicación de las materias programadas") por falta de "practicidad" y exceso de teoría ("Las teorías sublimes solo sirven para alargar los estudios, hacerlos más penosos, y lo que es peor, causar un cierto hastío y tedio, que hacen confundir lo que es de utilidad remota con lo que es esencial para el cumplimiento de su obligación", llegaría a escribir Morla en su informe).

Este enfrentamiento detalladamente tratado y analizado por Navarro Loidi, va más allá de lo meramente anecdótico, de las enemistades en un recinto más o menos cerrado o de los intereses corporativos que pueda sacar a la luz y constituye, para el lector que, como señalaré más adelante, tenga dificultades para seguir el análisis internalista de la obra matemática de Giannini, una de las aportaciones más interesante del trabajo que se presenta y supone un modo más de poner de manifiesto que la casi obsesión (aún bien intencionada) de parte importante de la ilustración española por ver en la ciencia exclusivamente su vertiente útil. Pero la utilidad que se deriva de la ciencia es consecuencia del desarrollo de la investigación básica, de la que no puede desconfiarse ante la tardanza de resultados prácticos. La casi exclusiva reivindicación de saberes útiles, tecnologías de aplicación inmediata, caracterizó, de alguna forma a la ilustración española, identificando equivocada y deterministamente ciencia y utilidad, olvidando (y valga de disculpa la situación de la que se venía) que las aplicaciones tecnológicas de la ciencia son el resultado de la existencia de infraestructuras educativas que pueden haberse pasado decenios sin productividad visible, aunque, eso sí, creando las necesarias condiciones para su aparición. Podrá también el lector hacer alguna extrapolación a la política científica actual en nuestro país.

Pero también tuvo Giannini en el Real Colegio con quién colaborar. Los enfrentamientos relatados, que desconocemos si se ex-

tendieron más allá de lo académico (aunque podría colegirse que sí, dada la insistencia de la oposición a sus propuestas), no fueron en todo caso impedimento para que el profesor italiano colaborara con algunos de los artilleros más brillantes de los que pasaron por el Colegio durante su magisterio. La excepción al enfrentamiento la constituirían esencialmente Vicente Alcalá Galiano y Juan Manuel Munárriz, curiosamente los dos artilleros más comprometidos con la política social y educativa borbónica llevada a cabo a través de la Sociedad Económica Segoviana de Amigos del País, de la que llegaron a ser alma mater. Los dos extranjeros que contribuyeron primordialmente a la modernización de los currículos en el Colegio de Artillería, Giannini y Proust, siempre mantuvieron una relación de colaboración con estos dos artilleros y no dudaron en colaborar a instancias suyas con actividades de esta Sociedad. Aunque Navarro Loidi estima que, en el caso de Giannini, esta colaboración fue prácticamente inexistente, hay que decir que desde luego hay constancia de que trabajó en proyectos auspiciados por la Sociedad Económica e inspirados por los artilleros nombrados y que implicaron a las capas más adelantadas de la sociedad segoviana, en un proceso/mecanismo de trasvase y divulgación de conocimientos científicos modernos en la época a los agentes productivos: tintoreros, cirujanos, agricultores… que caracteriza en gran medida el desarrollo de la sociedad segoviana en el último tercio del siglo, hasta poderse decir que Segovia constituyó, en ese sentido, "un laboratorio de política ilustrada". Giannini y Proust fueron en este proceso, muy probablemente, el puente necesario entre sociedades e instituciones científicas europeas y el Colegio segoviano para poder llevar a cabo la edición de obras pioneras y premiadas en Europa, traducidas y anotadas por esos dos artilleros y publicadas por la S.E.S.A.P., sobre electricidad médica, meteorología o química, que lo pondrían claramente de manifiesto. Hay que recordar ,y Navarro Loidi lo trata con detalle, que Giannini fue el responsable de la biblioteca del Real Colegio casi desde su incorporación al mismo, una biblioteca que tenía como finalidad principal el dotar a la

institución de las fuentes de los conocimientos científicos más actualizados a fin de poder elaborar textos para la enseñanza y abandonar "el antiguo sistema de enseñanza al dictado", pero que también fue aprovechada por los artilleros más comprometidos para, como acabo de decir, trasladar a la sociedad los avances científicos.

Este panorama en el que lo biográfico, con una excelente indagación en las fuentes más recientes, se entrevera con lo institucional, lo personal con lo colectivo y lo educativo con lo político, nos ofrece un cuadro de algunas interioridades del Real Colegio de Artillería y de la política borbónica de gran interés para la historia social de la ciencia española. Incluye Navarro Loidi en un último capítulo, breves apuntes biográficos de una cuarentena de profesores que fueron del Real Colegio, lo que constituye un trabajo extra y una novedosa aportación que hemos de agradecer pues de la mayoría de ellos nada apenas se había escrito o publicado y su aparición conjunta supone un material de trabajo muy valioso.

La parte "internalista" de la investigación llevada a cabo por el profesor Navarro Loidi, la constituye el extenso, pormenorizado y riguroso análisis de la producción matemática de Pedro Giannini. Sin duda esta parte es de lectura difícil y quedará, estimo, reservada a los familiarizados con el desarrollo histórico de la matemática. La obra de Giannini la constituyen su fundamental "Curso Matemático para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artillería" en cuatro tomos (1779-1803), las "Prácticas de Geometría y Trigonometría" (Segovia, 1784) y los trabajos de investigación "Opúsculos Matemáticos" (Segovia, 1780) y "Opuscula Matematica"(Parma, 1773).

Cada una de estas obras es tratada separadamente y ocupan los capítulos cuarto a noveno. Constituye este análisis, por tanto, el grueso del trabajo de Navarro Loidi en el que da muestra clara de un conocimiento profundo de los autores matemáticos más importantes de la época. Desde Newton a Euler, pasando por Bernouilli o D'Alambert, o, en el campo de la física, Nollet, Musschembroek

o Franklin, con quienes coteja las investigaciones sobre curvas, hidráulica o mecánica que Giannini trata en sus Opúsculos Matemáticos, segoviano e italiano, y que usará para la redacción de los tomos del Curso Matemático. También conoce detalladamente el contenido y desarrollo de otros cursos y tratados matemáticos, españoles y extranjeros, de la época: Bails, Cerda, Tosca, Juan Justo, Bézout o Wolff , que le servirán para valorar la categoría del trabajo de Giannini, estimando que, en alguna ocasión, su "virtuosismo geométrico (a la hora de utilizar construcciones geométricas para indicar cómo pueden encontrarse soluciones a las ecuaciones planteadas) llega a extremos que hacen difícil seguir sus razonamientos". Razonamientos que, sin duda, ha seguido con atención Navarro Loidi, pues llega al extremo de reconocer un error ("de Giannini o del impresor") en el cálculo del valor del número "e"… ¡en el noveno decimal!. Y aquí surge la única posible cuestión que quizás dificulte la lectura para el especialista: los razonamientos matemáticos y los comentarios de Navarro Loidi, están referenciados a demostraciones geométricas que, sin disponer de los gráficos del texto original, son de difícil seguimiento, aunque el no complicado acceso a la obra original, no desanimará al especialista interesado.

Uno por uno, los tomos del curso Matemático son desmenuzados en sus contenidos y métodos, fuentes y orientación, insertándolos en una contextualización histórico-matemática ayudada por una ingente cantidad de notas a pie que amplían la información principal y que manifiestan sin duda la erudición de Navarro Loidi.

Un trabajo, en definitiva, que contribuye significativamente a la historia de la ciencia española y que, por tanto, hay que agradecer y saludar efusivamente.

Juan Luis García Hourcade

Índice

PRESENTACIÓN

En este libro se estudia la obra de Pedro Giannini, un italiano que vivió en Segovia y que fue al mismo tiempo un personaje oscuro y un matemático distinguido. Como no es fácil saber algo sobre su vida, la obra se centra principalmente en su actuación como profesor del Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia y en las matemáticas que enseñó. Por eso es también un escrito sobre el papel de las matemáticas en la formación de los artilleros en el siglo XVIII.

Lo poco que se ha encontrado sobre su vida ha resultado ser inseguro y negativo. Era italiano, natural de Pescia (Toscana), pero no se ha podido encontrar donde se formó. Tal vez estudió en un seminario, aunque no debió ordenarse. Seguramente, no se casó ni tuvo hijos. Es incuestionable que fue Primer Profesor del Real Colegio de Artillería de Segovia, aunque no es fácil de entender cómo acabó en ese cargo. No se le ha encontrado ningún vínculo anterior a su nombramiento ni con España, ni con los Borbones que ocuparon tronos en Italia durante el siglo XVIII. No estuvo relacionado con la milicia hasta venir a Segovia, y no parece que tuviera una inclinación particular por las armas. Si tuvo algún contacto anterior con Gazola, Sabatini, Esquilache o alguno de los italianos que vinieron con Carlos III no se ha descubierto. Tampoco se ha podido aclarar como acabó su vida. Comisario Ordenador del ejército español su rastro se pierde en Aragón durante la Guerra de la Independencia.

Índice

Sin embargo, se puede conocer ampliamente lo que Giannini opinaba en matemáticas, pues publicó cinco volúmenes para la enseñanza de los cadetes y dos libros con investigaciones matemáticas. También hay muchos datos sobre la manera en que actuó como profesor y como responsable de la formación de los cadetes que acudieron desde 1776 hasta 1803 al Real Colegio de Artillería de Segovia.

A Giannini le tocó vivir los mejores años de la Ilustración española y su decadencia al producirse la Revolución Francesa. Durante el siglo XVIII las ciencias avanzaron en Europa. Las teorías de Newton pasaron a dominar en la física, y el cálculo diferencial e integral en las matemáticas. Ese cambio de modelo fue más difícil en España que en otros países de Europa. Giannini fue uno de los que ayudó a que se produjera.

A mediados del siglo con los trabajos del inglés Robins, los comentarios de Euler a su obra, y los escritos posteriores de otros autores, como el francés Patrick D'Arcy, el italiano Papacino D'Antoni, el alemán Georg Friedrich von Tempelhoff, el inglés William Congreve, o el francés Jean Louis Lombard, se descubrió la utilidad que la física de Newton podía tener en la artillería. Esas nuevas teorías, que aplicaban la nueva física de Newton no tenían todavía aplicaciones prácticas importantes, pero se suponía que no iban a tardar en tenerlas. La artillería española no podía estar al margen de esa evolución. Giannini fue fundamental en esa puesta al día.

Por otro lado, el rendimiento insuficiente que habían tenido las academias de artillería en España durante el siglo XVIII, frente a los buenos resultados que habían conseguido las de ingenieros militares, hizo que el conde Gazola se planteara un cambio radical en la forma de preparar a los oficiales del arma. Eximeno comenzó a llevar a la práctica ese cambio, Vimercati avanzó más por ese camino. Pero fue Giannini quien lo afianzó con su labor durante veinticinco años. El buen funcionamiento de un centro educativo nunca depende únicamente de una persona; pero para el Colegio

de Segovia el papel de Giannini, como jefe del departamento de matemáticas y jefe de estudios fue fundamental durante esos años.

Matemático bien formado, Giannini dominaba tanto la geometría clásica como los métodos diferenciales que tuvieron tanto éxito en el siglo XVIII. Más relacionado con la escuela italiana que con la francesa o inglesa, buscó que los descubrimientos realizados con los nuevos métodos estuvieran enraizados en las matemáticas de la antigua Grecia. Como responsable de los estudios de los cadetes fue una persona cumplidora, que seguía de cerca la evolución del Colegio y que cuidaba especialmente que el programa de matemáticas no se deteriorara.

Es cierto, que también se puede deducir de este estudio que las enseñanzas de Giannini fueron excesivamente teóricas y se limitaron a los primeros cursos de los estudios de los cadetes. No intervino en la enseñanza de la artillería, ni ayudó en las escuelas prácticas de minas, pólvoras o química que existieron en Segovia en esas décadas. Entre Giannini y los artilleros prácticos existió un corte claro.

Otro aspecto negativo de la actuación de Giannini fue la poca relación que mantuvo con los matemáticos españoles o con los círculos interesados en la renovación científica y técnica, como la Real Sociedad Económica de los Amigos del País de la Provincia de Segovia.

Pese a ello, no es justa la marginación que ha sufrido Giannini. No ha sido apreciado ni por los historiadores de la artillería española, ni por los historiadores de la ciencia. Con los cientos de alumnos que tuvo en Segovia, estudiando unas matemáticas avanzadas, fue uno de los que popularizó el cálculo diferencial e integral en España. Además, cuando nadie trataba de investigar en matemáticas en este país, él publicó algunos trabajos originales, que tuvieron eco en otros países europeos.

Es cierto que Eximeno, siguiendo las directrices de Gazola, marcó la línea que se debía seguirse en el Colegio con su "*Oración*

sobre la necesidad de la teoría para desempeñar en la práctica el servicio de S. M." pronunciada en el acto de apertura del colegio. Pero fue Giannini quien con su trabajo constante elevó el nivel científico de la oficialidad de artillería. Decía Salas en 1831, para indicar la pervivencia de las enseñanzas de Eximeno que "cuando se marchó de Segovia el Padre Eximeno dejó colgada en el Alcázar y allí sigue su sotana". Giannini no dejó tantas simpatías, pero con su labor dejó grabados el rigor y la precisión de las matemáticas en las mentes de los artilleros españoles.

Este trabajo se ha podido realizar gracias al apoyo de la Asociación Cultural Biblioteca de Ciencia y Artillería de Segovia, que me concedió una Beca de Investigación Histórica para realizarlo. Quiero aprovechar este texto para agradecerles su confianza. Debo de dar las gracias también a todo el personal de la Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia, que me ha ayudado para conseguir informaciones, empezando por los que actualmente se encargan de ella, el coronel Adolfo Cristóbal y los bibliotecarios Mª Esperanza González y Carlos Merino. También agradezco a sus jefes y a los que con anterioridad han dirigido la biblioteca porque han sabido mantener un fondo histórico de gran riqueza. Esa biblioteca es una muestra de que el espíritu ilustrado de Gazola no ha desaparecido en Segovia.

También me han ayudado a realizar este trabajo el personal del Patronato del Alcázar de Segovia, del Archivo General de Simancas, y del Archivo General Militar de Segovia, que me han sacado de más de un aprieto. He debido de pasar igualmente por la Biblioteca Nacional de Madrid, el Archivo Histórico Nacional, o la Biblioteca Central Militar, entre otros archivos y bibliotecas para completar o corroborar datos. A todos agradezco aunque en algunas tuve más éxito que en otras.

En la realización del estudio me han apoyado diversos investigadores como el profesor Juan Luís García Hourcade, que me ayudó a orientar el trabajo, el difunto profesor G. T. Bagni que me infor-

mó sobre la familia Riccati, y el profesor A. Quintanilla que me ha resuelto varias dudas con los textos latinos.

Finalmente, recordar a mi padre, que fue quien primero me explicó la riqueza de los fondos bibliográficos de la Academia de Segovia, donde estuvo estudiando.

Índice

Capítulo Primero

LAS MATEMÁTICAS Y LA ENSEÑANZA MILITAR CON LOS PRIMEROS BORBONES

Los primeros años del siglo XVIII

La llegada de Pedro Giannini a Segovia y su nombramiento como primer profesor del Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería no se puede entender sin tener en cuenta la evolución anterior de la formación teórica de los artilleros del rey de España.

A finales del siglo XVII se produjo una clara mejoría en la preparación teórica de los oficiales del ejército español. Se cerraron instituciones antiguas y se abrieron nuevos centros que presagiaban los que funcionaron durante el siglo XVIII. Así, se cerró la Cátedra de Matemáticas Artillería y Fortificación de Madrid que había creado Felipe III en 1605 para formar teóricamente a los militares y aconsejar al Capitán General de artillería. Esa cátedra fue útil en su primera etapa, cuando el

catedrático fue Julio Cesar Firrufino[1]. Luego se convirtió en un centro de preparación para aspirantes a plazas de ingeniero militar. Al final de siglo era una institución inútil que el Consejo de Guerra ordenó que se trasladara a Barcelona, en donde confiaban que la cercanía de la guerra la haría más efectiva.

La mayoría de los militares no iban a ningún centro de enseñanza. Aprendían el oficio con la práctica, en el propio ejército. Para las armas facultativas la formación matemática necesaria la conseguían en los colegios de los jesuitas que explicaban esa asignatura, que eran pocos, o estudiaban por su cuenta o con la ayuda de un preceptor. Cuando se planteaba a la corona una cuestión difícil de ingeniería o fortificación no era raro que se acudiera a ingenieros extranjeros o a la Compañía de Jesús.

En los diversos ejércitos se notaba la falta de personal preparado para las armas facultativas. A veces, el maestre de campo general organizaba una academia de formación en su ejército para cubrir esas carencias. En general no llegaban a funcionar correctamente; pero algunas tuvieron cierta entidad. Por ejemplo las que se abrieron en Barcelona, que con las guerras tuvieron una vida difícil. También la de Milán, donde se publicó la *Escuela de Palas* (1693)[2] un buen tratado de matemáticas y arte militar Pero, la academia más exitosa, por mucho, fue la que se abrió en Bruselas.

---

[1] Julio Cesar Firrufino (?-1751) fue Catedrático de Matemáticas Fortificación y Artillería en Madrid desde 1605 hasta 1650. La cátedra dependía del capitán general de artillería. Julio Cesar era hijo de Julián Firrufino, que se encargó varios años de la Academia de Matemáticas de Madrid fundada por Felipe II. Escribió varias obras de artillería de las que la principal es *El perfecto Artillero* (1648) que fue el tratado militar más importante de España en su época. No es tan original como sus antecesores Alava, Ufano o Collado; pero ofrece más información. En particular, incluye un apartado de matemáticas elementales.

[2] Sobre la *Escuela de Palas* véase Navarro Loidi (2006, v. 2, cap. 7).

Desde 1675 hasta 1704 Fernández de Medrano[3] dirigió una academia de preparación militar en la que se enseñaba principalmente matemáticas y fortificación, junto con algo de geografía y artillería, por la que pudieron pasar más de trescientos alumnos. Editó una treintena de libros algunos con mucho éxito. Ese centro fue un modelo para las academias que se abrieron más tarde.

En Barcelona se intentó abrir una academia, que fuera la sucesora de la que había existido en Madrid, pero que siguiera el programa y la forma de enseñar de la Academia de Bruselas. El 23 de noviembre de 1700, recién proclamado el nuevo rey, se nombró profesor titular de la Academia de Barcelona al alférez José Mendoza y Sandoval y profesor ayudante a Agustín Stevens, que era capitán de infantería valona, que habían sido discípulo de Medrano en la Academia de Bruselas. La Guerra de Sucesión comenzó en 1702 y aunque tardó en llegar a Cataluña parece que Mendoza y Stevens fueran destinados a reforzar las defensas. De hecho, el capitán Stevens se encontraba en Menorca en 1704 mejorando las fortificaciones y llevaba tiempo en ese destino[4]. El 8 de octubre de 1705 cayó Barcelona en manos del pretendiente y se perdió cualquier posibilidad de organizar una academia en esa capital[5].

---

[3] Sebastián Fernández de Medraano (1646-1705) de origen humilde peleó primero en Extremadura y luego en Flandes. Estudio matemáticas por su cuenta y aprendió fortificación y artillería en el campo de batalla. Cuando su tercio fue disuelto el gobernador de Flandes le nombró maestro de matemáticas y organizó una academia que tuvo mucho éxito y en la que se prepararon muchos ingenieros militares del ejército español. Entre los muchos manuales que publicó se puede destacar *El Ingeniero* (1687) o su segunda versión *El Architecto* (1700) que fue el que tuvo más éxito. También publicó una versión de los *Elementos* de Euclides, varios tratados de artillería y de geografía y algunos libros de viajes. Sobre Medrano y su academia véase Navarro Loidi (2006, v.1, cap. 5).

[4] En un manuscrito solicita sus haberes debidos desde su traslado a Menorca (AGS GA, hoja de servicios).

[5] Sobre esta academia véase Navarro Loidi (2006, v. 2, capítulo 8).

En Bruselas la apoplejía que sufrió Fernández de Medrano terminó con la academia que dirigía. Por otra parte, tras la batalla de Ramillies, perdida en 1706 por los partidarios de Felipe V, se acabó la presencia española en Flandes. Pero los discípulos de Medrano tuvieron un papel importante en la guerra en Flandes y su ayudante Jorge Próspero de Verboom se convirtió en el jefe se los ingenieros militares españoles. Verboom había colaborado con Vauban[6], que dirigió a los arquitectos militares franceses en los Países Bajos en esa guerra. La colaboración entre los dos ejércitos sirvió para mejorar la formación de los ingenieros militares españoles que, al perderse Flandes, se trasladaron a España y fueron el germen del nuevo cuerpo de ingenieros de Felipe V[7].

Los jesuitas también mantuvieron al comienzo del siglo algunos cursos de Arte Militar en el Colegio Imperial de Madrid. Su responsable fue el profesor de matemáticas José Cassani, que estuvo destinado al Colegio Imperial de Madrid de 1700 a 1732. Al comienzo Cassani se dedicó a la astronomía y a las matemáticas, puras y aplicadas, luego se consagró sobre todo a la organización y puesta en marcha de la Real Academia Española, de la que fue uno de los fundadores. Fue también calificador de la Santa Inquisición. Publicó muchos libros sobre la historia de la Compañía y sobre temas religiosos. Sobre cuestiones militares publicó *Escuela militar de fortificacion* (1705) y dirigió algunas conclusiones públicas de alumnos suyos como *These Mathesos de Militari Architectura et Cosmographia 2 Septembris 1704. Matriti*, que fue defendido en un acto público su alumno Nicolás de Benavente y Laredo.

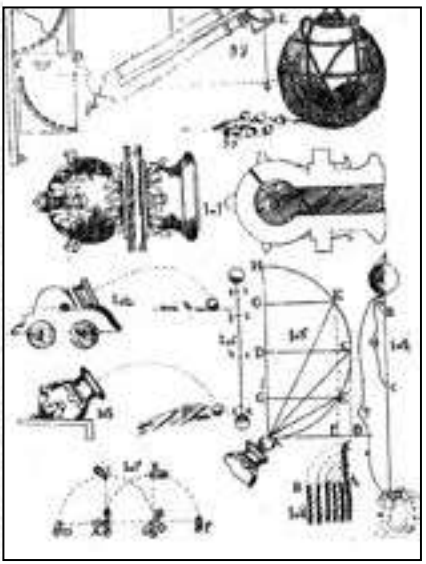
---

[6] Sébastien Le Prestre, Seigneur de Vauban (1633 – 1707), responsable de las fortificaciones de Francia con Luis XIV, fue el ingeniero militar más famoso de su época. Su escuela dominó durante varias décadas tanto en la construcción de fortificaciones, como en las formas de atacar las fortalezas.

[7] Sobre esta cuestión véase Muñoz Corbalán, Juan Miguel (1993) *La labor profesional de los ingenieros militares "borbónicos" de Flandes a España (1691-1718)*. Ministerio de Defensa col. Tesis Doctorales.

Escuela militar de fortificacion trata sobre todo de arquitectura militar. Al presentar los autores que habían escrito sobre fortificación en su *Escuela militar de fortificacion* Cassani alaba a Vauban y la *Escuela de Palas* y critica Fernández de Medrano de quien dice que escribía "mas como practico que dirigido a la pulidez con que suelen explicar los científicos" (p. 178[8]). También se dedica a la artillería al final del libro, discutiendo sobre la trayectoria de las balas. Reconoce que la mayoría de los autores de aquella época defendían una trayectoria parabólica; pero la considera difícil de demostrar. En cuanto a las matemáticas, Cassani supone que el lector conoce la aritmética y la geometría elemental y no las explica en este libro. En las partes en las que se necesita la trigonometría, se limita a indicar los pasos a realizar, para los que conocieran las matemáticas, y a

ESCVELA MILITAR.
DE FORTIFICACION OFENSIVA,
Y DEFENSIVA,
ARTE DE FVEGOS,
Y DE ESQVADRONAR,
DEDICADA
POR MANO
COMPVESTA



[8] Al estudiar un libro concreto se va a dar el número de página sólo en las cita, sin repetir en cada una el nombre del autor y el año de publicación.

enviar a unas tablas con las longitudes de las líneas y la amplitud de los ángulos de las fortificaciones estándar, a los que no las conocieran.

Después de 1706 no parece que Cassani volviera a enseñar arte militar.

Es posible que los partidarios del archiduque también organizaran academias. De los personajes que sobresalieron en la formación militar a finales del siglo XVII tanto el marqués de Leganés, capitán General de la Artillería, como el jesuita Kresa fueron partidarios de Carlos de Austria; pero no se tiene conocimiento de ninguna iniciativa en este sentido, y, si la tuvieron, no tuvo consecuencias.

La reorganización del ejército y las primeras propuestas de creación de academias

Durante el reinado de Carlos II la profesión militar había perdido mucho prestigio. Fueron más las guerras perdidas que las ganadas, y los laureles cosechados fueron muy pocos. Los intentos de controlar la hacienda real que se hicieron al final del reinado tuvieron como consecuencia una falta de fondos para la guerra, que no mejoró la situación. El ejército tenía problemas para cubrir las plazas de oficiales y la nobleza no quería dedicarse a las armas, que era su profesión natural según la tradición medieval. Además para la mayoría del pueblo las guerras eran algo muy lejano.

Al subir al trono Felipe V la situación cambió por la influencia francesa que introdujo el nuevo rey y su corte en todos los ámbitos y, también, por la Guerra de Sucesión, que Felipe V tuvo que vencer para afianzarse en el poder, y que acercó la guerra a Castilla y Aragón.

Felipe V comenzó a ordenar mejoras en su ejército[9], inspirándose en el ejército francés, pero tomando como punto de partida a las tropas españolas de Flandes que eran las que más habían evolucionado. Los cambios introducidos por Felipe V buscaron mejorar la organización, y aumentar el prestigio y la eficacia del ejército. Las primeras ordenanzas de 18 de diciembre de 1701 y de 10 de abril de 1702 se conocen como las "Ordenanzas de Flandes" por su origen. En ellas se cambia el nombre de los tercios que pasaron a llamarse regimientos. Sus jefes en lugar de llamarse maestre de campo pasaron a llamarse coronel. Cambios formales, pero muy simbólicos. El armamento de la infantería dejó de consistir en picas, arcabuces y mosquetes para ser de fusiles con bayoneta para todos. Estas instrucciones se generalizaron a todo el ejército por medio de una orden dictada el 28 de septiembre de 1704. En 1706 y 1707 se publicaron nuevos reglamentos para la caballería y la infantería. El 2 de mayo de 1710 se dieron a conocer las ordenanzas para la artillería y el 17 de abril de 1711 se creó el cuerpo de ingenieros militares. Todos estos planes, reglamentos y ordenanzas cambiaban aspectos parciales de la organización del ejército. No hubo un cambio revolucionario sino un conjunto de cambios importantes encadenados que terminaron por configurar un ejército distinto al de los Austria, pero heredero de su tradición.

Todas las innovaciones promulgadas por Felipe V tuvieron una línea común. Se quería que el ejército poseyera una organización estable, más capaz y que estuviera mejor considerado. Por eso, para las cuestiones económicas, se creó el cargo de intendente. Se instituyó el alistamiento por quintas de forma que los soldados no provinieran masivamente de sectores marginados. Se construyeron cuarteles para que el hospedaje de la tropa no tuviera que hacerse en casas particulares. Se tomaron medidas

[9] Sobre la cuestión se puede ampliar en el prólogo de José Cepeda Gómez en Herrero (1990).

para que aumentara el prestigio de los oficiales y se buscó que se incorporara al ejército la nobleza del reino.

Las *Ordenanzas* de 12 de julio de 1728 fueron la primera legislación militar general del ejército borbónico; pero la más completa y definitiva está contenida en las *Ordenanzas de S. M. para el regimen, disciplina, subordinación, y servicio de sus exercitos* de 1768.[10] En estas Ordenanzas de 1768 se dedica a la formación de los oficiales el "Titulo XVIII. Forma, y distinción con que han de ser los Cadetes admitidos, y considerados" (*Ordenanzas,* 1999, v. 1, p. 189 y ss.) En esa reglamentación se exige que "El que se recibiere por Cadete, ha de ser Hijodalgo notorio, conforme a Leyes de mis Reynos". La edad mínima para entrar se fijó en 12 años para los hijos de oficiales y 16 para el resto. En cada regimiento no podía haber más de dos cadetes. Debían realizar las tareas de un soldado aunque estaban exentos de algunos servicios y debían ser tratados como hidalgos. Sobre su preparación, que es el tema que aquí interesa, se dice que:

> "23 Para que la educación Militar de los Cadetes produzca a mi servicio, bien dirigida, las ventajas que / interesa, elegirá cada Coronel en su Regimiento un Oficial de talento, experiencias, y genial amor a la profesión, que inflame, y forme el espíritu de esta juventud, tomando a su cargo el importante cuidado de instruirla en el modo que explican los Artículos sucesivos de este Titulo."

A continuación va enumerando las cuestiones en que debe prepararles. Se dice que dicho encargado "prevendrá a los Cadetes nuevos, que compren, y estudien la Ordenanza"; y les dirá que deben cuidar su armamento, y ser disciplinados. Les informará de cómo se debe formar un regimiento, o de las

---

[10] Para ampliar ver: "La profesión militar y las sabias ordenanzas de Carlos III" prólogo por Antonio Alonso Molinero en *Ordenanzas de S. M. para el regimen, disciplina, subordinación, y servicio de sus exercitos.* Se utiliza la reedición facsimil de Lex Nova (Valladolid, 1999).

obligaciones del centinela, Así se continúa con cuestiones similares, hasta que al final se añade:

> "36 Cuando esté bien adelantada la instrucción de / los Cadetes en todo lo expresado, se les hará aprender la Aritmética, Geometría, y Fortificación, con arreglo al Tratado, que se formará para este efecto"

La preparación general incluía pocas cuestiones relacionadas con las matemáticas o las ciencias. Respecto a lo que se hacía en el siglo anterior cambia el que esos conocimientos matemáticos se reconocen en las ordenanzas como necesarios para los oficiales de todas las armas, no sólo para marinos, ingenieros o artilleros.

En las ordenanzas de comienzos de siglo para los artilleros, también se tuvo en cuenta la cuestión de la formación. El *Reglamento* de 2 de mayo de 1710 para la organización de la artillería decía en su ordenanza 15:

> "Ordeno y mando haya cuatro escuelas de artillería y bombas, una en Aragón, otra en Extremadura, otra en Andalucía y otra en Galicia, en donde se adiestren, experimenten y ejerciten los artilleros y bombarderos, a fin de crearlos prácticos y hábiles para el real servicio" (*Portugues*, 1765, v.VI, p. 66).

Estas escuelas eran similares a las escuelas prácticas de la dinastía anterior. Los jefes de la artillería debían facilitar esas enseñanzas y poner a disposición de la escuela pólvora, cañones y personal para las prácticas. También se acordaba la creación de otros centros más teóricos:

> "Ordeno y mando haya tres Escuelas o Academias militares, una en Aragón, otra en Extremadura y la tercera en Andalucía, donde se enseñen matemáticas, y particularmente la fortificación y todo lo que toca a los ataques y defensas de plazas, la geografía, campamentos de las tropas / formación y movimiento de batallones y otros ejercicios militares [...] Y siendo preciso que los ingenieros que hubieran de enseñarlas, y tener la dirección de estas Academias sean escogidos y los de la mayor satisfacción así por su ciencia como por su ingenio [...] ordeno que el Ingeniero general de mis

ejércitos de España los proponga al capitán general de Artillería" (Portugues (1765, v.VI, p. 67).

Como se puede ver los profesores de esas academias debían ser ingenieros militares y la materia a enseñar, sobre todo, fortificación. Esa dependencia de los ingenieros fue sentida más adelante como una injusticia por los artilleros.

Estas academias no llegaron a organizarse, la guerra dificultaba dedicarse a lo que no fuera imprescindible. El mismo año en que se publicaron estas ordenanzas el Archiduque entró en Madrid y tuvieron lugar las batallas de Brihuega y Villaviciosa. Pero una vez terminada la guerra se hicieron varias propuestas para organizar unas academias militares[11]. En general tomaban como modelo a seguir la Academia Bruselas dirigida por Fernández de Medrano. Por ejemplo, la titulada "Discurso y Projecto para el establecimiento de Academias reales de Mathematicas militares" (AGS GM 2994)[12], que fue escrita en 1715 y se suele atribuir al director de los ingenieros militares Verboom, o a su entorno. Se planteaba abrir cinco escuelas. Las de Sevilla y Bilbao se dedicarían a la Hidrografía y formarían a los oficiales de la armada y a los encargados de la defensa de los puertos. En Badajoz y Barcelona se abrirían otras dos dedicadas principalmente a la arquitectura militar. Se abriría una central en la Corte en la que se abarcarían los dos aspectos y en la que "se enseñaran también generalmente los elementos y demostraciones de las mathematicas especulativas sin excepción alguna". En las academias habría un director y un teniente o maestro subalterno,

---

[11] Se puede ampliar en Capel et al. (1988, p. 108-110)

[12] En AGS, GM, 2994, en el mismo legajo hay otro documento, probablemente de las mismas fechas y escrito por el ingeniero Sansón Hallori, titulado "Para establecer una Academia militar en Badajoz, o sea en otra ciudad" en el que se proponía crear academias en Madrid, Cádiz, Sevilla, Badajoz. Coruña, San Sebastián, Barcelona y Valencia. Lo mismo que en el documento que se comenta, las líneas generales en cuanto a profesores, alumnos, horarios y materias eran las marcadas por Medrano en su Academia de Bruselas a finales del siglo anterior.

ambos ingenieros y veinte discípulos nombrados de "los regimientos de infantería, que se hallaren en las guarniciones y cuarteles más próximos, ya sean soldados o oficiales así de infantería, como de artillería y marina, como también hijos de caballeros". En cuanto a las materias a enseñar se propone:

> "Las facultades que se han de enseñar en la academia serán las siguientes: Arismetica, fortificacion, ataque y defensa de plazas, expediciones de los ejercitos, disciplina y ejercicio de las tropas, asi en campaña / como en Guarnicion (uno y otro arreglado a las ordenanzas de SM) geometria, trigonometria, inteligencia de la esphera, geographia antigua y moderna, manejo y uso de la artilleria, bombas, minas, artificios de fuego, maquinaria & hidrographia, o arte de navegar, fortificacion, ataque y defensa de las costas, y puertos de mar, disciplina militar de la marina arreglada a las ordenanzas de S.M., construccion de vajeles, y galeras con la inteligencia de sus materiales, y armamentos, expediciones de / flotas y escuadras, naturaleza y advertimentos de los mares, y temporales &a. Estos artes y todo lo a ellos perteneciente, se han de disponer en un orden doctrinal de suerte que la inteligencia de los primeros, facilite succesivamente la comprehension de los demás. Y porque es constante que ningun author los ha escrito con methodo mas inteligible, y regular para la enseñanza de perfectos ingenieros como Don Sebastian Fernanadez de Medrano, a diferencia de otros autores que tubieron muy diversos motivos para / dar a luz sus obras, tengo por necesario al bien del real servicio se buelban a imprimir nuevamente las de este meritissimo autor" (AGS GM 2994).

Es decir, las academias se planteaban como una continuación de la dirigida por Fernández de Medrano en Bruselas. Junto a este aprecio por la obra de Medrano, el autor se muestra muy crítico con la enseñanza de los jesuitas sobre la que se dice:

> "No ignoro los grandes y profundos mathematicos que huvo y hay en España particularmente entre los padres de la Compañía / que con primor exquisito han tratado lo especulativo de estas ciencias y

> sacado de ellas muy curiosas invenciones, que pueden ser utilissimas al Comercio y trato civil, como se ve por sus doctos escritos, pero desengañense todos de que las partes que pertenecen al Arte Marcial no se pueden aprender en conclusiones con artificio y sutileza de la lógica, sino (como dice el famoso Camois) vendo, tratando é pelejando."[13]

A finales del siglo anterior también se había debatido esa cuestión; pero de una forma menos clara y menos crítica con los jesuitas. Por ejemplo, en la reunión del Consejo de Guerra de 29 de Julio de 1699, cuando se discutió sobre la organización de la institución sucesora de la Academia de Matemáticas, Artillería y Fortificación de Madrid que debía abrirse en Barcelona, el conde de Puñoenrostro propuso delegar la enseñanza teórica en los jesuitas y encargarse en los regimientos de la preparación práctica[14], sin encontrar a nadie que le apoyara[15]. En el texto posterior el autor se muestra claramente opuesto a esa posibilidad. Las condiciones políticas eran diferentes. El papa Clemente XI había reconocido al pretendiente Carlos como rey de España, y los jesuitas tenían, y tienen, un juramento de obediencia al papa.

En esas discusiones, también se debatía la necesidad de unos conocimientos teóricos, sobre todo en matemáticas, antes de comenzar la preparación específica de artillero o ingeniero militar, que era la línea que seguían los jesuitas, o si la formación militar debía comenzar con la práctica de la guerra, para luego estudiar las ciencias necesarias para llevar correctamente la práctica bélica. Esta polémica se vuelve a encontrar en la creación del Colegio de Artillería de Segovia.

---

[13] Subrayados del manuscrito (AGS GM 2994).

[14] Aparici s. XVII 4º Sección, Artillería, "Escuelas Prácticas y Academias".

[15] Aunque ahora puede parecer una propuesta sin base, no era tan descabellada. Luís XIV utilizó ese método para mejorar sus academias de guardias marinas (Navarro Loidi, 2006, v. 1, p. 170).

Las academias creadas por la Real Orden de 11 de abril de 1722

Parece que desde 1716 se había pensado en abrir una academia en Barcelona (Capel et al., 1988, p. 110). Es probable que comenzara su funcionamiento en 1720 con el artillero de origen italiano Mateo Calabro de profesor. En una carta dirigida a Baltasar Patiño, marqués de Castelar, el 1 de noviembre de 1721, "Don Matheo Calabro teniente de una compañía del Primer Batallón del Regimiento de Real Artillería" le decía que:

> "Viene hoy a informarle de los progresos que hace la escuela de matemática establecida en esta ciudad de Barcelona por orden de S. M. (que Dios guarde).
>
> Esta escuela empieza desde que el día lo permite y muchas veces acaba a las diez de la noche, y en ella se enseñan las partes de Matemática de que necesitan los que desean servir con acierto a S. M. sea por mar o por tierra.
>
> Al principio que se hizo la apertura de la dicha escuela, acudieron a ella los oficiales sargentos y cadetes de la artillería; y esto duró dos o tres meses y después vinieron más y las razones que habían tenido no las sé todavía. La escuela se compone hoy de pretendientes a ingenieros y otros que ya lo son, de algunos oficiales y cadetes de infantería [...] , así mismo vienen a la escuela, mozos que se destinan a servir / a S. M. en la marina" (AGS GM 569).

Concluía solicitando la protección del Secretario de Guerra para esa institución. La carta tiene interés porque informa de que la escuela había nacido para formar artilleros pero un trimestre más tarde comenzaron a acudir nuevos alumnos que se inclinaban hacia la arquitectura militar, la marina o la infantería. También es interesante una nota al margen de la carta en la que Calabro da referencias de sus protectores:

> "Quien puede informar de mi a V. E. son Dn Joseph Patiño, hermano de V. E., el principe de Castellón, el de Campo y Florida. Los tenientes

generales Dn Jorge Próspero Verboom Dn Jacinto de Pozobueno, Dn Thomas Idiaquez y otros muchísimos como Dn Joseph de Gaiosso y el conde de Martiane" (AGS GM leg. 569).

Aparecen generales y jefes de infantería como Pozobueno o de ingeniería como Verboom, pero no aparece Marcos Araciel que era el general de artillería del que dependía.

Calabro vivía en el edificio de la escuela, cuyo alquiler pagaba el rey[16]

No fue Barcelona el único lugar en el que hubo iniciativas de ese tipo. En Pamplona el teniente de artillería Agustín Braus, de origen alemán, había comenzado también a enseñar matemáticas y artillería en 1720, y solicitó que se abriera una academia en la plaza, como lo muestra esta carta dirigida al marqués de Tolosa el 21 de noviembre de 1720:

"Muy señor mío habiendo tenido noticia que el Teniente provincial de la Artillería Dn Agustín Braus representa a S. M. el deseo que le asiste de ver establecida en esta Plaza la Academia de Artilleria y Mathematica que por via de diversion ha empezado a enseñar a algunos oficiales y cadetes de los cuerpos de esta guarnición y, contemplando yo lo mucho que convendría al real servicio el referido establecimiento hace que mi amor al Rey se arroje a tomarse la licencia de suplicar a V. S. rendidamente se sirva de apoyar eficazmente esta plausible provechosa idea" (AGS GM 569).

---

[16] O al menos eso había pedido Marcos Araciel el 22 de febrero de 1721 "Cuando se estableció en Barcelona la escuela de matemática y enseñanza manual de artillería, entre las órdenes que se sirvió su Magestad dar para dicho efecto fue una el que se destinase una casa; y habiéndose mandado al intendente Dn Rodrigo Cavallero me escribe el comandante de / la Artillería es precisa nueva orden para el intendente actual Dn Josef Pedrajas a fin de que continúe a pagar el alquiler de la referida casa destinada en que vive Dn Matheo Calabro que es el maestro de la Academia. Lo que participo a V. S. para que se sirva mandar expedir dicha orden por interesar en / ello el servicio de Su Magestad y no importar su alquiler sino solo diez doblones al año" (AGS GM 569).

Es probable que hubiera más iniciativas como estas en otros lugares. No queda claro quien concedió el permiso para abrirlas, pero parece que la iniciativa partía más bien de los profesores y contaba con el apoyo de la dirección del ejército de la zona.

En respuesta a esas peticiones y de acuerdo con lo que decía el *Reglamento* de 1710, se dictó una Real Orden (R. O.) el 11 de abril de 1722, que decía:

> "He resuelto que en las plazas de Barzelona, Pamplona, Badajoz y Cadiz se establezcan las escuelas de Mathematica y enseñanza de la Artillería y que a los quatro oficiales que las han de dirigir y ha de nombrar el Comandante Gral. de la Artillería se les de por la thesoreria ma^{r} a cada uno zinquenta doblones en cada un año empezando desde el 1 de enero del corriente, todo el tiempo que estuvieren y se emplearen en este cargo, de que ha de constar por zertificacion de los Governadores de cada una de las referidas Plazas, respectivamente en que exprese los / nombres y demás circunstancias de los oficiales que dirijen o dirijieren las expresadas Academias, dando estos sus rezivos, tendrereslo entendido para su cumplimiento y ejecutarelo asi; señalado de la Real mano de S. M. en Aranjuez a 11 de Abril de 1722" (AGS GM 569).

Los profesores nombrados para estas escuelas de matemáticas fueron Mateo Calabro para Barcelona, Agustín Braus para Pamplona, Fernando Boscareli para Badajoz[17] y para la plaza de Cádiz Francisco Balbasor.

Sin programa, sin saber cómo se van a elegir a los alumnos, ni qué destino van a tener al acabar los estudios, no parece que estos centros de enseñanza pudieran tener una vida muy dilatada. Sin embargo, todas tuvieron un funcionamiento más o menos largo, dependiendo del profesor y del apoyo de los jefes de los que dependiera.

---

[17] El marques de Dragonetti propuso al marqués de Catelar en carta de 12 de julio de 1722 que "Dn Fernando Boscareli sea nombrado para que en esta plaza dirija la Academia y enseñanza de Matematicas" (AGS GM 569).

En Badajoz no es seguro que Boscarelli llegara a ocupar el puesto. El 2 de febrero de 1725 Marcos Araciel, Comandante General de la Artillería de España, nombró a Adolfo Vischof para la dirección de la academia. Por los datos conseguidos parece que le dio una orientación más bien práctica. En los documentos que se han encontrado se piden lugares para ejercerse en el tiro, no locales para impartir alguna enseñanza. Por ejemplo:

> "Dn Adolfo Vichof me havia expresado que para que los artilleros hagan y practiquen la escuela de artillería dos veces a la semana a fin de adiestrarse en los tiros y faenas de su incumbencia es preciso construir una batería de dos piezas de cañón y el blanco."[18]

En 1727 Vischoff pasó a combatir en el sitio a Gibraltar. Cuando en 1728 acabó el sitio y volvió a Badajoz tuvo problemas para cobrar la prima que le correspondía como director de la escuela porque se le exigió que antes la pusiera en funcionamiento (AGS GM 569). No se tiene más noticias de esta academia que parece haber sido más bien una escuela práctica de artillería que una academia de matemáticas.

La escuela de matemáticas y artillería de Pamplona tuvo dificultades para encontrar un local para las clases. Braus escribió una petición con ocho puntos, solicitando que se habilitara para las clases una sala del Hospital Militar Nª Sª Belén, colocando en ella mesas, bancos, y ventanas. Pedía también que se habilitara un servicio de limpieza y que se previeran fondos para tener fuego y no pasar frío en invierno. Además necesitaba cadenillas de medida, cuerdas y piquetes, y consideraba oportuno que se les diera una ayuda a los "Academistas" para papel y para comprar el "estuche de matemáticas". Pedía igualmente que no se diera a los alumnos otro destino mientras estuviesen estudiando, y que se librara un

[18] AGS GM 569. Carta de Félix Ponsic escrita en Badajoz a 1 de marzo de 1726. En el mismo legajo hay otra similar, también del citado Ponsic de 25 de enero de 1726 pidiendo una bateria para la escuela al conde de Ripalda.

Braus plano de la zona de Eugui

dinero para dar recompensas a los mejores. Además mandaba un programa de las clases, que no se ha localizado, advirtiendo que si la dirección de artillería quería saber lo que se explicaba en cada clase debía nombrarle un ayudante para que copiara lo explicado.

Se mandaron las peticiones y el programa propuesto por Braus al Ingeniero General Jorge Prospero de Verbom para que diera un dictamen. Éste contestó desde Ceuta el 8 de junio de 1723 que él:

> "Halla por mui conveniente este establecimiento en España donde (careciéndose de estas Academias) faltan los medios a los aficionados para aplicarse a la ciencia de las matemáticas tan util en un estado [...] suponiendo el sugeto que lo propone havil para enseñar todo lo que propone asi de Geometria Practica, como Especulativa, Regla de la fortificacion, Geographia" (AGS GM 569).

Además recomendaba que se aceptara lo propuesto por Braus, mientras no se preparara un reglamento general para ese tipo de centros. En cuanto a la capacidad del profesor decía que no le conocía y nada podía decir. Obsérvese que para Verboom estas academias teóricas se dedicaban a la "ciencia de las matemáticas".

En 1726 todavía se pedía a los regimientos que enviaran el número de oficiales y cadetes que les pareciera conveniente para "asistir a la Academia [...] en Pamplona". Pero pos-

Propuestas de Balbasor (AGS)

teriormente no se ha encontrado nada por lo que es probable que cerrara en los años siguientes[19].

Para la escuela de matemáticas de Cádiz el nombramiento recayó en Francisco Balbasor[20] Comandante General de la Artillería de dicha provincia. Sobre la vida de este militar se conoce más que sobre la de los anteriores, gracias a lo que se dice en los prefacios de un libro de matemáticas que publicó titulado *La Campana de Manfredonia* (Sevilla, 1726). Probablemente nació en Italia. En la dedicatoria de *La Campana de Manfredonia* afirma llevar 36 años al servicio del rey de España, lo que querría decir que se alistó en 1690. En uno de los diversos prefacios de ese libro se dice de él que era "un hombre docto en Mathematicas, que con título del Señor Carlos segundo las enseñó", por lo que debió haber

[19] Braus estaba encargado también de las fundicones de munición de la montaña de Navarra. Véase A. Rabanal (1987) *Las Reales Fábricas de Municioones de Eugui y Orbaiceta en Navarra*, p. 30-35. El plano de la figura proviene de ese libro (AGS MPD XXI-60, GM 434),

[20] Sobre este personaje se puede ampliar en: Navarro Loidi (2011).

dirigido alguna escuela durante el reinado anterior. Sin embargo, su principal ocupación fue la de artillero, no la de profesor. En la introducción del comienzo del libro se hace el siguiente resumen de su actividad militar:

> "A la obra del señor coronel Don Francisco Balbasor Theniente Provincial de la Artilleria de España, comandante en jefe que fue de los Exercitos de Navarra, Aragon, Cataluña y Estremadura, y de los de Zeuta durante la expedicion de Africa, y al presente de este Exercito y Provincia, y director de la Real Academia de Mathematicas y Artilleria en la plaza de Cádiz" (s. p.)

A parte de lo que dice en dicho libro, se sabe que durante la Guerra de Sucesión jugó un papel importante en la toma de Brihuega y en la batalla de Villaviciosa[21]. Acabada dicha guerra, por lo que se dice en la cita anterior, participó en la campaña que se realizó en 1720 para liberar Ceuta del asedio de los marroquíes. En 1722, cuando fue nombrado responsable de la Escuela de Mathematica y Enseñanza de la Artillería de Cádiz, era el jefe de la artillería gaditana. Siguió al mando de la artillería de Cádiz y de encargado de la Academia de Matemáticas y Artillería hasta 1727. En 1727 participó en el sitio de Gibraltar dirigiendo una batería de 10 piezas que sufrió mucho por los disparos de la plaza fuerte[22].

No se ha podido saber con certeza si, de vuelta a Cádiz, Balbasor continuó dirigiendo la Academia. Probablemente no se volvió a abrir porque no se han encontrado certificados justificando gastos posteriores a 1727. Es seguro que en 1733 la Academia no existía y que Balbasor estaba vivo, pues en el *Tratado de Artillería, theórica, y práctica* (1733) de Juan Sánchez Reciente, figura un elogio al

---

[21] Ver http://www.ingenierosdelrey.com/guerras/1702_sucesion/1710_villaviciosa.htm (10-XI-2011).

[22] Montero, Francisco María (1860). *Historia de Gibraltar y su campo*, Cádiz: Imprenta de la revista médica, p. 310-314.

LA CAMPANA
DE MANFREDONIA.

TRATADO MATHEMATICO,
EN QVE SE RESVELVEN LAS
INCOGNITAS PROPOSICIONES DE LA
dimension del Circulo en diferentes partes
iguales, la trisection del Angulo, assi Rectilineo, como Curbilineo; la de dos medias proporcionales entre dos dadas, en que se comprehende la duplicacion del Cubo, la quadratura del Circulo, y otras, &c.

QVE CONSAGRA
A LA ALTEZA DEL AVGVSTISSIMO
SEÑOR DON FERNANDO,
PRINCIPE DE ASTVRIAS, N. S.
POR MANO
DEL EX.mo Sr. DON BALTHASAR PATIÑO,
Marques del Castellar, del Consejo de su Magestad, Secretario de Estado, y del Despacho Vniversal de la Guerra, &c.
EL CORONEL D. FRANCISCO BALBASOR,
Comandante General de la Artilleria del Exercito, y Provincia de Andalusia, Director de la Real Academia de Mathematicas, y Artilleria, en Cadiz.

autor escrito por Balbasor en el que se presenta como antiguo director de la academia[23]. No se ha encontrado ninguna mención posterior, por lo que por esas fechas debió fallacer.

Además de su actividad como profesor y como militar, Balbasor se dedicó a promover mejoras en la artillería española. En el Archivo General de Simancas (AGS sign.: SGU/00706.) se encuentran, al menos, cuatro documentos con propuestas de este autor: "Barril: de cavida de un quint[al] de Polbora" (1726), "Diseño original de cañón / propuesto por D. Francisco Balbasor" (1727), "Diseño del provete para reconozer la mayor resistencia de los Metales" (1728) y "Proyecto de nueva ynbencion de una pieza de artillería de bronce" (1728). Sobre su pieza de artillería de bronce Balbasor decía que su principal ventaja estaba en el fogón, que era fácil de reparar. El "provete" debía servir para medir la firmeza de las aleaciones. Sobre este "provete" se ha localizado un informe del jefe de la artillería conde Mariani, firmado en Cádiz a 9 de marzo de 1729, valorándolo negativamente (AGS GM 706).

Se conservan varias cartas y peticiones referidas a la Academia de Balbasor. En todos los casos se refieren a cuestiones de funcionamiento, en ninguna se trata del programa, de los alumnos

[23] "Parecer de Don Francisco Balbasor coronel de infantería española, Theniente provincial de la Artillería de España y Director que fue de la Real Academia de Mathematicas y enseñanzas de la Artilleria de la Plaza de Cádiz" (Sánchez Reciente, 1733, s. p.)

o del resultado de las clases. Esta falta de referencias docentes lleva a pensar que los resultados no fueron muy importantes. Pero se puede asegurar que esta academia de Cádiz funcionó y generó unos gastos de los que se conservan varios justificantes[24]. Por ejemplo en una certificación fechada el 10 de diciembre de 1724, el gobernador militar de Cádiz dice:

> "Zertifico que el coronel Dn Franco Balbasor Comandante General de la Artillería de este excto. y Provincia en virtud de real orden ha dirigido en esta Plaza este presente año de la fecha la escuela de Mathematicas y enseñanza de la Artillería a los oficiales del estado mayor del batallon real della, y Artilleros de el, y me consta lo mucho que aprovechan dichos oficiales y Artilleros con el ejercicio de esta Academia por la buena dirección theorica y practica del expresado Comte. en ambas facultades" (AGS GM 569).

En el caso de Balbasor se puede saber si cómo preguntaba Verboom sobre Braus el sujeto era hábil para dar esas clases de matemáticas gracias a la mencionada obra *La Campana de Menfredonia*[25]. Ese libro se compone de una extensa introducción de 57 páginas, y del texto de Balbasor que ocupa otras 135 páginas. Comenzando con este último, en el "Prologo a el lector" (p. 1-2) el autor expone el objeto del libro, explicando que hay algunas cuestiones que "sepultadas en los passados siglos, han sido ocultas a los mas perspicaces Mathematicos, como son la Triseccion del Angulo o Arco; Inscripcion del Eptagono, o Septimidad del Circulo; la duplicacion del Cubo; la de dos medias proporcionales entre dos dadas; la quadratura del circulo &c. que hasta estos tiempos han sido incógnitas" (p.2). Añade que él ofrece las soluciones de esos problemas "discurriendo con

---

[24] La academia estaba situado en la calle del Teniente, en Cádiz, en una casa propiedad de María y Teresa de Sierra, según se dice en "Carta de 23 de enero de 1725 del conde de Ripalda en Sevilla al marqués del Castelar", y otros documentos (AGS GM leg. 569).

[25] Para un análisis detallado del libro ver Navarro Loidi (2011).

la línea y el arco" (p. 2), es decir siguiendo la tradición euclídea. Esa fidelidad de Balbasor a los métodos clásicos de la geometría griega se manifiesta también en la forma de desarrollar los temas. En *La campana de Manfredonia* hay definiciones, proposiciones-problemas, proposiciones-teoremas, corolarios y escolios, como en los *Elementos* de Euclides[26]. En las demostraciones los pasos se justifican acudiendo a proposiciones demostradas anteriormente, o a los *Elementos*, salvo en algunas pocas ocasiones en las que se cita a Arquímedes[27]. Las referencias a los *Elementos* provienen en su mayoría de la versión castellana publicada por el jesuita Kresa en 1689 mientras estaba en Cádiz y las citas de Arquímedes están tomadas todas del apéndice sobre su obra que tiene dicha versión de Kresa. Parece ser, por lo tanto, una persona con buen conocimiento de la geometría elemental.

Como es bien sabido ninguno de los tres problemas clásicos tiene solución con regla y compás. Sin embargo, Balbasor no se muestra avaro a la hora de proponer soluciones. Ofrece seis formas distintas de inscribir el heptágono regular en una circunferencia, diez formas diferentes de inscribir en ella un eneágono regular, once maneras de realizar la trisección de un ángulo, dos formas de hallar dos medias proporcionales entre dos cantidades dadas, es decir de duplicar un cubo, y catorce formas de hacer la cuadratura del círculo o la rectificación de la circunferencia. En cada cuestión

---

[26] Euclides fue un matemático griego que trabajó en la Biblioteca de Alejandría y vivió al rededor del año 300 a. de C. Pero su libro los *Elementos* fue la obra básica en geometría desde la Antigüedad Griega hasta el siglo XIX.

[27] Arquímedes (siglo III a. de C.) fue matemático, físico, ingeniero, inventor y astrónomo. Vivió en la colonia griega de Siracusa y se le considera uno de los mayores genios de la Antigüedad. Trabajó sobre hidrostática, estática y la explicación del principio de la palanca. Se le considera un precursor de la aplicación de las matemáticas al Arte Militar porque ideó varias armas para defender de los romanos a la ciudad de Siracusa durante el sitio que sufrieron durante los años 214–212 a. C.

que se plantea sólo hay una o dos proposiciones que están desarrolladas de forma detallada, en las demás se indica el método a seguir sin demostrarlo. Las soluciones ofrecidas van de las erróneas, pero aceptables como aproximaciones, a las claramente equivocadas. En el siglo XVIII se sabía cómo calcular numéricamente aproximaciones de la raíz cúbica de un número o de la constante π con muchos decimales. Cualquier persona que hubiera estudiado matemáticas, con los jesuitas del Colegio Imperial de Madrid por ejemplo, podría haberle mostrado lo erróneo de sus soluciones. Por eso no se puede juzgar la edición de este libro más que negativamente, y considerarle como una demostración de la falta de rigor de su autor.

Campana de Manfredonia Contraportada

Sin embargo, entre las aprobaciones del libro está una bastante larga de Pedro Vázquez Tinoco (Badajoz 1683- Sevilla 1749) que había sido profesor de matemáticas. Vazquez Tinoco era un religioso dominico que fue Lector de Prima en el Colegio Mayor de Santo Tomas de Sevilla, y Director de la Academia de Matemáticas, sita en dicho Colegio. Según se dice en la aprobación que hizo Vázquez Tinoco al *Tratado de Trigonometría Plana general* (1742) de Juan Sánchez Reciente ese centro era una "Real y Militar Academia de Matemáticas". Desgraciadamente no se han encontrado otras referencias a esa academia militar de los dominicos.

Vazquez Tinoco fue famoso sobre todo como predicador y es recordado por sus campañas para popularizar el santo rosario entre las mujeres. Pero también aparece citado como profesor de matemáticas, porque entre sus alumnos contó con el joven Antonio Ulloa (Fernández Navarrete, 1851, v. 1, p. 190).

A diferencia de Francisco Balbasor, Vázquez Tinoco tenía una buena formación filosófica y estaba acostumbrado a los debates intelectuales. En su texto rehace el primero de los métodos propuestos por Balbasor para inscribir un heptágono en un círculo, haciendo una justificación detallada, que sigue la misma línea argumental que la de Balbasor. Su demostración, lo mismo que la del militar, falla porque en un paso por reducción al absurdo se supone lo que se debe demostrar.

Las Academias de Matemáticas de Barcelona en tiempo de Calabro

El profesor nombrado por el inspector de artillería para dirigir la Escuela de Matemáticas en Barcelona, Matheo Calabro, se cambió en 1723 al cuerpo de ingenieros, manteniéndose como profesor de la escuela de matemáticas, que pasó así a depender del cuerpo de ingenieros[28]. Esa escuela contó con el apoyo del capitán general de Cataluña conde de Montemar que propuso al ministro de la guerra reforzarla. Por ejemplo, en una carta de 25 de noviembre de 1724 manifestaba que deseaba "el firme y sólido establecimiento de la Academia de matemáticas que procuré formar a mi ingreso en el referido mando, y se halla hoy puesta en la Ciudadela de esta Plaza (inclusa en ella la Escuela de Artillería que había dos años antes) a la dirección del ingeniero

[28] Sobre este periodo de la Academia de Barcelona se puede ampliar en Capel et al. (1988, cap. IV, p. 96-125).

ordinario Don Mateo Calabro a quien he sostenido y fomentado" (AGS GM 2994). El conde continúa la misiva insistiendo en la importancia de mantener una academia de matemáticas, ya que "es tan precisa en los oficiales de las tropas de S M la ciencia de las Mathematicas, como notoria en quasi todos su ignorancia". Añadía que, en la situación en la que se encontraban, de haber una guerra, les costaría encontrar suficientes oficiales de ingenieros o de artillería para cubrir las necesidades. Sin embargo, si se facilitaba el funcionamiento de la academia de Calabro, se podrían tener, en poco tiempo y con poco costo, unos oficiales sabios en matemáticas que en la guerra podrían pasar a ejercer de ingenieros o artilleros.

En la carta del capitán general de Cataluña se explica también que se había incorporado a la Academia Fernando de La Sala, como profesor de dibujo y de lavar los planos[29]. Se informa igualmente del gran número de alumnos,"considerando [el conde de Montemar] que el número de 150 discípulos que entonces existían era muy excesivo, para que todos / pudiesen aprender con fundamento".

A esa carta el capitán general adjuntaba un documento titulado "Establecimiento y método que me parece se deberá practicar en la Academia Militar del Principado de Cataluña" (AGS GM 2994). En el que Mateo Calabro detallaba la organización que proponía en la Academia. En el documento se dice:

"De la Academia"

"1. La academia será dividida en seis clases"

"2. Primera clase la Aritmética hasta la extracción de la raíz cuadrada y cúbica

La Geometría especulativa dividida en 7 capítulos que son bastantes para entender los 6 primeros libros, y 11 y 12 de Euclides /

[29] Se dice que el nombramiento que fue aprobado por el rey el 25 de junio de 1724.

La Geometría práctica sobre el papel, o uso del compás ordinario dividida también en 7 capítulos y en el curso de esta geometría práctica se les enseña el uso de los instrumentos que componen el estuche matemático

Segunda clase la trigonometría rectilínea o cálculo de los triángulos rectilíneos

La geometría práctica sobre el terreno, esto es la longimetría, altimetría, llanimetría y estereometría y al mismo tiempo se enseña la práctica de los instrumentos geométricos los más ordinarios a un ingeniero como son el semicírculo, el cuadrante, la plancheta y también el uso que se puede hacer de los piquetes, cordeles y nivel

Tercera clase la fortificación regular e irregular y de campaña, y las reglas generales de atacar y defender una Plaza

Cuarta clase la estática, maquinaria o mecánica y el modo de conducir las aguas

Se les enseñará el modo de levantar el plano, del perfil de un edificio de una ciudad de un territorio, o campo, y al mismo tiempo el de lavar los planos y perfiles aplicando en ellos con delicadeza los colores que hacen distinguir sus partes y materiales de que se componen

Quinta clase se les dará una introducción a las secciones cónicas y cilíndricas para que puedan con facilidad aprender los cortes de cantería que les demostrará con yeso el ayudante arquitecto

Se les dará una idea en general de la artillería, lo bastante para un ingeniero

Sexta clase Se dará en ella un tratado de fortificación efectiva en el cual se les hará percibir que todo lo enseñado en las cinco clases antecedentes deben saberlo con perfección los ingenieros que quieren asistir en la construcción de una Plaza

3. Todas las seis referidas clases se deberán pasar por los discípulos en el termino de dos años".[...]

Los cursos se dividían en cuatrimestres que comenzaban en enero, mayo y septiembre. Había clases en todos los días no festivos. Tres grupos tendrían sus clases por la mañana, de 7 a 9, y tres por la

tarde, de 4 a 6. Para impartir esas clases la academia tendría tres profesores, el director y sus dos ayudantes.

Cada cuatro meses se incorporarían nuevos alumnos y saldrían los que acabaran sus estudios. Los mejores alumnos intervendrían en un acto público delante de los jefes del ejército y de ingenieros expertos.

En ese documento se hace un presupuesto de los instrumentos que debían adquirirse para dar las clases adecuadamente. En la lista se incluye: "dos globos uno celeste, uno terrestre y una esfera armilar"; "un semicirculo de bronce de 18 pulgadas de diámetro con dos anteojos aplicados, uno en el diámetro y otro en la alidada"; "dos brújulas ordinarias de marear"; "una brújula de bronce graduada de 8 a 9 pulgadas con su alidada"; "un circulo del mismo metal de 5 a 6 pulgadas"; "cuatro planchetas ordinarias"; "una plancheta circular con sus anteojos de larga vista de bronce"; "un cuadrante geométrico en bronce"; "dos niveles de diferentes maneras", y "doce mapas con sus marcos", entre otros. Todo el material "importará doce mil doscientos veinte reales de vellón"

Se proponía que la Academia tuviera un profesor, que sería el director, cuatro ayudantes, un portero, y cien discípulos. De los ayudantes dos explicarían matemáticas y dos darían clases de diseño y arquitectura. Los alumnos serían "elegidos entre oficiales y cadetes de las tropas que estén en el Principado", aunque excepcionalmente podían ser de otras provincias, o ser civiles. Cada alumno "deberá tener viniendo a la escuela un estuche matemático y un cuadernillo para escribir lo que se les dicte y formar las figuras". Cada 15 días lo debía mostrar al profesor pasado a limpio.

A Calabro le parecía necesario que acudieran cien alumnos porque, "no habiendo otra academia de Matemáticas en España para las tropas de Tierra", no podrían cubrirse las necesidades de ser menos.

No se ha encontrado la aceptación del proyecto de Calabro; pero debieron aprobarlo porque hay muchos datos que corroboran

que su academia siguió funcionando. Esta Academia de Calabro fue la primera iniciativa que tuvo éxito después del cierre de la Academia de Fernández de Medrano en Bruselas.

Verboom

La Academia de Medrano comenzaba sus enseñanzas con la fortificación y dejaba para el final del primer año la geometría elemental. Su pedagogía se basaba en los conocimientos prácticos del arte de la guerra que tenían sus alumnos, que alternaban los inviernos estudiosos con las campañas bélicas de los veranos. Calabro comenzaba con la aritmética elemental, para continuar con la geometría, es decir empezaba por las partes más abstractas. La fortificación y la artillería no las estudiaban hasta la tercera clase. Esta diferencia en metodología produjeron bastantes fricciones entre Verboom, jefe del cuerpo de ingenieros y principal valedor de esta academia y Mateo Calabro que la dirigía.

Prospero Verboom era hijo de un ingeniero militar flamenco al servicio del rey de España. Había estudiado en Bruselas con Fernández de Medrano y, luego, había sido su ayudante y había colaborado en varios de sus libros, dibujando láminas o escribiendo dedicatorias. En la década de 1690 participó, como aliado de los holandeses en las guerras que se produjeron en Flandes. Más tarde peleó junto con el ejército francés contra la Alianza en los Países Bajos y contra las tropas del Archiduque en España. En su aprendizaje y en sus ascensos posteriores había primado siempre la

práctica militar. Mateo Calabro tenía una preparación más formal y daba más importancia a los conocimientos teóricos. Por una hoja de servicios sin fecha (AGS GM 407), se sabe que era italiano y llevaba 14 años enrolado. Había estado en las Indias y fue nombrado teniente el 12 de mayo de 1717. Llevaba en la artillería 5 años. No se menciona en la hoja de servicios la Academia de Barcelona por lo que cabe suponerse que la hoja fue cerrada entre 1717 y 1720. No parece que careciera de experiencia militar, pero no estuvo en tantas batallas como Verboom.

El paso de Calabro de la artillería a la ingeniería militar suponía que los artilleros dejaban de controlar su escuela. En consecuencia dejaron de subvencionarla y el 12 de junio de 1723 Marcos Araciel, jefe de la artillería, nombró al teniente coronel Guillermo Corall director de la academia de artillería de Barcelona (AGS GM 569). Pero el dinero dedicado a esa academia lo siguieron librando a Calabro y el 18 de septiembre de 1724 Marcos de Araciel informaba (AGS GM 569) del problema al marqués de Castelar ministro de la guerra, defendiendo el nombramiento de Corall y recordando que los 3000 reales de gratificaciones que señalaba la R. O. de 22 de abril de 1722 eran para las escuelas de artillería:

> "Y por cuanto el referido Dn Mateo Calabro ha pasado a servir al cuerpo de ingenieros, y no pudiendo ejercer este / encargo que había puesto a su cuidado por no estar subordinado y hallarse sirviendo en otro cuerpo, sujeto a otros jefes, en su consecuencia le cesé por estos motivos la asistencia de la gratificación. A fin de que no cesase el curso de la academia y enseñanza de la Artillería nombré al teniente coronel Guillermo Corall".

Añadía que ese artillero poseía amplios conocimientos y ya había dirigido academias para el rey de Francia. Terminaba la carta diciendo que el dinero de la academia de artillería de Barcelona se continuaba librando a Calabro y que entendía que no debía ser así, salvo si el rey había decidido que ese di-

nero fuera para Calabro en cuyo caso se lo deberían decir para que pudiera obrar adecuadamente.

Al margen, en la primera cara de esa carta, está escrito "Habiendo venido el Rey que dirija la escuela en Barcelona Dn Guillermo Corall" y se añade que se advierta de ello al comandante general y al intendente de Cataluña. La nota está fechada en Palacio a 6 de enero de 1725.

En consecuencia a partir de 1725 coexistían dos academias en Barcelona: una para artilleros a cargo de Guillermo Corall, y otra para todas las armas, pero dependiente del cuerpo de ingenieros, que estaba a cargo de Mateo Calabro. Las dos estaban localizadas en la Ciudadela, pero los programas y la metodología eran distintos.

Las discusiones entre las dos academias no cesaron. En el año 1731 hubo otra larga disputa porque Corall pidió una sala más para instalar en ella las clases de dibujo, lo que finalmente consiguió, desplazando al responsable de artillería de la Ciudadela de los aposentos que tenía en ella. En esa discusión se nota que las peticiones de la artillería tenían más eco en Madrid que en Barcelona. A Mateo Calabro le defendía Jorge Próspero de Verboom jefe de los ingenieros militares y sus argumentos parecen de peso. Por ejemplo, en una carta al marqués de Risberg, fechada en Barcelona a 5 de marzo de 1731 (AGS GM 569), recordaba el ingeniero en jefe:

> "que habiendo las mismas piezas que el Director de la Academia Dn Matheo Calabro porque en todo son uniformes que es la sala de la escuela con otras seis piezas y un gran desván, no encontraba este la dificultad que él para la enseñanza de hasta ciento y cincuenta discípulos".

Añadía que Calabro explicaba matemáticas, arquitectura civil y militar y artillería durante cuatro horas por la mañana y otras cuatro por la tarde, mientras que Corall sólo daba dos horas de clase por la mañana a una docena de discípulos.

En 1731 Corall informó a José Patiño de las materias dadas en sus clases (AGS GM 569). Por ejemplo, en una carta de 19 de agosto de

1731. Corall informaba a José Patiño que "se ha remitido la copia de las lecciones explicadas en la escuela de su cargo desde el 1 de mayo hasta fin del pasado con el cuaderno de las reglas para extraer las raíces cuadradas y cúbicas como el estado de los oficiales que han asistido a ellas". El mes de febrero le había informado de lo que habían visto de geometría y parece que cada dos o tres meses pasaba un informe a Patiño con las materias dadas y los oficiales que habían asistido. No parece que diera en sus clases un programa muy amplio, y además tuvo problemas con la asistencia de los alumnos. No se ha podido encontrar cuando desapareció esta Academia de Matemáticas y Artillería de Barcelona, pero probablemente fue en los años 1732 o 1733.

La academia de Calabro no desapareció, pero las discusiones que tuvo con Verboom[30] acabaron cuando éste último consiguió que le sustituyese el ingeniero militar Pedro Lucuce.

La Academia de Matemáticas Militares de Barcelona. La etapa de Lucuce

En 1738 fue nombrado director de la Academia de Matemáticas Militares de Barcelona Pedro Lucuce[31]. Este militar se mantuvo en el cargo durante cuarenta años.

Pedro Lucuce (1692-1779) estudió latinidad y humanidades en Asturias, pero se inclinó por la carrera militar. Entró en el cuerpo de ingenieros en 1730. Estuvo destinado en Ceuta y luego pasó a la Academia de Matemáticas de Barcelona.

---

[30] Verboom escribió un proyecto alternativo para la Academia de Barcelona (AGS GM 2994). Su programa está reproducido en Capel et al (1988, p. 120).

[31] Sobre esta etapa de la Academia de Matemáticas militares se puede ampliar en Capel et al. (1988, cap. V, p. 126-146). Sobre la vida de Lucuce véase Suarez Inclan, Julián, 1908, *El teniente general D. Pedro de Lucuce sus obras e influencia en la instrucción militar de España*, Madrid, Imprenta de administración militar. Algunas veces su apellido se escribe Lucuze.

En 1739 se publicaron unas *Ordenanza é Instrucción para la enseñanza de las Mathematicas en; la Real y Militar Academia, que se ha establecido en Barcelona*[32] por las que en adelante se debía de regir el centro. El profesorado lo formaba un director general con dos ayudantes y un profesor de dibujo, "debiendo ser todos cuatro Ingenieros" (p. 2). En el punto tercero se enumera una larga lista de instrumentos geométricos que incluye globos, cuadrantes, planchetas, pantómetras, niveles, compases, escuadras, brújulas, figuras geométricas, y otros más aplicados a la fortificación, como piquetes, cuerdas o cadenas. En el punto cuarto se dice que el curso de matemáticas durará tres años "tiempo suficiente para enseñar en la Academia con bastante extensión la teórica y alguna práctica de todo lo que necesita saberse para las operaciones de la guerra, y construcción de Plazas" (p. 4). Los tres años se dividirían en 4 cursos de 9 meses. Los dos primeros cursos debían servir para conseguir una formación general, y el tercero y cuarto se dedicarían a la formación específica de un oficial de ingenieros o de artillería. En cada grupo se admitirían 18 oficiales, 18 cadetes y 4 paisanos. "Todos han de saber aritmética", y no ser mayores de treinta años ni menores de quince[33]. Deberán ser personas "de buena conducta y fácil comprensión" (p. 5). No había examen de admisión, pero los futuros alumnos debían presentarse al director antes de comenzar el curso, para que este comprobara si eran hábiles.

No se fijaron libros de texto. El director tomando los "tratados más útiles de matemáticas" debía escribir lo que tenían que dictar "como materia suya" en todos los cursos. El inspector debía aprobarlo y, entonces, el director entregaba a sus ayudantes "los cuadernos de lo que cada uno debe explicar, según su respectiva clase" (p. 7).

---

[32] El texto se puede encontrara en AGS GM leg. 2994 y trascrita en Muñoz Corvalán J. M. (2004). Las citas son del documento impreso que está en AGS leg. 2994.

[33] Luego se va a ver que en el Colegio de Artillería de Segovia los cadetes que ingresaran debían tener menos de 15 años.

Las lecciones se darían por la mañana y por la tarde. En cuanto a la materia que se debía explicar se dice:

"Para dar principio al Curso, se admitirán en el modo referido cuarenta Académicos, que formarán la primera clase, y en ella se repasará la Aritmética, y explicará la extracción de raízes; los seis primeros Libros, once, y doce de los Elementos de Euclides, la Geometría Practica, inclusa una breve noticia de las Secciones Cónicas, y el fundamento y uso del Canon Trigonométrico, y Logarítmico, con la resolucion de los triángulos rectilíneos; la proporción, aumento, disminución, y transformación de las figuras, el uso de la Pantómetra, Plancheta, y demás instrumentos mas comunes, aplicados á la Longimetría, y sólidos, la dirección, y conducción de las Minas, y el modo de nivelar.

Pedro de Lucuce

Un día a la semana de lección extraordinaria se les declarará la descripción del Mundo en general, y en particular de la Esfera Celeste, los Círculos que sobre ella se consideran, y sus diversas posiciones." (p. 8)

En el segundo curso "se explicará la Fortificación moderna, defensiva, y ofensiva regular, é irregular, Real, y de Campaña, con el ataque, y defensa de las Plazas y el modo de acamparse, y atrincherarse; [...] como también de las líneas, y ángulos de la fortificación; su resolución trigonométrica, y el calculo de sus sólidos" (p. 9). Es decir se estudiaba fortificación y la geometría práctica aplicada a ella. También "la Artillería con todas sus partes, y conocimiento de pólvoras; los diversos géneros de Cañones, y Morteros, [...] sus Cureñas, y Armas, el modo de

probarlos, y conocer sus defectos, las diversas punterías, y proyecciones de las Bombas, la proporción de la pólvora con que se cargan los varios géneros de fuegos artificiales, sus mixtos, y modo de usar de ellos, la forma de cargar, y volar los hornillos de las Minas [...]; el orden con que ha de marchar el equipage, tren de Artillería [...] De lección extraordinaria en un día de la semana se les instruirá en la magnitud, y figura de la tierra, fabrica, y uso de los Globos terrestre, y celeste, y Cartas geográficas, juntamente el conocimiento de los Planos, según los diversos colores con que se delinean." (p. 8)

Al final de cada curso se debía hacer un examen. Los aptos pasarían al curso siguiente, los "perezosos, o inhábiles" serían devueltos a sus regimientos; "pero si procede el atraso por enfermedad, ú otro accidente justo, volverán á empezar".

Con estos dos cursos los alumnos ya conocerían lo fundamental "para desempeñar los encargos, que se les hicieren de mi Real servicio". Y como no todos tenían capacidad o inclinación para proseguir "con los estudios necesarios á un oficial ingeniero, o de la Artillería", a los que no siguieran se les daría un certificado y volverían a sus regimientos. Los demás continuarían estudiando:

> "la fuerza que se adquiere por medio de las Maquinas, la gravedad, movimiento, celeridad, y equilibrio de los cuerpos; el arte de mover, levantar, conducir, y repartir el agua; hacer los ríos navegables, adaptar los Puertos de Mar, remediando con el arte los defectos de la naturaleza; construir Muelles, la proporción, y simetría de las cinco ordenes de Arquitectura, la de las varias partes de un edificio, [...] la forma de hacer seguros los cimientos sobre distintos terrenos, en aguas corrientes, o quietas, con lo demás que el Director hallare preciso para la más perfecta instrucción de los Academistas." (p. 9)

De lección extraordinaria se les enseñaría perspectiva militar, y rigurosa, Gnomonica y la formación, y el uso de las cartas hidrográficas, "con el modo de resolver sobre ellas los problemas náuticos".

En la cuarta clase el Director del Dibujo les enseñará "el modo de / delinear con limpieza, y de aplicar los colores según practica, [...] haciendo á este fin sus respectivos planos, perfiles, y elevaciones", comenzando con fortificaciones y cuarteles para acabar con edificios civiles como hospitales, e iglesias. También se "les instruirá en la forma de levantar los planos particulares, y mapas de Provincias". "En lección extraordinaria se les habilitara en el método que regularmente se sigue en las Obras Reales, asi las que se dan por asiento, y se costean por arbitrios particulares (p. 11)".

Como este cuarto curso era más práctico se permitiría a los que no hubieran acabado prolongar algún tiempo la parte del dibujo. Durante dos meses repasaban lo estudiado y, para los tres más avanzados, se preparaba un acto público en que desarrollaban varios temas de los estudiados, siendo preguntados por los miembros del tribunal y por sus compañeros. Los tres mejores tendrían derecho a una medalla de oro con cinta también de oro o de tejido, según el puesto logrado en el concurso.

A los alumnos que acababan el curso se les entregaba un informe con su especialidad que les facilitaba empleos y entrar a los "Cuerpos de Ingenieros o de Artillería, precediendo para eso el examen, que he resuelto se haga de la suficiencia de los que solicitaren su ingreso en ellos, por la Junta de Fortificaciones, o por la de Artillería, establecidas en esta corte" (p. 15). Los que volvieran a sus anteriores regimientos debían explicar las matemáticas que hubieren aprendido a los oficiales y cadetes que no estuvieran de servicio.

En 1732 se fundó una Academia de Matemáticas en Orán y en 1739 se organizó otra en Ceuta, que impartían los dos primeros cursos de este programa (Capel et al., 1988, p. 126).

La Academia de Matemáticas Militares de Barcelona funcionó con regularidad durante la etapa de Lucuce y de ella salieron gran número de jefes de las diversas armas del ejército de tierra. Lucuce estuvo ausente algunos años porque le nombraron director de la Sociedad Matemática Militar de Madrid, pero no parece que se cambiara su funcionamiento.

Se puede conocer bastante bien lo que se explicó en las aulas porque se han conservado varios ejemplares de las notas que tomaban los alumnos en las clases y que cada quince días debían presentar al profesor. Los tratados explicados eran ocho:

1.- Tratado primero de la aritmética, que comprendía los sistemas de numeración; las operaciones con números; la regla de tres y sus aplicaciones; potencias, raíces y progresiones.

2.- Tratado segundo sobre geometría especulativa, que abarcaba las enseñanzas de los libros I a VI, XI y XII de los *Elementos* de Euclides.

3.- Tratado tercero sobre la geometría práctica, que contenía la trigonometría plana; el dibujo de rectas paralelas y perpendiculares; la inscripción de figuras en un círculo; la transformación de figuras planas, el cálculo de áreas; y la medida de longitudes, alturas y ángulos con la utilización de los instrumentos geométricos adecuados.

4.- Tratado cuarto sobre la fortificación regular e irregular, y la fortificación de campaña.

5.- Tratado quinto sobre la artillería en el que se estudiaba la composición de la pólvora, los cañones y morteros, las cureñas, las baterías y los trenes de artillería.

6.- Tratado sexto de la cosmografía[34] tratando de la esfera celeste

[34] Para conocer la Cosmografía de Lucuze se puede ver Alcaide R. y Capel H. (2000).

y terrestre, geografía, hidrografía, navegación y gnomónica.
7.- Tratado séptimo de estática en el que se estudiaba también el movimiento de los cuerpos pesados, la hidráulica, maquinaria y óptica.
8.- Tratado octavo sobre la arquitectura civil con la construcción y decoración de edificios[35].
Como se puede comprobar el contenido de este curso, en lo que corresponde a las matemáticas, era bastante amplio, pero no incluía el álgebra geométrica ni los cálculos diferencial e integral[36]. Un programa así abarcaba las partes de las matemáticas necesarias para trabajar en fortificación, o en artillería, siempre que no se tuviese que tratar sobre fenómenos que requiriesen para su explicación la física de Newton. El inglés Isaac Newton (1642 – 1727) destacó como físico, matemático, astrónomo, alquimista, teólogo y filósofo de la naturaleza. Con su libro *Philosophiæ*

---

[35] Para tener una información más amplia sobre la academia se puede consultar Massa; Roca y Puig (2011), Capel et al. (1988, cap. 5, p. 126-146), Muñoz Corvalán (2004), o Mora y Massa (2008). Este resumen corresponde al manuscrito estudiado por Massa y Mora que es el escrito por Antonio Remón Zarco (años 1759-1760) que se encuentra en el Servicio Histórico Militar de Madrid. Se puede ver otra versión de ese curso, detallando las partes de cada tratado y las fechas en que se dieron en Capel et al. (1988, p. 228-229).

[36] Es cierto que en la Academia de Barcelona se conocía el cálculo diferencial a mediados del siglo XVIII. Cuesta Dutari (1985, p. 155-187) expone en el "Capítulo 14 Monografía sobre el área del cono oblicuo publicada en 1755 por la Academia Militar de Matemáticas de Barcelona" el estudio de un documento en el que se utilizaba el cálculo infinitesimal. Ese texto es *Reflexiones sobre la superficie del cono inclinado ordenadas por la Real Academia Militar de Matemáticas Establecida en Barcelona* (Barcelona, 1755) La fórmula para calcularla está en la "Reflexion XXX" (p. 35-37) y no es una expresión integrable. Queda claro en el comentario de Cuesta Dutari que fue una cuestión extraordinaria.de un grupo de profesores. En esa Academia no se estudió el cálculo diferencial hasta mucho después y, durante mucho tiempo, se defendió que no era necesario en un centro militar.

Naturalis Principia Mathematica (1687) cambió completamente las bases de la física. Aplicando sus teorías eran más fáciles de resolver cuestiones de balística interna[37] o sobre el movimiento en medios resistentes[38]. Para los artilleros esas cuestiones eran más importantes que para los ingenieros militares. Pero, no se explicaron a los alumnos en esta academia, aunque en ella se formaron también los artilleros desde la desaparición de la academia de Corall, alrededor de 1738, hasta la creación de las nuevas academias para la artillería en 1751.

La Academia de Guardiamarinas de Cádiz. Jorge Juan y Newton

La primera academia de estudios militares que se abrió en el siglo XVIII fue la Academia de Guardiamarinas de Cádiz, que se creó en 1717. Su impulsor fue José Patiño Intendente General de la Marina que reorganizó la marina real al acabar la Guerra de Sucesión. Estudió como se realizaba la preparación de los oficiales de marina en Francia y en Inglaterra concluyendo, según Lafuente y Sellés (1988, p. 50):

> "El rudo aprendizaje a bordo que durante muchos años y no pocas vejaciones seguían los pilotos ingleses era impropio de la condición de hidalgo que habrían de tener los cadetes españoles: <(En Inglaterra) se observó la demasiada sujección y desprecio con que tratan sin más objeto que conseguir con la práctica material un buen maniobrista en cada sujeto.> En Francia, en cambio, los gardes de la marine, reclutados entre la

[37] Tema sobre el que se habían publicados ya libros importantes como *New Principles in Gunnery* (1742) de Robins, que fue traducido y comentado por Euler.

[38] Sobre el movimiento en medios viscosos ya había escrito Newton en 1687 el Libro II Sección VII de los *Principios Matemáticos* (Newton, 1987, p. 383-425).

nobleza nunca se prestaron con docilidad a la disciplina y austera vida académica"[39].

Los requisitos que debía reunir un aspirante a guardiamarina, según figuraba en la *Instrucción* de Patiño, eran ser hijo de hidalgo o de militar con empleo de capitán o superior, tener una edad comprendida entre 14 y 16 años y saber leer y escribir. No existía un examen previo. Comparando con la Academia de Matemáticas de Barcelona los alumnos eran más jóvenes. En la academia de Lucuce más de la mitad de los militares y los civiles eran mayores de edad.

Sobre las materias que se explicaban, en el artículo 43, de su *Instrucción, para el Gobierno, educación, enseñanza y servicio de los guardias marina*, de 15 de abril de 1718 cuando especifica los maestros necesarios, se dice:

"...uno de facultades matemáticas, que les instruirá en las reglas que van citadas de la cantidad discreta, de Geometría, Trigonometría, esfera cosmografía Hidrografía o Náutica, Fortificación Militar, y teoría de la Artillería dirigiendo a cada uno por la Ciencia a que más se incline y le entre sin violencia pasados las principales Aritmética, Geometría y Trigonometría, un oficial de Artillería que le enseñe su uso y práctica un maestro de Armas que les enseñe su manejo, un maestro de Danza que les habilite en ella, y particularmente el modo de pasear, marchar y mandarse bien para los ejercicios y adquirir robustez y agilidad, un Maestro de Construcción de Navios que enseñe sus teóricas, y práctica, un Contramaestre que enseñe las maniobras, y un Maestro fabricador de Instrumentos matemáticos para el uso y práctica de la navegación." [40]

---

[39] Los autores toman las citas de: J Patiño "Copia del Informe que hizo a S. M. el Sr. D. Jph Patiño Intendente General de Marina de España en el año 1720, sobre la fundación y progresos de la Compañía de Guardias Marinas" (1720, Cádiz).

[40] J Patiño, *Instrucción. para el Gobierno, educación, enseñanza y servicio de los guardias marina*, art. 43. AGS, GM 3003, tomado de Lafuente y Sellés (1988, p. 52).

El peso de las matemáticas no era muy grande, aunque era la formación inicial de todos los cadetes. Concretando más, el profesor de la asignatura desde 1728, Pedro M. Cedillo, decía que la materia por él impartida era:

> "Las facultades que han estudiado son Aritmética, Geometría elemental, Trigonometría plana, y esférica, Artillería, un tratado copioso de Cosmografía, en que se comprende a más de los preceptos generales de es-/ ta facultad, el modo de saber por número, el Aúreo número, epacta, fiestas móviles, día de conjunción de la Luna, y hora de flujo y reflujo del mar; asimismo han estudiado un tratado de construcción y usos de los instrumentos náuticos, con las reglas del Sol, estrellas, y variaciones de la Aguja demostradas, y otro tratado de las dos trigonometrías aplicadas a la navegación, en que también se incluyen las construcciones y usos de diversas tablas de rumbos; y finalmente un tratado de la construcción y usos de las escalas Plana y Artificial"[41].

Los libros que se seguían en los cursos eran probablemente *Compendio del arte de la Navegación* (Sevilla, 1717) y *Trigonometría aplicada a la navegación* (Sevilla, 1718) publicados por Cedillo. Es posible que se complementaran para las cuestiones más difíciles con los *Elementos geométricos de Euclides* (Bruselas, 1689), escritos por el P. Jacobo Kresa cuando estuvo en Cádiz, o con los tratados correspondientes del *Compendio matemático* (Valencia, 1709-1715, 9 v.) del P. Tosca. Lo que aprendían los alumnos era, como es normal, mucho menos. En un certificado de 1732 sobre lo que sabía un alumno de Cádiz se decía:

> "Ha estudiado, y sabe los 6 primeros libros de Euclides, Aritmética, Trigonometría plana, y esférica, Cosmografía y Náutica; y la aplicación de ambas trigonometrías a la navegación y entiende bien el manejo de la Artillería"[42].

---

[41] Cedillo carta de Cádiz, 21 de septiembre de 1732 (AGS, Marina, Leg. 95). Tomado de Lafuente y Sellés (1988, p. 64-65).

[42] AGS, Marina, 95, tomado de Lafuente y Sellés (1988, p. 65).

Las enseñanzas fueron empeorando y en 1735 Bordick propuso un nuevo plan de estudios[43]. Otra renovación del plan de estudios se incluyó en las *Ordenanzas de Su Majestad para su Real Armada* (Madrid, 1747, 2 v.) En esa época la Academia estaba muy deteriorada. En matemáticas el profesorado era muy mayor. En 1741 se jubiló el 2º profesor de matemáticas Blas Martínez de Velasco[44]. Pedro Cedillo profesor de matemáticas y director desde 1728, que tenía 72 años en 1750 y se jubiló en 1753. Entonces se produjo una renovación en la oficialidad de la compañía que hizo revivr los estudios de la Academia. En 1747 Rodrigo de Urrutia pasó a ser capitán de los guardias marinas, Jorge Juan fue nombrado teniente, y Antonio de Ulloa entró de alférez.

Jorge Juan había nacido en Novelda (Alicante). Ingresó en la Academia Naval en 1729 y participó en las expediciones a Orán y Nápoles todavía cadete. Antonio de Ulloa (1716 – 1795) se embarcó en 1729 y viajó a Cartagena de Indias. A su vuelta en 1732 ingresó en la Academia de Guardiamarinas. Sin terminar sus estudios Jorge Juan y Antonio Ulloa fueron escogidos para ser la aportación española a la

[43] AGS G M 3003 y Marina 80, Lafuente Sellés, (1988, p. 68).

[44] Su viuda publico en 1747 unos *Elementos Geometricos de Euclides, los seis libros primeros de los planos, y los onze, y doze de los sólidos, demostrados por el methodo del Analisis Geometrica* (1747, Puerto de Santa María) obra póstuma de "Blas Martinez de Velasco, Theniente de Navio de la Real Armada, y Maestro de Mathematicas en la Real Academia de Cavalleros Guardias Marinas de la Ciudad de Cadiz".

expedición organizada por l'Académie des Sciences de París al Ecuador para medir un grado del meridiano y contrastar los resultados con las teorías de Descartes y de Newton. El viaje duró más de diez años. No fue muy exitoso, pero a Juan y Ulloa les sirvió para conocer los últimos avances de las ciencias europeas. Cuando volvieron fueron admitidos como miembros en las academias de Paris y Londres[45].

En 1747 tenían una buena preparación científica y marinera, lo que les permitía plantear un cambio en las enseñanzas en Cádiz desde buenas bases. Además con su vasta experiencia como marinos no podían ser calificados de oficiales "senistas", como ya habían comenzado a llamar a los jóvenes que salían de la academia los oficiales veteranos[46].

El programa que se proponía en *Ordenanzas de Su Majestad para su Real Armada* está resumido de esta forma en el libro de Lafuente y Sellés (1988, p. 78-79)

Horario	**Iª Clase**	**2 ª Clase**	3ª **Clase**
Mañana	**3º Maestro Matem.**	**2º Maestro Matem.**	**1er Maestro Matem.**
Según	Aritmética inferior	Navegación	Arte de Navegar.
conocimientos	Geometría elemental Trigonometría plana	Instrumentos Derroteros	Vientos y corrientes Hidrografía.
3 horas	Resolución de Triángulos. Logaritmos. Rudimentos de Náutica.	Diarios de navegac. Cartas Planas y Esféricas Cosmografía y Esfera Astronomía Náutica.	Geografía política. Geografía física. Mecánica. Algebra y Geometría superior. Astronomía.

[45] Sobre la expedición al Ecuador véase Lafuente, A. y Mazuecos, A. (1987) *Los caballeros del punto fijo,* Barcelona, SERBAL-CSIC.

[46] Porque, según los marinos con experiencia, pero sin estudios, no sabían navegar, lo que sabían era calcular senos en trigonometría.

Tarde	Dibujo	Artillería	Construcción	Maniobra
Cuatro grupos rotativos 2,30 horas.	Problemas de Geometría. Instrumentos. Planos. Mapas. Fortificación. Puertos y Arsenales.	Manejo de armamento Táctica. Pólvora: uso y fabricación. Cañones: uso y fabricación. Estrategia.	Despiece de un buque. Arquitectura naval.	Cabos y Velamen Vocabulario marino. Estiba. Arboladura. Máquinas del buque.
	Lenguas extranjeras francés e ingles.	Esgrima	Baile	Instrucción militar

Jorge Juan viajó a Londres para conseguir instrumentos de calidad. Propuso que los profesores de matemáticas fueran cinco y que se contratara como primer profesor al francés Luis Godin[47] que acompañó a Jorge Juan y Antonio Ulloa a Quito. En cuanto al programa proponía "dos ciclos, uno de carácter elemental y otro superior. El primero dividido en cuatro clases, proporcionaba en la primera y cuarta los rudimentos de matemáticas y la práctica de la navegación respectivamente; la segunda y tercera suministraban los fundamentos de geometría necesarios para adentrarse, ya en ciclo superior, en el estudio de la mecánica, astronomía, hidráulica" (Lafuente y Sellés, 1988, p. 91). Los alumnos que no fueran buenos para los estudios no iban al segundo ciclo y

[47] Luis Godin (1704-1768) fue un matemático y astrónomo francés. Entró en la Academia de Ciencias de París y fue elegido para colaborar en la expedición al Ecuador. Estando en América fue catedrático de matemáticas en Lima. Al volver a Europa fue contratado por el marqués de la Ensenada para dar clases en la Academia de Cádiz. Comenzó a escribir un *Compendio de matemáticas para el uso de los caballeros Guardia-marinas* del que sólo llegó a publicar un tomo.

pasaban directamente a hacer prácticas de navegación. Jorge Juan en su *Compendio de Navegación* (Cádiz, 1757) supone que el lector ya conocía "los principios de Aritmética, Geometría, Trigonometría y Cosmografía"[48].

Por otra parte. en Cádiz comenzaron a enseñarse los cálculos diferencial e integral. En un certamen público que se celebró en 1753[49], varios alumnos disertaron sobre cálculo diferencial, y lo mismo se hizo en otro sobre mecánica de 1757 en el que se ve que se ha introducido el formalismo newtoniano a través de Bernoulli, Clairaut y D'Alembert. También en el "Prólogo" de su *Examen Marítimo* (1771, Madrid) Jorge Juan cita y aplica la obra de Juan y Jacobo Bernoulli, de Colin MacLaurin, y de Euler. La nueva matemática desarrollada por Newton y Leibniz se incorporaba a los estudios navales.

Pero, Jorge Juan a menudo estaba ausente de la Academia. El número de buques de la armada aumentó notablemente y las necesidades de oficiales para mandarlos también. Godin pasó al Observatorio astronómico y estas enseñanzas avanzadas no se afianzaron en Cádiz.

Hubo otro problema añadido debido a las dificultades que ponía la escolástica dominante en las universidades y en particular en la Santa Inquisición a que se aceptaran las teorías de Newton porque implicaban aceptar el copernicanismo. Las *Observaciones* (1748) de Jorge Juan y Antonio Ulloa suscitaron ciertos reparos en el Tribunal de la Inquisición por aprobar el sistema de Copérnico. Para que la aceptaran sin problemas tuvieron que añadir frases como:

> "Así discurrían estos grandes ingenios en la Hipótesis del movimiento diurno de la Tierra; pero aunque esta Hipótesis sea falsa, la razón

---

[48] Jorge Juan (1757) Prólogo "A los Caballeros Guardias-marinas" s.p.

[49] BN de Madrid sign: 3 22174 *Certamen sobre el Análisis, Cálculo diferencial, Integral y Geometría sublime que celebrarán en la Real Academia de Guardias Marinas D. Francisco Huarte, D. Francisco Gil, D. Luís Muñoz, D. Juan Murillo, D. Antonio de la Concha, D. Francisco Quevedo guardias marinas de la misma academia* desgraciadamente no está la noticia del desarrollo del certamen.

del equilibrio siempre probaba contra la perfecta esfericidad de la Tierra," (Juan, 1748, p. XVI)

El jesuita padre Burriel les defendió, diciendo que el copernicanismo podía aceptarse como hipótesis, y los libros se editaron. Pero la amenaza estaba ahí porque en la teoría de la gravitación de Newton no tiene cabida el sistema Ptolomaico. Al final de su vida Jorge Juan se enfrentó a la cuestión y publicó *Estado de la Astronomía en Europa y juicio de los fundamentos sobre los que se erigieron los Sistemas del Mundo* (Madrid, 1774) donde afirmaba:

"No hay reino que no sea newtoniano y por consiguiente copernicano; mas no por eso pretenden ofender (ni aun por imaginación) a las Sagradas Letras que tanto debemos venerar" (p. 14).

Más adelante añadía:

"Hasta los mismos que sentenciaron a Galileo se sienten hoy arrepentidos de haberlo hecho, y nada lo acredita como la conducta de la misma Italia; por toda ella se enseña públicamente el Sistema Copernicano y Newtoniano; no hay religioso que no lo dé a la prensa: los PP. Lesieur, Jacquier y Boscowich, y aún la Academia de Bolonia no aspira a otra cosa" (p. 14).

ESTADO
DE LA ASTRONOMIA
EN EUROPA,
Y juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los Systemas del Mundo, para que sirva de guia al método en que debe recibirlos la Nacion, sin riesgo de su opinion, y de su religiosidad.
SU AUTOR
CON LICENCIA.

Jorge Juan necesitaba la nueva física para explicar la hidrodinámica. Además en la náutica la cosmología es un conocimiento necesario para entender los cielos. En artillería o fortificación la cosmología no era tan importante. Pero, para la Artillería la nueva física era también necesaria para mejorar el conocimiento de la

trayectoria de las balas, o la balística interna o el retroceso de las piezas. En otros países ya se había comenzado ese estudio con libros como *New principies of Gunnery* (1742) de Benjamín Robins en el que se plantean los problemas de balística desde el punto de vista del artillero.

Las iniciativas que surgieron durante el reinado de Fernando VI

En el reinado de Fernando VI hubo un auge de las ciencias en España, gracias a la actividad de sus ministros el marqués de la Ensenada y José de Carvajal. En cuanto a la formación militar se creó una Academia de Matemáticas para los Guardias de Corps en Madrid. También, se organizó una comisión de expertos para escribir los manuales que se necesitaban en la enseñanza militar, la Sociedad Matemática Militar, y se volvieron a abrir academias para los artilleros. Por otra parte los jesuitas volvieron a mostrar interés por las matemáticas aplicadas. Esta revitalización de los estudios militares fue parte de un movimiento más amplio en el que se puede inscribir la apertura de la Academia de Bellas Artes de San Fernando, o los intentos de Jorge Juan de crear una Academia de Ciencias.

Academia de Matemáticas establecida en el cuartel de Guardias de Corps

En Madrid se estableció por Real Orden de 21 de diciembre de 1750 una academia para que estudiaran matemáticas los militares de las Reales Guardias de Corps[50]. La guardia real era la parte más escogida del ejército. El que se organizara una academia

[50] Para ampliar: Hidalgo, Encarna, 1991, "El Aula de Matemáticas de los Guardias de Corps (1750-1761)." en : Valera, M.; López Fernández, C. (Ed.), *Actas del V Congreso de la SEHCYT* 3: 1944-1960.

matemática para ellos indica lo bien consideradas que estaban las matemáticas entre los dirigentes del país en esa época.

El catedrático de la academia fue Pedro Padilla que era capitán e ingeniero ordinario del ejército. Nacido en 1724, era andaluz y se incorporó al ejército en 1740 en la plaza de Orán. Estudió matemáticas en la academia que se había establecido en dicha ciudad. Se examinó en Madrid para incorporarse al cuerpo de ingenieros el mes de noviembre de 1743 y fue aceptado en abril del año siguiente como ingeniero extraordinario y subteniente. El 1 de enero fue ascendido a ingeniero en jefe y el año siguiente era coronel de ingenieros (Cuesta Dutari, 1985, p. 136-137).

El aula comenzó a funcionar en enero 1751 en una sala que se habilitó en el cuartel de los guardias de corps. En 1752 fueron nombrados ayudantes de Padilla Carlos Cabrer (matemáticas) y Baltasar Ricaud (dibujo), que trajo varios planos modelo de Barcelona.

El responsable era el secretario del Despacho de la Guerra que era informado mensualmente del rendimiento de los alumnos. Al final de curso los alumnos aventajados presentaban unas conclusiones públicas, delante de un tribunal. Los mejores podían tener de premio avances en su carrera militar[51].

Al comienzo en las clases se dictaban los textos. A partir de 1753 Padilla comenzó a imprimir su *Curso militar de mathemáticas sobre las partes de estas ciencias, pertenecientes al arte de la guerra*. En el primer volumen explica el autor el plan que quería seguir. Pensaba publicar 20 tratados, divididos en cuatro secciones: matemáticas, mecánica, la esfera (astronomía y geografía), arte de la guerra y dibujo. Sólo pudo publicar cuatro tomos sobre matemáticas. En los tratados que quedaron por publicar quería incluir las tablas logarítmicas, la trigonometría plana y esférica, la estática, dinámica e hidráulica,

[51] "Instrucción para la Academia de Matemáticas establecida en el cuartel de Guardias de Corps" AGS, GM, leg. 3003.

la astronomía, geografía, cronología, y nomónica, la fortificación, artillería, táctica, y el dibujo militar, y la perspectiva, junto con el dibujo de planos y perfiles. Era un plan muy ambicioso. Los cuatro primeros tomos que publicó son bastante elementales. El primero está dedicado a la aritmética y las explicaciones llegan hasta la extracción de raíces. El tomo segundo dedicado a la geometría elemental tiene un contenido similar al de los *Elementos* de Euclides, aunque formalmente no los sigue. El tomo tercero trata de álgebra, viendo las series y la resolución de ecuaciones. No se ha podido consultar el tomo cuarto, que es el más valioso por tener la primera versión impresa en castellano de los cálculos diferencial e integral. De él dice Cuesta Durtari (1985, p. 120-127) que en la parte de cónicas está inspirado en los *Elementa Matheseos Universae* de Christian Wolff[52], para los infinitesimales en el texto de Fontanelle[53] y para el resto del cálculo infinitesimal en el de Mc Laurin[54], aunque la cuadratura del círculo, elipse e hipérbola las desarrolla también siguiendo a Wolf[55].

---

[52] Christian Freiherr von Wolff (Breslau, 1679 - Halle, 1754) fue un filosofo y matemático alemán. Seguidor de Leibniz. Fue profesor de matemáticas en las universidades de Halle y Marburgo. Su libro *Elementa matheseos universae* (1713-1715., 4 v.) es una especie de enciclopedia de las matemáticas conocidas en aquella época, que fue reeditado y traducido en muchas ocasiones y fue muy utilizado en la enseñanza por toda Europa.

[53] Bernard Fontanelle (1657.1757) literato, matemático y filósofo francés. Fue miembro de las Academias francesas de lengua y ciencias. Su obra más conocida es *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686).

[54] Colin MacLaurin (1698, Kilmodan Escocia, 1746 Edimburgo) Seguidor de Newton y profesor de la Universidad de Edimburgo se le conoce por el desarrollo en serie de funciones. Sus obras más conocidas son el *Treatise on Fluxions* (1742) y *Treatise on algebra* (1748).

[55] Para ampliar véase Cuesta Dutari (1985, p. 125-126), y también Mónica Blanco (2012) "El método de fluxioens en la Academia de Matemáticas del Cuartel de los Guardias de Corps; una revisión sobre el Curso Miliotar de Mathematicas de Pedro Padilla" en J. M. Urkia (ed.) *XI Congreso SEHCYT* San Sebastián ed. SEHCYT y RSBAP.

La aprobación de los tomos publicados está escrita por Jorge Juan, que considera este curso muy útil para la enseñanza.

El número de alumnos fue muy variable. Al principio tuvo éxito: en 1754 fueron 18 los alumnos, en 1755 fueron 34 y en 1756 bajaron a 19. De este último curso se han hallado las notas y fueron más bien buenas: 6 sobresalientes, 7 buenos y 6 medianos. Pero, en 1758 los asistentes eran sólo 3 de los que uno abandonó (AGS GM 3003). Se extinguió en 1760 porque el gasto en academias era excesivo y el rendimiento escaso.

Esta Aula de Matemáticas, además de ser famosa por el *Curso* de Pedro Padilla, tuvo como alumno a Gerardo Henay, que fue uno de los primeros en defender conclusiones públicas en el centro en 1752, y, luego, fue profesor de la Academia de Guardiamarinas de Cádiz y, director de dicha Academia 1760 a 1768.

La Sociedad Matemática Militar de Madrid

Fue creada por el conde de Aranda para redactar un texto de matemáticas militares que se pudiera utilizar en las diversas academias existentes. Lo dirigió Pedro de Lucuce, desde el año 1756 hasta su extinción el 1761[56]. Aranda la creó "con el fin de formar un curso, extenso y crítico de Arquitectura civil y militar"[57]. Los que formaron parte de la comisión fueron: Pedro Lucuze, ingeniero director de la Academia de Barcelona, José Dátoli, artillero comisario provincial de Zaragoza, Carlos Lemaur, ingeniero ordinario de Galicia, Juan Garland, ingeniero ordinario, Fernando Cardoso, comisario de artillería de Sevilla, Lorenzo Lasso, comisario provincial de artillería, Antonio de Córdova, ingeniero extraordinario, Manuel de Rueda artillero y Bernardo Fillera ingeniero.

El reparto de tareas entre los miembros de la Sociedad aparece en un informe de Lucuze de 1757 (Cuesta Dutari, 1988,

---

[56] Sobre esta Sociedad Cuesta Dutari (1985, capítulo XV).

[57] Cuesta Dutari (1985, p. 189) que lo toma de AGS GM 3005.

p. 191-196) en el que se explicaba también qué partes estaban terminadas. Dátoli tenía que hacer modelos de máquinas y tenía preparadas dos cureñas. Se encargaba también de la fragua y del taller de carpintería. Lemaur preparaba un tratado de mecánica, que incluía la estática, la dinámica, la inercia, la pesadez, el movimiento sobre superficies, las oscilaciones y los péndulos, además de la hidrostática e hidráulica que todavía no había comenzado. Garland estaba escribiendo un tratado sobre fortificación regular e irregular. Cardoso había preparado la parte dedicada a las pólvoras del tratado de artillería. Laso se encargaba de la astronomía y pensaba incluir el origen de la artillería, los sistemas del universo y la trigonometría esférica, tratando materias como los círculos de la esfera celeste, la localización de los astros, las estrellas fijas, el paralaje y la refracción, También explicaría la figura de la Tierra, su división en zonas y climas, las longitudes y latitudes, la atmósfera, el calendario solar y lunar y el calendario eclesiástico, Cardoso estudiaba el álgebra viendo las operaciones con cantidades literales, los irracionales, potencias y raíces, el "cálculo de series infinitas", la "naturaleza del Cálculo exponencial" (Cuesta Dutari, 1988, p. 195) las series sumables, las ecuaciones de 1º a 4º grado y sus aplicaciones a la geometría. Cardoso tenía pensado explicar algo de cálculo diferencial e integral en su tratado. Rueda tenía preparada la aritmética con enteros y fracciones, la regla de tres y problemas de aplicación de dicha regla, potencias y raíces, y combinaciones. Además incluiría un "Libro XI De la aritmética de los infinitos" (Cuesta Dutari, p. 196). Fillera se encarga de la geometría y "observa en la teórica el orden de Euclides en los seis primeros libros, que corresponden a líneas y superficies, y en el once y doce que tocan a los sólidos". También estudiaba las cónicas. y la geometría práctica con la medida de distancias, superficies volúmenes, dibujar planos etc.

Lucuce continuó haciendo informes sobre los avances realizados por la Sociedad. En el último informe de 14 octubre 1760 decía que:

"Se debe formar un Curso matemático militar completo, que comprenda, con la extensión más oportuna, los 8 tratados principales que se enseñan en la Academia de Barcelona y demás escuelas de artillería, a saber:

1º La aritmética universal con los elementos de álgebra.

2º La geometría elemental y práctica con la trigonometría.

3º la cosmografía, incluyendo la esfera, geografía y todo lo que pertenece al tiempo.

4º La perspectiva, con lo que corresponde al conocimiento de la luz.

5º La arquitectura con todo lo correspondiente a la construcción de edificios.

6º La maquinaria o ciencia del movimiento y equilibrio.

7º La fortificación adaptada, no solo a la profesión de ingeniero, sino también todas las operaciones de guerra.

8º La artillería con todo lo que abraza esta facultad."[58]

Añadía Lucuce que habría que leer lo producido hasta 1750 en esos campos y que era importante publicar unas tablas de logaritmos.

En cinco años la Sociedad no llegó a publicar ninguno de los tratados programados. Cuando Aranda dejó el cargo las discusiones sobre la orientación de la Sociedad entre Lucuce y La Croix, jefe de los ingenieros militares, acabaron con la poca utilidad que había tenido la Sociedad.

Las matemáticas que Lucuce quería incorporar a su tratado no eran más que una ampliación de lo que se explicaba en la Academia de Matemáticas de Barcelona. No se incorporaban plenamente las nuevas ramas que habían surgido tras los escritos de Newton y Leibniz. Pese a ello, publicar ese tratado hubiera sido un paso adelante, porque en Barcelona, y en otras academias que impartían un programa semejante al suyo, hubieran contado con un manual, lo que dejaría a los alumnos tiempo para escuchar y preguntar al profesor en lugar de tener que estar toda la clase tomando notas.

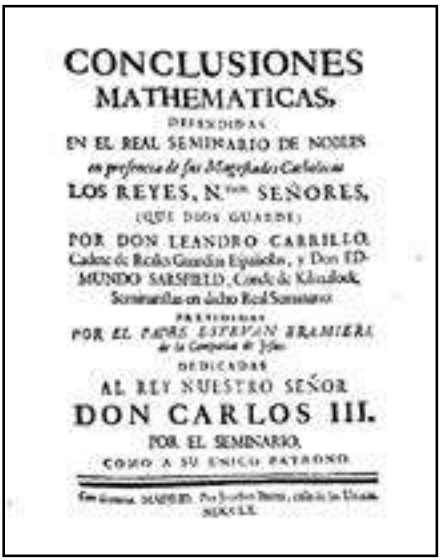
---

[58] Cuesta Dutari (1985, p. 205). Proviene de AGS GM 3011.

Por orden de Su Majestad la Sociedad Matemática Militar se extinguió el uno de diciembre de 1760.

Las universidades y los jesuitas

La presencia de los jesuitas y de las universidades españolas en la formación militar fue muy escasa durante el siglo XVIII, aunque algunos autores influyeron indirectamente a través de sus obras. En particular Tomás Vicente Tosca (1651-1723) ejerció mucha influencia en la preparación de profesores de matemáticas gracias a su *Compendio Matemático* en nueve volúmenes que se publicó entre 1709 y 1715. Esa obra tuvo cuatro reediciones, en los años 1727, 1757, 1760 y 1794, la última incompleta. Es una enciclopedia matemática que abarca la mayoría de los campos de esa ciencia que se estudiaban en aquel tiempo.


CONCLUSIONES
MATHEMATICAS,
DEFENDIDAS
EN EL REAL SEMINARIO DE NOBLES
en presencia de sus Magestades Catholicas
LOS REYES, N.ros SEÑORES,
(QUE DIOS GUARDE)
POR DON LEANDRO CARRILLO,
Cadete de Reales Guardias Españolas, y Don EDMUNDO SARSFIELD, Conde de Kilmallock,
Seminarista en dicho Real Seminario:
PRESIDIDAS
POR EL PADRE ESTEVAN BRAMIERA
de la Compañia de Jesus
DEDICADAS
AL REY NUESTRO SEÑOR
DON CARLOS III.
POR EL SEMINARIO,
COMO A SU UNICO PATRONO.

Los jesuitas, no intervinieron directamente en la formación militar, aunque mantenían la fortificación y la pirotecnia como temas a estudiar en las matemáticas aplicadas, como lo muestra el que figuren entre las materias que exponían sus alumnos en los certámenes públicos. Por ejemplo, en las *Conclusiones Matemáticas* sostenidas por tres alumnos de Esteban Terreros en el Seminario de Nobles de Madrid el 7 de marzo de 1748 se incluye la "Arquitectura Militar" y la "Poliorcética" (p. 49-54), En el *Ejercicio literario o examen*

que han de hacer algunos caballeros seminaristas bajo la dirección de varios jesuitas, celebrado los días 26, 28 y 30 de octubre de 1766, se incluía la fortificación regular e irregular (p. 27-28). En otras *Conclusiones Matemáticas* defendidas por alumnos de Esteban Bramieri, debían explicar "Fortificación" (p. 40-45) "Del ataque de las plazas" (p. 45-48) "De la defensa de la Plazas" (p. 48-50) y dentro del apartado de Mecánica, en la composición de movimientos estaba un apartado sobre "Teórica del arte de arrojar bombas" (p. 107- 109) y "Practica del arte de arrojar bombas" (p. 109-110), en las que se propone hallar el alcance de los proyectiles con la regla del seno del ángulo doble, propia del movimiento parabólico. Además en este caso uno de los seminaristas que lo exponían, Leandro Carrillo, era también cadete de Reales Guardias Españolas.

Aunque a mediados del siglo los jesuitas reforzaron los estudios de matemáticas en los colegios de Madrid y Barcelona, y vino desde Austria Juan Wendlingen en 1750 para revitalizar la enseñanza, no parece que volvieran a insistir en la formación militar, salvo en las cuestiones teóricas que incluían en su tratado de matemáticas. En 1761 llegó de Viena el matemático y arquitecto Rieger, que colaboró con los jesuitas Esteban Terreros y Pando y Miguel Benavente. Este último le tradujo al castellano sus *Elementos de toda la Arquitectura Civil* (1763, Madrid). Sin embargo no se tradujo *Vniversae Architecturae militaris elementa* (Viena 1758) también publicada por Rieger en Austria.

Los únicos jesuitas que se acercaron a la enseñanza militar fueron el catalán Tomás Cerdá y Antonio Eximeno y en los dos casos su actuación se relacionan con el Colegio Militar de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia. Antonio Eximeno se va a estudiar en el capítulo segundo cuando se vea la organización del Colegio de Artillería, ya durante el reinado de Carlos III. Thomas Cerda (Tarragona 1715- Forli 1791) fue el matemático más sobresaliente que tuvo la Compañía de Jesús en esa época en España. Estudió filosofía en Gandía y teología en Valencia. Luego enseñó filosofía

y humanidades en Lérida, Manresa y Zaragoza. De 1750 a 1753 explicó filosofía en la Universidad de Cervera, publicando *Jesuitae philosiphicae theses* (Cervera, 1753), obra ecléctica en la que muestra conocer a Newton y Descartes. En 1753 fue enviado a Marsella a formarse con Esprit Pézenas[59], jesuita francés seguidor de Newton, MacLaurin y otros matemáticos ingleses del siglo XVIII. De vuelta a Barcelona enseñó matemáticas, desde 1756 hasta 1765, en el Colegio de Nobles de Cordelles. En esta época publicó *Liciones de Matemáticas ó elementos generales de arithmética y álgebra* (Barcelona 1758, 2 v.) y *Lecciones de mathematica o elementos generales de geometria* (Barcelona, 1760). Estos libros eran los primeros tomos de un amplio tratado de matemáticas que estaba escribiendo[60]. El siguiente libro que imprimió fue *Leccion de artillería* (Barcelona, 1764). Todo lleva a pensar que dejó la publicación del siguiente tomo de sus "Lecciones de Matemáticas" para preparar este libro que podía ser utilizado en la Academia de Artillería que se iba a abrir en Segovia. En 1765 Cerdá fue destinado al Colegio Imperial de Madrid, donde enseñó matemáticas y ocupó el cargo de Cosmógrafo Real. Expulsado el año 1767 con los demás jesuitas residentes en España y sus colonias, durante el exilio residió en Forli (Italia), abandonando sus actividades científicas[61].

---

[59] Esprit Pézenas (1692 - 1776), jesuita, le nombraron encargado de la cátedra de hidrografía de Marsella y en 1749 director del observatorio de esa ciudad. Seguidor de Newton tradujo al francés el *Tratado de fluxiones* de Mac Laurin, la física de Desaguliers y la optica de Smith..

[60] Por lo que dice en *Leccion de Artillería* el tomo séptimo de ese compendio trataba del movimiento de los cuerpos en medios resistentes, y en volúmenes anteriores de fluxiones y fluentes, y de mecánica. Parte de esos tomos se encuentran manuscritos en los fondos de los jesuitas de la Academia de Historia de Madrid.

[61] Se puede saber más sobre Cerdá en Gassot, Ll. (1995) "Tomàs Cerdà S. J. i la introducció del pensament newtonià a Barcelona". En: III *Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, 247-252. Barcelona, ed. SCHCT. También en Simón Díaz (1992, p. 144, 211, 521 y 529).

En la vida de Cerda no se ha encontrado ninguna actuación que lo relacione con la artillería o con el ejército, por eso su *Leccion de artillería* es el fruto de sus lecturas, no de su experiencia.

Las Academias de Artillería

En 1751 como parte del programa de mejora de la formación militar propugnado por el marqués de la Ensenada se abrieron dos Academias para estudiar la parte teórica de la artillería en Cádiz y Barcelona. Así se satisfacía también los deseos que existían en el cuerpo de artillería de tener sus propios centros de formación. Su creación viene detallada en el siguiente documento:

> "Real Ordenanza de 21 de Octubre de 1751
> Sobre lo que se ha de observar en las Escuelas de Matemáticas, que con el título de artillería ha mandado S.M. erigir en las plazas de Barcelona y Cádiz bajo la dirección del cuerpo general de ella." (Carrasco y Sayz, 1888, serie III v. XVIII, p. 57).

En el preámbulo se incluye la sabiduría matemática entre los valores que hacen exitoso un ejército:

> "Por cuanto habiendo considerado lo importantísimo que es para el mejor éxito de mis expediciones militares, honor de mis armas y desempeño de varias comisiones de mi servicio que los oficiales unan al natural valor de la Nación, amor a la gloria, fidelidad [...] la inteligencia en las matemáticas, por ser la facultad que habilita en las resoluciones y consolida en las precisas máximas de la guerra con fundamentos demostrables para el acierto [...] he resuelto que para fomentar en esta parte la emulación, disponer la general inteligencia en mis tropas y particularmente para establecer y conservar un cuerpo científico de oficiales [...] se erijan en las Plazas de Barcelona y Cádiz Escuelas formales de teórica con el título de artillería" (Carrasco y Sayz, 1888, serie III v. XVIII, p. 57).

El responsable de las academias era el Secretario de Guerra, y de su supervisión debía encargarse el inspector de la artillería. Al frente de las escuelas, gestionando el funcionamiento diario estaría un primer profesor:

> "que además de la inteligencia en las Matemáticas, tenga las circunstancias de acreditados juiciosos talentos, prudente conducta, y regular vida"(Carrasco y Sayz, 1888, serie III v. XVIII, p. 58).

Él era el responsable de la disciplina de la Academia y el encargado de redactar los cuadernos con las materias que debían de dar en clase los ayudantes:

> "5. El mismo primer Profesor coordinará y dispondrá los tratados que se deben enseñar; dividirá las clases é impondrá á los dos Ayudantes (que también elegirá el Protector de entre los Oficiales de mi Real Artillería) de las Ciencias y Cuadernos, que deben leer y explicar en sus clases para que toda la facultad vaya bajo de un mismo método, dejando á la inteligencia del primer Profesor, que con acuerdo del Inspector, aumente lo que le pareciere substancial, y disminuya lo que no fuere preciso." (Carrasco y Sayz, 1888, serie III v. XVIII, p. 59).

El primer profesor era también el responsable de vigilar el aprendizaje de los alumnos y de redactar informes para el inspector sobre los avances en la enseñanza.

El claustro de profesores estaba formado por el primer profesor, sus dos ayudantes y un profesor de dibujo. Sobre las materias que se debían enseñar la Real Ordenanza dice:

> "11. Para que un Oficial de mi Real Artillería pueda desempeñar con acierto los encargos de su empleo, se le enterará en las partes de Matemáticas puras y Physico-mâticas, Teóricas y Prácticas siguientes[62]: La Arithmética inferior: las Progresiones Arithmética y Geométrica, la Literal y Superior; los seis primeros Libres de los Elementos de

[62] Hay un programa más detallado de las partes de las matemáticas que debían estudiarse en la academia de artillería de Barcelona, firmado el 16 de septiembre de 1752 por Juan Silbi en AGS GM 571.

Euclides, inclusos el once y doce; las Secciones Cónicas, Parábola y Elipse, y una noticia de la primaria propiedad de la Hyperbola y su construcción; la Geometria práctica, plana y sólida aplicada a la práctica sobre el terreno con el uso de Plancheta, y otros instrumentos; el Tratado de Minas, modo de construirlas, / y dirigir las Galerías y Ramales: el cálculo de la excavación y cantidad de Pólvora con que se deben cargar los hornillos, según el diferente objeto que hubieren de volar y diferencia de terreno.

12. La Trigonometría, rectilínea, construcción y uso del canon trigonométrico y logaritmos, con la aplicación à la resolución de triángulos; las cinco fundamentales máquinas, aumento de sus fuerzas, estática, hidrostática, é hidráulica: el modo de nivelar, dirigir y repartir las aguas: el de la construcción de Puertos de Mar, Muelles y Puentes de Barcas y hacer Ríos navegables, Canales y desvío de aguas" (Carrasco y Sayz, 1888, serie III v. XVIII, p. 60-61).

En los puntos siguientes se añade que debía impartirse también arquitectura civil, y fortificación y otros asuntos propios del arma, como el conocimiento de cañones y morteros, la pólvora, la construcción de baterías y toda una larga serie de conocimientos prácticos propios de un artillero. También se incluían entre las materias a estudiar la calidad de los metales, la construcción de almacenes, carruajes y cordajes y todo lo referente a las marchas y a la formación del tren de artillería. Además, debían darse algunas otras ramas de las matemáticas, junto con geografía y cartas hidrográficas, a los que estuvie-

CERTAMEN
ACADEMICO MATHEMATICO
QUE OBTUVO
LA REAL ESCVELA
DEL CARGO
DEL CUERPO GENERAL DE ARTILLERIA
ESTABLECIDA
EN LA PLAZA DE BARCELONA,
EN
LOS DIAS 29. 30. y 31. DE OCTVBRE DE 1774.
EN BARCELONA.

ran inclinados por la armada. Finalmente "pasarán al dibujo en donde se les enseñará el blasón, y el modo de levantar los Planos, Cartas Geográficas, cortar los perfiles: el de lavarlos con aseo, limpieza y propiedad de colores, y cuanto es propio de esta clase." (Carrasco y Sayz, 1888, serie III v. XVIII, p. 155).

El primer profesor debía preparar el material que se iba a explicar en todas las clases, redactando unos "tratados" (Carrasco y Sayz, 1888, serie III v. XVIII, p. 155).

Se prevé igualmente que la academia tenga una colección de instrumentos geométricos, como una "Esphera armillar", un Semicírculo graduado, con sus pínulas, varios niveles, dos escuadras, dos Pantómetras grandes, dos semicírculos pequeños de metal, tres planchetas, con sus pies, tres tablas de senos, y dos compases rectos grandes. Además los discípulos debían tener sus propios compases. Por otra parte en la academia debía haber mapas geográficos y figuras geométricas de madera representando diversos tipos de pirámides, prismas, cilindros, sólidos regulares y otros cuerpos.

En cada turno, el inspector debía proponer al Secretario de Guerra 10 oficiales y 10 cadetes[63] "que precisamente han de estar impuestos en la aritmética inferior y soltura de pluma en escribir" (Carrasco y Sayz, 1888, serie III v. XVIII, p. 163) para que se incorporaran a la academia. También se aceptaban 5 paisanos de "limpieza de sangre y oficios". Los oficiales de inferior graduación de artillería estarían obligados a acudir a la academia, salvo que demostraran en un examen que dominaban la materia, o fueran muy mayores. Además, "se admitirán igualmente en estas escuelas de teórica todos los sargentos cabos y artilleros de talento y buenas costumbres [...] que sean naturales de estos reinos, sin oficios mecánicos y de limpias familias", a los que se instruirá en los "principios de la

[63] Otra instrucción de 13-II-1755 da facilidades para que se incorporen los hijos de oficiales desde los 14 como cadetes, Carrasco y Sayz (1889, serie III, v. XX, p. 302).

aritmética, para que con estos fundamentos puedan más fácilmente comprender los tratados que se les explique"(Carrasco y Sayz, 1888, serie III v. XVIII, p. 162).

Los estudios debían durar "cuatro años, tres para las clases, de Matemáticas, y uno para el Dibujo". Cada tres meses habría un examen y los que tuvieran malas notas debían abandonar la academia. Al final de los estudios daban un certificado a los alumnos, pero no queda clara la utilidad de ese documento.

También se regulan los actos públicos de fin de estudios, al que acudirían los tres mejores alumnos del grupo que hubiera finalizado.

Al mismo tiempo que las academias se regularon las escuelas prácticas en la *Ordenanza de ejercicio para cañón, mortero y cabria, mandada observar por Fernando VI en 18 de junio de 1752* (Carrasco y Sayz, 1988, serie II, v. XVIII, p. 259). Las principales debían estar en Cádiz y Barcelona y al mando debía haber un teniente o comisario provincial. En esas escuelas se explicaban cuestiones como ver si el ánima está alineada, conocer cómo cortar cuchara, cómo variar la potencia de la pólvora, o cómo fijar los alcances en la práctica, y una larga lista de operaciones habituales en la artillería de la época, "dejando lo teórico para la academia"[64]. Tres días a la semana tenían ejercicios de fuego. En esa ordenanza también se dice que se mantengan "en los cuarteles escuelas de primeras letras y aritmética, para enseñar a los aplicados y para que se perfeccionaran los que ya tuviesen principios".

En 1751 se nombró: Inspector Juan Rafael Silvi; Subinspector Jacobo de Valladaros; primer Profesor Francisco Domínguez, y segundo, D. José Pesino, para la Academia de Matemáticas y Artillería de Barcelona. A principios de 1754 fue relevado a petición propia por falta de salud Domínguez, sustituyéndole el primer profesor de la Academia de Cádiz Antonio Zini, que

[64] Sobre estas escuelas prácticas se puede ampliar en Carrasco y Sayz (1887, serie III vol. XVIII, p. 261-264), de donde están tomadas las citas.

vino "acompañado del comisario extraordinario D. Carlos Zini para ayudarle a escribir los cuadernos" (Carrasco y Sayz, 1889, serie III, v. XX, p. 68-70). Respecto al alumnado, de 64 asistentes a los primeros cursos 11 eran oficiales y 8 cadetes de artillería, 16 cabos y sargentos, y 6 soldados de artillería, 9 cadetes y 3 oficiales de infantería, 5 fueron civiles y 10 comisarios ordinarios, extraordinarios o delineadores que estaban obligados a acudir por las ordenanzas.

El curso no empezó en Barcelona hasta el 3 de octubre de 1752. Continuó funcionando hasta que se cerró la Academia por Real decreto de 12 de mayo de 1760. En 1760 era director José de Gerónimo, primer profesor Antonio Zini, segundo José Pesino, tercero Andrés Aznar y profesor de dibujo Antonio Alava. El último examen pudo ser el del 17 de mayo de ese año. En esa prueba, promediando las notas, hubo en primero dos sobresalientes, seis buenos y cinco medianos; en segundo curso cuatro buenos, cinco entre bueno y mediano, uno mediano y uno entre poco y mediano; en tercero dos buenos. Entre los "académicos que han concluido el curso en cuanto a los tratados de la ciencia" hubo cuatro buenos, uno entre bueno y mediano, un mediano y un "poco". A este último dejaban la decisión de su continuidad en manos del inspector. Los resultados eran por lo tanto, en general buenos. En este año la mayoría eran cadetes de artillería (Carrasco y Sayz, 1889, serie III, v. XX, p. 303).

En la Academia de Cádiz, con fecha 4 de diciembre de 1751, el inspector era Juan Manuel de Porres, comisario provincial y Director de la Escuela práctica; el primer profesor, Marcos Antonio Gigli, comisario ordinario; el segundo profesor, el de igual grado Antonio Zini; el tercer profesor, el comisario extraordinario Gabriel Martínez, y director de dibujo, el de la misma graduación Agustín de Hervás. El primer profesor abandonó y el segundo pasó a Barcelona y, en 1754, era primer profesor Francisco Domínguez, profesor segundo don Gabriel Martínez, Comisario ordinario, ter-

cero el comisario extraordinario Lorenzo Lasso de la Vega; y encargado de diseño el Comisario delineador Pedro Varela.

Sobre los libros que tenían en las academias de artillería, Carrasco menciona un catálogo elaborado por Jorge Juan el 13 de agosto de 1754. Según dicho escrito en Cádiz tenían en total 77 volúmenes, incluyendo los *Elementa Matheseos*, de Wolff, el *Essai de Phisique*, de Muschembrock[65]. la *Nouvelle Mecanique* de Deidier[66], el *Dictionnaire de Mathématiques* de Mr. Saverien[67], la *Architecture hidraulique* de Belidor[68], el *Cours de Phisique*, de Pézenas, o la *Science des lngenieurs,* de Belidor. En la Academia de Barcelona, a 6 de marzo de 1756, se catalogaron las obras obteniendo que había 42 volúmenes, entre los que estaban de nuevo las Matemáticas de Wolff y la Física de Pierre Musschenbroek, los Diccionarios de Matemáticas y Física de Saverien, o el curso de física de Pezenas, además del curso de matemáticas de Belidor y el de física de

---

[65] Pieter van Musschenbroek (Leyden, 1692 – 1761), médico, matemático y físico holandés. Sguidor de Newton, fue profesor de las universidades de Utrecht y Leyden. Miembro de varias academias científicas, se le conoce principalmente por sus trabajos en electricidad y resistencia de materiales. Fue el descubridor de la "botella de Leyden".

[66] Abbé Deidier (1696-1746), fue jesuita y profesor en la escuela militar de La Fére. Publicó muchas obras de matemáticas y física dedicadas a la enseñanza.

[67] Alexandre Savérien (1720 – 1805) fue un matemático y filósofo francés. Escribió de náutica y matemáticas. Además de este *Dictionnaire Universel de Mathématiques* (1753) es conocido su libro *Histoire des progrès de l'esprit humain dans les sciences exactes et les arts qui en dépendent* (1766) que fue traducido al castellano y se comenta en el capítulo tercero de este libro.

[68] Bernard Forest de Bélidor (1698-1761). Nació en Cataluña, porque su padre estaba con el ejército francés que ocupaban el país. Entró joven en el ejército. Fue profesor de artillería en la escuela de La Fère (Aisne) desde la creación de este establecimiento en 1720, e inspector general de minas de Francia. Publicó *Nouveau cours de mathématique à l'usage de l'Artillerie et du Génie* (1725), *Le Bombardier françois, ou Nouvelle méthode de jeter les bombes avec précision* (1731), y *Architecture hydraulique* (1737-1753, 4 v.).

Varignon[69]. Tenían igualmente varios libros de fundición, artillería y ciencias militares Para estas academias de artillería mandó Jorge Juan varios instrumentos comprados a G. Adams desde Londres, que llegaron en 1754.

Estas nuevas academias de artillería podían hacer sombra a la de matemáticas militares de Barcelona que gestionaban los ingenieros. El ingeniero jefe Zermeño criticó su apertura en una carta al marqués de la Ensenada, diciendo:

> "Para la artillería [...] sólo se necesita establecer escuelas prácticas (que serán muy útiles para la instrucción de los sargentos, cabos y soldados) sin nombre de Academias, en que se enseñen solamente aquellos rudimentos necesarios, como el uso del compás en la geometría práctica, el conocimiento de las piezas, sus calibres, repartimiento de metales, las partes de que se componen las cureñas y demás carruajes, con el modo de cargar y apuntar las piezas, y el de servir las baterías de cañones y morteros, de un modo claro, fácil e inteligible a los soldados, pues los oficiales ni cadetes no lo necesitan, concurriendo a la Academia donde se les da toda la precisa instrucción"[70]

No considera Zermeño que los artilleros necesiten unos estudios teóricos diferentes a los de los ingenieros militares. Por otra parte, criticaba a las academias de artillería porque no eran tan estrictos con la nobleza de los alumnos como en la de ingenieros. Esa mayor apertura de los artilleros provenía de la Edad Media cuando surgieron los artilleros como una especie de gremio[71] y se daba

---

[69] Pierre Varignon (1654-1722) sacerdote francés, fue profesor del Colegio Mazarin y del Colegio de Francia. En sus investigaciones trabajó principalmente la mecánica. Publicó *Nouvelle mécanique ou statique* (Paris, 1725, 2v.); *Traité du mouvement et de la mesure des eaux* (1725, Paris); y *Élémens de mathématiques* (1731, Paris).

[70] AGS GM leg. 570. Es una copia sin fecha.

[71] Carrasco y Sayz (1887, p. 394) narra como en el siglo XVI se pedía que los candidatos a artilleros tuvieran oficios de carpinteros, herreros y otros propios de la artillería. Así se pidió en Fuenterrabia en 1544, por ejemplo.

preferencia para la incorporación al arma a carpinteros y herreros. Eso cambiará en el Colegio de Artillería de Segovia, en el que se exigirían unas pruebas de nobleza estrictas.

A este texto se le respondió desde el cuerpo de artillería con un escrito interesante del que no se ha encontrado la fecha ni el autor[72], diciendo sobre la generalidad de los conocimientos del artillero:

> "Su generalidad solo puede ocultarse a quien carezca de los principios del Arte pues aunque muchos creen que está reducido a las regulares operaciones de tirar con el cañón y mortero, y algunas otras comunes y materiales faenas en que cualquier soldado se ejercita en una aprensión superficial que confirma la falta de inteligencia, pues si un oficial de ingenieros debe saber la fortificación / y para ello algunos previos tratados matemáticos, el oficial de artillería para perfeccionarse en su Arte debe saber también la fortificación y por consiguiente las materias que tienen a ella adhesión en la matemática, [...] es importantísimo al Real servicio que el oficial de artillería posea los fundamentos de la fortificación y ataque de las plazas, porque siendo el objeto a cuya destrucción se dirige ese oficial de la artillería, no solo parece importantísimo sino que se evidencia esencial para dotar con propiedad lo que se requiere para la defensa y ataque de las plazas. Quien no ve que para saber el Arte de fortificación y ataque se necesita entender bien Aritmética, Geometría, Trigonometría y otras como para la dirección y construcción de las minas y contraminas, para el acierto / de los tiros en la variedad de líneas, distancias movimientos y gravedades de los proyectos se necesita sobre lo referido de las secciones cónicas y la estática, para la construcción uso y manejo de sus ingeniosas cuanto formidables maquinas, quien podrá dudar que

[72] Podría ser Juan Silbi el inspector de artillería de Barcelona porque Juan Silbi fue quien respondió a Juan Zermeño en una polémica posterior sobre los alumnos de artillería que acudían a la Academia de Matemáticas de Barcelona, dependiente de ingenieros, que tuvo lugar en septiembre y octubre de 1752.

> es indispensable el sutilísimo tratado de la mecánica y mucha parte de física práctica experimental para la inteligencia de Arte metálica para el conocimiento de la bondad y demás calidades de los metales para el acierto de las fundiciones para las causas y físicos efectos de la Pólvora y varios simples en los prodigiosos y útiles fenómenos del arte para la formación de fuegos artificiales" (AGS GM 570).

En esta discusión se extienden en otras cuestiones como la división entre escuelas y academias, la comparación con la situación en Francia, o el sentido de las leyes anteriores. Pero en lo que toca a las matemáticas necesarias a la artillería hay dos argumentos en los que se basa la respuesta de los artilleros. El primero, que los artilleros deben luchar contra las fortificaciones del enemigo o usar las defensas del propio ejército, y para ello deben conocer como se construyen o en que se basa su diseño. Hasta ahí su enseñanza podría estar cubierta por la Academia de los ingenieros. Pero las cuestiones relacionadas con el movimiento y la gravedad de los proyectiles, la mecánica y la física experimental necesaria para conocer el comportamiento de las piezas, la fundición de los metales y la utilización adecuada de las pólvoras, tenían una problemática propia que no estaba suficientemente cubierta en esa Academia. Las razones válidas para separar los estudios de artillería son más de física o de química, que de matemáticas. Pero para estudiar esas nuevas partes de la física o química, se necesitaba conocer más matemáticas que para la fortificación. El autor, sin embargo, no menciona qué partes de las matemáticas debían estudiar además los artilleros, ni menciona a Newton, Leibniz o los Bernoulli.

A partir de 1760 sólo funcionaba la Academia de Cádiz. Para ella se plantea una reorganización. En una carta de Ramón de Larrumbe a Ricardo Wall del 26 de noviembre de 1760 se dice sobre la "Nueva planta de la Academia de Artillería de Cádiz" (Carrasco y Sayz, 1889, serie III, v. XX, p. 493) que en la academia habrá un director 5 ayudantes y un portero. En esos cargos estarían:

> "Director el Comisario provincial D. Antonio Zini, que lo era de la extinguida Academia de Artillería de Barcelona, y por ayudantes los comisarios ordinarios D. Lorenzo Laso y D. Manuel de Rueda, que eran individuos de la así mismo extinguida Sociedad Matemática establecida en Madrid, además de D. Francisco Domínguez, D. José Crell y D. Pedro Varela que deben subsistir" (Carrasco y Sayz, 1889, serie III, v. XX, p. 493).

Posteriormente se incorporó Pedro Chenard, profesor de dibujo, porque en la propuesta inicial no se había incluido ningún profesor de esa especialidad.

El nuevo primer profesor comenzó a renovar los tratados del anterior responsable, Juan Manuel de Porres. Éste pidió a Ricardo Wall en octubre 1761 que no se cambiaran porque él había trabajado con Gabriel Martínez en la elaboración de los tratados existentes y "las matemáticas escritas son tan buenas como V. E. podrá reconocer en los cuadernos que se remitieron a la Corte", y Antonio Zini, "que no puede considerarse más hábil está trabajando en cambiar el curso que yo dejé" (Carrasco y Sayz, 1889, serie III, v. XX, p. 496). Concluía el informe diciendo que no conviene andar cambiando lo que ya funciona. En todo caso, de variar, se podían utilizar los tratados que había escrito Pedro Lucuze, para la Academia de Matemáticas de Barcelona y de esa manera las enseñanzas serían iguales en todas las academias militares. Es decir, en su opinión, era suficiente para los artilleros con las matemáticas que se enseñaban en Barcelona. Lo que se diferencia un tanto de lo que habían respondido a Zermeño para justificar la apertura de las academias para artilleros.

Los libros de artillería

Una diferencia importante entre la primera mitad del siglo XVIII y los siglos anteriores es que la mayor parte de la formación técnica

de los militares se hizo en academias, como la de Matemáticas de Barcelona o las de Matemáticas y Artillería de Cádiz y Barcelona, en las que el método utilizado en las clases hasta la apertura del Colegio de Artillería de Segovia fue el de dictar las materias. Eso tuvo como consecuencia que se conserven más ejemplares manuscritos de los cursos impartidos que en el siglo anterior, pero menos cursos impresos.

Vicente de los Ríos en su *Discurso sobre los ilustres autores, é inventores de artillería* (1767, p. 87) menciona de este siglo entre los autores "que solo escribieron para enseñar á sus discípulos los primeros rudimentos de esta Facultad" a Don Juan Sánchez Reciente, Joseph Infante y Sebastián de Labairu. Los tres enseñaron en Sevilla o Cádiz a los artilleros de la marina. Existieron también algunos artilleros prácticos que escribieron sobre la materia basándose en sus experiencias, y no sólo en Europa, Pedro Antonio Bracho, por ejemplo, publicó en Perú en 1760 un *Tratado de artillería y bombardería* (Lima, 1760).

De los cursos de matemáticas amplios, incluyendo la pirotecnia el más utilizado fue el *Compendio matemático* (9 vols., Valencia, 1709-1715) del oratoriano T. V. Tosca. Tomás Cerdá, como se ha comentado con anterioridad, publicó una *Lección de Artilleria para el uso de la classe* (1764, Barcelona), que es interesante porque aparecen en ella la influencia de las nuevas ideas de Newton. Pero para el apredizaje de los artilleros se siguieron utilizando en la primera mitad del siglo XVIII libros sencillos, como los de Bracho o Sánchez Reciente.

De ellos, el *Tratado de Artillería, theórica, y práctica* (1733) de Juan Sánchez Reciente tiene una aprobación del P. Pedro Vázquez Tinoco y un prefacio de Francisco Balbasor alabando la obra, por lo que podríamos relacionarlo con la Academia de Artillería de Cádiz de 1722. La obra es muy elemental como lo plantea el autor en el prefacio "Al lector" en el que dice que es un tratado sobre la teórica y la práctica de la artillería "sacado de los mejores

autores [...] principalmente Julio Cesar Firrufino" adaptándolo a las Nuevas Ordenanzas. Añade que "respecto que se escribe para Niños" insiste más en los instrumentos que en las teorías. En el capítulo primero se explican algunos términos de geometría elemental como linea recta o curva, ángulo, triángulo etc. también se exponen algunas cuestiones de dinámica por las que se deduce que el autor seguía, como Firrufino, la teoría medieval de los ímpetus, aplicada a la artillería por Tartaglia[73]. Por ejemplo, dice que: "movimiento es la mutación que hace un cuerpo de un lugar a otro y es en dos maneras natural y violento" (p.14) según sea a favor o en contra de la "naturaleza de las cosas" y añade que puede ser recto, curvo o mixto. En el capítulo II se explican algunas construcciones geométricas sencillas, como trazar paralelas o perpendiculares a una recta. En el capitulo III además de definir lo que es la artillería y explicar cuales son las pólvoras que se usan en las diversas piezas, se trata de los instrumentos del estuche del artillero, como las agujas, el compás de puntas rectas, el de puntas curvas, el cuadrante o escuadra de latón, el cuchillo, y las tijeras, y otros como los polvorines para la pólvora, los pasabalas de latón, el botafuego, los niveles, y la brújula. El cuadrante propuesto tiene marcados 12 puntos, en lugar de 90 grados. El resto del libro trata de cañones y morteros, la forma de cargarlos, el viento de una bala, las cucharas, o el calibre. Se acaba con "la cuenta de las balas en pirámide" (p. 206-220) y un juego de naipes para aprender la artillería. Sobre las trayectorias dice que "no se puede saber con precisión lo que alcanza cada pieza por las muchas circunstancias que concurren, como son la calidad y la cantidad de la pólvora, el

[73] Niccolò Fontana "Tartaglia" (1499 - 1557), fue un matemático italiano apodado Tartaglia (el tartamudo). Autodidacta, tuvo gran facilidad para las matemáticas. Se le conoce como descubridor de un método de resolución de las ecuaciones de tercer grado. En artillería y física propuso una adaptación de la teoría medieval de los ímpetus al movimiento de proyectiles que explicó en *La Nuova Scientia* (1537).

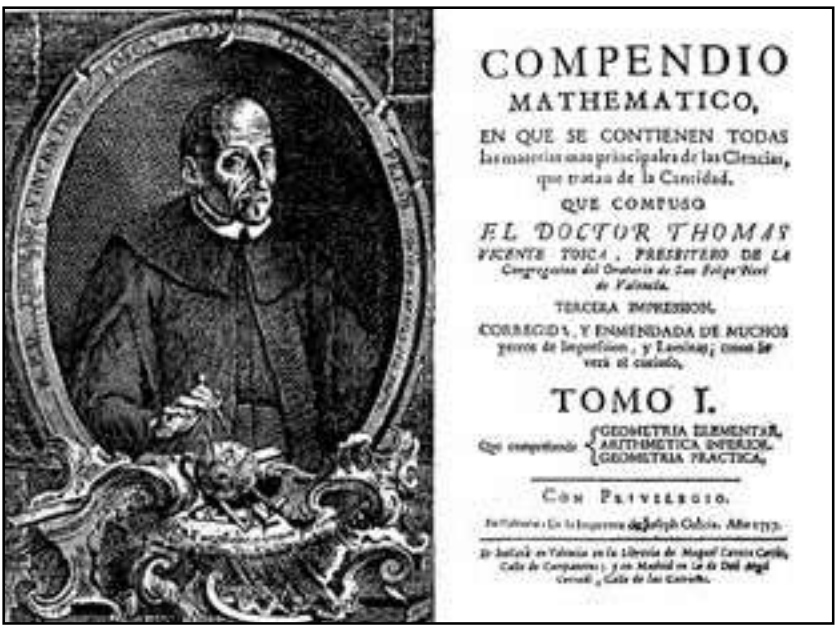
estar más o menos unida o apretada, el estar la pieza más o menos caliente o húmeda / y otras, no obstante esto pondremos las tablas siguientes para que el artillero tenga alguna noticia de lo que cada pieza alcanza" (p. 180-181).

Juan Sánchez Reciente era sacerdote y enseñaba en el Colegio de mareantes de San Telmo de Sevilla por lo que tampoco era un artillero práctico. Más práctico debió ser el autor de *Tratado de artillería y bombardería: para instrucción de los artilleros*, Pedro Antonio Bracho Bustamante. Este autor trata de pólvoras, cañones y morteros, tipos de piezas, punterías y alcances, todo como dice al principio: "Sin sujetarse a leyes Mathematicas ni experiencias philosophicas [...] por eso muchos autores como Moroguez, Belidoro, Gravesante y otros que no cito trahen reflexiones philosophicas, pero nada demostrado Mathematicamente" (p. 4). Incluye tablas de alcance, "aunque a punto fijo no se puede saber lo que alcanza un cañón por las muchas circunstancias que concurren" (p. 63).

Tomás Vicente Tosca (1651-1723) fue un religioso valenciano que estudió en la Universidad de su ciudad natal. Se ordenó sacerdote y entró en la Congregación de San Felipe Neri. Participó en las tertulias de los novatores valencianos y colaboró en cuestiones técnicas con el ayuntamiento de su ciudad. Su principal actividad fue como profesor de matemáticas. Ejerció gran influencia en la preparación de los profesores de matemáticas españoles de su época gracias a su libro *Compendio Matemático* en nueve volúmenes que publicó de 1709 a 1715. La obra abarca la Geometría Elemental, Aritmética, Geometría Práctica, Álgebra, Trigonometría, Secciones Cónicas, Maquinaria, Estática, Hidrostática, Hidrotecnia, Arquitectura Civil, Arquitectura Militar, Artillería, Óptica, Perspectiva, Catóptrica, Dióptrica, Meteoros, Astronomía, Geografía, Náutica, Gnomónica, Cronología y Astrología. El libro sigue principalmente al jesuita C. F. Milliet Dechalles y su obra *Cursus seu mundus Mathematicus*, publicada

en 1674. No está influida por las teorías de sus contemporáneos Leibniz, Newton o los Bernoulli[74].

La parte dedicada a la fortificación y la artillería se encuentra en el tomo V. Al haber explicado con anterioridad las matemáticas puras Tosca no tiene dificultades para utilizar la trigonometría, los logaritmos o la geometría. En fortificación conocía las teorías de los autores contemporáneos de fortificación y alababa a Vauban como el "mas cèlebre Maestro, que en esta materia han venerado nuestros tiempos"[75]. En artillería se muestra al principio partidario de los resultados experimentales y desconfiaba de todas las teorías, porque "es muy dificultuoso sino imposible, reducir a reglas fijas la celeridad casi instantanea del fuego" (Tosca, 1757, p. 427). En el libro se hacen varias críticas a lo que "sienten comunmente los



COMPENDIO
MATHEMATICO,
EN QUE SE CONTIENEN TODAS
las materias mas principales de las Ciencias,
que tratan de la Cantidad.
QUE COMPUSO
EL DOCTOR THOMAS
VICENTE TOSCA, PRESBITERO DE LA
Congregacion del Oratorio de San Felipe Neri
de Valencia.
TERCERA IMPRESSION,
CORREGIDA, Y ENMENDADA DE MUCHOS
yerros de Impresion, y Lamina; como se
verà al cuidado.
TOMO I.
Que comprehende { GEOMETRIA ELEMENTAL, ARITHMETICA INFERIOR, GEOMETRIA PRACTICA.
CON PRIVILEGIO.

[74] Sobre el *Compendio* de Tosca ver V. Navarro Brotons ((1985) *Tradició i canvi cientific al País Valenciá modern.* Valencia, ed. Tres i quatre.

[75] Tosca (1757, v.V, p. 363) Para las citas se usa la tercera edición.

sequaces de Galileo" sobre las trayectorias parabólicas. Pero todos los problemas sobre alcances, alturas de las trayectorias y similares se resuelven con las teorías de Galileo, porque aunque "todas las reglas que hay fundadas en dicho parabolismo no pueden ajustarse rigurosamente a la verdad, pero supuesto que como advierte M. Blondel[76] en su *Arte de arrojar las bombas* no puede dicha suposición falsificarlas de modo que puedan inducir a error notable en los tiros que por ella se dirigieren, las juzgo por suficientes para la practica" (Tosca, 1757, v.V, p. 539).

El último libro que se comenta es *Leccion de artillería* (Barcelona, 1764) que fue escrito por Tomás Cerda, pensando en la apertura de la Academia de Segovia a la que se iba a incorporar el jesuita Eximeno. Así lo dice en la dedicatoria a Felix Gazola:

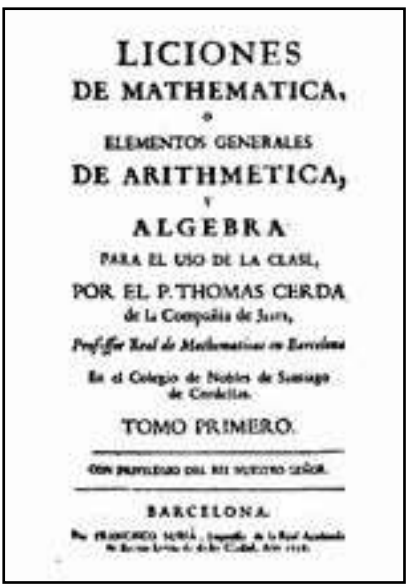
> "Lo mucho que V. E. favorece al Cuerpo de / las Mathematicas de España con esa nueva Academia de Artillería que a solicitud y dirección de V.E. se ha dignado S.M. erigir en Segovia para los Jóvenes Artilleros de Nuestra Nación me ha movido a presentar a V. E. [...] esta Lección de Artillería que / para uso de la clase he impreso" (s.p.)

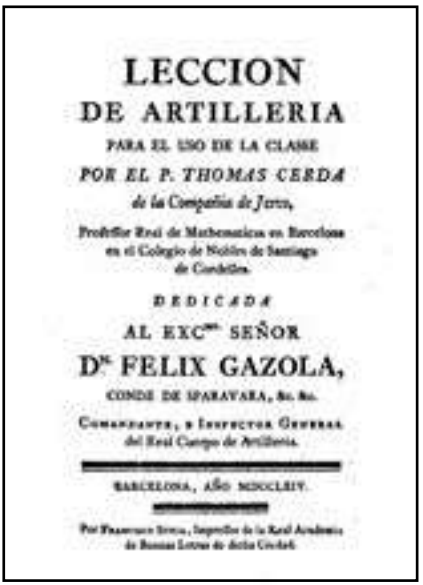
En la introducción plantea Cerda que el determinar la trayectoria de una bala es difícil por las variaciones de la fuerza de la gravedad, que "varia en la razon inversa de los quadrados de distancia del centro de fuerzas" (p. 4) y porque "la resistencia del ayre / especialmente en los cuerpos que se mueven con movimiento muy veloz, es mas de lo que comunmente se presume" (p. 4/5). Pese a eso, dice que en una primera aproximación va a suponer que la gravedad es constante y perpendicular a la superficie y que la influencia de la resistencia del aire está recogida al hallar experimentalmente el alcance máximo de la pieza., como hacían Blondel o Tosca.

---

[76] Nicolas François Blondel (1618-1686) ingeniero militar, matemático y miembro de la academia de ciencias y profesor del College de France publicó *Cours de Mathématiques*, *Art de jetter les Bombes*, *Nouvelle manière de fortifier les places* y un *Cours d'Architecture*. En pirotecnia es conocido por ser el primero en plantearse el estudio de la artillería dentro de las teorías galileanas.

En el capítulo primero da una serie de lemas del movimiento que siguen las doctrinas de Newton. En el capítulo segundo resuelve de forma general diversos problemas de dinámica y en el capítulo tercero se resuelven varios problemas de aplicación a la artillería. En el capítulo cuarto estudia la fuerza ejercida por la pólvora al disparar, basándose en los experimentos del inglés Robins y del francés Belidor.

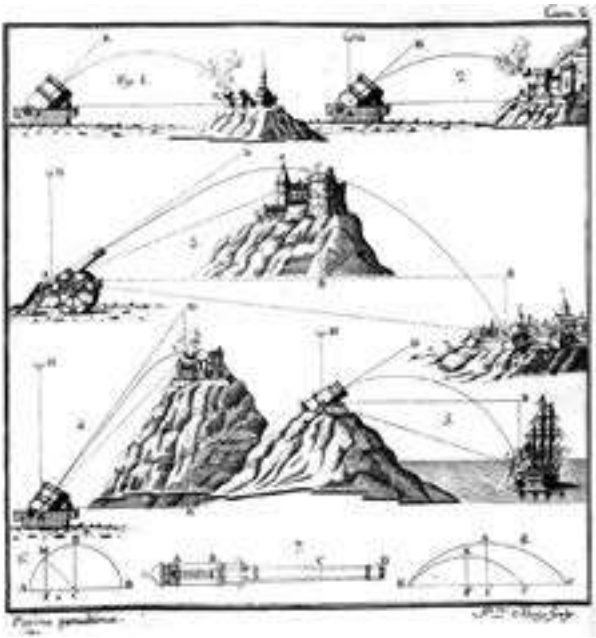

LICIONES
DE MATHEMATICA,
O
ELEMENTOS GENERALES
DE ARITHMETICA,
Y
ALGEBRA
PARA EL USO DE LA CLASE,
POR EL P. THOMAS CERDA
de la Compañía de Jesus,
Professor Real de Mathematicas en Barcelona
En el Colegio de Nobles de Santiago
de Cordelias.
TOMO PRIMERO.
CON PRIVILEGIO DEL REY NUESTRO SEÑOR.
BARCELONA.


LECCION
DE ARTILLERIA
PARA EL USO DE LA CLASSE
POR EL P. THOMAS CERDA
de la Compañía de Jesus,
Professor Real de Mathematicas en Barcelona
en el Colegio de Nobles de Santiago
de Cordelias.
DEDICADA
AL EXC^mo SEÑOR
D^n FELIX GAZOLA,
CONDE DE SPARAVARA, &c. &c.
Comandante, e Inspector General
del Real Cuerpo de Artilleria.
BARCELONA, AÑO MDCCLXIV.

En este libro se plantean algunos problemas que requieren la utilización del cálculo diferencial. Por ejemplo, "Lema. Si f es la fuerza que impele un cuerpo a moverse, z el espacio, por donde se mueve en el tiempo t con una velocidad variable v tendremos según los Principios generales de la Mechanica fdt = dv , dz = vdt multiplicando entrambas equaciones nos daria fdz = vdv" (p. 91). Planteado como igualdad diferencial para hallar el movimiento en el caso de f constante hace su "Fluente o integral" (p. 92). Para el caso general dice que "en el tomo septimo de mis obras que tengo

dispuestas para la prensa en donde examinando el Movimiento de los Cuerpos por medios resistentes, encuentro lo primero que para que el cuerpo disparado describa una parábola (como comunmente se supone) es menester que la expresion de la resistencia dzd^3x/d^2x^2 se reduzca a ser zero y, como esto en el ayre no puede ser, es imposible / que un cuerpo disparado corriendo por este elemento describa exactamente una curva de esa especie" (p.112/113). En el capítulo quinto sobre minas calcula el volumen de un paraboloide de revolución como la fluente de la "fluxion Ay^2dx".

Se dan dos tablas con las cargas de pólvora que deben ponerse en un cañón según el diámetro de la bala usada, siguiendo al francés La Valliere y siguiendo la academia inglesa de Woolwich.



Al final hay un apéndice sobre cuantas balas caben en una pila.

No se discute en el libro de cuestiones de artillería práctica, ni parece que Cerdá tuviera experiencia para hacerlo; pero es el

primer autor en aplicar las teorías de Newton a los problemas de la artillería en un libro en castellano. Con él se comienza a estudiar en España la artillería teniendo en cuenta el cálculo diferencial e integral descubierto a comienzos del siglo XVIII.

Cuando se publicó esta obra ya era rey de España Carlos III y estaba a punto de inaugurarse el Colegio de Artillería de Segovia, por lo que se debe considerar más una primera obra de la nueva etapa de la enseñanza de artillería, que un exponente de lo que se estudiaba en la primera mitad del siglo XVIII.

Índice

Capitulo Segundo

LA FUNDACIÓN DEL REAL COLEGIO DE CABALLEROS CADETES DE ARTILLERÍA DE SEGOVIA

La nueva ordenanza de artillería de 1762[77]

REGLAMENTO
DEL NUEVO PIE,
EN QUE S. M. MANDA
SE ESTABLEZCA
EL REAL CUERPO
DE ARTILLERIA.
DE ORDEN DE S. M.

Cuando Carlos III ascendió al trono de España en 1759 tenía ya una larga experiencia como rey de Nápoles y Sicilia y como duque de Parma.Vinieron con él de Nápoles algunos de sus servidores más próximos, entre otros el conde de Gazola, que había sido el responsable de su artillería en Italia. Cuando Gazola llegó a Madrid consideró que era necesario reorganizar la artillería española. La nueva normativa se recogió en *Reglamento del nuevo pie en que Su Majestad manda se*

[77] El Reglamento de 1762 está reproducido en de Revista Historia Militar 1987 n, 63, p. 203-217. y en Borreguero (1988, p. 17-31).

Índice

establezca el Real Cuerpo de Artillería publicado en 1762. En el punto VI de dicho reglamento se establecía una compañía de "caballeros cadetes", y por el punto XII desaparecían los cadetes de regimiento. En los puntos XX y XXI se establecen las nuevas directrices sobre la formación de cadetes y oficiales:

> "XX
>
> En cada departamento se formará para instrucción de los oficiales / y tropa una Escuela Práctica de Artillería, destinando a cada una el oficial que fuere más a propósito para este encargo, y como el Departamento de Segovia ha de tener por objeto la mejor, y más arreglada instrucción no sólo de los caballeros cadetes, sino también de todos los oficiales y tropa destinada en él, se establecerá allí además de la Escuela Practica otra Teórica para la que se nombrarán por profesores los sujetos precisos y propios para su desempeño.
>
> XXI.
>
> Mediante la aplicación de los Oficiales, e individuos del Departamento de Segovia, tanto a la Teórica, como a la Práctica de la Facultad, y las continuadas experiencias, que cada año se ejecutarán en dicho Departamento en las operaciones correspondientes de la Guerra, se dará a los demás el método general que se ha de establecer en todo el Real Cuerpo de Artillería" (p. 9-10).

Las escuelas prácticas, que existían desde el siglo XV, se mantenían, dando prioridad a la establecida en Segovia. Además se creaba una escuela de teórica, que, en principio, debería ser tanto para cadetes como para oficiales. No se mencionan más Academias, por lo tanto no se contemplaba la continuación de las de Cádiz y Barcelona. Además la normativa sobre puestos vacantes, punto XXVI, dice que para ser subteniente se debe ser antes cadete. No se puede entrar a la oficialidad por otras vías. En el punto XXI se dice que la escuela teórica y práctica de Segovia debía servir también para experimentar en las "operaciones de la guerra" y sus conclusiones se trasmitirían a todo el Real Cuerpo de Artillería. Por otra parte es interesante observar que sobre los profesores se dice que serán "los sujetos precisos y propios para su desempeño", no se mencionan titulaciones ni graduaciones.

Ordenanzas de S. M. para el Real Colegio Militar de Caballeros Cadetes de Segovia de 1768

Gazola comenzó enseguida a organizar un colegio en el que deberían formarse los caballeros cadetes. Buscó una sede para ese colegio, lo adecuó a las necesidades docentes, reunió los alumnos, nombró los profesores y redactó unas instrucciones para su funcionamiento. Este primer reglamento de 1763, fue publicado, con pequeñas variaciones, como *Ordenanzas Reales* en 1768. La sede del Colegio se estableció en el Alcázar de Segovia y las clases comenzaron en 1764[78].

En el colegio iban a formarse simultáneamente sesenta cadetes, de los que uno tendría el grado de brigadier y dos de sub-brigadier. A los alumnos no se les exigía ningún conocimiento matemático previo. En concreto:

> "II Cualquiera que se recibiere por Caballero Cadete ha de ser Hijodalgo notorio, según las leyes de mi Reino; y debe hacer constar esta Calidad formalmente con Instrumentos comprobados y justificativos" (p. 21).
>
> "III Igualmente ha de saber leer y escribir, y ha de ser advertido, y de talento" (p. 22)
>
> "IV La edad de los pretendientes deberá ser de doce años cumplidos hasta quince no cumplidos[79]" (p.22).

---

[78] Para conocer más sobre el Colegio en esta época: Herrero (1990). Está menos elaborado, pero es muy útil también Pérez Ruiz (1960) porque trascribe muchos documentos de esta época.

[79] Los primeros años se aceptaron cadetes hasta de dieciocho años Ver: *Instrucción de lo que su Magd. manda observar sobre las circunstancias que deven concurrir en la admisión de sugetos para la Compañía de Cavalleros Cadetes del Rl. Cuerpo de Artillería destinada en el Departamento de Segovia. Manuscrito firmado por Carlos III y D. Ricardo Wall, en San Ildefonso a 13 de agosto de 1763*, en la Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia mss en "Documentos anteriores a la creación del Colegio".

Los cadetes eran muy jóvenes, podían ser casi niños. Eso es un cambio importante si se compara con las academias anteriores. Era obligatorio que fueran hijodalgo y para certificarlo se ponían muchas condiciones. No necesitaben saber aritmética, bastaba con que supieran leer y escribir. No existía ninguna prueba de acceso. La falta de examen previo va a dificultar el funcionamiento de los primeros cursos; sobre todo al comienzo, porque la enseñanza secundaria era muy escasa en España y se limitaba en muchos sitios en unos estudios de "latinidad".

Los cadetes estaban organizados, por un lado en una compañía con sus oficiales y, por otro, en una academia con sus profesores. El máximo responsable era el director, que era el representante del rey. Él proponía todos los nombramientos, tanto de profesores como de oficiales de la Compañía de cadetes. Ese cargo lo ocuparon durante el siglo XVIII los inspectores, o jefes, de la artillería. El primer director fue Gazola que se mantuvo en el puesto hasta su muerte en 1780. Para las cuestiones de disciplina y formación militar el responsable era el Capitán de la Compañía[80]. El capitán debía cuidar de la disciplina en el Alcázar y de la conducta

[80] Al capitán y a los oficiales está dedicado el "Título IV Obligaciones del Capitán y demás oficiales de la Compañía" (p. 31)

de los cadetes, y vigilar sus modales. También se encargaba de controlar los gastos y velar por el buen funcionamiento de los servicios. Entre los oficiales, el Ayudante Mayor era el encargado de enseñar a los cadetes los ejercicios militares. Los oficiales debían ayudar a los cadetes atrasados o torpes y explicar las ordenanzas de la artillería y las del ejército. Se encargaban igualmente de organizar las guardias y patrullas.

Las enseñanzas duraban unos cuatro años. Durante los tres primeros la materia principal eran las matemáticas y en el cuarto se estudiaba sobre todo la artillería. En este cuarto año los alumnos, normalmente, no eran ya cadetes sino suboficiales. Junto a las matemáticas entraba en su currículo el dibujo, el francés, la fortificación, el esgrima o el baile, además de los ejercicios militares o la táctica artillera.

El Primer Profesor era el jefe de estudios y el responsable del departamento de matemáticas, Sobre sus obligaciones trataba el Título V[81]:

> "Artículo Primero. El Primer Profesor de la Academia tendrá en todo lo que pertenece al régimen de gobierno de ella el mando sobre los profesores, brigadieres, sub-brigadieres y Caballeros Cadetes, observando en todo la orden del director y las resoluciones del Consejo.
>
> II. Será la principal obligación del Primer Profesor instruir a los caballeros cadetes en las ciencias convenientes al desempeño de mi Real servicio" (p. 50).

Para la instrucción de los cadetes el Primer Profesor debía:

> "arreglar y trabajar los tratados que se deben dictar y explicar en todas las clases de la Academia. Estos Tratados / deberán ser conducentes al primer instituto de la Academia que consiste en crear buenos oficiales de artillería; y por esta razón serán los principales el Cálculo,

[81] "Título V. Obligaciones del Primer Profesor y de los demás profesores y maestros" (p. 50).

> Geometría, Mecánica, Hidráulica, Hidrostática, Fortificación y Artillería con algunos elementos de las demás facultades" (p. 50-51).

Esos tratados que debía elaborar el primer profesor debían enseñar "lo que sea más útil que curioso, acomodándose al común de los talentos" (p. 51). Para los más avanzados o capaces debía preparar materia aparte "para que tenga el cuerpo siempre oficiales de distinguida ciencia" (p. 51). Pero siempre cuidando de que se enseñe la práctica tanto o más que la teoría y que:

> "IV Cuando se hubieren ya explicado los principios teóricos, saldrán los caballeros cadetes a la campaña con acuerdo del Consejo acompañados del Primer y demás profesores, para aplicar los expresados principios a la práctica" (p. 52)

El primer profesor debía fomentar el gusto por el estudio, pero cuidando que la aplicación sea "por principios de honor y gusto a las letras" (p. 58) para que el "estudio se les haga agradable y no salgan del Colegio con fastidio a los libros" (p. 58).

Por otra parte debía proponer al director los horarios de clases, y las fechas de exámenes y cuidar de la disciplina en los estudios. Los demás profesores tenían similares obligaciones para con sus clases. Los brigadieres, o alumnos avanzados, ayudarían a los cadetes en los seminarios y horas de estudio colectivo.

Esta organización del Colegio con dos ramas diferentes una para la teoría y otra para cuestiones militares podía ser problemática. El inspector de artillería, que se encargaba de la dirección, aseguraba que las contradicciones no dificultaran el funcionamiento del centro. Para ayudar al director, y unificar y discutir criterios en las cuestiones de interés general, existía un órgano colegiado que era el Consejo del Colegio, que se componía según la *Ordenanza* de 1768 título II artículo II:

> "Este Consejo se compondrá de los siguientes: Presidente, el Director del Colegio Militar; Vocales ordinarios, el Comandante del Departamento, Primer Profesor, Ayudante Mayor, Capitán de la Compañía, Segundo profesor, Teniente de la Compañía, los cuales tomarán asien-

to y darán su voto por el orden de antigüedad que tengan. Secretario sin voto, el Subteniente de la Compañía. Vocales Extraordinarios, el Capellán, cuando se haya de tratar en el Consejo asuntos pertenecientes a su ministerio. El Profesor de Dibujo cuando se hayan de examinar y presentar en el Consejo los diseños de los Caballeros Cadetes. El que hiciere de Tercer Profesor en los exámenes de los que cursan su clase" (p. 8).

Los Consejos ordinarios se celebraban una vez al mes. Temas habituales en el Consejo eran la fiscalización de las cuentas, y el control de los papeles presentados por los candidatos a cadetes para demostrar que eran "hidalgos notorios". Además se trataba de las fechas de los exámenes y de los hechos relevantes de la vida del Colegio. En particular se celebraban Consejos extraordinarios varios días seguidos cada seis meses para examinar a los cadetes y discutir de su promoción de una clase a otra.[82]

En las *Ordenanzas* se fijaba también el reparto del tiempo de los cadetes. Por ejemplo, el horario de verano era según las ordenanzas:

"III En los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto, y Septiembre principiarán a vestirse los Caballeros cadetes a las seis de la mañana. A las seis y media deberán estar ya vestidos, y entonces oirán con la correspondiente atención un capítulo de la Imitación de Cristo escrita por Thomas Kempis, que leerá en voz alta el caballero cadete a quien corresponda; y después entrarán / sucesivamente en el cuarto de aseo de sus respectivas salas para lavarse y peinarse.

A las siete comenzará el estudio privado, que deberá durar hasta las ocho y media. A esta hora pasarán al comedor a desayunarse y de allí irán a la capilla a oír Misa.

---

[82] En la Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia se conserva el libro de *Actas* del Consejo Escolar de las primeras décadas (*Actas* 1765-1787, 2 v.), que es una buena fuente para conocer la actividad de la institución.

A las nueve y media entrarán en las clases de la ciencia hasta las once. Luego que salgan de la clase se distribuirán según estuvieran nombrados en las clases de Dibujo, Lenguas y Esgrima, o ejercicios militares y facultativos hasta las doce.

A esta hora entrarán a comer y en ese tiempo leerá el caballero cadete a quien corresponda la Historia de España.

Concluida la comida se retirarán a las salas de habitación donde los que quieran se recogerán y todos observarán silencio y quietud.

A las tres volverán conforme estuvieren nombrados a los ejercicios o a las clases de Dibujo, Lenguas y Esgrima. /

A las cuatro estudiarán en las clases en conferencia con su respectivo profesor hasta las cinco.

Desde esta hora hasta las seis se recrearán y divertirán.

A las seis principia el estudio privado en las salas hasta las siete.

A esta hora entrarán en las conferencias particulares, que tendrán en sus salas según estén nombrados y repartidos.

A las ocho bajarán a la capilla a rezar el Rosario y luego que se acabe irán al comedor a cenar.

Concluida la cena se retirarán a sus salas y a las diez se recogerán todos infaliblemente hasta el otro día." (*Ordenanzas,* 1768, p. 75-77).

En cuanto a las evaluaciones, según las ordenanzas: "para las censuras que deben dar en los exámenes usarán de cuatro votos, en que esté escrito Sobresaliente, Bueno, Mediano y Atrasado" (p. 18) Las calificaciones de atrasado llevaban a repetir el curso; pero, como se va a ver, en general las notas eran favorables.

El Colegio de Segovia contó desde el comienzo con una digna biblioteca basada en los libros que se trasladaron desde las Academias de artilleros de Barcelona y Cádiz a Segovia. El traslado de obras comenzó antes de la apertura del Colegio y siguió con el envío de libros e instrumentos de la Academias de Cádiz. La biblioteca estuvo bien provista. El primer profesor decía qué cadetes por su adelantamiento podían usar la biblioteca, pero sin sacar los libros de ella. Según el catálogo de 1785, redactado por Giannini, había

682 obras con 2594 volúmenes en la biblioteca, que aumentaron hasta las 800 obras que figuran en el inventario de Datoli de 1807[83].

El conde Gazola y la concepción del Colegio

En la creación del Colegio y su organización jugó un papel fundamental el inspector de artillería, el conde Gazola[84]. Felice Gazzola o Félix Gazzola (Piacenza, 21 de octubre de 1698 - Madrid, 5 de mayo de 1780) era conde de Gazzola, de Sparavia, de Cereio, de Landi y de Mazineso, Teniente General de los Ejércitos de Su Magestad y Consejero en el Supremo de Guerra. Entró al servicio del futuro Carlos III cuando éste todavía era duque de Parma. En 1734 participó en la reconquista de Nápoles y en 1744 estuvo en la batalla de Veletri contra los austriacos. Carlos III le nombró teniente general y director general del cuerpo de artillería de Nápoles. Era además una persona interesada por las artes y la arqueología. Promovió las excavaciones de la ciudad griega de Pestum, en la zona de Salerno. El arquitecto e ingeniero militar Francesco Sabatini[85] (Palermo 1722-Madrid 1797) colaboró con él en esa tarea y posteriormente en otras obras en España. También intervino Gazola en las construcciones que promovió el futuro Carlos III para embellecer Nápoles.

En 1760 Gazola se trasladó a España con su rey, como Esquilache, Sabatini y otros colaboradores italianos de Carlos III. Participó en la guerra con Portugal en 1762, como general de la artillería. Con 64 años dejó la guerra activa para organizar el Colegio de Artillería de Segovia.

---

83 Sobre la biblioteca véase García Hourcade y Vallés (1989).

84 Para saber más sobre Gazola véase Pérez Villanueva (1989). Se va a escribir Gazola con una zeta sólo, porque parece la escritura más habitual del nombre en castellano.

85 Sobre Sabatini véase Rabanal (1990, p. 290-296).

Gazola fue arquitecto[86], estilista, bibliófilo y militar, un arquetipo del hombre ilustrado.

El Colegio que planteó rompía con la tradición anterior del ejército de tierra. Los alumnos eran muchachos, casi niños al entrar. Nada que ver con los oficiales que formaban la mitad de los asistentes a los cursos en las academias de artillerps de Cádiz o Barcelona y la mayoría en la Academia de Barcelona o en la de Fernández de Medrano de Bruselas. Coherentemente con lo anterior el Colegio de Segovia era un internado, mientras que en las academias anteriores los alumnos vivían en sus cuarteles o en casas particulares. Los problemas de disciplina o de asistencia a clase eran completamente diferentes en este colegio y en las academias anteriores.

Los primeros profesores de Segovia podían no ser militares. De hecho tanto el primero en ocupar el puesto, Antonio Eximeno, como el que más tiempo permaneció en el cargo durante el siglo XVIII, Pedro Giannini, no lo fueron.

En el programa se comenzaba por la formación básica para seguir luego con las especialidades militares. Ese orden era el contrario al que propugnó Fernández de Medrano y había defendido Verboom. Además, como se va a comprobar en los capítulos siguientes las matemáticas que se explicaban se ampliaron notablemente, incluyendo el calculo diferencial e integral y sus aplicaciones a la mecánica.

Aunque algunas cuestiones, como la existencia del primer profesor encargado de dirigir a todas los demás ya existía en Cádiz o Barcelona, las diferencias con esas academias eran muy grandes.

---

[86] Sobre Gazola como arquitecto de interiores y su tarea como decorador del palacio real y en particular el Salón del Trono véase: José Luis Sancho (1993) "Francisco Sabatini y el conde Gazzola. Rococó y motivos chinescos en los Palacios Reales", en: *Reales Sitios: Revista del Patrimonio Nacional*, Nº 117, p. 17-26. Resulta sorprendente saber que Gazola era buen conocedor de las decoraciones chinescas, y de los paños como damascos, moarés o rasos.

Comparando el Colegio de Segovia con la Academia de Nápoles de 1745, las diferencias no son tan grandes[87]. La "academia y escuela de matemáticas" de Nápoles dependía del secretario de estado y del despacho de la guerra, aunque el jefe de la artillería ejercía el mando efectivo. Tenía un "Profesor principal", un segundo profesor y un profesor de dibujo, y sólo de este último se dice que se elegirá entre los oficiales de artillería. La institución de Nápoles se dividía en una "Escuela de Teórica" y otra "Escuela de Práctica". La Academia era para los oficiales y cadetes de la artillería, aunque estaba abierta a los de otros regimientos, así como a personas nobles, mientras que la de Segovia era estrictamente para cadetes, aunque algunas veces se aceptaban "artilleros distinguidos". Por otra parte en Nápoles debía hacérseles un "examen de su capacidad en los primeros rudimentos que se reputan necesarios para aprender las ciencias que en ella se han de enseñar", mientras que en Segovia la única prueba que debían pasar los aspirantes era la de nobleza. En Nápoles la obligación de imprimir los cursos se expone explícitamente: "13. Porque con el dictar en la escuela los tratados se gastaría mucho tiempo inútilmente y además podrían los discípulos cometer errores en escribirlos, será cuidado del profesor hacerlos imprimir y dejar con esto publicar aquellas ciencias que en la escuela se enseñaren". En Segovia esa cuestión, como se va a ver, estaba en la mente de Gazola, pero no estaba expresada con claridad en las Ordenanzas.

El programa de la academia de Nápoles está más detallado que el propuesto en Segovia: "16. Los tratados que se deberán explicar en la primera lección serán la Aritmética, la Geometría práctica, la Mecánica, la Fortificación regular e irregular el ataque y defensa de las plazas y la parte práctica de la artillería" y

[87] "Ordenanzas de Nápoles 1745. Instrucciones sobre el pie en que deberá subsistir la Academia y escuela de Matemática" AGS GM leg. 569. Sobre las enseñanzas militares en Nápoles Mariano D'Ayala (1847), esta academia está en p. 93-107; también A. M. Rao (1987) "Esercito e società a Napoli nelle riforme del secondo Settecento" en: *Studi Storici,* año 28, 3, 623-677.

"17 [...] la segunda lección serán la geometría plana, la geometría sólida. el análisis, la estática, la hidrostática, y la parte teórica de la artillería, pudiéndose incluir en el primero la trigonometría plana en el segundo los teorema de Arquímedes acerca de la esfera y el cilindro y en el tercero un compendio de las secciones cónicas", aunque se prevee que los menos capacitados se limiten a estudiar la primera parte. También hay en esas ordenanzas una normativa detallada del funcionamiento de la escuela práctica, donde se dice: "42. A todos estos ejercicios deberá asistir el profesor principal o el maestro en segundo para demostrar así en los tiros de cañón y mortero como en las direcciones de las minas, la aplicación de aquellos teoremas que fueren correlativos a las proyectadas prácticas, y que en consecuencia se hayan ya explicado en la escuela de teórica". En Segovia también lo pedían las Ordenanzas; pero todo lleva a pensar que Giannini no colaboró con la Escuela Práctica, ni con sus extensiones posteriores sobre minas o explosivos.

Un punto importante común en las dos instituciones es que tuvieron un primer profesor que no era un militar, sino un matemático reconocido. En Nápoles fue Nicola di Martino (1701-1769). Este personaje se había ordenado sacerdote en 1717, fue ayudante de Agostino Ariani en la Universidad de Nápoles a partir de 1721 y desde 1732 profesor titular de dicha universidad. Publicó varias obras de matemáticas y de física matemática de orientación newtoniana en latín. En 1744 el rey le encomendó la cátedra de matemáticas de la recientemente fundada Academia de Artillería de Nápoles. En 1754 se encargó también de la enseñanza de los ingenieros y los guardias marinas. Desde que pasó a encargarse de las academias militares escribió sus libros en italiano. Publicó *Elementa Algebrae* (Nápoles, 1725) *Elementa Statices* (Nápoles 1727), el primer tratado de mecánica newtoniana escrito en Italia (Gatto, 2010, p. 49), *Algebrae geometria promotae* (Nápoles 1738). En su etapa como profesor de las academias mi-

litares imprimió *Nuovi elementi della Geometria piana, composti per uso della R. Academia militare* (Nápoles, 1746); *Aritmetica* (Nápoles, 1748); *Nuovi elementi della Geometria pratica, composti per uso della R. Academia militare* (Nápoles, 1752); *Trattato dell'equilibrio e del moto dei corpi*, (Nápoles 1753) entre otras muchas obras, de las que varias fueron reeditadas varias veces.[88]

Además del Colegio existió en Segovia, al menos desde la apertura del Colegio, una escuela práctica[89]. Hay referencias de que el 22 de julio de 1764 se bajaron cuatro cañones y varios morteros del Alcázar a la Dehesa de Segovia y de que en el mes de mayo anterior se había construido en esos terrenos un edificio para comodidad de los visitantes, además de un almacén para material y una garita. Pero de la escuela práctica no se trata en los documentos del Colegio. Más adelante tomó importancia porque, siendo el conde de Lacy inspector, se abrieron en 1783 un Laboratorio de Mixtos y una Escuela de Minas y en 1788 un Laboratorio de Chimia[90], con la llegada de Proust. Estos centros funcionaron al margen del Colegio, y se planteaban como actividades a llevar a cabo por los alumnos después de terminar los estudios de matemáticas, siendo ya subtenientes. No parece que Eximeno o Giannini se relacionaran mucho con esas escuelas prácticas. Como se va a ver en el capítulo siguiente hubo un corte entre lo que enseñaba Giannini y lo que aprendían en el último curso y en las clases de artillería.

---

[88] Sobre la obra de Nicolo De Martino véase Gatto (2010), para saber más de su vida en http://www.treccani.it/enciclopedia/de-martino-nicola-antonio_(Dizionario_Biografico)/ (15-XI-2011). Información más completa sobre los hermanos di Martino en Serrapica, Salvatore (2006) "I fratelli di Martino e la diffusione del newtonianesimo a Napoli" tesis doctoral presentada en la Universidad de Bari, información que agradezco al profesora Claudia Addabbo.

[89] Para ampliar véase Marcelo Rodao (2000).

[90] Sobre el laboratorio de química se puede ampliar en *La Casa de la Química* (1992).

Los primeros profesores. Antonio Eximeno

El 7 de mayo de 1764 se dio una R. O. en la que dentro de los presupuestos del Colegio se fijaban los sueldos, o gratificaciones del personal.

"Primer profesor	800
Segundo maestro	300
Tercer maestro	250
Maestro de dibujo	250
Maestro de esgrima	550
Maestro de lenguas	550"[91]

Se fijaban también cantidades para otras muchas cuestiones, entre otras la compra de libros o instrumentos geométricos.

El 15 de mayo de 1764 durmieron los cadetes en el colegio. La lección inaugural fue el día 16. Los cargos del Colegio fueron ocupados inicialmente por:

Director, el conde de Gazola, inspector general del Cuerpo de Artillería, teniente general de los Reales Ejércitos.

Subdirector, el brigadier don Rudesindo Tilly, conde de Tilly, comandante del Departamento de Segovia.

Profesor primario, Antonio Eximeno Pujades, S. J.

Segundo profesor, Lorenzo Lasso, capitán de artillería.

Tercer profesor Jorge Guillelmi, capitán de artillería.

Además en el Colegio había un Director de Espíritu (Capellán), Isidoro Cervantes, S. J.; un cirujano, Miguel Manrique de Lara; un maestro de lenguas, Domingo Gosellini, y un maestro de armas, Mateo D'Orange.

---

[91] Pérez Ruiz (1960, p. 96) Los maestros segundo y tercero era oficiales de artillería, por lo que las cantidades son sólo los complementos a añadir a su sueldo. Cuando tomaron el cargo de primer profesor Vimercati o Lasso de la Vega, como también eran militares se planteó una discusión, que se repitió con Giannini, que volvía a no tener un sueldo como militar.

La Compañía estaba mandada por el teniente coronel de artillería Matías de la Muela, como capitán de la misma; con un ayudante mayor, Joaquín Mendoza, capitán del cuerpo, y dos tenientes de la Compañía, Alejandro Ferrer, capitán de artillería y Vicente de los Ríos, teniente del cuerpo[92], que era el profesor de artillería, o de "táctica" como se se solía llamar en el Colegio.

Los profesores provenían en su mayoría de la antigua Academia de Artillería de Cádiz. Lorenzo Lasso de la Vega era en 1751 profesor tercero en la Academia de Cádiz, luego tomó parte en la Sociedad Matemática Militar de Madrid y, al cerrarse esta, había vuelto en 1760 a la Academia de Cádiz, como se vio en el capítulo anterior. Vicente de los Ríos fue alumno de la Academia de Cádiz de 1757 a 1760 (Vidart, 1889, capítulo II). También procedía de Cádiz Pedro Chenard, profesor de dibujo que no aparece en esta primera lista. Jorge Guillelmi había estudiado en la Academia de Matemáticas de Barcelona[93].

Sin embargo para el puesto principal Gazola eligió a un jesuita. En la carta en que lo proponía al secretario del Despacho de Estado y de la Guerra, Ricardo Wall, el 6 de agosto de 1763 decía:

> "Excmo. Señor.—Muy señor mío: Lo que me causa mayor trabajo en el establecimiento á que estoy atendiendo es la acertada provista de un buen primer profesor pues de esta deve resultar todo el beneficio que puede esperarse de dicho establecimiento.
>
> Se trata no tan solo que sea hombre capaz, sino muy prudente, y sin pasión para ninguno de los que componen, para que debiendo siempre tratar con los Cadetes y Oficiales pueda inspirarles máximas de buena conducta, y honor, beneficio que he experimentado en

---

[92] Tomado de Pérez Ruiz (1960, p. 96). Se puede encontrar también en Herrero (1990, p. 122).

[93] AGM de Segovia, Caja 71 exp. 21 carpeta 1. Debía ser la academia dependiente de ingenieros no la de artillería, por el nombre, y porque en las *Actas* de la reunión del Consejo de noviembre de 1768 se dice que Guillelmi explicaba según los apuntes de la Academia de Ingenieros.

semejante ocasión en Napóles por medio de aquel primer Profesor de la Academia de Artillería Don Nicolás de Martino.

Después de haver hecho muchas diligencias, en fin por los informes que tengo, me parece haberlo encontrado en la Persona del Padre Antonio Eximeno, de la Compañía de Jesús que presentemente se halla en Valencia, pues en él me aseguran concurren las circunstancia de aplicación, y prudencia para lisonjearme pueda lograrse el intento que tanto importa al Real Servicio."[94]

Antonio Eximeno

Vicente de los Ríos

Esta carta muestra que la memoria de la Academia de Artillería de Nápoles y su profesor Nicola di Martino influyó en las decisiones de Gazola. Sorprende que sólo diga que Eximeno es capaz y no concrete sus habilidades y experiencia como matemático y como profesor.

[94] Pérez Ruiz (1960, p. 94) que lo transcribe de AGS GM leg. 560.

Antonio Eximeno Pujades[95] nació en Valencia el 26 de septiembre de 1729. Estudió con los jesuitas en el Seminario de Nobles de Valencia. El quince de octubre de 1745, a los dieciséis años, entró en la Compañía de Jesús. Fue un alumno brillante y sus superiores le destinaron a la enseñanza. Comenzó impartiendo retórica y poética en el colegio donde había estudiado. En 1762 era profesor de matemáticas en el Colegio de San Pablo, y de lógica en el Seminario de Nobles. En esa época era un ferviente defensor de las ciencias exactas. A finales de 1762 cuando se fundó una Academia de Bellas Artes en Valencia, a propuesta de la de San Fernando de Madrid, trató de entrar como profesor de matemáticas o mecánica. También se pensó en la Compañía de Jesús en colocarlo como profesor en la universidad; pero en Valencia sus profesores no solían ser religiosos y los jesuitas tenían adversarios en ella. Eximeno ya era un polemista en esa época, y criticó en una carta a los "catedráticos que profesan y enseñan más odio contra nosotros que teología"[96]. Por otra parte, terminó sus estudios religiosos y se ordenó sacerdote, haciendo su profesión solemne como jesuita el 2 de octubre de 1763.

En Valencia Eximeno comenzó a escribir un tratado de matemáticas. En agosto de 1763 escribió desde Valencia al P. Martínez que:

> "Concluidos los dos tratados de Algebra y Geometría que han de formar el primer tomo de mi curso, me ha parecido trabajar el prólogo, por si se juzgara conveniente comenzar a imprimir, como comenzó el P. Cerdá"[97].

Otaño menciona entre los manuscritos de Antonio Eximeno:

> "C. Tratado de matemáticas dividido en seis partes 1ª Algebra hasta las ecuaciones de tercer grado y la geometría sintética. 2º Cálculo

---

[95] Información tomada principalmente de Otaño (1943) y de Pardo Canalís (1987).

[96] Información tomada de Otaño (1943). La última cita es de la p. 29.

[97] Otaño (1943, p. 27), carta de Eximeno desde Valencia, de 6 de agosto de 1763, al P. Martínez.

aplicado a la geometría 3º Cálculo diferencial e integral y la mecánica abstracta: esto es los principios de Newton puestos en claro, y la Mecánica aplicada a los objetos sensibles donde se incluye la astronomía 5º y 6º los demás tratados de fisica matemática"[98].

Cuando llegó Eximeno al Colegio de Caballeros Cadete de Artillería de Segovia el centro estaba sin organizar. El programa a seguir lo fijaban las *Ordenanzas* de una forma muy general. La orientación que quería dar Eximeno a los estudios la dejó clara en la *Oración* inaugural el día 16 de mayo de 1764, publicada el mismo año con el título:

Oracion qve en la abertvra de la Real Academia de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería nuevamente establecida por S.M. en el Real Alcázar de Segovia dixo El Padre Antonio Eximeno, de la Compañía de Jesús (Madrid, 1764)[99].

Su discurso comienza con el encabezamiento:

"Oración sobre la necesidad de la teoría para desempeñar en la practica el servicio de S. M" (Pardo, 1987, p. 44).

Eximeno comienza excusándose por entrar a discutir de cuestiones relacionadas con la guerra "¿Y en esta asamblea debo yo hablar del Arte de la Guerra? ¿Yo, que ni tocar puedo una espada?" (Pardo, 1987, p. 45). Pero continúa entrando en materia y planteando la primera cuestión que trata de dilucidar: "¿A qué nos atendremos, pues? ¿A la observación o al cálculo? ¿Al raciocinio o a la experiencia? ¿A la teoría o a la práctica?" En esa disyuntiva él se pone de lado de la teoría:

"Dos siglos de guerra viva y continua, dice el Caballero Folard, apenas bastarán para formar sin estudio un buen Oficial. Este,

---

[98] Otaño (1943, P. LXII) añade que estos libros estaban para imprimir en 1763 en 6 tomos. Lo dice en el "Apéndice IX. Indice Bibliográfico del P. Antonio Eximeno" (p. LVII y siguientes) para el que toma como base el libro de Uriarte y Lecina sobre escritores de la compañía de Jesús Tomo II p. 543-548. En los apéndices Otaño utiliza números romanos para las páginas.

[99] Se encuentra reproducida en varios libros y revistas. En este capítulo las citas están tomadas de Pardo Canalís (1987, p 43-59).

como cualquier otro arte, se debe fundar en experiencias de muchos siglos. Newton, si exceptuamos el tiempo en que hizo la anatomía de la luz, apenas se llegó jamás a un instrumento de física; pero sujetando al cálculo las observaciones y experimentos ajenos, con sólo su pluma forzó, digámoslo así, a la naturaleza a que le dijera la verdad." (Pardo, 1987, p. 46).

ORACION
QUE EN LA ABERTURA
DE LA REAL ACADEMIA
DE CABALLEROS CADETES
DEL REAL CUERPO
DE ARTILLERIA
NUEVAMENTE ESTABLECIDA POR S. M.
EN EL REAL ALCAZAR DE SEGOVIA
DIXO
El Padre Antonio Eximeno, de la Compañia de Jesus, Profesor Primario de dicha Academia,
En el dia 16. de Mayo de 1764.

Añade que no se opone a los "Colegios de sola táctica, cuyos profesores eran Oficiales viejos y beneméritos" que existieron ya en la Antigua Grecia y Roma. "Lo que digo es que las luces de los matemáticos, físicos y filósofos han descubierto siempre a los grandes y prácticos capitanes nuevos caminos y rumbos a seguir" (Pardo, 1987, p. 48). Prosigue comentando los avances realizados por Torricelli[100] y Galileo en dinámica y su aplicación a la artillería por parte de Blondel. Afirma que ese autor consideraba el efecto de la resistencia del aire pequeño; pero "las experiencias de todas las Academias de Europa comprueban lo contrario" (p. 52). Añade que los expertos generalmente se inclinaban por la teoría de Newton que dice que la resistencia va como la velocidad al cuadrado y pedía:

[100] Evangelista Torricelli (1608 - 1647) fue un físico y matemático Italiano. Discípulo de Galileo y su ayudante al final de su vida, posteriormente fue matemático del gran duque y profesor de matemáticas en la Academia de Florencia. Es conocido por su experiencia sobre la presión atmosférica y por el teorema que lleva su nombre en hidráulica.

> "Ojalá que así como el Real Cuerpo de Artillería de Francia tuvo la gloria de publicar unas tablas basadas en buena física y geometría, el de España se propusiera el objeto de corregir aquellas, haciendo entrar en su cálculo la resistencia del aire" (Pardo, 1987, p. 53).

En esta discusión sobre dar preferencia a la teoría o a la práctica, que había, y ha seguido habiendo, en la formación militar y en cualquier otra preparación técnica, Eximeno daba preferencia a la teoría. Por otra parte, la teoría que quería exponer por los ejemplos que pone, por las comparaciones que hace y por los objetivos utópicos que se fija era la física newtoniana. Esa orientación exigía una mayor dedicación a las matemáticas puras que la que había habido en las Academias de Artillería de Barcelona y Cádiz o a la que se les concedía en la Academia de Matemáticas de Barcelona, dependiente de los ingenieros militares.

En una carta a su correligionario A. Martínez escrita en Segovia el 18 de mayo, dos días después de la inauguración del curso Eximeno le contaba que estaba contento con como le había salido la arenga. Pensaba que había tenido un buen efecto en los cadetes y que Gazola la había oído encantado y con la lágrima puesta[101]. Efectivamente Gazola debía estar muy contento con este discurso porque se publicó rápidamente.

Sin embargo, no se puede asegurar que Eximeno llegara a explicar muchas materias nuevas en sus clases. Aunque en las *Actas* del Colegio se suele informar de los temas de los que se examinaban los cadetes, en estos primeros años se usan términos tan generales que es difícil asegurar nada. Por ejemplo en los exámenes semestrales del 12 de junio de 1766 a un alumno se le preguntó "una proposición de geometría llana y otra de sublime" (*Actas*, v. I, f. 20 r), y el 17 otros se examinaron de las mismas materias. El 26 de junio las cuestiones eran "proposiciones de

[101] Otaño (1943, p.VIII-IX) proviene de la Academia de Historia Jesuitas legajo 11-11-2/54.

geometría y cálculo" (*Actas*, v. I, f. 33 r). En otros exámenes celebrados el 21 de Septiembre de 1766 algunos alumnos se examinaron de "una proposición de geometría y otra de phisica" (*Actas*, v. I, f 44 r) y los restantes de "dos proposiciones de física" (*Actas*, v. I, f 44 r). No parece que se profundizase mucho en la física ni en las matemáticas.

En los "Fondos Barbieri" de la Biblioteca Nacional de Madrid, "Papeles referentes al P.Antonio Eximeno"[102], se encuentran copias de las notas de varios cadetes y en el documento adjunto a dichas calificaciones se dice:

> "Relación de los caballeros cadetes de la primera clase que por tener 18 años se han examinado para el objeto de la promoción de los tratados del cálculo Aritmético y literal, Álgebra, Geometría llana, Geometría sublime, geometría práctica, secciones cónicas, leyes generales del movimiento y de la gravedad, del movimiento compuesto y cuerpos arrojados del equilibrio y máquinas, de la centrobárica, y del choque de los cuerpos. Se examinaron los planos que han delineado, de Artillería, y algunos de fortificación, y también su aprovechamiento en los ejercicios militar y facultativos, como así mismo del porte que en su conducta, subordinación y modales han tenido en el Colegio, de todo lo cual resultaron los siguientes informes arreglados a la orden del Excmo. Sr. conde de Gazola en 24 de enero de este año" [1767].

Cuando se hacen estas evaluaciones, el Colegio llevaba más de dos años de funcionamiento y el temario era todavía bastante sencillo. No parece que se estudiara el álgebra aplicada a la geometría, o tal vez se limitaban a estudiar de esa manera las cónicas. No se estudiaba cálculo diferencial e integral y en física no se examinaban de hidráulica. No parece que con esta base pudieran estudiar el movimiento de los cuerpos que son lanzados en un medio resistente, que era el problema que Eximeno quería que "ojalá" se resolviera en Segovia.

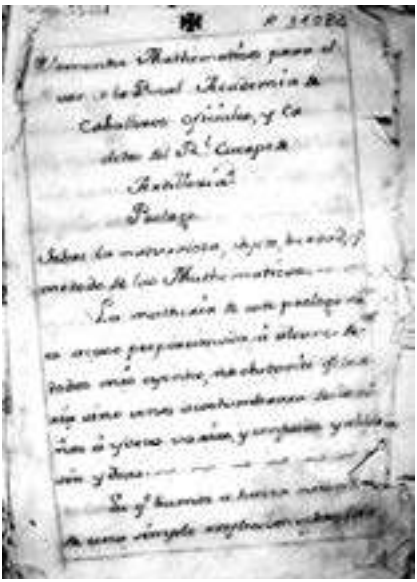
---

[102] BNM mss 14028 110-132.

De los cursos dados mientras Eximeno fue Primer Profesor del Colegio se conservan las notas manuscritas de un alumno, tituladas:

Elementos mathematicos para el uso de la Real Academia de Caballeros Oficiales y Cadetes del Rl. Cuerpo de Artillería [103]

El manuscrito termina con la frase:



"Fin de la Aritmética que se acabó de escribir el día 4 de febrero de 1765 y se empezó en día 13 de agosto de 1764 /Siendo Profesor Dn. Lorenzo Laso de la Bega Capitán del Real Cuerpo de Artillería"

Es decir corresponde al curso dado por Lasso de la Vega durante el primer año de funcionamiento del Colegio. Por estar dado por el profesor segundo y por las fechas debe corresponder a lo dado durante el primer semestre a los alumnos del segundo curso. Está dividido en cuatro libros y las materias son la aritmética y el álgebra elemental, viéndose los sistemas de unidades en uso en España, la regla de tres y las ecuaciones de primer grado. Ese año en el segundo semestre del segundo curso se iba a dar geometría, pues los apuntes acaban:

"Y lo dicho basta para el manejo del cálculo que se necesita en el tratado siguiente de la geometría".

Su contenido es bastante elemental. Es original la introducción filosófica "Sobre la naturaleza, objeto, verdad y metodo de las Mathematicas", que el propio profesor dijo que podía no estar al

[103] BAAS sign.: 56-13-25218

alcance de todos sus oyentes. En esa introducción se discute sobre la relación entre las matemáticas y el mundo real. El autor afirma que

> "Esta imagen o idea de la cantidad que dejan los cuerpos en la imaginación es el verdadero objeto de las matemáticas. De modo que esta ciencia no trata en rigor de la cantidad verdadera tal cual se halla en los cuerpos, sino de la cantidad tal cual nosotros la aprehendemos; y va tanto de la una a la otra como de un original a su retrato".

Estos razonamientos que podrían relacionarse con Platón, en cuanto nuestras ideas son un reflejo de la realidad, o con Kant, en cuanto la matemática es un a priori de la mente del hombre, son característicos de Eximeno que decía, más tarde, en *Del Origen y Reglas de la Música* (1796, v. I, p. 131-132), para criticar a Euler[104]:

> "La matemática no es como se cree vulgarmente un depósito de verdades infalibles [...] El objeto de la matemática es aquella idea de la extension, quasi innata a nuestra fantasia que aplicamos hasta a el mismo Dios; por esa razón las demostraciones matemáticas solamente son verdaderas con respecto a esta extensión imaginaria, que acaso no es conforme con la verdadera extensión de los cuerpos".

Aunque el curso lo diera Lasso de la Vega, quien debía "arreglar y trabajar los tratados que se deben dictar y explicar en todas las clases", como dicen las *Ordenanzas* era Eximeno como primer profesor, por lo que es normal encontrar su influencia en este manuscrito.

Otro aspecto que queda claro en la introducción es el aprecio a Newton:

> "El método que se debe seguir es adelantar por un lado en la pura matemática, por otro en las observaciones y experimentos, y

---

[104] Leonhard Euler (1707, Basilea – 1783, San Petersburgo) fue el matemático más importante del siglo XVIII. Fue el introductor de buena parte de la notación matemática moderna, y de conceptos que han resultado muy útiles como el de función matemática. No se limitó a trabajar en las matemáticas, escribió sobre mecánica, óptica, astronomía, e incluso artillería. Sus obras completas tienen más de sesenta volúmenes.

> combinar después estos conocimientos con otros. Así lo hizo casi el primero el gran genio de la naturaleza Isaac Newton, a cuya memoria se ofrecerán eternos inciensos en el templo de la verdad."

El contenido de esos apuntes parece bastante escaso para ser la materia del segundo curso. Todo parece indicar que Eximeno no consiguió dar a los cursos de matemáticas del Colegio el nivel que deseaba según la *Oración* que pronunció en el acto de apertura.

El 2 de abril de 1767, los jesuitas de Segovia, incluyendo a Eximeno, fueron concentrados, y enviados a Ferrol para acabar siendo expulsados a los dominios de la Santa Sede, como los de otras partes del reino.

De la vida posterior de Eximeno se conocen bastantes datos porque fue un intelectual brillante que supo adaptarse a la nueva situación y siguió participando en la vida cultural en Italia y en España. Poco tiempo después de llegar a Italia, dejó la Compañía de Jesús y pasó a residir en Roma. En Italia se dedicó preferentemente a la música y la filosofía. Aprendió bien el italiano y publicó *Dell'origine e delle regole della musica colla storia del suo progresso, decadenza, e rinnovazione* (Roma, 1774), su obra más famosa. El libro rompía con las trabas formalistas de la música, y fue recibida por el mundo artístico con apasionamiento y polémica tanto en Italia como en España. Publicó también otros textos sobre música. En esos escritos Eximeno aparece como un excelente polemista y un buen crítico de las teorías musicales dominantes. Sin embargo, según Otaño (1943, p. 13), no era tan bueno cuando se trataba de proponer nuevas teorías.

Regresó a Valencia el año 1798, pero volvió a Roma en 1801 y muriò en esa capital en 1808.

Otaño (1943, p. 14) considera que Eximeno sigue en filosofía a Condillac, y Bonnet y tiene también influjos racionalistas de Descartes, Locke y Leibniz.

Eximeno también escribió sobre matemáticas en Italia, pero dándoles a sus investigaciones una orientación filosófica. Publicó

De studiis philosophicis et mathematicis instituendis (Madrid, 1789) que constituye tan solo un avance de las *Instituciones philosophicae et mathematicae* (Madrid, 1796), que iba a ser un tratado en seis o más volúmenes, de los que sólo publicó los dos primeros.

Esos libros muestran que Eximeno tenía una buena formación matemática. Cita a Euler, La Caille, D'Alembert, MacLaurin, Jacopo Riccati, Jacob Bernoulli[105], Johan Bernoulli[106], y su hijo Daniel[107], además de matemáticos anteriores como Wolff, Vieta, Clavius[108], o autores clásicos como Euclides, Arquímedes o Diofanto.

El libro *De Studiis Philosophicus et Mathematicis instituendis* está escrito en latín y tiene cuatro capítulos. El primero es sobre las facultades de la naturaleza humana y la naturaleza de los conocimientos. El segundo sobre la disciplina matemática. El tercero

---

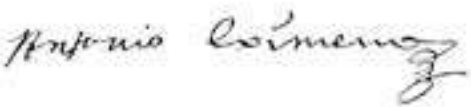
105 Jakob Bernoulli (Basilea, 1654 - 1705), junto con su hermano Johan son los iniciadores de la dinastía de los Bernoulli. Profesor de la Universidad de Basilea, desarrolló las ideas de Leibniz, trabajando en ecuaciones diferenciales. Es también famosa su obra *Ars Conjectandi* (1713) pionera en el cálculo de probabilidades.

106 Johann Bernoulli (Basilea, 1667 - 1748), Hermano de Jacob. Seguidor de Leibniz, fue profesor en París del marqqués de l'Hôpital. Luego fue catedrático de Gotinga y sucedió a su hermano en Basilea. Trabajó también en ecuaciones diferenciales. Euler fue alumno suyo.

107 Daniel Bernoulli (1700-1782) era hijo de Johan Bernoulli y hermano de Nicolás II. Estudió medicina, pero se dedicó principalmente a las matemáticas, aunque trabajó también en hidrodinámica y elasticidad.. Estuvo varios años en San Petersburgo contratado por la Academia de Ciencias y luego se trasladó a Basilea donde fue profesor de la universidad.

108 Christopher Clavius (1538 – 1612) fue un jesuita alemán que durante muchos años fue profesor de matemáticas del Colegio Romano de la Compañía. Astrónomo reconocido, fue el responsable de los trabajos que llevaron a la implantación del Calendario Juliano ahora vigente. Como principal matemático de la Compañía de Jesús fue el que logró que las matemáticas formaran parte de la *Ratio Studiorum*. Publicó textos para la enseñanza como su versión de los *Elementos* de Euclides, sus comentarios a la Esfera de Sacrobosco u otros de álgebra, aritmética, o geometría práctica. Alumnos suyos fueron muchos matemáticos brillantes de la Compañía del siglo XVII.

sobre la física que puede ser tratada por razonamientos matemáticos y el cuarto sobre las partes de la física en las que las disciplinas matemáticas no tienen lugar. La finalidad de este texto, según dice al comienzo, es aclarar los fundamentos filosóficos de las ciencias exactas. Eximeno distinguía tres tipos de matemáticos: los que "se sumergen por entero en lo más sublime de la geometría y en las investigaciones del análisis" son los enamorados del formalismo matemático e incluye a Bails[109]; "otros son los que se dedican a estas disciplinas de un modo un tanto burdo, y a la ligera [...] bien para simple deleite, bien para usar estos conocimientos". Estos son los prácticos e incluye a Tosca entre ellos; finalmente los "que sutilmente se preguntan sobre las ideas de extensión, de los números, de lo finito y de lo infinito"[110] son los que, como él, quieren saber de donde salen las ideas matemáticas y hasta qué punto son aplicables a la física.



Eximeno no concede importancia a la parte formal de las matemáticas, lo que le lleva a minusvalorar a Euclides y a realizar falsas interpretaciones de los fundamentos de la geometría. Se llega a preguntar que sucederían si se borraran del Arte Analítico los números imaginarios[111]. Sin embargo acepta los logaritmos de los números negativos según la propuesta de Euler.

Sobre su valor como matemático Guzman y Garma (1980, p. 19) afirman que tenía buena formación matemática, pero que "probablemente su labor matemática original no fue apreciable".

---

109 Podría haber incluido a Giannini también entre ellos.

110 Eximeno (1789, p. 113-115), comentado en Guzman y Garma (1980, p. 20).

111 "Expungendaene erunt de Arte Analytica imaginaria?" (Eximeno, 1789, p. 246), comentado en Guzman y Garma (1980, p. 36).

Aunque las opiniones de Eximeno sobre las matemáticas no fueran muy ortodoxas, tenía muy clara su importancia:

> "Ningún pueblo, ninguna nación, en la que no descuellen las disciplinas matemáticas levantará nunca la cabeza de las tinieblas de la ignorancia".[112]

Pero en su opinión no bastaba con buenas escuelas para conseguir la renovación del espíritu científico se necesitaban Academias:

> "Pero esto es poco, en vano esperarás el progreso de las ciencias desde las escuelas. Reunidos los matemáticos y físicos de gran renombre de toda Europa se han de constituir Reales Academias, en las cuales, sin escatimar gastos se cultiven y promuevan los temas matemáticos y físicos".[113]

A falta de Primer Profesor (1767-1769)

El cinco de abril el comandante del departamento de Segovia José Datoli convocó un Consejo extraordinario. En él leyó una misiva del conde Aranda en la que informaba que Antonio Eximeno debía ser expulsado con los restantes jesuitas de Segovia y decía a Datoli "pondrá V. S. en su /lugar uno de los oficiales de su cuerpo que haga las veces de dicho Padre Maestro inmediatamente que se retirase, hasta nueva disposición

---

[112] "Neque ulla gens, ulla natio, in qua mathematicae disciplinae non excolantur, efferet unquam caput de tenebris ignorantiae" (Eximeno, 1789, p. 289).

[113] "Sed hoc parum est, a scholis enim frustra exspectes scientia-rumprogressum. Conquistise tota Europa mathematicis et physicismagni nominis, constituendae sunt regiae academiae, in quibus, sine impensarum compendio, res mathematicae et physicae excolantur et promoveantur" (Eximeno, 1789, p. 293).

de S. M. o del comandante general de la Artillería"[114]. Datoli, que era comandante del departamento, decidió que:

> "El Comandante hizo presente al Consejo como había nombrado por primer profesor a Dn Lorenzo Lasso, por segundo a Dn Jorge Guillelmi y por tercero a Dn Manuel Zapatero, todos interinamente"[115].

El primer profesor provisional, Lorenzo Lasso de la Vega nació en Badajoz en 1727. Entró de cadete en el primer batallón del Real Cuerpo de Artillería en 1748. En enero de 1750 fue nombrado subteniente de bombarderos y en 1751 subteniente del primer batallón de artillería[116].

En 1752 asistió, como alumno, a la Academia de Artillería de Barcelona, cuando la dirigía Juan Rafael de Silby[117]. El seis de noviembre de 1752 pasó a ser tercer profesor de la academia de artillería de Cádiz[118]. El cinco de octubre había sido ascendido a comisario delineador de artillería y el once de Agosto de 1753 a Comisario Extraordinario y teniente de artillería. Posteriormente fue nombrado segundo profesor de Cádiz.

En febrero de 1757 pasó de Cádiz a Madrid para formar parte de la Real Sociedad Militar de Matemáticas que había establecido el rey por iniciativa del conde de Aranda[119]. En el reparto de labores a Lorenzo Lasso de la Vega le correspondió elaborar el tratado

---

114 *Actas* (v. I, f. 70 r 77 v). En la B N M mss 14028 - 117, figura la "Copia enviada a Gazola el 18 de abril sobre las medidas tomadas tras la expulsión de Eximeno" en la que se resume esa reunión y es de donde se toman aquí las citas.

115 BNM mss 14028-117.

116 Hoja de Servicios AGM de Segovia Sección 1º Legajo L 400. También AGS GM 411 y Rabanal (1990, p. 271-272)

117 Relación de puestos en la Academia Artillería del 16 de septiembre de 1752. AGS GM 571.

118 AGS GM 571 Carta de Vilalba al marqués de la Ensenada Cádiz 10 de octubre de 1752

119 Sobre su actividad en la Real Sociedad Militar de Matemáticas se trata en el capitulo primero. Para ampliar véase Cuesta Dutari (1988, capítulo XV).

de Cosmografía, como se ha visto en el capítulo primero. En la Sociedad Militar de Matemáticas tuvo de compañero a José Datoli.

El 30 de Noviembre de 1760 la Sociedad Militar de Matemáticas fue suprimida y Lasso fue destinado de nuevo a la Academia de Artillería de Cádiz. En febrero de 1762 fue nombrado director de dicha academia y el año siguiente fue ascendido a capitán.

El 23 de mayo de 1764 se cerró la Academia de Cádiz, y Lasso fue nombrado segundo profesor del Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia. Se le encargó el trasporte de la biblioteca de la Academia de Cádiz a Segovia (Herrero, 1990, p. 182-190), porque según Gazola "conoce los méritos de los libros e instrumentos y celará porque no se deterioren"[120]

Desde 1764 hasta 1767 impartió los cursos que le correspondían en el Colegio de Artillería, bajo la dirección de Eximeno. El 5 de abril de 1767 fue nombrado primer profesor para cubrir el vacío creado por la expulsión del jesuita. Como primer profesor era el responsable de fijar las materias a explicar en los cursos.

En el siguiente punto del orden del día del Consejo del 5 de abril, Lasso comenzó a actuar como Primer Profesor, planteando una adaptación del programa. La física que se estudiaba le parecía a Lasso "muy extensa" y proponía:

> "Para lograr este alcance tan conveniente se propone que los Cadetes de la 2º clase estudien la Física que tenemos y que se enseña en la Academia de Ingenieros la que está reducida mucho respecto a la que el P. Eximeno ha dado, pero contiene todos los principios/ más precisos para un oficial de artillería e ingenieros, pues con ella y la aplicación que se supone tendrán estos caballeros cadetes cuando vayan a sus destinos, no se puede dudar que quedará el Rey bien servido respecto de que lo ha estado hasta el presente con los excelentes oficiales de artillería e ingenieros que han estudiado en aquella Academia"[121].

---

[120] Herrero (1990, p. 183) que lo toma de AGS GM leg. 560.

[121] BNM mss 14028-117. *Actas*, v. I, f. 77 v.

El Consejo, con algunas matizaciones, se "conformó en este dictamen". Como se ha visto los cursos de la Academia de Matemáticas de Barcelona que dirigían los ingenieros habían demostrado su efectividad durante muchos años; pero eran insuficientes si se quería estudiar la física newtoniana o la geometría, utilizando diferenciales e integrales. La propuesta de Lasso suponía rebajar el programa de Eximeno.

Lasso, como Primer Profesor, debía explicar el curso más avanzado. Cuatro de los cadetes más aventajados enviaron una solicitud a Gazola pidiendo que el Primer Profesor les explicara, aparte del curso ordinario, el "cálculo de fluxiones directo e inverso". Gazola, que se encontraba en Barcelona vigilando la incorporación de los métodos de Jean Maritz a la fundición de artillería de esa ciudad, escribió a Lasso para que incorporara el cálculo diferencial e integral a sus clases. También le recordó en esa carta que debía preparar todos los tratados que dictara para su impresión[122]. Lasso no creó ese curso de cálculo diferencial.

Gazola regresó a Segovia en agosto de 1767, y se irritó al ver que Lasso sólo había dictado en el primer curso dos tratados, uno de ellos una copia mal traducida de la Hidráulica de Belidor. Lasso defendía que no era necesario enseñar el cálculo diferencial en el Colegio. En su opinión sólo debía enseñarse lo indispensable para el servicio de la artillería, siguiendo el ejemplo la Academia de Matemáticas de Barcelona (Hidalgo, 1990, p. 21).

Este enfrentamiento acabó cuando Lasso solicitó que se le concediera un permiso alegando que los muchos años dedicados al estudio le habían "fatigado la cabeza" (Hidalgo, 1990, p. 21). El rey le concedió dicho permiso y un traslado, pues en el Consejo de 12 noviembre 1767, que presidió Gazola, el secretario Nicolás

[122] Tomado de Hidalgo (1990, p. 21), que dice haberlo copiado de la carta de "El conde de Gazola a D. Lorenzo Lasso de la Vega; Segovia 18 de septiembre de 1767" (AGS GM 563).

Sopriani anotó: "no habiendo intervenido el capitán Lorenzo Laso por haberle el Rey exonerado en el encargo de Segundo Profesor según había solicitado" (*Actas*, v. 1, f. 87 v.).

Al abandonar Segovia, parece que Lasso fue destinado a la Real Fundición de Artillería de Bronce de Sevilla. En 1768 figuraba como jefe del equipo que dirigía las obras de renovación de dicha fundición[123]. Según Vigón (1945, v. 2, p. 579), en 1767 Maritz[124] fue a Sevilla para mejorar las fundiciones y, para ayudarle, nombraron una comisión de oficiales de artillería en la que participó el capitán Lorenzo Lasso, junto con los tenientes Santiago Hidalgo, Pedro Sánchez, Manuel Zapatero, Manuel de Rueda, Tomás de Reina, Rudesindo Cabrejas y Jorge Guillelmi.

El nuevo tercer profesor Manuel Zapatero duró muy poco en el cargo. En el verano de 1767 pedía ser sustituido y en las Actas de las reuniones del Consejo del invierno ya no figura. Gazola, que estaba enfermo, no encontraba artilleros o matemáticos que pudieran encargarse de las clases[125]. Por todo ello, se aceptó como solución provisional que subtenientes, que habían terminado sus estudios

---

[123] Rabanal (1990, p. 272)

[124] Jean Maritz (1711-1790) nació en Suiza. Trabajó para las fundiciones francesas. El rey de España le contrató en 1766 para que introdujera el método de fabricación de cañones horadando en sólido. Estuvo primero en las fundiciones de Barcelona, luego en Sevilla y finalmente de nuevo en Barcelona y en la nueva fábrica de fundición de San Sebastián de Murga (Girona). Volvió a Francia en 1775 aproximadamente. Para ampliar véase Rabanal (1990, p. 280-284).

[125] Hidalgo (1990, p. 21) dice que Gazola contactó con Buenaventura L'Abat que daba clases en Marsella pero que murió antes de poder contratarlo. Es posible que Gazola pensara en él, pero no parece que pudiera hacer ninguna propuesta, pues debió morir antes de la expulsión de los jesuitas. Bonaventura Abat (Cardona ? — Marsella, 1766) era un matemático y físico catalán preocupado por la óptica. Fraile de la orden de los Menores Franciscanos, se trasladó a Marsella por desavenencias con sus correligionarios de Barcelona. Publicó *Amusements philosophiques* (1763, Amsterdam) sobre cuestiones científicas, principalmente de física y matemáticas. Por ejemplo en el "Amusemente VII" (p. 415) trata de probar la compatibilidad de la atracción de Newton con los torbellinos de Descartes.

los años anteriores con buenos resultados, ocuparan las plazas que quedaban sin cubrir. Esos profesores no tenían la preparación de Eximeno, ni la experiencia como profesor de Lasso. El más conocido de entre ellos, el que más duró y el que más influyó en la enseñanza de los artilleros fue Tomas Morla que había sido uno de los alumnos más brillantes de la primera promoción. Morla se encargó durante cierto tiempo de la primera clase. No había recibido una preparación matemática fuerte. Había aprendido unos elementos de matemáticas en su Jerez natal y luego había estudiado dos años con Eximeno, quedándose en Segovia para perfeccionar su formación[126].

Para conocer la situación de las enseñanzas en este periodo tenemos la exposición que hizo Morla en la reunión del Consejo de 15 noviembre 1768:

> "Dn Thomas Morla hizo presente al Consejo por los pertenecientes a su clase adelantada que entre los caballeros cadetes individuos de ella se hallan algunos que han estudiado los principios de la geometría y cálculo que dictó el P. Eximeno, otros los que dictó Dn Jorge Guillelmi que son los que se dan en la Academia de ingenieros de Barcelona, y otros los que se dan en el Seminario de Nobles de Madrid; cuya diversidad causa grandes dificultades para el arreglo de cualquier tratado que se les quiera dar en adelante" (*Actas*, v. 1, f. 103 v.).

El Seminario de Nobles de Madrid, después de la expulsión de los jesuitas en 1767, no volvió a funcionar hasta 1770, cuando Jorge Juan fue nombrado Director, por lo que el curso que se menciona debía ser el de los jesuitas, que, en la hipótesis más optimista, era similar al que dio en Barcelona y en el Colegio Imperial Tomás Cerdá. Del programa que se daba en la Academia de Matemáticas de Barcelona que estaba a cargo de los ingenieros ya se ha visto que era completo, pero básico, sin el cálculo diferencial u otros avances de ese siglo.

Morla proponía que se fijara un tratado a seguir en el Colegio de Artillería, pero el Consejo consideró que era previo que

---

126 Sobre Tomás Morla véase Herrero (1992).

se nombrara un Primer Profesor que se responsabilizara de él, por lo que se dijo a Gazola que "son precisos profesores para la dirección y continuación de la Academia". Ese año Tomás Morla, se encargaba del primer curso, Jorge Guillelmi del segundo, y Joaquín Mendoza, que era un oficial de la Compañía de cadetes, del tercero, siendo Morla de nuevo el responsable del curso de iniciación.

De las enseñanzas de esta época se conserva en el Alcázar de Segovia un manuscrito[127] sin firma Fechado 2 de diciembre de 1768, que tiene dos partes la primera es de "Aritmética" y la segunda es un "Tratado de Álgebra". Es un curso elemental en el que se estudian la numeración y las cuatro operaciones con números naturales, decimales, fracciones, y números complejos[128]. El siguiente apartado trata de las ráces cuadradas y cúbicas y a continuación se estudian las razones, las progresiones aritméticas y geométricas y la regla de tres y sus aplicaciones, con las reglas llamadas de aligación y de compañía. Se da la definición tradicional de logaritmo, relacionando una progresión geométrica y una aritmética, y se estudian sus aplicaciones al cálculo. Pero no se explica la utilización de las tablas de logaritmos. En el tratado de álgebra se comienza con las operaciones con letras y se continúa con las ecuaciones. Se revisan las transformaciones que se pueden hacer sin cambiar las soluciones, luego se halla la forma de resolver las ecuaciones con una incógnita de primer y segundo grado. Todo el manuscrito es bastante elemental y sencillo. Pero muestra que, a pesar de las dificultades para encontrar un Primer Profesor, las clases se daban y el curso impartido era similar al que se daba para introducir la aritmética y el álgebra en otras instituciones[129].

---

[127] Se encuentra expuesto en una vitrina. Para consultarlo hay que contactar con el Patronato del Alcázar.

[128] Complejos en los manuales del XVIII eran las cantidades dadas en diferentes unidades. Por ejemplo las longitudes dadas en varas, pies y pulgadas.

[129] El índice de este manuscrito se puede ver en Herrero (1990, p. 163-164).

El 8 de abril 1769 Gazola seguía sin encontrar un primer profesor y propuso que se juntaran Joaquín Mendoza y Tomás Morla para redactar el tratado de fortificación. En su respuesta el Consejo le recordaba que:

> "El curso del Primer Profesor pasado no quedó completo ni lo dejó su autor reducido en los términos a límites concisos a que deseaba reducirlo, por conocer estaba demasiado extenso para ser dictado en una Academia; que por esa razón varios de los caballeros cadetes han dado la Geometría y el Cálculo del citado curso vaciando u omitiendo lo sublime; que otros han dado mucho menos extensión; que los tratados de estática, Hidrodinámica, Hidrostática Maquinaria, Fortificación, Ataque y defensa de plazas se han dado al pie de la letra por el curso de ingenieros" (*Actas*, v. 1, f. 119 v.).

Por lo tanto el Consejo consideraba excesivo el curso de Eximeno, del que ya estaban prescindiendo de la parte "sublime", y en las matemáticas aplicadas los profesores seguían a la Academia de Barcelona. Más adelante pedían que, como en ella, el curso se completara con "Arquitectura civil, un apéndice de Cosmografía y Geografía, otro de Óptica, Perspectiva militar, y otro de construcción de puentes y barcos que son los más esenciales" (*Actas*, v. 1, f. 120 v.).

No se ha encontrado la respuesta de Gazola a estas peticiones. Enfermo, se trasladó a Italia en el verano de 1769. Pasó antes por Inglaterra y Francia donde se interesó por las novedades científicas y culturales[130]. En Piacenza, que era de donde procedía su linaje, permaneció varios meses arreglando las cuestiones sucesorias, en previsión de su fallecimiento[131].

En septiembre de 1769 se nombró Primer Profesor, ahora definitivo, a Lorenzo Lasso de la Vega, probablemente aprovechando la ausencia

---

130 Según Pérez Villanueva (1987), aprovechó su estancia en París para comprar varias obras de Leibniz y un tratado de relojería.

131 En Piacenza todavía existe el Fondazione Istituto Gazzola que subvenciona estudios de arte a jóvenes fundada con los fondos legados en su testamento. Para ampliar http://www.istitutogazzola.it/ente.asp (1-X-2012)

de Gazola. Según el *Acta* (v. I, f. 128 r) de la reunión del Consejo del Colegio de 14 de octubre de 1769, en ella se informó que:

> "El comandante presentó al Consejo una copia de la orden del Rey expedida el 12 de septiembre de 1769 en que S. M. nombra para Primer Profesor al capitán Dn Lorenzo Laso, para Segundo el capitán Dn Manuel Rueda y por Tercero al teniente Dn Baltasar Ferrer y profesor de dibujo a Dn Pedro Chenard"[132].

Lorenzo Lasso de la Vega (1769-1772)

El nombramiento de Lasso quiere decir que la Secretaría de Guerra no consideraba que la "geometría sublime" fuera necesaria para los artilleros. Pese a sus enfrentamientos con Gazola, Lasso con su experiencia en la Sociedad Matemática Militar, en las Academias de Barcelona y Cádiz y su participación en la enseñanza de Segovia como Segundo profesor con Antonio Eximeno, daba cierta seguridad de que el colegio funcionaría. Aunque no había participado en ninguna guerra, había colaborado en cuestiones prácticas y era buen conocedor de la fundición de cañones. Sin embargo no parece que su formación matemática fuera muy profunda.

El 4 de noviembre de 1769 Lasso[133] informó de las materias que se impartían antes de su nombramiento. En primero se seguían los cursos de la "Academia de ingenieros" completándolo con temas de

---

[132] Lasso y Chenard ya habían sido profesores con Eximeno. Rueda había estudiado en la Academia de Artillería de Cádiz y había formado parte de la Sociedad de Matemática Militar de Madrid, en la que se encargó de la aritmética. Luego volvió a dar clases a Cádiz. Baltasar Ferrer era más joven. Estudió en la Academia de Artillería de Barcelona. En 1760 era subteniente.

[133] "Segovia 4 de noviembre de 1769. Sobre la materia que se va a dar" documento adjunto a la carta de Lasso a Juan Gregorio Muniain Secretario de Guerra, informando del comienzo del curso (AGS GM 563).

artillería procedentes del libro de Belidor y del curso de Zini[134]. En segundo se daba Aritmética, y los apartados 1º y 2º de la Geometría especulativa "Todo por los cuadernos que compuso el P. Eximeno; pero el asunto del libro 5º de Euclides por el método de Dn Francisco Domínguez[135]". En 3º se impartía también aritmética y los seis primeros libros de Euclides "por los cuadernos del P. Eximeno". En 4º, el curso de los supernumerarios[136], sólo habían estudiado aritmética y los libros 1 y 2 de Geometría "del P. Eximeno".

Por lo que Lasso cuenta en ese documento la escuela estaba bastante desorganizada. Además de las repeticiones y cambios en el programa, había cierto desorden en el reparto de los alumnos por niveles y grupos. En las conclusiones Lasso decía estar:

> "Enterado de este desorden y de que desde ahora en adelante deberemos enseñar el curso que se dicta en la Academia Militar del cuerpo de ingenieros"[137].

---

[134] Probablemente sea Antonio Zini que fue tercer profesor de la Academia de Cádiz en 1751, luego fue primer profesor de esa academia y en 1754 pasó a ser primer profesor de la de Barcelona. Aunque también puede ser su ayudante, y probablemente hermano Carlos Zini que le acompañó en Barcelona. De este se sabe más por su hoja de servicios (AGS GM 408, fol. 109). Nació en Gerona en 1722. Se incorporó al ejército en el arma de artillería en 1739. Estudió matemáticas en la Academia de Orán, sucursal de la de Barcelona. Ascendió a Comisario delineador en 1747 y a comisario ordinario en 1752.

[135] Francisco Domínguez fue primer profesor de la Academia de Artillería de Barcelona de 1751 hasta 1754, en que se dio de baja por enfermedad (AGS GM 570). En 1760 era profesor de la Academia de Cádiz. Probablemente fue director de las fundiciones de Sevilla de 1764 a 1766. Fue jefe del departamento de artillería de Segovia de 1767 a 1769, aproximadamente.

[136] Los estudios en Segovia eran de tres años de matemáticas y uno de artillería, además de otras materias de menor peso. Pero existía un curso previo llamado "supernumerario" para formar los cadetes recién entrados o los pretendientes que estaban en Segovia esperando ser aceptados como cadetes, en el que estudiaban sobre todo aritmética.

[137] Todas las citas son del documento sin firma adjunto a la carta de Lasso de 4 de noviembre de 1769 (AGS GM 563).

En la ausencia de Gazola en el Colegio de Artillería de Segovia se iba a seguir el curso de matemáticas que se daba en Barcelona.

De los cursos que se impartieron durante el periodo en que estuvo Laso de la Vega se puede saber por los manuscritos que se conservan de los alumnos de este periodo. Se ha consultado la "Estática" escrita por el cadete Francisco Ruigómez durante el año 1771[138]. El curso se divide en tres libros y tiene añadidos dos apéndices. El primer libro trata "Del movimiento de los cuerpos". y está dividido en cinco capítulos[139]. Las materias se desarrollan de una forma explicativa, verbal. Las fórmulas son pocas y la utilización de las matemáticas escasa, aunque formalmente se divida las afirmaciones en axiomas teoremas, problemas y corolarios. En el desarrollo de los temas se encuentran vestigios de antiguas teorías. Por ejemplo al comienzo se afirma: "El cuerpo de quien se considera el movimiento puede ser grave o leve". Esa diferencia era propia de la física de Aristóteles. Desde Galileo se aceptaba que todos los cuerpos eran graves, aunque a algunos los desplaza la atmósfera hacia arriba. Sin embargo en lo fundamental se siguen en el manuscrito doctrinas más modernas. Por ejemplo para la inercia se dice que "El cuerpo no mudará la determinación ni la velocidad por sí mismo" y no se afirma que el ímpetus se pierde con el tiempo o que el movimiento necesita una causa como en las antiguas teorías aristotélicas. En el capítulo primero al tratar de los cuerpos pesados, no se acepta la existencias del vacío: "Propo. 5ª Teorema Si no hubiese medio que resistiera al movimiento por el cuerpo, en igual tiempo descendería el cuerpo grande y pequeño", de acuerdo con las teorías galileanas. Pero se

---

138 Está también expuesto, como la "Aritmética" anterior, en una vitrina en el Alcázar de Segovia. Para consultarlo hay que contactar con el Patronato del Alcázar.

139 El índice de este manuscrito y algunos datos sobre el autor se puede consultar en Herrero (1990, p. 161-163) También se incluyen fotos de la portada y de alguna hoja.

añade "como en la naturaleza no hay / lugar vacío es imposible moverse un cuerpo sin que le resista el medio".

En los choques sólo se estudian los casos en que los cuerpos van el la misma dirección. Para el movimiento de los cuerpos pesados en el capítulo tercero se expone la ley de los tiempos al cuadrado para la caída y se habla de que la trayectoria de un proyectil es una parábola. En el capítulo cuarto aparecen razonamientos infinitesimales al tratar de hallar el centro de gravedad, por ejemplo: "Considerando la superficie compuesta de infinitos elementos paralelos a AC los cortará todos por medio la recta BE en la cual se hallará el centro"; pero no se mencionan las diferenciales, ni las integrales en todo el curso.

En el segundo libro se estudia la palanca, la polea, el plano inclinado, la cuña, la rosca y algunas máquinas compuestas. Son siete capítulos y, de nuevo, en el desarrollo se dan pocas fórmulas, las cuestiones en general se explican sin utilizar las matemáticas. El tercer libro "De la hidráulica, o del movimiento de los cuerpos líquidos como el agua" tiene siete capítulos. En este apartado se muestra el autor más partidario de las teorías modernas: "Los modernos niegan a la Naturaleza la repugnancia a la vaquidad diciendo que es indiferente para el vacío o plenitud y la virtud de la atracción la atribuyen a la parvedad del aire". En el último capítulo se discute de "gravedades específicas" y se da un teorema equivalente al de Arquímedes.

El "Apéndice de Optica" tiene dos libros uno con unas generalidades sobre la luz en la misma línea que en los apartados anteriores, y el otro sobre perspectiva, que al parecer se explicaba en física y no en dibujo.

Cuanto volvió Gazola de Italia durante el verano de 1771 no le gustó la solución que se había encontrado para mantener en funcionamiento el Real Colegio. Intentó que se cambiara el programa, pero sin resultado. Por otra parte trató de encontrar otros oficiales que pudieran colaborar en el Colegio. Así en

carta al Secretario de Guerra, Muniaín, de 24 de septiembre de 1771, le decía:

> "Por muerte del capitán del Real Cuerpo Dn Manuel de Rueda falta el segundo profesor de matemáticas del Real Colegio Militar de Segovia. Tengo por los informes que he tomado, y por haberme entretenido con él sobre el asunto buenas esperanzas del talento del teniente Dn Cipriano Vimercati, en consecuencia cuando S. M. se digne aprobar / la elección pasará a su destino para ejercer su nuevo empleo, en ocasión que en el mes próximo de noviembre se abrirán los estudios" (AGS GM 564).

La enseñanza no mejoraba en Segovia y en carta al nuevo Secretario de Guerra conde Ricla de 23 de julio de 1772, Gazola se quejaba de la falta de apoyo por parte de Comandante del Departamento de Segovia. Opinaba que el Colegio de Artillería hubiera desaparecido en su ausencia y sus alumnos hubieran sido enviados al Colegio de Nobles de Madrid, de no ser por el apoyo que había mostrado el rey a su planteamiento. Como conclusión decía que:

> "En primer lugar como el principal defecto es la enseñanza de los alumnos y que el actual Primer Profesor no obstante las infinitas amonestaciones que le he hecho antes y después de mi vuelta no he podido lograr se dedicara ni tan sólo a un método regular, sino también despreciando lo que manda S. M. / en su Real Ordenanza de la Academia son nueve meses que no dicta en su primera clase con el pretexto de componer un tratado de aritmética inferior que podía haber hecho en un mes, aun no faltando a su obligación en la clase de su cargo, la que ha dejado al cuidado del Segundo Profesor Dn Cipriano Vimercati, que dicta la / Algebra sin embargo que compone este difícil tratado que pertenece al primario profesor, de modo que hallando a este más impuesto en su profesión juzgo debe preferirse para primario profesor, dándole al que actualmente lo es otro destino" (AGS GM 564).

Gazola consiguió que Lasso de laVega dejara el cargo y fuera destinado a las fundiciones de Sevilla para colaborar con la introducción de la fabricación de cañones en sólido en España que intentaba Maritz.

En una carta de 22 de octubre de 1772, dirigida a Ricla (AGS GM 564), titulada "Sobre el arreglo de Profesores de Matemática en el Colegio Militar de Segovia", Gazola decía que "se ha arreglado el método de los estudios, con los que podrá esperarse un / constante aprovechamiento de los alumnos", lo que en su opinión "nunca había podido lograr por medio del pasado Profesor primario". En el nuevo claustro figuraba como Primer Profesor el teniente Cipriano Vimercati, como Segundo profesor el teniente Baltasar Ferrer, como ayudante de la Academia el subteniente Isidoro Gómez.Vicente de los Ríos continuaba como encargado de las clases de artillería y el capitán Pedro Chenard de las de dibujo, para las que contaba con un ayudante, el subteniente Luis de Alava[140].

Lasso de la Vega abandonó el Colegio de Segovia y ya no volvió a intervenir en su funcionamiento. En la sesión del Consejo de 14 de agosto de 1772 se informó que había sido destinado a las fundiciones de cañones. Según Herrero (1990, p. 208) "a las órdenes de Maritz", para desarrollar el sistema de fundición en sólido en la fundición de bronces de Sevilla. Según Rabanal (1990, p. 272) se ocupó de la instalación de las máquinas de tornear y barrenar en sólido en las nuevas construcciones del Molino de Tizón de dicha fundición los años 1772 y 1773.

Lasso fue el primer director de la nueva fábrica de cañones de Sevilla (1775-1776). Le sucedió Santiago Hidalgo y él pasó a encargarse de las fundiciones que los Maritz construyeron en Barcelona porque su hoja de servicios cerrada en 31 de diciembre de 1779 está emitida en Barcelona (AGS GM 410).

Continuó destinado en las Atarazanas barcelonesas al menos hasta 1788. Debía de ser una persona muy capaz en lo referente

---

[140] El nuevo ayudante de matemáticas Isidoro Gómez había entrado en el Colegio de Artillería de Segovia en 1765 y se había formado en el mismo Colegio.

a las fundiciones. En sus hojas de servicio cerradas en 1784 y 1788, el jefe de artillería Lacy añade al final una nota manuscrita alabándole. Por ejemplo en la de 1784 dice:

> "Este oficial tiene mucha instrucción tino y práctica en el ramo de fundiciones y sirve bien al Rey en esta parte" (AGS GM 411).

El único libro publicado por Lasso de la Vega que se ha encontrado procede de este periodo: *Declaracion sobre lo que entiendo, es el aparente mal que se vée tienen en su exterior algunas bocas de fuego, de las que se construyen en esta Real Fundicion de Artillería de Bronce, de mi cargo.* No tiene lugar ni año de edición, pero aparece en el texto la fecha treinta de Julio de mil setecientos ochenta y ocho y la Biblioteca Nacional de Madrid considera probable que fuera impreso en Barcelona.

Mientras estuvo destinado en la fundición de cañones ascendió en 1774 a Teniente Coronel de infantería, en 1784 a Coronel de infantería, y Teniente Coronel de artillería y el 28 de Agosto de 1789 a Coronel de artillería.

En una fecha que no se ha encontrado entre 1788 y 1797 fue nombrado director del departamento de artillería de Alicante. Es posible que estuviera en Alicante cuando fue ascendido a Brigadier de infantería en enero de 1794.

En 20 de junio de 1797 fue nombrado miembro de una de las comisiones que se crearon para reorganizar el ejército. Murió en Madrid el primero de mayo de 1798, después de 49 años y medio de servicios en la artillería.

En todas sus hojas de servicio aparece en el apartado "Ocasiones o Funciones en que justifica haberse hallado" la frase "En ninguna hasta hoy día de la fecha". Pese a su larga vida militar nunca participó en combate. Lasso de la Vega es un ejemplo de los militares que dedicaron su vida profesional a cuestiones técnicas. Debió ser una persona muy capacitada para dichas cuestiones; pero no parece que estuviera especialmente interesado por las matemáticas.

Cipriano Vimercati (1772-1777)

Cipriano Vimercati Benítez[141] nació en Jerez de la Frontera. Su padre era Agustín de Capitani Vimercati militar originario de Milán y su madre Úrsula Benítez jerezana. Ingresó como cadete en el Regimiento de Artillería en 1754. Ascendió a subteniente en 1760, a teniente de infantería en 1762 y a teniente de artillería en 1766. Fue nombrado capitán en 1776.

Al venir Maritz a España en 1766, a mejorar la producción de cañones con la fundición en sólido en 1766 Vimercati participó en la comisión que nombraron en 1769 para ayudarle. La presidía el coronel Raimundo Sanz, y pertenecían a ella los capitanes Andrés Aznar y Marcelo Stranio, los tenientes Cipriano Vimercati y Joaquín Conca y el subteniente Felipe Baldric.

En 1769 participó en una comisión formada para analizar diverso armamento de artillería y en 1770 en una junta que elaboró unas ordenanzas para el Cuerpo de Artillería. No se ha podido saber donde estudió, pero como se va a ver tenía una buena formación matemática. Conviene insistir en que Vimercati era español y no era italiano, y mucho menos vino de Nápoles con Carlos III como erróneamente se afirma en algunos libros.

Como se ha comentado, Gazola tuvo noticia de sus conocimientos matemáticos y escribió al secretario de guerra, Juan Gregorio Muniaín, el 24 de septiembre de 1771, pidiendo que le nombraran profesor del Colegio de Segovia. El 11 de octubre de 1771 ya participaba Vimercati en el Consejo del Colegio como profesor segundo.

Debió ser nombrado Primer Profesor en noviembre de 1772, porque en el acta de la reunión de la Junta de 8 de diciembre de 1772 aparece por primera vez como tal. De las actas de los

[141] Sobre Vimercati véase Fraga, X. A. (2008) y M. Fernández Navarrete (1851, v. 1, p. 277).

meses siguientes se deduce que el programa de matemáticas va mejorando, aunque de entrada no llegue a abarcar toda la amplitud de temas que se estudiarán más tarde con Giannini. Por ejemplo, en los exámenes de los días 5, 6, 8, 9 y 10 de febrero de 1773 en la primera clase se examinaron 13 cadetes del tratado de álgebra completo y 18 de parte de él. Luego ese año los cadetes terminaron sus estudios y pasaron a ser subtenientes sin estudiar las diferenciales e integrales ni la mecánica. Sin embargo, en los años siguientes Vimercati llegó a impartir en sus clases un curso completo de matemáticas que, según Martín Fernández Navarrete, comprendía:

> "El de Vimercati se componía de ocho tratados: el 1º y 2º de aritmética, 3º y 4º de geometría, 5º álgebra, 6º de la aplicación del álgebra a la geometría, 7º del cálculo infinitesimal, y 8º de mecánica. Conservábalo manuscrito el director general que fue de la artillería D. Martín García y Loygorri, y parece que no llegó a imprimirse, según dice Salas"[142].

Martín García Loygorri estudió en el Colegio de Artillería de Segovia y terminó sus estudios de matemáticas en noviembre de 1776, con calificación de sobresaliente (*Actas*, v. II, f. 276 v). Luego, en el año 1776 ya explicaba Vimercati el cálculo diferencial e integral. En las Actas del Consejo del año 1775 también aparece el cálculo infinitesimal entre las materias de las que se examinaban los cadetes de la primera clase por lo que el cálculo diferencial e integral se comenzó a enseñar en Segovia en 1775.

Sin embargo, Gazola tampoco estaba contento con Cipriano Vimercati. En una carta al marqués Luigi Viviani de la Robbia

---

[142] La cita está tomada de M. Fernández Navarrete (1851, v. 1, p. 277), que a su vez la toma de Salas *Memorial histórico de la Artillería española* (1831, p. 198). Esta información parece exacta y está corroborada por las *Actas* del Consejo. Sin embargo, esa referencia de Fernández Navarrete contiene varios errores. Así afirma que Vimercati "fue primer profesor del colegio de artillería de Segovia desde su fundación", o que las matemáticas se estudiaron por sus apuntes hasta 1782, lo que es falso.

representante del rey de Nápoles en Florencia de 19 de junio de 1774 Gazola, que escribía desde Madrid, le decía:

> "Para Primer Profesor de Matemáticas he reemplazado el jesuita que ejercía ese cargo-Eximeno-, y que fue expulsado con sus compañeros de orden, con un oficial que cubre la necesidad pero no bien. Mi empeño es encontrar un sujeto capaz de conseguir que cuando los Cadetes salgan y se hagan oficiales, se apliquen a las ciencias para el Ministerio de la Artillería [...] y no como se ha hecho hasta ahora con una desdichada práctica que ha originado malísimas consecuencias" (Lanuza, 1966, p. 69).

Es decir Gazola encontraba insuficiente el curso de Vimercati. En los documentos que se han consultado Gazola no dice nunca cuál debía ser el programa de matemáticas del Colegio. Tampoco se refiere directamente al cálculo diferencial o integral. Lo que insiste es en que se debe de estudiar la física y sus aplicaciones. Por ejemplo a Luigi Viviani le explicaba que: "La base de la teoría que necesita la Artillería es la Física, apoyada en la experiencia sobre las pólvoras, sobre los metales, sobre las maderas, etc." (Lanuza, 1966, p. 69).

No está claro qué críticas hacía Gazola al curso de Vimercati. Parece que también se dieron enfrentamientos personales porque en otra carta a Viviani de 29 de agosto de 1774 Gazola le dice:

> "Conviene que le diga que soporto todo esto, incómodo y costoso, para vengarme de un Oficial de Artillería, español, que le escogieron para Maestro de Teórica, el cual no quiere trabajar y casi se burla de mi" (Lanuza, 1966, p. 70).

Gazola desconfiaba de Vimercati hasta tal punto que, en una carta remitida al Consejo del Colegio de 18 de abril de 1775, les pedía:

> "En la cuarta manda se le remitan todos los fines de mes una relación individual de los tratados que se habían dictado en todas las clases de matemáticas y de Táctica artillera empezando por la del mes pasado de marzo" (*Actas*, v. II, f. 228 v.).

A partir de ese mes el secretario del Consejo copió en las *Actas del Consejo* las materias que se habían dado el mes anterior, lo que nos

permite conocer con cierto detalle lo que explicaban Vimercati y sus ayudantes en las clases de matemáticas. En los años anteriores, y en los posteriores con Giannini de Primer Profesor, sólo se indicaba en las actas las materias estudiadas al realizarse los exámenes. Eso no quiere decir que Gazola no conociera qué se explicaba en cada clase. El Primer Profesor debía enviar al director una copia de los "tratados" que iban a dictarse en cada curso. Pero, con esta directriz Gazola controlaba no sólo lo que debía darse, sino también lo que efectivamente se había explicado cada mes.

El Curso de Matemáticas de Cipriano Vimercati

Por esas listas de materias impartidas que comunicaba Vimercati mensualmente a Gazola, se puede deducir que en su época, además de las clases tercera, segunda y primera, que eran las regladas, había quedado ya establecida una clase previa llamada "supernumeraria". Muchos alumnos de esa clase no eran cadetes, sino "pretendientes". Es decir muchachos que habían solicitado entrar en el Colegio pero todavía no habían recibido la aprobación del rey. También estudiaban en ese curso "los caballeros cadetes recién entrados" que no tenían formación suficiente para comenzar los estudios. Resumiendo los informes de Vimercati, las materias que se incluían en cada curso[143] eran:

Clase supernumeraria

Primeros elementos de Aritmética.

Principios generales de la Aritmética; definiciones de número, y de unidad; enteros y quebrados. Las cuatro operaciones: suma, resta, multiplicación y división. Máximo común divisor. La reducción de las fracciones comunes a series finitas e infinitas de decimales.

---

[143] La lista que sigue está tomada de las *Actas* v. II desde f. 228 v. hasta 280 v., partiendo de las relaciones de materias tratadas desde marzo de 1776 hasta enero de 1778, resumiendo, y evitando repeticiones.

Elementos de álgebra

Las cantidades algebraicas, la simplicidad y universalidad de su cálculo, y cómo se entienden las positivas y negativas. De los coeficientes determinados e indeterminados Que son las cantidades simples y complejas[144]. La suma, y resta de las cantidades algebraicas. La multiplicación con la demostración de la regla de los signos. Idea de los exponentes de las potencias y de las dimensiones. Los divisores de una expresión algebraica. Máximo común divisor de dos o más cantidades algebraicas simples. Potencias, y tabla de las potencias del binomio a + b.

La resolución de las potencias numéricas y extracción de las raíces en especial de la cuadrada y cúbica. La aproximación por decimales de las raíces numéricas imperfectas.

Clase Tercera

Aritmética

El cálculo de los quebrados. La suma y resta de las razones o quebrados tanto algebraicos como numéricos. El modo de elevar los quebrados a potencias y el de extraer raíces. La regla de tres directa e inversa. La regla de tres compuesta. La regla de compañía sin tiempo y con él. Las reglas de aligación con ejemplos propios de la artillería.

La doctrina de la razón o proporción. La razón aritmética, sus propiedades fundamentales, y los medios, terceros & c. aritméticos. Las progresiones. La progresión geométrica con sus principales propiedades y el modo de hallar medios geométricos.

Elementos de geometría

Definiciones generales. Triángulos, paralelogramos, rectángulos y cuadrados con los teoremas principales sobre la potencia de las rectas; los polígonos y círculos. La inscripción y circunscripción de un polígono en un círculo.

---

[144] Como se ha dicho se llamaban complejas a las cantidades que están dadas en varias unidades distintas (por ejemplo varas pies y pulgadas). No se refiere a los números imaginarios que explicaba en la clase segunda.

La transformación, suma y resta de las figuras de lados rectos. Medida de las superficies rectilíneas. Las delineaciones sobre el terreno.

Geometría de los sólidos, la posición relativa de rectas y planos. Propiedades de los prismas, pirámides, conos y esferas. La medida de sus superficies y volúmenes.

La teoría de la proporción de las líneas y de la semejanza de las figuras planas.

De la proporción de las periferias y rectas en el círculo. De la proporción de las superficies y de la igualdad de las figuras. La construcción, aumento y disminución de las figuras semejantes.

Clase segunda

Álgebra y ecuaciones

La naturaleza del álgebra y su definición. El cálculo de las potencias y su aplicación a la extracción de raíces. Los radicales simples, los radicales a doble signo y el cálculo de radicales imaginarios.

La naturaleza de las ecuaciones, sus diferentes grados, y sus raíces. La resolución de las ecuaciones de 1º grado. Lo que representan las cantidades negativas. Resolución de ecuaciones de primer grado con dos incógnitas; métodos de exclusión, sustitución y otros. La regla para discernir los problemas determinados de los indeterminados. La resolución de las ecuaciones de 2º grado. La regla para discernir las que tienen raíces reales o imaginarias.

La resolución de la ecuación de tercer grado por el método que se suele llamar de Cardano. La resolución de la ecuación de 4º grado por reducción al de 3º, aplicando el método de las indeterminadas de Descartes. La resolución de las ecuaciones de cualquier grado por aproximación.

Las series que tienen sumas algebraicas o exponenciales

Apéndice sobre los logaritmos.

Geometría y curvas

Aplicación del álgebra a la geometría elemental y sublime, con

la construcción de las ecuaciones de 1º y 2º grado y su aplicación a la resolución de algunos problemas de geometría elemental y trigonometría.

Idea de algunas curvas y método de hallar sus propiedades, dada la ecuación que las define. De los lugares geométricos. Aplicación al círculo y a las tres curvas cónicas, con los teoremas y problemas principales de estas secciones. Noticias de algunas curvas algebraicas y sus propiedades primarias.

Trigonometría

Definiciones de los senos, cosenos, tangente & c. Los teoremas fundamentales o propiedades principales. Las tablas de los senos, tangentes & c. en números y en sus logaritmos y la explicación del modo de usarlas en las resoluciones trigonométricas. La construcción de las tablas. La resolución de los triángulos. La aplicación a la práctica de levantar planos, medir distancias, alturas & c.

Los fundamentos y la práctica de la nivelación.

Clase primera

Cálculo diferencial

Los fundamentos del cálculo diferencial e integral. Diferenciales de las cantidades algebraicas. Uso del cálculo diferencial para determinar las subtangentes, tangentes, normales &c. Uso del cálculo diferencial para tirar las asíntotas de las curvas. Resolución de cuestiones de máximos y mínimos.

Idea general de las diferencias del 2º y 3º y demás órdenes. Determinar el punto de inflexión o de regreso en las curvas. Idea general de la envolvente, evoluta y fórmula general para determinar el radio osculador de las curvas.

Los diferenciales logarítmicos con el conocimiento de la curva logarítmica. Los logaritmos hiperbólicos y su relación con los logaritmos comunes. La diferencial de las expresiones logarítmicas y exponenciales. Las diferenciales de los senos, cosenos, tangentes, cotangentes, secantes etc.

Integrales

Hipótesis fundamentales del cálculo integral. La integración de las expresiones diferenciales simples, monomias y multinomias. Uso del cálculo integral para hallar la cuadratura de curvas. Cuadraturas por aproximación. Series que resultan para la división y para la extracción de raíces y el método para resolver cualquier fracción en serie infinita por medio de las series recurrentes. El modo de hallar el valor de una indeterminada en expresión de otra, por medio del método inverso o de retorno de las series infinitas.

La rectificación de curvas.

El volumen de los sólidos y la cuadratura de sus superficies, estudiando la superficie de un sólido considerándolo formado por la revolución ó compuesto de infinitos planos.

Mecánica

Nociones preliminares de esta ciencia. El movimiento en general. Las ideas de la velocidad y del movimiento absoluto y relativo, real y aparente, uniforme y variable, acelerado y retardado & c. La inercia, las fuerzas motrices, y la idea de la cantidad de movimiento.

El movimiento rectilíneo uniforme y variable. Idea de atracción en general y de la gravedad en particular. El movimiento rectilíneo compuesto. Modo de expresar con el paralelogramo de fuerzas el movimiento compuesto. Idea de composición y descomposición de las fuerzas. El movimiento sobre los planos inclinados. Idea del movimiento de cuerpos sobre curvas.

Del equilibrio y centro de gravedad, viendo el método de referir las fuerzas a un punto y el método de encontrar los momentos de cualquier número de fuerzas. Encontrar el centro de gravedad de las líneas, superficies y sólidos, y aplicación de estas doctrinas a la resolución de algunos problemas pertenecientes a la artillería.

El choque de los cuerpos, con la división de los cuerpos en duros, blandos y elásticos y las primeras nociones del mecanismo del choque directo y oblicuo, y de la acción y reacción.

Diferencias entre las fuerzas vivas y muertas y explicación de los fundamentos con que los autores han desconvenido en la medida de las fuerzas vivas.

Como se puede observar, el curso de Vimercati suponía un salto importante si se comparaba con los que se impartían en la Academia de Matemáticas de Barcelona o en otros centros que seguían su programa. El cálculo diferencial e integral se daba con cierta amplitud y se utilizaba para estudiar la mecánica. No figuraba en el temario la hidráulica o la maquinaria, pero, en lo fundamental se trata de un curso equivalente al que se impartía en otros centros en Europa. Para confirmar que se explicaban realmente los temas que se pone en las actas de las reuniones del Consejo del Colegio se va a estudiar un libro manuscrito que contiene lo que se explicó en clase de álgebra el año 1774.

Álgebra de Felipe de Silva

Los apuntes del curso de álgebra, tomados por el cadete Felipe Silva se titulan:

> "Primera parte del Álgebra o Análisis Matemático para la instrucción y uso de los cavalleros cadetes del Real Cuerpo de Artillería que se educan en la Militar Academia de Segovia. 1774"[145]

No se ha podido determinar como ha llegado este texto hasta nuestros días. Pero no cabe duda de su autenticidad. Existe una hoja de servicios (AGS GM 410), cerrada en diciembre de 1779, por la que se puede saber que Felipe Luis Antonio Silva[146] había nacido en 1757 en Liorna Italia, y entrado como caballero cadete en el Real Colegio de Artillería de Segovia el 26 de Febrero de 1771. Terminó sus estudios, y logró el grado de subteniente en diciembre de 1775. Fue destinado a Cataluña y desde junio de 1778 era segundo ayudante del primer batallón. No se ha podido saber más de su vida. Las fechas

---

145 Para ampliar ver J. Navarro Loidi (2012).

146 Probablemente familia del marqués de Silva representante del rey de España en Livorno, que ayudó a Gazola a hacer venir a Giannini a España.

precisas del curso se saben por la nota que va al final:

"Fin de la 1ª Parte el Algebra que se empezó el día 24 de Diciembre de 1773 y se acabó el día 21 de Junio del año 1774. Phelipe de Silva"

Además, en el libro de *Actas* del Consejo del Colegio se puede saber que los días 10 al 18 de octubre de 1774, se celebraron unas pruebas en las que se examinaron los cadetes de segundo de toda el álgebra finita, y de la aplicación de ésta a la geometría, y secciones cónicas. Felipe Silba obtuvo la calificación de "Bueno". Su profesor fue Baltasar Ferrer, pero, el responsable del "tratado" o sea del contenido y de la forma de dar el curso era el Primer Profesor Cipriano Vimercati.

El manuscrito consta de una introducción y nueve capítulos. La introducción está dedicada principalmente a ensalzar el análisis, "Arte sutil, sutilísimo de la invención matemática", que había simplificado el camino de los antiguos matemáticos. Se añade que este método de una generalidad notable no debía hacer olvidar el rigor de los antiguos matemáticos. Se añade que de la falta de rigor en álgebra "se quejaron los dos príncipes entre los modernos Newton y Leibnitz según atestigua Wolfio". Pese a esta advertencia, en estos apuntes el rigor se descuida bastante, en aras a la claridad y facilidad de las explicaciones.

En el capítulo primero se define el álgebra, y se explican las cuatro operaciones con letras y números. Se definen términos como grado, coeficiente y otros de uso común en álgebra. Se comenta que en la aritmética las magnitudes son números, en la geometría segmentos y figuras y en ambas es difícil someterlas a grandes cálculos; sin

embargo, en álgebra con letras los cálculos son más sencillos y generales. A cambio de eso, en aritmética o geometría el resultado es "natural y obvio", mientras que en álgebra no es tan evidente, sin ser por eso menos cierto. En concreto, a lo largo de los apuntes se hacen notar las dificultades para aceptar los números "negativos, defectuosos y menores que nada", que también se llaman a veces falsos. Al definirlos el autor se cree en la obligación de añadir que "por ser negativos no dejan de ser tan reales como los positivos".

El segundo capítulo es sobre el cálculo de potencias y raíces. Sobre la raíz de índice par de una cantidad negativas se dice que es una "raíz imposible", pero "se fingen" y se calculan como las reales, llamándose cantidades imaginarias. Para ampliar se recomienda: "sobre ello puede verse a Reinneau en el tomo 1º de sus Análisis"[147]

En este capítulo se estudia también las potencias del binomio y del trinomio. Del resultado se dice que "Esta fórmula que debe al caballero Newton tiene grande uso en el cálculo" y se generaliza para series, poniendo $(a+b)^m$ como $a^m(1+b/a)^m$ y generalizando la suma "al infinito".

En el capítulo tercero de este manuscrito se continúa con las operaciones con raíces, distinguiendo cantidades comensurales e incomensurable, raíces con doble signo y raíces imaginarias. Al estudiar las operaciones con imaginarios se afirma que la regla general que pide que $-\cdot- = +$ aquí no se cumple pues "de esta manera $\sqrt{-3}\cdot\sqrt{-5} = \sqrt{15}$

[147] Charles René Reyneau (1656, Brissac – 1728, París) religioso oratoriano y profesor de matemáticas en la Universidad de Angers. Preparó para sus clases un manual que incluía los nuevos avances de L'Hopital, Bernoulli y otros creadores del cálculo infinitesimal, titulado *Analyse démontrée* del que hizo una primera edición en 1708 y otra corregida en 1714. Una buena parte del libro está dedicada al álgebra y sus aplicaciones a la geometría. D'Alembert se introdujo en el cálculo infinitesimal con este libro y lo consideraba indispensable para los que quisieran conocer el cálculo, aunque en el artículo "Analyse" de la Enciclopedia opinaba que se extendía demasiado en las ecuaciones algebraicas y no se extendía suficientemente en la integración.

y no es así sino al contrario, el producto tiene también el signo – así $\sqrt{-15}$". Se justifica diciendo que el – dentro de la raíz no quiere decir signo si no que sirve para representar "la imposibilidad de la raíz". Aplica esa teoría a varias operaciones. Por ejemplo la segunda dice $(\sqrt{-4} + \sqrt{-1})\cdot(\sqrt{-4}) = -4 + \sqrt{-4}$[148], resultado claramente erróneo. El autor lo justifica diciendo que "aunque en la explicación de esta regla de los signos en las raíces imaginarias no concuerdan todos, pero en el efecto y resultado de ella todos convienen y se viene a parar en lo mismo. Nosotros seguimos a Wolfio en su aritmética de los irracionales tomo 1º parte 1ª de los Elementos de Análisis capítulo 2º hacia el fin". Efectivamente Wolff también acepta esta regla errónea[149].

El capítulo siguiente, trata de las ecuaciones. Se acepta sin discusión que una ecuación tiene tantas raíces como indica su grado y que se puede descomponer en un producto de binomios del tipo $(x - a)$.

Sobre la resolución de problemas se dice que se reduce a dos puntos "hallar la ecuación o ecuaciones que expliquen clara y precisamente las condiciones de la cuestión" y "resolver esta ecuación". Se recomienda que el coeficiente del término de mayor grado x^n se tome igual a 1. Se continúa dando reglas sobre el número de raíces positivas y negativas, sin dar demostraciones, solamente comprobándolas con ejemplos.

En los capítulos siguientes se estudia la resolución de ecuaciones, comenzando por las de primer grado. Luego se resuelven sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas. Se explica también la resolución de sistemas en general, utilizando coeficientes literales, y se dan las fórmulas que "para hallar de un golpe trae MacLaurin en el Capítulo 12 de su Algebra". Se advierte que en el libro de

---

148 Es decir $(2i+i)\bullet 2i$ le sale $-4+2i$ y no $3i\cdot 2i = -6$ como debería ser.

149 En Chystiano Wolfio *Elementa Matheseos Universiae*, (1730, Halle) esta cuestión está en el tomo I caput II "Elementa Analyseos" p. 315-316 Wolff propone por ejemplo $(\sqrt{-5} - \sqrt{-7})\sqrt{-3} = \sqrt{-15} - \sqrt{-21}$ y lo justifica diciendo que la regla de signos en este caso no es válida, como dice Vimercati.

MacLaurin se puede encontrar una fórmula general, pero no aconseja usarla porque "el cálculo se hace más embarazoso que por los métodos comunes"[150]. Se plantea también la resolución de sistemas de más de dos incógnitas.

Las ecuaciones de segundo grado están estudiadas en el capítulo sexto. Se resuelven también las ecuaciones bicuadradas o equivalentes.

En el último apartado de este capítulo trata de las Progresión Aritmética y Geométrica, estudiando la suma y el término general de esas progresiones.

Antes de estudiar la resolución de ecuaciones de grados superiores al segundo, o la obtención de soluciones aproximadas, se explican algunos métodos generales para convertir unas ecuaciones en otras que tengan unas características que las hagan más fáciles de resolver. Para profundizar se recomienda: "La demostración de esto en términos generales [...] la trae McLaurin en su tratado de Algebra parte 2ª capítulo 3º número 23, y se hallará también en el Padre Boscovich[151] Elementos de Algebra §10 número 248 / y otros".[152]

---

150 Efectivamente está en: "Chapter XI On the solutions of questions that produce simple equations" en MacLaurin *A Treatise of Algebra in Three Parts*, (1796, p. 68-81, 6ª edición). La dificultad no es tan grande.

151 Ruggero Giuseppe Boscovich (1711 – 1787) jesuita de origen croata. Fue profesor del Colegio Romano de la Compañía de Jesús, luego viajó a París y Londres, y fue durante algún tiempo profesor de la Universidad de Pavía. Despues de la disolución de la Compañía de Jesús estuvo varios años trabajando en Francia. Al final de su vida se retiró y habitó diversas localidades del norte de Italia. Newtoniano, trabajó sobre todo en cuestiones de astronomía y geodesia. Tuvieron importancia sus teorías sobre el atomismo.

152 Efectivamente está en *A Treatise of Algebra in Three Parts*, (1796, p. 148-161) de MacLaurin en el "Chapter III On the Transformation of equations and exterminating their intermediate terms". El desarrollo del tema es muy similar al de este capítulo. En Boscovich (1754) *Elementorum Universae Matheseos, T, II Algebram Finitam* las secciones 10 y 11 apartados del 248 al 294 (p. 112 a 128) tratan también de los asuntos desarrollados en este capítulo de una forma más amplia.

En el "Capítulo 8º de la resolución de las ecuaciones" se exponen las formas de hallar las soluciones para ecuaciones de grado mayor que dos, en general, y en particular para las de tercer y cuarto grado. Se comienza buscando las soluciones enteras de una ecuación con coeficientes enteros, comprobando los divisores del término independiente. Se dan reglas para hallar raíces múltiples. Para encontrar las raíces imaginarias se propone un método bastante complicado del que se dice que "Este método no siempre descubre todas la raíces imaginarias de la ecuación según afirma el mismo Newton su inventor, si bien es raro el caso en que no se descubren todas". Luego se aplica la regla a un caso en que no es válida y se obtienen unos resultados erróneos.[153].

A continuación se estudia la "Resolución de la ecuación cúbica". Eliminando el segundo término, e introduciendo nuevas incógnitas, se llega a la ecuación $y^6 - cy^3 + (b^3/27) = 0$. Resolviéndola como bicuadrada y sustituyendo, se obtiene:

$$x = \sqrt[3]{\frac{c}{2} \pm \sqrt{\frac{c^2}{4} - \frac{b^3}{27}}} + \sqrt[3]{\frac{c}{2} \mp \sqrt{\frac{c^2}{4} - \frac{b^3}{27}}}$$

Se añade que frecuentemente las raíces deben hacerse por aproximación o utilizando series, pero que ese tema es demasiado complicado para ese curso.

En cuanto a la "Resolución de la ecuación de 4º grado por reducción a la de segundo" se dice que se supone que tiene la forma $x^4 + \star + bx^2 + cx + d = 0$ "sin tener en cuenta de los signos". Para resolverla se debe transformar en una de tercer grado y para ello se supone descompuesta en el producto de dos ecuaciones de segundo grado.

---

153 Isaac Newton en *Universal Arithmetick* (1769, p. 365) dice que "yet there is not proof that the roots are real, if the square of any term (multiplied into its fractions) is deficient of the product of the Term adjacent" y no dice que generalmente es válida.

Se sigue con las soluciones aproximadas[154]. Se utiliza el método de bipartición del intervalo, quitando con un cambio de variable las cifras ya acotadas para que los números sean más pequeños. La forma de aproximar los decimales utilizada es similar a aproximar con la tangente.

Fin de la 1a Parte del Alge-
bra q.e se empezó el dia 21 de
Diciembre del año 1773 y se
acabó el dia 21 de Junio del
Año 1774.

El último capítulo está dedicado a los problemas indeterminados. Se dice que para que haya solución debe haber "tantas incógnitas como condiciones o ecuaciones". Si faltan condiciones al despejar "la ecuación final contiene a lo menos 2 incógnitas" y por lo tanto "no es posible determinar el valor de la una que se quiere conocer sin determinar el valor de la otra". Por eso a una incógnita se le debe dar un valor cualquiera que no sea incompatible con otras condiciones que se hayan puesto.

Críticas de Gazola a Vimercati

La forma en que están desarrollados los temas en este curso de álgebra, aceptando que, como marcaba el reglamento el tratado lo escribía el Primer Profesor, indica que Cipriano Vimercati no era un mal matemático y estaba informado de los principales avances de las matemáticas del siglo XVIII. Las notas sobre las materias explicadas que aparecen en las actas del Consejo muestran que el programa que seguía no era muy diferente al

[154] El último apartado del penúltimo capítulo "Artículo 6º De la aproximación de las raíces de las ecuaciones".

de Giannini, desarrollado en su *Curso Matemático*, o al que se sigue en los *Elementos de Matemáticas* (Madrid, 1772-1783, 10 v.) de Bails[155] o en el *Cours de mathématiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* (1770-1782, 4 v.) de Bezout[156]. Sin embargo Gazola lo consideraba inadecuado para el puesto y comenzó a buscarle un sustituto. En su correspondencia con el conde Viviani criticó varias veces a Vimercati. Por ejemplo, el 14 de octubre, comparando los conocimientos de Vimercati y Giannini, dice de este último que le parece un matemático más hábil y menos presuntuoso que Vimercati (Lanuza, 1966, p. 71). En otra carta de 5 de diciembre de 1774 Gazola dice:

> "Yo había puesto en esa cátedra a un Oficial que, presumido por su talento y por su memoria, todo lo desprecia y no cumple con su

---

155 Benito Bails (San Adrian del Besos (Barcelona) 1730- Madrid 1797) estudió en Toulouse y París, donde se relacionó con Condorcet y D'Alembert. En 1761 volvió a España y en 1768 fue nombrado profesor de matemáticas de la Academia de Bellas Artes de S. Fernando. Fue el matemático más famoso en España durante la segunda mitad del siglo XVIII. Sufrió una hemiplejia que le paralizó parte del cuerpo y le dificultó su trabajo como profesor. Publicó bastantes obras, las más famosas fueron *Elementos de Matemáticas* (Madrid, 1772-1783, 10 v.) y *Principios de matemáticas* (Madrid, 1776, 3 v.). En Madrid estuvo muy bien relacionado y perteneció a varias Reales Academias. Al final de su vida fue desterrado un año a Granada, por la Inquisición, por sus enfrentamientos con sectores eclesiásticos, pues fue un claro defensor del sistema copernicano.

156 Étienne Bézout (1730, Nemours – 1783, Basses-Loges (Fontainbleau)) es conocido principalmente como autor de libros de texto. Fue ayudante de mecánica en la Académie des Sciences y en 1763 consiguió el puesto de examinador y redactor de tratados para la formación de los oficiales de marina. Resultado de sus esfuerzos fue el *Cours de mathématiques à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine*, (1764-67, 4 v.). Al morir Camus en 1763 logró el puesto de examinador para las academias de artillería y publicó el *Cours de mathèmatiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* (1770 - 1782). Fueron unos manuales muy exitosos que se siguieron utilizando en la École Polytechnique. Aunque es menos conocido, también investigó sobre la resolución de ecuaciones obteniendo resultados valiosos que se publicaron en varios libros como *Sur le degré des équations résultantes de l'évanouissement des inconnues* (1764) en el que introducía los determinantes.

obligación, pretendiendo que solamente con su charla cumple con su deber" (Lanuza, 1966, p. 74)

Las críticas se refieren también a los conocimientos de Vimercati, al menos a lo que enseñaba, pues aparecen en las cartas frases como "para que el Monarca tenga una buena ayuda en la Artillería, en la cual no puede prolongarse la ignorancia y la presunción" (Lanuza, 1966, p. 70) En sus reproches Gazola emplea términos como presuntuoso, presumido, que no trabaja o que se burla de él. Por eso parece que la diferencia entre los dos personajes tuvo mucho de personal.

Al fundarse las nuevas academias de guardiamarinas, en los departamentos de El Ferrol y Cartagena, Vimercati pasó, en enero de 1777, a la Armada, con el grado de teniente de navío, para dirigir la Academia del departamento de El Ferrol. En 1789, cuando Tofiño, que era director de la Academia de Cádiz y jefe superior de todos los centros de guardiamarinas, fue ascendido a jefe de escuadra, se eligió para sucederle en el cargo a Vimercati, que se trasladó a la ciudad de Cádiz.

Vimercati publicó varios libros pero ninguno de matemáticas: *Discurso sobre la arquitectura naval antigua y moderna* (Ferrol, 1787), *Prolusión académica: discurso sobre el origen y progresos de la astronomía hasta nuestra edad* (Madrid, 1790), *Memoria sobre el uso del termómetro en la navegación* (Madrid, 1794). De estas obras la última es una traducción del libro del norteamericano Jonathan Williams y la historia de la astronomía un resumen de lo esencial de la *Histoire de l'Astronomie* de Bailly (Fernández Navarrete, 1851, v. 1, p. 279).

PROLUSION ACADEMICA.
DISCURSO
SOBRE EL ORIGEN Y PROGRESOS DE LA ASTRONOMIA, HASTA NUESTRA EDAD.
EN ABERTURA
A LOS CERTAMENES DE MATEMATICAS
DE ORDEN SUPERIOR.

Gazola tuvo conocimiento en 1774, gracias al conde Viviani, de

la existencia de un abate llamado Pietro Giannini que había publicado *Opuscula Mathematica* (Parma, 1773), un libro en el que mostraba una buena preparación en matemáticas. A Gazola le pareció un matemático bien preparado que podía resolver sus problemas en Segovia. Le hizo venir a España y maniobró en la Corte hasta conseguir que fuera nombrado Primer Profesor del Colegio de Artillería de Segovia.

Como se va a comprobar Giannini era un matemático mucho más capaz que Vimercati. El que este no publicara nada sobre matemáticas es un indicio de que su formación en ese campo no era tan sólida como la del italiano. Sin embargo, tenía otras cuestiones a su favor, como su práctica como oficial de artillería.

Índice

Capítulo Tercero

PEDRO GIANNINI

La formación en Italia (hasta 1774)

Pedro Giannini nació en Italia en el municipio de Pescia, actualmente en la provincia de Pistoia, en aquel tiempo en el Gran Ducado de Toscana[157]. No se ha encontrado su partida de

Pescia

[157] Sobre sus primeros años se puede consultar Gino Arrighi, (1995).

bautismo, pero muchos escritos de aquella época y actuales coinciden en ese dato[158].

Se conoce muy poco de su vida en Italia. Debió estudiar en algún seminario. Las citas que de él se hacen en revistas italianas de la época le llaman "abate". Por ejemplo en *Novelle letterarie pubblicate in Firenze* (1774, v. 5, col. 471) se le llama "Sig. Abate Pietro Giannini Pesciatino"[159]. De los sentidos en que se usaba esa palabra en el siglo XVIII, parece que para Giannini el más adecuado es la acepción que indicaba que era una persona con estudios religiosos que no había sido ordenada. En España alguna vez se le ha llamado abate[160], pero en todos sus libros, en las innumerables veces que aparece citado en las *Actas del Colegio,* o en las pocas veces que aparece en revistas españolas de la época recibe el tratamiento de

---

158 Por ejemplo, en *Novelle letterarie pubblicate in Firenze* ((1783, v. 14, p. 380) (Arrighi 1995, p. 158) le presentan como "Il sig. Giannini di Pescia, Professore di Sintesi e d'Analisi in Segovia, accresce la storia di quei Toscani che si son segnalati fuori della Patria". En el *Dizionario geografico, fisico, storico della Toscana: contenente la descrizione di tutti i luoghi del granducato, ducato di Lucca, Garfagnana e Lunigiana* de Emanuele Repetti (1841, v. 4 p. 126-127), en la entrada "Pescia citta", al tratar de "Uomini illustri" se dice que: "Nel secolo XVIII si distinsero fra gli altri [...] Domenico di Filippo Giannini che fu professore nell'università di Segovia in Spagna, e autore di un corso di matematiche". En *Letture di famiglia,* (1855, v. 2,p. 106) en la entrada "Pescia" (p. 103-106), también se menciona en el apartado dedicado a los científicos de la ciudad a "Domenico Giannini insegnò in Segovia e publico un curso di matematiche". La imprecisión de esas citas muestra que la memoria de Pietro Giannini se fue perdiendo con el tiempo en Toscana. Las confusiones sobre el sitió en que enseñó son también corrientes: "l'Ab. Pietro Giannini Professore di Matematica in Saragozza" (Domenico Maria Federici, 1790, p. 103), o Pietro Franchini (1821) en *Saggio sulla storia delle matematiche*, afirmaba que dio clases en la universidad de Sevilla (Arrighi, 1995, p. 145).

159 *Novelle letterarie* (1774, v. 5, col. 471) tomado de Arrighi, (1995 p. 151). El mismo Arrighi también le llama "abate" en el artículo (p. 145).

160 Lanuza (1966, p. 68) por ejemplo. También Gazola, el 3 de febrero de 1776 cuando escribió a Ricla proponiendo a Giannini como profesor, decía haberle pagado el vestido por "no quererlo vestido de abate, de invierno y verano" (AGS GM 565).

"Don" no el de "Padre", como solía hacerse con los sacerdotes. Antonio Eximeno, por el contario, suele figurar como el Padre o P. Eximeno, por su condición de sacerdote. No se ha encontrado ningún detalle en su actuación en España que lleve a pensar que estuviera ordenado.

Resulta difícil saber qué hizo en Italia antes de trasladarse a Segovia. El profesor Arrighi (1995, p. 145) dice:

> "Giannini resulta desconocido para las entidades culturales y militares de su ciudad natal"[161].

Vincenzo Riccati

Cuando Giannini nació el gran Ducado de Toscana dependía de Austria. El Gran Duque de Toscana era Francisco Esteban, también duque de Lorena y consorte de Maria Teresa, archiduquesa de Austria. A su sucesor, el gran duque Pedro Leopoldo, segundo hijo de María Teresa, que gobernó la Toscana desde 1765 hasta 1790, año en que pasó a ser emperador de Austria, le dedicó Giannini el primer libro que publicó, *Opuscula Mathematica* (Parma, 1773).

Sobre sus estudios matemáticos sólo se puede asegurar que fue discípulo de Vicenzo Riccati. A este matemático boloñés le entregó para que valorara el mencionado *Opuscula Mathematica*.

---

161 "Il Giannini resulta sconosciuto agli enti culturali ecclesiatici e militari della sua città natale" .

Posteriormente en su *Curso Matemático* Giannini le cita varias veces y le sigue en sus obras en varios apartados. Otros autores coinciden en esta apreciación. Por ejemplo en Bagni (1997, p. 61) se dice:

> "En el largo y fecundo periodo boloñés Vicenzo Riccati formó alumnos del calibre de V. Cavina, J. Mariscotti, G. F. Malfatti, G. A. Pedevilla L. y P. Caldani, P. Giannini"[162].

Estos datos relacionan a Pedro Giannini con una escuela matemática bastante conocida de Italia. Vincenzo Riccati fue el segundo hijo de Jacopo Riccati, cuyo nombre ha quedado ligado en matemáticas a la ecuación diferencial llamada "ecuación de Riccati":

$$\frac{dy}{dx} + p(x)y + q(x)y^2 = f(x)$$

Los Riccati eran una noble familia veneciana. El padre Jacopo Riccati (1676-1754) fue uno de los introductores de los nuevos métodos infinitesimales en Italia. Se escribió con muchos matemáticos europeos e influyó en autores de la importancia de Daniel Bernoulli o Euler. Es conocido por sus trabajos sobre ecuaciones diferenciales, sobre hidráulica y, en menor medida, sobre el péndulo cicloidal[163]. Tres de sus hijos Vincenzo, Giordano (1709-1790) y Francesco (1718-1791) fueron científicos reco-

Jacopo Riccati

[162] "Nel lungo e fecundo periodo bolognese, Vicenzo Riccati formò allievi del calibro di V. Cavina, J. Mariscotti, G. F. Malfatti, G.A. Pedevilla L. e P. Caldani, P. Giannini".

[163] Sobre los Riccati veáse G. Loria (1950, p.659-664).

nocidos. De ellos el más famoso fue el matemático Vincenzo Riccati (Castelfranco Veneto 1707 - Treviso, Italia 1775), que fue el cuarto hijo de Jacopo. Estudió con los jesuitas en Bolonia y a los 19 años entró en su noviciado. Enseñó matemáticas en el colegio boloñés de Santa Lucia desde 1739 hasta 1773, cuando se trasladó a su Treviso natal por haberse suprimido la Compañía de Jesús. Estudió las ecuaciones diferenciales y las funciones hiperbólicas de las que fue uno de los introductores[164], así como la hidráulica. Publicó varios obras famosas como *Opusculorum ad res physicas et mathematicas pertinentium* (1757–1762, 2 v.) o *Institutiones analyticae* (1765–1767), escrito en colaboración con Girolamo Saladini. En ella el primer tomo está dedicado al álgebra, y el segundo al cálculo infinitesimal.

De los otros dos hermanos, Giordano estudió el movimiento de una cuerda vibrante, la acústica y la música. Fue también un arquitecto reconocido. Francesco se inclinó por la literatura y publicó varios libros en prosa y verso. Además fue un teórico de la arquitectura, publicando obras como *Dissertazione in torno l'Architettura Civile* (Venecia, 1761).[165]

Además de ser discípulo de Vicenzo Riccati, se sabe que Giannini se relacionó epistolarmente con Giordano, pues en el sermón que Domenico Maria Federici pronuncio en Treviso en 1790 en su funeral menciona a Giannini entre los personajes con los que se escribió.[166]

Lo más probable es que Giannini estudiara con Vincenzo Riccati en Bolonia, donde residió el jesuita hasta la disolución

---

164 Otra indicación de que Giannini estudió con él es que introduce los senos, cosenos y tangentes hiperbolicas en su *Curso* (1795, v. III, p.170-173).

165 Sobre los hermanos Riccati y las matemáticas véase Bagni (1993).

166 Dice que se relacionó con muchos científicos entre ellos "Da Spagna l'Ab. Pietro Giannini Professore di Matematica in Saragozza tenne lungo carteggio con il Riccati, e aquesto le sue Opere fisico-acustiche per averre il giudizio manda" (Federici, 1790, p. 103).

de la Compañía en 1773. Una explicación sencilla que une los pocos datos que hay de la etapa italiana de Giannini es suponer que entró en la Compañía de Jesús y estudió en el Colegio de Santa Lucia de Bolonia, donde se formó en matemáticas con Vincenzo Riccati. En 1773 al disolverse la Compañía de Jesús, todavía no se había ordenado sacerdote y pensó en dedicarse a la enseñanza. Pero, desgraciadamente, no hay ningún dato que corrobore esa hipótesis.[167]

Entre 1773 y 1779 entró como socio en la Academia del Instituto de Bolonia, porque en el primer tomo del *Curso Matemático* (Madrid, 1779) aparece como tal, mientras que en su *Opuscula* (Parma, 1773) no lo mencionaba. No se ha podido saber cual fue su estatus dentro de ese Instituto[168]. El Instituto de Bolonia era una institución prestigiosa. En su revista publicaron artículos Vincenzo Riccati, Gerolamo Saladini, Roger Boscovich, Sebastián Toaldo, Luigi Galvani o Nicolás Condorcet. Pese a encontrarse Bolonia en los Estados Pontificios la Academia estaba al tanto de las últimas teorías científicas.

En 1774 Giannini publicó su primer libro *Opuscula Mathematica*, que se compone de tres trabajos diferentes. El primero es sobre hidráulica y estudia el movimiento de un fluido que sale por un orificio por medio de ecuaciones diferenciales. En el segundo se demuestran las principales características de la cicloide alargada

---

[167] No se le ha encontrado citado en ningún libro sobre la historia de la Compañía de Jesús, ni siquiera en el enciclopédico Sommervogel C. (1891) *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus. 1ère Partie: Bibliographie par les pères Agustin et Aloys Backer 2de Partie: Histoire par le père August Carayon*. Bruselas, Ed.Oscar Schepens y París, ed.Alphonse Picard Paris. 12 v.

[168] Se han repasado los índices de los tomos del I al VI de *De Bononiensi scientiarum et artium Instituto atque Academia commentarii* (1731-1791), órgano de la Academia de Bolonia y no se ha encontrado ningún artículo de Giannini. Arrighi (1994, p. 145) preguntó al director de los archivos nacionales de Bolonia sobre la afiliación de éste a la Academia y le respondió: "il direttore dell'Archivio di Stato di questa città mi comunica che il suo nome non compare «fra le carte dell'archivio dell'Istituto delle scienze»".

y acortada, utilizando conjuntamente métodos de la geometría clásica y métodos infinitesimales. En el tercero Giannini trata de rehacer el libro *De las Secciones Determinadas* de Apolonio de Perga, partiendo de los comentarios de Pappo en su *Colección Matemática* y utilizando exclusivamente los métodos de la geometría de la Antigua Grecia. Giannini muestra una buena preparación en el campo de las matemáticas. Al tratar de hidráulica se constata que conoce los trabajos de Newton y los Bernoulli. En el segundo trabajo sobre las cicloides cita a autores como Galileo, Torricelli, Pascal[169], Huyghens o Boscovich, indicando cierto dominio en las obras de los autores más conocidos de su tiempo. Finalmente en la reconstrucción del libro *Secciones Determinadas* de Apolonio de Pérgamo demuestra que estaba al tanto de la obra de los matemáticos antiguos. Este libro se analizará más adelante[170], pero, para su vida es importante decir que fue bien recibido por la comunidad matemática en Italia. En "*Novelle letterarie pubblicate in Firenze*"[171] (1774, v. 5, col. 471.) se comenta esta obra y se incluye un resumen de cada uno de los tres trabajos. El artículo acaba elogiando al autor del que se dice: "Estos tres Opúsculos aseguran que nuestro Autor domina las Ciencias Matemáticas como un Maestro."[172]

---

[169] Blaise Pascal (1623 - 1662) fue un matemático, físico y filósofo francés. Se le consiera uno de los precursores del cálculo diferencial. Trabajó también en probabilidad y en la construcción de calculadoras mecánicas. En física estudió la presión atmosférica y la hidrostática. Escritor brillante, fue un distinguido defensor de la causa jansenista.

[170] En el capítulo cuarto.

[171] Apartado que comienza "Opuscula Mathematica Auctore Petro Giannini dicata Regias Celsituni Petri Leopoldi Archiducis Austriae ec. Parmae ex typographia Regia, 1773. in 4. di pag. 214. con dieci tavole in rame.". La revista *Novelle letterarie pubblicate in Firenze* (1740-1792), era una revista científica que se publicó en Toscana, en la línea del *Journal des Sçavans* francés o de las *Philosophical Transactions* inglés.

[172] "Questi tre Opuscoli ci assicurano, che il nostro Autore possiede le Scienze Mattematiche da Maestro" (Arrighi, 1994, p. 150-152) Está trascrito el artículo completo.

La incorporación al Colegio de Artillería de Segovia (1774-1776)

Se puede saber bastante bien cómo fue el paso de Italia a Segovia de Pedro Giannini gracias a un artículo de Francisco de Lanuza (1966), en el que se estudia la correspondencia entre el conde Gazola y el marqués Luigi Viviani de la Robbia representante del rey de Nápoles en Florencia. Luego hubo una segunda parte, con Giannini ya en España, en la que Gazola se movió para conseguir que el rey le contratara como primer profesor del Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería, en la que la información es más fragmentaria, tal vez porque Gazola así lo quiso[173]. Aunque quedan muchos aspectos por aclarar, en conjunto con esta documentación se puede entender cómo fue el nombramiento de Giannini como Primer Profesor del Colegio de Artillería de Segovia.

Gazola escribió a Viviani durante el verano de 1774, o tal vez antes, contándole los problemas que tenía para poner en marcha el Colegio de Segovia. En una carta de 19 de julio de 1774, Gazola le explicaba:

> "Mi empeño es encontrar un sujeto capaz de conseguir que cuando los Cadetes salgan y se hagan oficiales, se apliquen a las ciencias para el Ministerio de la Artillería [...] y no como se ha hecho hasta ahora con una desdichada práctica que ha originado malísimas consecuencias. La base de la teoría que necesita la Artillería es la Física, apoyada en la experiencia sobre las pólvoras, sobre los metales, sobre las maderas, etc.; para estudiar lo cual no faltarán libros en la Biblioteca del Colegio, ni dineros para adquirirlos a gusto de los profesores" (Lanuza 1966, p. 69).

Gazola quería encontrar un sustituto a Vimercati, que, en su opinión no les daba a los cadetes una formación científica suficiente. Su intención era buscar un buen conocedor de la Física, pero de esta discusión y otras que se produjeron en el Colegio de Cadetes, se

173 Hay varios documentos sobre esta cuestión en AGS GM 565.

puede deducir que Gazola buscaba un experto en física matemática, en la física desarrollada por Newton o los Bernoulli; no en la física aristotélica de las universidades, ni en la física experimental de los laboratorios cortesanos.

Parece que Viviani le informó de la existencia de Giannini por indicación de la condesa Corsi[174]:

> "Sería conveniente para las necesidades de esta nación, hombres de talento como el que me recomienda por encargo de la marquesa Corsi" (Lanuza 1966, p. 69).

Gazola quería conocer mejor a Giannini y le pidió a Viviani en la misma carta: "le ruego me diga los libros y tratados de matemáticas que ha dado al público y no me oculte nada de su talento porque me fío completamente de usted" (Lanuza 1966, p. 70). Viviani debió enviarle *Opuscula Mathematica* de Pedro Giannini y Gazola lo estudió porque en una carta que le envío el 11 de octubre de 1774 le decía:

> "Losada me ha enviado su documentado libro y, ciertamente le creo muy versado en las ciencias físico-matemáticas que se adaptan a la Táctica de la Artillería; le reconozco capaz." (Lanuza 1966, p. 72).

El libro de Giannini no es una obra fácil de seguir. Gazola debía poseer buenos conocimientos matemáticos para no perderse en ella. Pero, parece que antes, en el mes de agosto, la elección estaba ya decidida pues en una carta de 29 de agosto de 1774 Gazola le decía a Viviani que "si el Giannini no tuviera éxito, yo sería el que merecería la burla de todo el mundo" (Lanuza 1966, p. 70). De las cartas se deduce que la razón principal para el cambio fue el profundo desacuerdo que había entre Gazola y Vimercati. En otra carta de 14 de octubre Gazola lo dejaba más claro:

---

[174] Los Corsi fueron una familia noble de Florencia. Conocidos como mecenas de la música y la arquitectura, todavía se conservan en Toscana varios palacios que les pertenecieron. Pero no se ha podido saber quien era la marquesa en 1774 y qué relación tenía con los ambientes científicos.

> "Le considero mucho más hábil que al Oficial que quiero sustituir y, verdaderamente, no le creo presuntuoso como a este, que se cree, y bajo su palabra le creemos los ignorantes, el hombre más grande y más docto sobre la Tierra" (Lanuza 1966, p. 74).

También aparece en esa correspondencia que Gazola era consciente de que la formación de Giannini era principalmente matemática; pero confiaba en que pudiera adaptarse a las necesidades del Colegio de Artillería. Así, por ejemplo, en una carta de 3 de octubre del 1774 le decía a Viviani:

> "Por otra parte, con la ayuda de las / matemáticas muy bien puede lograrse que sea idóneo para tratar lo que le he dicho a usted pues supongo que las matemáticas le servirán para demostrar físicamente lo que de ciencia compete a la Táctica artillera. Para eso tendrá cuantos libros pueda necesitar" (Lanuza 1966, p. 71-72).

Gazola sabía que Giannini iba a tener muchos obstáculos para ser aceptado en el Colegio de Segovia por ser extranjero. En una carta de 11 de octubre le decía a Viviani que la incorporación no iba a ser fácil:

> "Necesitará sin embargo tener paciencia y / no pretender correr, porque yo necesitaré mucha prudencia y trabajo para iniciarle en dar lecciones en mi Colegio de Segovia ya que allí todo está en batería para alejar a los extranjeros, y pretenden ensalzar el talento de los nacionales para demostrar que no carecen de nada. En consecuencia que venga como un amigo mío para consolarme del tedio de vivir siempre casi sólo en una cámara, y no hablemos de más pretensiones" (Lanuza 1966, p. 72-73).

En otra carta de 14 de octubre Gazola insistía en las dificultades que iba a tener Giannini porque "tratándose de un extranjero, aunque sea un hombre hábil, con los obstáculos que encontrará por parte de los españoles yo no puedo prometerle a usted que en seguida logre tener éxito" (Lanuza 1966, p. 74). Gazola había vivido ese rechazo a lo extranjero durante el motín de Esquilache por las buenas relaciones que había tenido con el depuesto

ministro, y las todavía mejores que tenía con el arquitecto Sabatini a quien los revoltosos quemaron la casa.

Gazola convencido de la idoneidad de Giannini decidió pagarle el viaje desde Florencia hasta Segovia. Se trató de una iniciativa personal. Gazola le ofrecía vivir en su casa y comer con él, salvo que estuviera enfermo o tuviera un compromiso social. Le garantizaba unas remuneraciones dignas y que no iba a tener ningún problema de dinero. Además se comprometía a dotar convenientemente el Colegio de Artillería para que pudiese trabajar adecuadamente.

Como temía que el frío y la falta de relaciones sociales echara hacia atrás a Giannini, Gazola le decía que "si el clima o el país no le gustan, o cuando mi desdichada persona le resulte odiosa, no tendrá más que decírmelo" (Lanuza 1966, p. 74) para que lo devolvieran a Italia con una gratificación. Refiriéndose a los problemas que podía plantearle a Giannini la vida en Segovia, hace Gazola unas observaciones sobre el carácter del matemático que son muy interesantes porque son de las pocas informaciones que se tienen sobre su personalidad:

> "Usted me dice que es recogido y misántropo, y que no se dedica y no ama otra cosa que no sean sus estudios, y eso es conveniente, porque viniendo de ese paraíso terrenal que es Florencia, no se habituará fácilmente a estar en Segovia. Yo, después de tantos años todavía no me he acostumbrado. Y que no sea mujeriego es también muy bueno, porque las mujeres de aquí no son como las florentinas, alegres, vivaces, llenas de brío y de pasión; son mujeres dominantes y muy peligrosas para un joven"[175].

Estas observaciones explican muchos aspectos del comportamiento posterior de Giannini, que no se entienden si se desconoce su carácter poco sociable.

El cónsul español en Livorno, Silva, con la ayuda de Viviani organizó la venida de Giannini a España, yendo primero en barco

[175] Carta de Giannini a Viviani de 14 de octubre de 1774 (Lanuza, 1996, p. 74).

de Livorno o Genova hasta Barcelona y luego a Madrid. Gazola se comprometió a pagar los gastos, y transfirió dinero al embajador de Malta para hacerlo.

El viaje debió realizarse a finales de noviembre o comienzos de diciembre de 1774, porque al llegar Giannini le escribió a Viviani diciendo que estaba contento con el recibimiento que había tenido, y éste se lo contó a Gazola quien le respondió a Viviani, el 26 de diciembre mostrándole su satisfacción por cómo se había desarrollado todo (Lanuza 1966, p. 75).

Desde de diciembre de 1774 hasta abril de 1776, cuando es presentado como profesor en el Real Colegio, no hay noticias de su actividad en nuestro país. Debió residir en la casa de Gazola en Madrid[176], pues en la *Gazetta Universale* de 20 de abril (p. 249), se dice:

> "Mañana sale para Segovia el Sr. Pedro Giannini de Pescia en Toscana, que va a ocupar la indicada cátedra de matemáticas"[177]

Es seguro que utilizó este tiempo que estuvo en Madrid para aprender castellano. Al llegar no lo conocía y Gazola ya le había pedido que lo aprendiera cuando todavía estaba en Toscana[178]. Cuando entró a trabajar en el Colegio de Segovia, en 1776 Giannini dominaba el español porque el idioma no figura en ningún lugar como un problema.

Es posible que aprovechara ese tiempo también para escribir los manuales que luego utilizó en Segovia y para conocer el ambiente cultural español. En esa época escribió una carta a

---

176 Gazola tenía casa tanto en Madrid como en Segovia.

177 "Domani parte per Segovia il Sig. Pietro Giannini di Pescia in Toscana, che va ad occupare l'indicata Cattedra di Matematiche".

178 "Sería oportuno que Giannini estudiara español" (Lanuza, 1966, p. 72). Lanuza también opina que aprender el castellano fue una de las prioridades de Giannini en esta etapa: "Probablemente ese tiempo sería aprovechado por Giannini para aprender el idioma español y para ir conociendo algo del ambiente en el cual iba a desarrollarse su nueva vida." (Lanuza, 1966, p. 76) .

Campomanes sobre los mejores libros para aprender matemáticas, que fue publicada en el prologo de la *Historia de los progresos del entendimiento humano* (Madrid 1775) del francés Alexandre

HISTORIA
DE LOS PROGRESOS
DEL ENTENDIMIENTO HUMANO
EN LAS
CIENCIAS EXACTAS
Y
EN LAS ARTES
QUE DEPENDEN DE ELLAS.
A SABER.

Con un compendio de la vida de los Autores mas célebres que han escrito sobre estas ciencias.

COMPUESTA EN FRANCES POR MONSIEUR
SAVERIEN
Y TRADUCIDA AL CASTELLANO
POR DON MANUEL RUBIN DE CELIS.

MADRID.
En la Imprenta de D. Antonio de Sandoval. Año de 1775.

Savérien. El prólogo de la edición española está escrito por el traductor, Manuel Rubín de Celis[179], quien hace diversas valoraciones sobre las matemáticas en España. Así por ejemplo reconoce la popularidad del libro del P. Vicente Tosca del que dice que está escrito:

[179] Manuel Rubín de Celis (Llanes, 1743). Procedente de una conocida familia asturiana fue hermano de Miguel Rubín, que estudió en el Colegio de Caballeros Cadetes de Segovia y fue uno de los oficiales de la primera promoción. Publicó varias traducciones de textos franceses, entre otros éste de Saverien. Fue militar diplomático y periodista. Como periodista es conocido por haber sido el editor del *Corresponsal del Censor*.

> "imitando al P. Dechales. Pero los inteligentes en esta materia hacen poco aprecio de esta obra, que se ha inutilizado con los descubrimientos, que posteriormente y como à por fin han hecho los sabios ayudados de la ciencia del cálculo" (Savérien, 1775, p. XIII).

Rubin de Celis opinaba que el tratado de Christian Wolf era mejor que el libro de Tosca, pero tampoco estaba libre de defectos. En esa página en una nota al pie dice Rubín de Celis que:

> "(2) El ilustríssimo Sr. D. Pedro Rodríguez Campomanes se ha servido de franquear para que se imprima aquí la siguiente carta de D. Pedro Giannini cuyo voto en esta materia es muy recomendable por su sólida instrucción en las matemáticas" (Savérien, 1775, p. XIII).

El escrito de Giannini es relativamente largo. Comienza exponiendo las razones que ha tenido para redactarlo:

> "Al Ilustrísimo señor Pedro Campomanes Pedro Giannini desea mucha salud.
>
> Me pide, doctísimo señor, que le indique, primeramente, qué partes de las matemáticas deben ser explicadas oficialmente en la Academia por sus distinguidos profesores; además, qué textos deben ser empleados en su enseñanza."[180]

Giannini recomienda el estudio de muchas ramas de las matemáticas aplicadas:

> "Pues bien, la geometría, el análisis, la mecánica, la astronomía, la óptica y cada una de estas partes más conocidas de las matemáticas necesitan de un profesor especial. Conviene, efectivamente, que el estado disponga de personas que sobresalgan en estas capacidades. Desearía vivamente que la hidrometría y la náutica, ésta, parte utilísima

---

[180] "Ilustrísimo viro Petro Camponanesio Petrus Giannini, S. P. D.
Petis à me vir doctissime, ut tibi significem, primum quæ Matheseos partes à suis præcipuis professoribus in Academia publice explicandæ sint; deinde vero quibus utendum sit scriptis ad illas edocendas." (Savérien, 1775, p. XIII).

de la astronomía, aquélla, de la mecánica, fueran cubiertas por un profesor especializado, pues las ramas ya han igualado a los troncos."[181]

Sobre los libros que deberían emplearse dice:

"Trataré solamente de los textos que deben ser explicados por los profesores, por esta razón recomiendo especialmente la geometría de Euclides, explicada brevemente por Barrow[182] o por Simpson[183], las secciones cónicas de Guido Grandi[184], el análisis cartesiano de Clairaut[185] o de Cayetana Agnesi[186], por la que fue expuesta también la

---

181 "Itaque geometría, analysis, mechanica, astronomia, optica, unaquæque hanum nobilissimarum Matheseos partium pecualiri eget professori; decet enim rem publicam, viros iis facultatibus excellentes habere. Vehementer etiam optarem, quod ydrometria, atquæ nautica, hæc astronomiæ, illa mechanicæ pars utilissima a peculiari professore explaretur rami namque terme suos truncos iam iam adæquavere" (Savérien, 1775, p. XIII).

182 Isaac Barrow (1630-1677) profesor de Newton en Cambridge, publicó *Euclide's Elements* (1655) una versión simplificada de la obra de Euclides que fue muy popular..

183 Debe ser Robert Simson (1687-1768), matemático escocés especialista en las matemáticas griegas. Publicó *The Elements of Euclid: viz, the first six books, together with the eleventh and twelfth* (Glasgow, 1756), en inglés y latín simultáneamente. Fue una obra muy apreciada que tuvo más de setenta reediciones. Una fue en castellano (Madrid, 1774), preparada por orden de O'Reilly. También publicó una reconstrucción de "De Sectione Determinata" de Apolonio que se estudia en el capítulo cuarto.

184 Guido Grandi (1671-1742) monje camandolense toscano. Profesor de matemáticas de la universidad de Pisa. Publicó *Compendio delle sezioni coniche d'Apollonio*, (Florencia, 1722), *Instituzioni delle sezioni coniche* (Florencia, 1744) y otros tratados en latín.

185 Alexis Claude Clairaut (1713-1765). Mienbro de las Academias de ciencia de París, Berlin, Bolonia San Petersburgo y Upsala y de la Royale Society inglesa. Seguidor de Newton escribió sobre la forma de la Tierra. Probablemente se refiera Giannini a *Elements d'algèbre* (1749) que fue reeditada muchas veces.

186 María Gaetana Agnesi (Milán 1718, 1799) hija de un rico comerciante su padre cuidó que recibiera una buena formación. De gran precocidad se distinguió como matemática y lingüista. Su principal publicación fue *Instituzioni analitiche ad uso della gioventù italiana* (1748, 2v.) cuya edición fue apoyada por Jacopo Riccati, que le ofreció ideas para la parte dedicada a las ecuaciones diferenciales. En 1752 abandonó las matemáticas y se dedicó exclusivamente a actividades piadosas.

ciencia del cálculo diferencial e integral; la mecánica de Jorge Juan; la astronomía del Abate Caille[187]; la óptica de Smith[188]."[189]

Continúa explicando que Wolff no es ya un autor recomendable y que conviene que el director de la academia sea un matemático profesor de análisis, parte de las matemáticas que califica de sublime.

Los autores propuestos por Giannini son autores contemporáneos de calidad reconocida. Tenía más fama en las enseñanzas militares el curso de Etienne Bezout *Cours de mathèmatiques à l'usage l'usage des gardes du pavillon et de la marine* (Paris, 1764-1767, 6 v.), que fue el tratado que siguió Bails[190] en la redacción de sus *Elementos de Matemáticas* (Madrid, 1772-1783, 10 v.). Pero Giannini no lo nombra. Tiene cierta tendencia a proponer autores italianos. El que recomiende los *Elementos* de Simson y Barrow, indica, como se va a ver al estudiar sus obras, que era de los autores que confiaban en encontrar una forma de fundamentar las nuevas matemáticas en la geometría clásica griega.

Esta carta debió escribirla Giannini al poco de llegar a España porque está escrita en latín. Luego utilizó siempre el castellano en

---

187 Nicolás Louis de La Caille (1713 – 1762) astrónomo francés. Sacerdote y profesor del College Mazarin de París. Participó en la medida del meridiano terrestre. Publicó *Leçons élémentaires d'astronomie géométrique et physique* (Paris, 1746) que tuvo varias reediciones.

188 Robert Smith (1689-1768). Estudió y luego fue catedrático en Cambridge. Publicó *A complete System of Optics* (Cambridge, 1738, 2 v.) que fue traducido a varios idiomas.

189 "Modo agam de scriptis, quæ a professoribus explicanda sunt: quamobrem commando, potissimum geometriam Euclidis breviter expositam vel Barrowio vel a Simpsonium; sectione conicas P. Guidonio Grandii; analysium Cartesianam Clairautii, vel Cajetanæ Agnesiæ, a qua pretende est etiam scientia calculi differentialis atque integralis; mechanicam George Juani; astronomiam Abatis Callilla; opticam Smithii" (Savérien 1775, p. XIV)

190 Comparando con la lista de autores que tenía Bails en su biblioteca y figuran en Arias (2002) Los libros de Barrow, Clairaut y Smith parece que los tenía, de Grandi y La Caille tenía otras obras, de Agnesi o Simson no tenía ninguna. Las orientaciones matemáticas de Giannini y Bails eran diferentes.

sus obras. Incluso en los *Opúsculos matemáticos* (Segovia, 1780), que era una obra de investigación, no empleó el latín. Entre los ilustrados españoles se prefería escribir sobre matemáticas en castellano. Rubín de Celis consideraba el latín un atraso:

> "Las que están escritas en latín son poco útiles, porque son los menos los que entienden esta lengua, la qual además de esto, no es precisamente / necesaria para el estudio de las matemáticas, puede muy bien un joven llegar a ser excelente geómetra en menos tiempo que tardaría en aprender el latín" (Savérien, 1775, p. XV-XVI).

Probablemente Gazola puso en contacto a Pedro Giannini con Manuel Rubín de Celis y con Campomanes. No parece que Giannini pudiera estar bien relacionado con los ambientes ilustrados españoles. Además posteriormente se muestra especialmente poco hábil en establecer relaciones sociales.

Durante el año 1775 no se han encontrado iniciativas de Gazola para colocar a su protegido Giannini como profesor del colegio. Tal vez, esperaba que Giannini aprendiera a hablar español correctamente para no encontrarse con críticas difíciles de obviar. Pero desde comienzos del año 1776 hizo una serie de peticiones que iban en ese sentido. Así el 3 de febrero de 1776 le escribió a Ricla, secretario de Guerra, comunicándole la existencia de Giannini, justificando su venida a España y proponiendo que lo nombrara profesor de Segovia, que se trascribe completa porque aclara las maniobras que hizo Gazola para colocar a Giannini:

> "Exmo. Sr
>
> Muy Sr Mío Siempre he mirado con mucho cariño el establecimiento Militar de Segovia aunque me haya costado desfavores, como una madre que quiere su hijo que ha parido con muchos dolores.
>
> No he podido lograr que S. M. apruebe el Noviciado como lo he / propuesto y me he resignado con sus Reales decretos.
>
> Ahora con la experiencia de la última expedición, con la consideración que podrá necesitar de pronto la monarquía por lo que mira a la artillería he discurrido que mucha más aplicación se necesita de la que

se ha añadido con la teórica / que se dicta a los oficiales que salen de las clases esto consiste en un continuado ejercicio de las operaciones de campaña a las que sin cesar en todas partes se aplican en aquellas artillerías cuyos monarcas quieren ser servidos como se debe y lo exigen los nuevos métodos de la guerra.

En mis frecuentes / ímpetus de celo que me sugiere mi amor por el Real Servicio discurrí que era menester adaptar a este solo encargo un oficial científico e impuesto no sólo en la teórica sino en la discurrida práctica de la profesión y puse los ojos sobre el teniente Dn Cipriano Vimercati, pero como el dicta las clases de Geometría / Superior hice venir quince meses hace por medio de aquel ministro de S. M. un matemático de Florencia llamado Dn Pedro Giannini. Le he costeado el viaje, le he equipado por no quererlo vestido de abate, de invierno y verano, lo he mantenido y mantengo con satisfacción en mi casa y en este tiempo lo he examinado muy capaz del empleo a que desearé que el rey lo adapte.

Queda todavía de la asistencia del que ejerció de Primer Profesor algún resto; toda la gracia que pido del Rey para el bien de su real Servicio 350 reales más de aquel sobrante que se le añada por Tesorería Mayor, suplicando a S. M. tenga presente que de un año al otro quedan muchas vacantes para indemnizar no sólo éste sino otros muchos gastos de su Real servicio.

Este sujeto que ha escrito e impreso obras de álgebra con aplauso de las Academias de Italia se unirá y admitirá las advertencias de dicho Vimercati Profesor Primario para / concurrir unidos al bien del Real Servicio.

Cuando este pensamiento no merezca la Real aprobación de S. M. espero de V. E. el correspondiente aviso para que providencie su vuelta a la Patria del mismo modo que le he hecho venir, y a lo menos agradecerá S. M. mi buen deseo de servirle.

Dios guarde V. E. muchos años Madrid y Febrero 3 de 1776" (AGS GM 565).

Gazola en esa carta comienza por reconocer que no había tenido éxito su iniciativa de abrir un noviciado junto al Alcázar para jóvenes

cadetes de doce o trece años. Esa institución hubiera servido como centro de preparación para futuros cadetes del Colegio y la había propuesto el año 1772[191]. Continuaba insistiendo en la importancia de la enseñanza militar, para lo que menciona "la experiencia de la última expedición". Debe referirse al desastre que tuvieron las tropas mandadas por O'Reilly en el asalto a Argel en julio de 1775[192]. A continuación planteaba la contratación de Giannini para mejorar el claustro de profesores del Colegio. No critica a Cipriano Vimercati, a quién sin embargo desaprobaba en las cartas a Viviani un año antes, pero observa que convendría un nuevo profesor para unas materias que deja bastante difusas. Ese nuevo profesor "se unirá y admitirá las advertencias de dicho Vimercati". Es decir estará a las órdenes de Vimercati. En cuanto al salario de Giannini pide que se le paguen 350 reales al mes más lo que quedaba sin asignar del sueldo de Eximeno[193]. Conviene recordar que en las *Ordenanzas de S. M. para el Real Colegio Militar de Caballeros Cadetes de Segovia* ese puesto, que pretendía Gazola que ocupara Giannini, no existía.

El seis de marzo de 1776 el rey concedió "la colocación de Dn Pedro Giannini en el Colegio de Segovia como propone Gazola bajo las órdenes del primer profesor de matemáticas, con el favor de 350 reales mensuales a favor del Colegio librados por Tesorería Mayor". En el mismo documento se aprobaba, igualmente, seguir adelante

---

191 Carta de Gazola a Ricla de 3 de septiembre de 1772 (AGS GM 564). Insistió en otra carta al conde de Ricla de 7 de noviembre de 1773 (AGS GM 565), proponiendo que en ese noviciado podrían estudiar diez o doce cadetes nobles de 9 a 10 años. Se establecería adjunto al Alcázar para que se pudieran utilizar los medios del Colegio. Pedía que se encargase a Sabatini que hiciera un presupuesto de las obras necesarias para establecerlo.

192 Véase por ejemplo Sabater Galindo, J., 1984, "La expedición militar de Argel de 1775" En: *Revista de Historia Militar* nº 56, p. 75-90.

193 En la R. O. de 7 de mayo de 1764 se daban 800 reales de sueldo al primer profesor y 300 de complemento al segundo, que tenía además su sueldo de oficial. Los primeros profesores Lasso de la Vega y Vimercati que eran oficiales cobraron un sobresueldo de 450 reales (*Actas*, v. II, f 464 v).

con el noviciado y se concedía "1500 reales para el noviciado cada año y que Gazola acuerde particularmente con Sabatini el modo de que el noviciado se haga dentro del mismo Colegio y lo proponga; para dar las órdenes a su efecto" (AGS GM 565).

Sabatini llegó a planificar los cambios que había que hacer en el Alcázar y propuso que se invirtieran 6000 reales al mes en dicho noviciado. Pero parece que pese a la aprobación y los planes de Sabatini el noviciado nunca llegó a funcionar[194].

Giannini fue contratado el 6 de marzo de 1776 para dar clases en el Colegio de Cadetes. La *Gazzetta Universale* en su ejemplar de 30 de marzo comunicaba que "Si assicura che il Sig. Abate Gianni di Pescia abbia ottenuto il posto di professore di Mattematica nel Collegio di Segovia col soldo annuo di 8. mila Reali, o siano 400 scudi." y el 20 de abril, como se ha visto, informaba de que Giannini había salido de Madrid para tomar posesión de su puesto en Segovia.

Las imprecisiones de la contratación de Giannini se complicaron más todavía porque el Secretario de Hacienda, Miguel de Muzquiz, pasó la orden de pago del sueldo de Giannini a la tesorería real diciendo que iba a ser profesor del noviciado. El 1 de octubre de 1776 Gazola escribió a Ricla pidiendo que se corrigiera el error, del que le había informado Giannini (AGS GM 565). Este documento es el único de todo el proceso de contratación en el que aparece Giannini interviniendo de forma activa. En las anteriores peticiones e iniciativas sólo intervenía Gazola.

Su incorporación fue muy diferente a la de Eximeno. No fue una propuesto clara, con una aceptación nítida según las *Ordenanzas* de 1768. Todo estuvo más difuso. Quien maniobró para conseguir el

---

194 La aprobación del noviciado, el envío de un primer proyecto de Sabatini, que manda el conde de Gazola al de Ricla el 24 de marzo de 1776 y otros documentos sobre este noviciado están en AGS GM legajo 565. Pérez Ruiz, (1960, p. 109-110) discute igualmente sobre este "noviciado" y también opina que nunca llegó a funcionar.

nombramiento fue Gazola. Giannini aceptaba bien lo que le ofrecía el conde; pero no parece que tuviera influencia para intervenir en favor de su designación. Ese nombramiento irregular le causará problemas posteriormente.

Giannini Profesor del Colegio de Artillería de Segovia (1776-1781)

El 3 de abril de 1776 Gazola comunicó al Consejo del Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia que el rey había nombrado a Giannini profesor del Colegio. La carta se leyó oficialmente en el Consejo del Colegio celebrado el 18 de abril:

> "En la cuarta avisa S E ha destinado el Rey por profesor de este Real Colegio Militar a Dn Pedro Gannini (sic) con el sueldo de trescientos cincuenta reales de vellón que se le satisfarán mensualmente por tesorería mayor y con trescientos dieciséis reales y veinte y tres maravedies de gratificación que se le han de dar también mensualmente de dicho Real Colegio por el completo de ocho mil reales que ha de gozar anualmente, cuyo sueldo y gratificación se le empezara a abonar desde el día 6 de marzo" (*Actas*, v. II, f 263 v).

Según se ha comentado en el capítulo anterior, desde el 22 de octubre de 1772 los profesores del Colegio eran Cipriano Vimercati, Primer Profesor, Baltasar Ferrer, Segundo Profesor y como ayudante de la Academia Isidoro Gómez. No parece que hubiera cambios posteriores, pues el Acta del Consejo Extraordinario de finales de abril de 1776, inmediatamente posterior al nombramiento, empieza:

> "En los días 29 de abril, 2, 4, 6 y 13 de mayo de 1776 celebraron en este Real Alcazar Consejos extraordinarios a los que asistieron el comandante interino Dn Bernardo Tortosa el capitán de la Compañía Dn Alejandro Ferrer el Ayudante mayor de la misma Dn Joaquín de Mendoza y el primer profesor Dn Cipriano Bimercati; igualmente

> asistieron a los exámenes de la clase de táctica Dn Tomás de Morla a los de la primera el ayudante de la Academia Dn. Isidoro Gómez y a los de la segunda el profesor Dn Pedro Ganini (sic) y todos con asistencia mía" (*Actas*, v. II, f. 265 v.).

Cuando Giannini se incorporó le asignaron una clase, por eso asistió a las reuniones de evaluación de los cadetes. También estuvo presente en el Consejo extraordinario celebrado los días 11 a 27 de noviembre para examinar a los cadetes. A los restantes Consejos asistieron en 1776, como marcaban las ordenanzas, el primer profesor Vimercati y el segundo Ferrer.

En cuanto al sueldo de 8000 reales al año era inferior al de 9600 reales al año que había gozado Eximeno. Incluso, debía ser inferior al del segundo profesor que cobraría 400 reales al mes de sueldo de teniente (*Reglamento* de 1762 p. 6) y 300 de gratificación por el empleo. Por lo que se dice en el acta, la tesorería mayor que pagaba el complemento a Giannini debía ser la Real Hacienda y los 316 reales del Colegio debían ser de artillería.

Desde el comienzo quedó claro que, aunque dependía de artillería, no era militar. En la relación de oficiales y cadetes de la Compañía de Caballeros Cadetes, hecha por Comisario ordenador de los Reales ejércitos Don Juan Ochoa a 1 de agosto de 1776 (AGS GM 565) figuran el capitán de artillería y teniente coronel Alejandro Ferrer, los tenientes de artillería Vicente de los Ríos y Cipriano Vimercati, el subteniente Dn Joachin González, dos brigadieres, cuatro sub-brigadieres y cincuenta y dos cadetes. Pedro Giannini no aparece.

Giannini, como los restantes profesores, tenía la obligación de dormir en el Alcázar, por lo que Gazola ordenó que:

> "Se le franqueará una de las camas completas que se hallan en el Colegio y en dicho cuarto se le mandará hacer una mesa, un estante para libros y media docena de sillas" (*Actas*, v. II, f 263 v .).

En los Consejo posteriores se volvió a discutir sobre el tema, porque se quería amueblar el cuarto con los muebles dejados por Eximeno

y ese material ya se había repartido. Gazola, por su parte, decía "que hasta tanto no se le proporcione alojamiento en el Alcázar, quedará en su casa"[195].

A finales del año 1776, Tofiño, que era director de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz, consiguió que se ampliaran los estudios de marina y se abrieran sucursales de la Academia en Cartagena y Ferrol. El 21 de octubre de 1776 se nombró primer maestro de Cartagena a Jacinto Ceruti procedente del cuerpo de artillería del ejército. El 23 de diciembre se nombró para el mismo cargo en Ferrol a Cipriano Vimercati, capitán de infantería, teniente de artillería, y primer profesor de la Academia de Artillería de Segovia. El 31 de enero de 1776 se establecieron las tres compañías de cadetes en Cartagena Ferrol y Cádiz, y el 25 de febrero de 1777 se trasladaron 60 cadetes a Ferrol, y otros tantos a Cartagena (Lafuente y Sellés, 1988, p. 211-212).

Aunque el nuevo destino significara que pasaba a la marina, para Vimercati era un ascenso, por lo que no es extraño que lo aceptase. El "día 14 de enero de 1777 se celebró Consejo extraordinario" en Segovia en el que se leyó, entre otras cartas de Gazola, una que decía que Vimercati dejaba Segovia:

> "En la 6ª avisa S. E. haber concedido el Rey el empleo de primer maestro de matemáticas de la Academia de Guardia Marinas del Departamento del Ferrol al teniente del Real Cuerpo de Artillería Dn. Cipriano Bimercati primer profesor del Real Colegio Militar de Segovia" (*Actas*, v. II, f 278 v .).

Pero no se nombraba un nuevo primer profesor. Las tareas especiales de Vimercati se repartieron entre el segundo profesor Baltasar Ferrer y Giannini:

> "El primer profesor Dn Cipriano Bimercati debiendo cesar en este empleo ha dado al Consejo las cuentas del caudal de Dotación que

[195] *Actas* (v. II, f 263 v.) En los folios 262 y 263 están los pasos que se dieron para amueblar adecuadamente la habitación de Giannini.

> estaba a su cargo, el Consejo las ha hallado conformes y las ha aprobado, y ha encargado interinamente de este ramo al segundo profesor Dn Baltasar Ferrer.
>
> Asimismo ha entregado dicho primer profesor la Biblioteca al Consejo, el cual la ha hallado completa y arreglada y se la ha encargado interinamente al profesor Dn. Pedro Ganini" (*Actas*, v. II, f 279 r.).

Provisionalmente las labores propias del Primer Profesor las cubrió Baltasar Ferrer. Él asistía a todos los Consejos Ordinarios y él fue quien fijó las fechas de las vacaciones de agosto. Giannini era un profesor más. Asistió al Consejo Extraordinario que se celebró para examinar los cadetes del 9 al 30 de mayo y estuvo en el celebrado el 4 de marzo para discutir de la división de la clase de tercero[196]. Además las iniciativas presentadas en el Consejo de 23 de enero 1777 para pedir más estanterías para la biblioteca del Colegio y para pedir que se encuadernaran los libros que estaban sin pastas, probablemente fueran propuestas por Giannini.

Finalmente en el Consejo extraordinario celebrado el 30 de octubre de 1777 ya aparece en el acta "el Primer Profesor Dn Pedro Giannini". No se ha encontrado el nombramiento de primer profesor, pero debió ser a finales de septiembre o durante el mes de octubre de 1777[197].

A partir de este momento Giannini[198] asistió a todos los Consejos, como estaba obligado por su cargo, salvo enfermedad, o

---

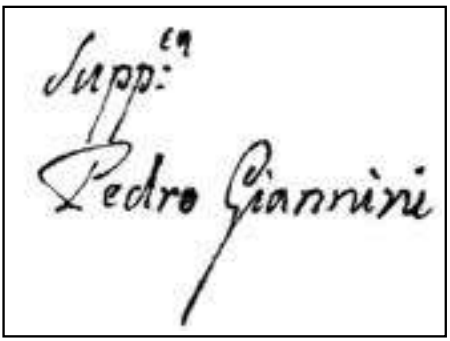
[196] En el Acta se dice "por tratar asuntos pertenecientes a clase" (*Actas*, v. II, f 282 v.).

[197] La fecha oficial en el Colegio era de 30 de octubre de 1777. Eso fue al menos lo que informó el secretario del Consejo del Colegio el 26 de febrero de 1787, cuando leyó la información que sobre el sueldo del primer profesor había en los archivos del Colegio (*Actas*, v. II, f 464 r.).

[198] Durante los primeros años era frecuente que el secretario escribiera mal el nombre. En las Actas de diferentes reuniones del Consejo del Colegio aparece como asistente al "el Primer profesor Dn Pedro Jeannini", "Jeanini", "Geanini", "Jean-nini" o "Ganini" en lugar de Giannini. Incluso en 1787, al entrar de secretario Ireneo Larraga, escribió en el acta de 18 de octubre "Jianini".

las ausencias debidas a la preparación de sus libros. Como Primer Profesor proponía al Consejo los días en que debían celebrarse los Consejos Extraordinarios para examinar los cadetes, y los días de vacaciones en el mes de agosto. También se encargaba de proponer cambios en los horarios, si le parecían oportunos. Así, nada más ser nombrado primer profesor, en el Consejo celebrado el 7 de noviembre de 1777, "el Primer profesor Dn Pedro Jeannini (sic)", propuso añadir una hora de estudio por la mañana a los cadetes:

> "El primer profesor Dn Pedro Jeannini que para el mayor adelantamiento de los caballeros cadetes juzgaba por conveniente el que por la mañana se les señalase una hora de estudio privado en sus papeleras[199] antes de ir a clase en lo que convinieron todos los vocales" (*Actas*, v. II, f 296 r.).



También propuso aumentar las horas de estudio en las vacaciones en la reunión de 29 diciembre 1777[200].

Otra de las tareas propias del Primer Profesor de la que Giannini se encargó desde su nombramiento fue la organización y el buen desarrollo de las clases en todos los niveles. En la reunión del Consejo del Colegio de 21 de noviembre de 1777 propuso:

---

199 En las actas "papelera" se usa en la acepción "escritorio, mueble para guardar papeles".

200 "El primer profesor Dn Pedro Jeannini hizo presente al Consejo que en los días de trabajo que media en las vacaciones convendría señalar a los Caballeros Cadetes / algunas horas de estudio a más de las establecidas" (*Actas*, v. II, f 298 r.–v.). Se quedó en que por la mañana de 9 a 1 y por la tarde de 6 a 7 los cadetes tendrían estudio privado y de 7 a 8 conferencia.

> "También hizo presente al Consejo dicho profesor que la clase de aritmética se debe empezar, respecto haber entrado en la geometría las que eran de preparación y se determinó el lunes próximo se comenzase con el Ayudante de profesor Dn Antonio Guillemi y en atención a esto propuso dicho profesor que para el aprovechamiento de los caballeros Pretendientes que iban a empezar la clase convenía se les arreglaran las horas de su estudio, no obstante estar fuera del Colegio, y presentó una distribución diaria" (*Actas*, v. II, f 296 v.).

Giannini se encargó también de vigilar el rendimiento de los estudios y de cuidar de que los cadetes avanzaran sin problemas. Cada seis meses, en la última reunión de los Consejos Extraordinarios dedicados a examinar a los cadetes, se discutía de la progresión de los alumnos. Si no avanzaban adecuadamente debían repetir el curso[201]. Como había sucedido en tiempos de Vimercati, la mayoría de los alumnos conseguían una nota aceptable y pasaban al curso siguiente. En los casos en que un cadete repitiera varias veces y no progresara en sus estudios, el Consejo del Colegio se dirigía al inspector para que el alumno abandonara el Colegio. A los alumnos con problemas, que habían aprobado algún curso se les ofrecían otras opciones para que acabaran los estudios. Por ejemplo durante los días 24 y 30 de diciembre de 1779 y 5 y 10 de enero de 1780 se celebraron los exámenes. En la reunión posterior de 11 de enero de 1780 se aceptó que todos los de la primera clase pasaran a clase de táctica (artillería), asistiendo a la primera clase cuando estuvieran libres. Los cadetes que se habían examinado de segundo pasaban

---

[201] Por ejemplo, en el Consejo del 12 de marzo de 1778, "presentaron los profesores de esta Academia las relaciones del estado de sus respectivas clases en el mes pasado de febrero". En vista de esos informes "el primer profesor Dn Pedro Jeannini hizo presente que Dn Felix Rodríguez por su corto talento no podía continuar en la clase que se hallaba por lo que convendría bajase a la clase inmediata lo que aprobaron todos los vocales" (*Actas*, v. II, f 301 v.). Llamaban bajar de clase a pasar al grupo anterior, lo que ahora se llama repetir el curso.

a primero, estudiando además fortificación, salvo cinco atrasados que no iban a hacer los "cálculos superiores por no tener los correspondientes talentos para ello", y se iban a dedicar a táctica y fortificación. De tercero todos pasaban a segundo menos uno que repetía y otro que iba a ir a las clases de táctica y fortificación, y sólo iría a las clases de segundo, es decir de álgebra, cuando no hubiera clases de esas materias.

En otro caso, Giannini propuso en mayo de 1779 para un grupo de subtenientes:

> "Igualmente hizo presente que estando dictando en su clase lo más difícil y arduo de los cálculos encontraba poco aprovechamiento de los siete subtenientes de voluntarios, lo que atribuía a falta de talentos por lo que juzgaba conveniente se les emplee solamente en las clases de dibujo, táctica y fortificación" (*Actas*, v. II, f 321 r.).

Pero habitualmente Giannini era enemigo de que los cadetes pasaran a subtenientes sin aprobar el cálculo diferencial e integral y la mecánica. Las *Actas* recogen un enfrentamiento que tuvo Giannini con el resto del Consejo en la reunión de 4 de septiembre de 1780 sobre esta cuestión. Se había aceptado anteriormente que cinco cadetes no estudiaran cálculo diferencial e integral y en esa reunión se discutió si debían acceder al grado de suboficial, como sus compañeros de clase. En primero iban a clase de táctica y fortificación y sólo asistían a la de matemáticas cuando estaban libres. En segundo habían estudiado el álgebra, pero su calificación había sido de "mediano" solamente. El Consejo decidió que "podrán ser ascendidos a subtenientes [...] siendo este el parecer de todos los vocales excepto Dn Pedro Giannini" (*Actas*, v. II, f 345 v.).

En los casos en los que no había acuerdo en el Consejo el inspector decidía.

Al final de los estudios de matemáticas los cadetes pasaban a ser subtenientes. Ese ascenso no sólo obedecía al rendimiento en clase, también dependía de las plazas libres en el cuerpo de artillería, de

la situación de paz o guerra en que se encontraba el reino y de las condiciones físicas de los cadetes. Alumnos con buen rendimiento podían quedarse sin el grado cuando les correspondía por ser demasiado niños. Así en una promoción que se quería hacer el 14 de diciembre de 1778, Gazola pidió que "se le avise de los caballeros cadetes de 2ª clase que no están incluidos en la promoción por corta edad o cuerpo pequeño" y el Consejo le envió una lista de seis cadetes.

Además de la organización de las clases, los horarios y vacaciones y el adelantamiento de los alumnos, Giannini se encargaba también de proponer nuevos profesores para las clases de matemáticas. Así, por ejemplo, el 25 de abril de 1779 pidió que se nombrara a Atilano Fernández para encargarse de las sustituciones. En mayo del mismo año en el Acta del Consejo se recoge que: "El primer profesor hizo presente que habiéndole venido el destino para La Cabada al subteniente Antonio Guillemi [...] que tenía a su cargo la clase de Aritmética pasase a dictar en ella el ayudante de la Academia Dn Atilano Fernández". Además proponía a Dn Francisco Javier Fernández para encargarse de las sustituciones (*Actas*, v. II, f 321 r.). En 1780 en la reunión del Consejo de 21 de diciembre de 1780 volvió a pedir nuevos profesores para encargarse de los nuevos cadetes:

> "El primer profesor Dn Pedro Giannini presentó necesitaba dos oficiales más para la Academia, el uno para dictar la Aritmética y el otro para suplir cuando haya algún profesor o Ayudante enfermo y que le parecen a propósito los subtenientes Dn Josef Paredes y Dn Josef Cienfuegos" (*Actas*, v. II, f 350 r.).

La tarea fundamental del Primer Profesor, según las *Ordenanzas* era elaborar los tratados que se debían dar en todas las clases y vigilar que se explicaran las materias programadas. Giannini lo hizo en las clases de matemáticas. No parece que lo hiciera, sin embargo, en las de fortificación y artillería.

En cuanto al programa que se siguió en el Colegio con Giannini de primer profesor no fue muy diferente al de Vimercati. Así, en el primer Consejo al que asistió como primer profesor, Giannini informaba que las materias examinadas en la reunión de evaluación eran:

> "La primera clase [se ha examinado] del cálculo diferencial e integral y parte de mecánica, la segunda clase de los últimos métodos del álgebra abstracta y de las aplicaciones del álgebra a la geometría elemental y sublime. Los de la primera división de la tercera clase de los seis primeros libros de los Elementos de Euclides y la segunda división de solos los cinco primeros libros y la clase preparatoria de toda la aritmética" (*Actas*, v. II, f 295 r.).

En el Consejo del Colegio de 5 de enero de 1778 Giannini planteó la programación que deseaba seguir ese año:

> "Igualmente presentó al Consejo el Primer Profesor Dn Pedro Jeannini la distribución de las clases y lo que se ha de explicar en cada una en este presente año, con la relación de los que han de ascender a la clase inmediata y los que han de volver a empezar en la que estaban también [...] que los individuos de su clase que habían concluido la Mecánica convendría que pasaran a las clases de operaciones prácticas y fortificación" (*Actas*, v. II, f 299 r.).

Cuando Giannini tomó el cargo de primer profesor se dejó de apuntar la lista de materias explicadas en las clases durante el mes anterior en las actas del Consejo. Los informes de materias explicadas se enviaban directamente al conde Gazola[202]. Pero se seguían apuntando los temas que entraban en cada examen y basándose en las notas que aparecen en el libro de *Actas* desde 1777 hasta 1782 se puede afirmar que el currículo era:

---

[202] Por ejemplo, en el acta de la reunión de 11 de agosto de 1778 figura: "Asimismo se presentaron en el Consejo las relaciones del estudio de las clases de Matemáticas correspondientes al mes pasado y hasta el día que se ha dado punto a los estudios, cuyas copias se remitieron al Exmo. Sr. Director." (*Actas*, v. II, f. 308 v.).

Clase de preparación

"Clase de preparación En esta clase se ha concluido con la aritmética" (*Actas*, v. II, f 306 v.). Aunque, a veces, podía explicarse algunas materias de geometría a los buenos alumnos.[203].

Clase tercera

De los dos semestres en el primero se daban los libros del I al V de los *Elementos* de Euclides y en el segundo los libros VI, XI y XII, la trigonometría y las cónicas. (*Actas*, v. II, f 334 r.).

Clase segunda

Podía empezarse repasando la geometría o las cónicas, si en tercero no habían podido acabarse. Pero lo principal era el tratado de álgebra, revisando potencias y radicales de números, y la fórmula del binomio. También las ecuaciones, viendo la resolución de las de primer y segundo grado, los sistemas lineales de ecuaciones y la "construcción de las ecuaciones de 3 y 4º grado con las descripciones y ecuaciones de varias curvas, la teoría de las series algebraicas y recurrentes y la de las ecuaciones en general" (*Actas*, v. II, f 351 r.). Se estudiaba igualmente la aplicación del álgebra a la resolución de problemas de aritmética y geometría.

Clase primera

Si el grupo iba retrasado comenzaba con "los últimos artículos del álgebra" (*Actas*, v. II, f 323 v.). Pero lo habitual era que dedicaran un semestre a "todo el tratado de los cálculos diferencial e integral" (*Actas*, v. II, f 306 r.) y el segundo semestre se dedicara a la estática y la mecánica.[204]

Las diferencias entre el programa de Giannini y el que se había seguido con Vimercati no son muy importantes. Las

---

[203] Así en diciembre de 1779 los mejores se examinaron del "libro I y II de los *Elementos* de Euclides y los demás de las cuatro operaciones aritméticas" (*Actas*, v. II, f 334 v).

[204] Los apuntes del cadete Tomás Eslava, que estudió este curso el año 1781 y que se han podido consultar, confirman ese reparto de materia.

clases fueron más regulares con Giannini, y se cumplió mejor el programa de cada curso. Es más fácil saber lo que Giannini quería explicar porque el temario de tercero se corresponde a la materia desarrollada en el tomo I del *Curso Matemático* de Giannini, el de segundo con el tomo II, y los tomos III y IV desarrollan las materias explicadas en el primer y en el segundo semestre de primero.

Hasta 1782 la geometría práctica, es decir, la medición de distancias, superficies o volúmenes y la utilización de instrumentos geométricos, le correspondía al profesor de táctica o al de fortificación. Pero son materias que tienen una parte matemática importante y a partir de 1782 debía explicarlas un profesor de matemáticas, aunque no se ha podido determinar si lo hacía en segundo o al acabar primero.

Giannini se siguió encargando de la biblioteca del Colegio después de ser nombrado primer profesor. Las *Ordenanzas* del Colegio de 1768 pedían que se encargaran de la biblioteca un profesor y el teniente de la Compañía de Caballeros Cadetes. Además debía redactarse un catálogo de la biblioteca todos los años. Parece que Giannini tuvo especial apego a ese cargo pues no lo abandonó en todo el tiempo en que permaneció en Segovia. Los seis catálogos que se conservan en la Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia están firmados por Giannini y otra persona que varía de un año a otro[205].

En las Actas aparecen citadas varias peticiones de Giannini relacionadas con la biblioteca y también recordatorios del inspector pidiendo se haga la relación de libros de la biblioteca y de instrumentos geométricos del Colegio. Una de las primeras

[205] El de 1784 por Giannini y Guillelmi, el de 1790-91 por Giannini y Joaquín González, el de 1791-92 por Giannini y Alejandro Ferrer, el de 1794 por Giannini y Arriada, el de 1796 por Giannini y Elgueta y el de 1798, que está encuadernado con el anterior, por Giannini y Cienfuegos.

peticiones de Giannini al ser nombrado primer profesor fue que se pagaran los libros comprados:

> "El primer profesor Dn Pedro Jeannini manifestó al Consejo la relación de libros que últimamente se han traído para la biblioteca y sus importes los que están sin satisfacer por lo que se mandó se remitieran copias de dichas relaciones al Excmo. Sr. Director"[206].

Igualmente una de las últimas anotaciones de los libros de actas que se conservan es sobre catálogos. En el acta del Consejo Ordinario de 20 de diciembre de 1787 el inspector acusa el recibo del "inventario de los libros e instrumentos de la biblioteca de este Real Colegio nombrando para ese encargo al Primer Profesor D. Pedro Giannini por el espacio de un año" (*Actas*, v. II, f 478 v.).

La influencia de Giannini en la composición de la biblioteca del Colegio es clara. Se conoce bien el catálogo de dicha biblioteca por las listas de libros que se conservan. Además ese catálogo se ha estudiado en dos libros publicados recientemente. Los fondos científicos están trascritos y comentados en la obra de Juan Luis García Hourcade y José Manuel Vallés Garrido *Catálogo de la Biblioteca del Real Colegio de Artillería de Segovia. I. Fondos Científicos* (Segovia, 1989) y los militares en *Catálogo de la Biblioteca del Real Colegio de Artillería de Segovia. II. Fondos artilleros y de fortificación* (Segovia, 1992) de Mª Dolores Herrero

---

[206] Acta del Consejo de 21 de noviembre de 1777 (*Actas,* v. II, f. 296 v). Hay muchas más menciones. Sin querer hacer un estudio exhaustivo, en diciembre de 1777 se dice en el acta que se sacan de la caja 16323 reales para pagar los libros y las encuadernaciones. En el Consejo extraordinario de 14 de octubre de 1778 se dedicó a la biblioteca y a la capilla el remanente de fondos que había quedado. El 24 de noviembre 1781 "Se leyó una orden del Excmo. Sr. Director de fecha de 21 del presente en que manda se satisfaga al Primer Profesor Dn Pedro Giannini el valor de los libros que se expresan en la relación que remite adjunta y los gastos de conducción" (f. 367 v.) el coste de esa remesa de libros era de 4588 reales y 17 maravedies.

Fernández de Quesada. En cuanto a los fondos científicos, en el libro mencionado, además de trascribirse el catálogo del Colegio de Segovia de 1798, se compara con las bibliotecas de sus antecesoras, las Academias de Matemáticas y Artillería de Cádiz y Barcelona, las academias francesas de artillería École de Valence (catálogo de 22 de febrero de 1785) y École Royale d'Artillerie de Strasbourg (catálogo de 1 de septiembre de 1789) y con la Biblioteca de la Sociedad Militar de Matemáticas de Madrid (1761).

De ese estudio merece la pena subrayar la conclusión a la que se llega con esas comparaciones: la biblioteca del Colegio de Artillería "no era una mera biblioteca facultativa para artilleros" (García Houcade y Vallés, 1989, p. 25). Un sólo dato de los que aportan en ese libro sirve para entender que era la biblioteca de un centro de un alto nivel científico: frente a las 249 obras con 1278 volúmenes que tenía en 1761 la biblioteca de la Sociedad Matemática Madrileña, la de Segovia tenía 682 obras con 2594 volúmenes en 1784. La Sociedad Militar de Matemáticas la había abierto el marqués de la Ensenada para redactar un tratado que sirviera para la enseñanza en todas las academias militares y para ello había seleccionado los más sabios e ilustres artilleros e ingenieros militares, mientras que el Colegio de Caballeros Cadetes de Segovia estaba planteado como un centro de formación de artilleros exclusivamente. Sin embargo tenían a su disposición más del doble de libros que la Sociedad madrileña.

Parece que a partir de 1785 las compras fueron menos abundantes. Es seguro que en la década de 1790 tuvieron serios problemas para adquirir nuevos ejemplares por falta de fondos. El 1 de junio de 1799 se hizo una petición al ministro de la guerra Juan Manuel Alvarez, basada en un estudio de "el primer profesor dn Pedro Giannini y el primer teniente de esta compañía de caballeros cadetes comisionados por el consejo con aprobación del difunto Sr. conde de Revillagigedo para examinar la data y cargo de la dota-

ción anual de este Real Colegio", en la que se pedía 18.960 reales más de dotación anual. En la petición del Consejo del Colegio se decía, de acuerdo con lo requerido por Giannini y el primer teniente, que era:

> "Con la condición que tres mil reales de vellón se inviertan anualmente en la compra de libros de matemática, física, fortificación y artillería correspondientes a su instituto no habiendo comprado libros de algunos años a esta parte con perjuicio del Real servicio"[207].

Conviene analizar de más cerca las obras que tenían de matemáticas o de ciencias físico-matemáticas. Los principales autores de las décadas centrales del siglo XVIII están muy bien representados. De D'Alembert (1717-1783) tenían ocho libros, y de Euler (1707-1783) quince. De Mac Laurin (1698-1746) tenían sus dos principales obras: el tratado de fluxiones, en la versión francesa de Pézenas, y el tratado de álgebra en inglés. De la generación anterior también contaban con numerosos libros de autores como Jacobo y Juan Bernoulli, Leibniz, o l'Hopital. De Newton disponían de nueve títulos incluyendo los *Principia*, que los tenían en inglés, en francés traducido por Mmme. Chatelet y la versión latina de Jacquier y Leseur. Otros matemáticos como Barrow, Boscovich, Clairaut, Cotes, Cramer, Deidier, Vincenzo y Jacopo Riccati están también presentes, aunque con menos obras, Son abundantes los matemáticos o astrónomos italianos del siglo XVIII, como Agnesi, Angelis, Borelli, Caravelli, Castelli, Ceneri, Frisi, Gugliemi, Lorgna, Manfredi, Ricau, Saladini, Sirigati, Ursini, y Zanotti. Del profesor de la academia de artillería de Nápoles, Nicolás de Martino. tenían cuatro tratados sobre estática, dinámica, álgebra y las secciones cónicas. De los tratados de matemáticas generales del siglo XVIII está el curso de Bezout para las

---

[207] Estos escritos intercambiados entre la Secretaría de Guerra y el colegio se pueden consultar en AGS GM 5761.

escuelas de artillería francesas de 1770, y los de Camus, Lamy, Sauri o Juan Muller, de quien tenían también los libros de fortificación y artillería. De Guido Grandi o Simpson tenían los diferentes tratados que fueron sacando sobre aritmética, geometría o cálculo diferencial e integral. Estaban los libros clásicos del siglo XVIII de matemáticas aplicadas a la artillería de Belidor, Robbins, Papacino d'Antoni y la traducción del libro de Robbins con comentarios de Euler. Figuraban también otros tratados más antiguos, como el curso de Cristián Wolf en dos versiones y, todavía anteriores, como los escritos por Tosca, Dechalles, Ozanam, Clavio o por los españoles Zaragoza y Fernádez de Medrano, que podían proceder de los fondos de la Academia de Matemáticas y Artillería de Cádiz.

Los matemáticos españoles están mal representados. De Jorge Juan estaban sus principales obras; pero del resto sólo tenían los cursos de matemáticas de Pedro Padila, y del jesuita Juan Wenlingen. De Cerda tenían su tratado de artillería y de Bails el libro que escribió junto a Capmany para las escuelas de infantería. Giannini estuvo de primer profesor hasta 1803 y resulta extraño que no haya más libros de Bails[208], o de autores como Juan Justo García, Villalpando, Tadeo Lope, o Rosell, que daban clase en las universidades o en los seminarios de nobles españoles al final del siglo.

La falta de libros de matemáticos de las últimas décadas del siglo XVIII no es sólo para los autores españoles. No aparecen

[208] Bails, sin embargo, tenía los dos primeros tomos del *Curso* de Giannini (Arias, 2002, p. 142)

en el catálogo obras de Lagrange[209], Legendre[210], Monge[211], o Laplace[212]. De esos autores, que fueron fundamentales en las matemáticas del final del siglo sólo hay una edición del álgebra de Euler con notas de Lagrange. De los matemáticos de la Revolución Francesa el que está mejor representado es

---

[209] Joseph-Louis Lagrange (1736 – 1813), nació en Turín donde estudió y llegó a ser profesor de matemáticas en la escuela de artillería de esa ciudad. En 1766 sucedió a Euler como director de Matemáticas en la Academia de Berlín. En 1786 se trasladó a Paris donde fue miembro de la Academia de Ciencias y permaneció hasta su muerte. Escribió sobre álgebra, cálculo diferencial y variaciones, teoría de números y mecánica. Entre otras obras publicó *Mécanique Analytique* (1788).

[210] Adrien-Marie Legendre (1752 – 1833) estudió en París y de 1775 a 1780 enseñó en la Ecole Militaire, y luego en la École Normale. Fue miembro de l'Académie des Sciences y de la Royal Society. Trabajó en teoría de números, cálculo diferencial, y astronomia entre otros campos. De sus publicaciones la más popular fue *Eléments de géométrie* (1794).

[211] Gaspard Monge (1746 – 1818) fue un matemático francés. Tuvo problemas para estudiar en la escuela militar de Mézières por no tener orígenes nobles, pero en 1768 fue nombrado profesor de matemáticas y en 1771 profesor de física en Mézières. Entró en la Academia Real de Ciencias en 1780. Fue Ministro de Marina con la Convención. Colaboró en la organización de la École Polytechnique en la que dio clases durante diez años. Se le considera el inventor de la geometría descriptiva. Publicó varias obras de matemáticas como *Géométrie descriptive* (1799), también una *Description de l'art de fabriquer les canon* (1794).

[212] Pierre-Simon Laplace (1749 - 1827) fue un astrónomo, físico y matemático francés. Fue profesor en la Escuela Militar en 1767, donde dio clase a Napoleón. Desde 1784 fue además examinador del cuerpo de artillería. En 1785 fue nombrado miembro de l'Académie des Sciences. Participó en la comisión de medidas que definió el metro. En una época difícil consiguió ser nombrado conde del imperio con Napoleon en 1806 y marqués con Luis XVIII en 1817. Publicó *Traité de mécanique céleste* (1799-1825, 5 v.) y *Teoría analítica de las probabilidades* (1812)., entre otra obras de matemáticas, física o astronomia.

Condorcet[213]. En general son pocas las obras publicadas después de 1780 que figuran en ese catálogo. Se han contado sesenta de matemáticas o física, y de ellas los dos tercios son sobre física. En castellano tenían de esa época el *Tratado de Navegación* (1787) de Mendoza y Ríos[214].

Estas observaciones indican que las adquisiciones se ralentizaron a partir de 1780 y que las adquisiciones se hicieron pensando en la evolución de las matemáticas europeas, sin poner mucha atención en lo que se imprimía en Madrid o Barcelona. Esta orientación tenía ventajas e inconvenientes, pero parece consecuencia de la influencia de Giannini. También es una prueba de su influencia el que de los cincuenta autores, aproximadamente, citados por Giannini en su *Curso*, sólo seis no estaban en la biblioteca y se trata de editores de tablas de logaritmos, como Gardiner o Dodson, o autores de obras que sólo utiliza para obtener algún dato como Hawksbee, Lagny o Savary. El único autor que recomienda Giannini y no aparece es Juan Castiloneo, conocido también como Johann Castillon o Castiglione (1704 Castiglione, Toscana, - 1791 Berlín). Lo cita en la parte de álgebra; pero es muy probable que a lo que se refiriera Giannini fuera a una edición comentada de la *Aritmética* de Newton

---

[213] Marie-Jean-Antoine Nicolas de Caritat, marqués de Condorcet (1743 - 1794) fue un filósofo, científico, matemático, y político de la segunda mitad del siglo XVIII. Se educó con los jesuitas, pero pronto se acercó a los enciclopedistas siendo discípulo de D'Alembert. Investigó en matemáticas, publicando un *Ensayo sobre el cálculo integral* (1765). Fue miembro de las academias de ciencias de París, de Berlín, Turín, Bolonia, San Petersburgo y Filadelfia. Intervino activamente en el proceso revolucionario. Defensor de las ideas girondinas fue arrestado cuando Robespierre tomó el poder y murió en la carcel.

[214] José de Mendoza y Ríos (1763-1816) fue un militar marino y astrónomo español. Publicó "Examen Marítimo" (1771, 2 v.) para ser usado en las enseñanzas de la marina. Estuvo preso en Inglaterra y luego fue comisionado a ese país para comprar instrumentos. Dejó la marina española en 1800 y pasó a residir en Londres donde publicó su obra más famosa *Complete Collection of Tables for Navigation and Nautical Astronomy* (1805).

que hizo ese autor y que figura en el catálogo de la Biblioteca del Colegio como "Aritmética Universal con los comentarios de Juan Castillon, en latín dos tomos en 4º,Amsterdam 1761" (García Hourcade y Vallés Garrido, 1989, p. 184). Las coincidencias son suficientemente importantes como para deducir que la influencia de Giannini en la confección de la biblioteca fue grande.

Aunque no entraran tantos libros a la biblioteca en las últimas décadas del siglo no debe deducirse de ello que los profesores se fueron aislando de la ciencia europea. El Colegio estaba al tanto de lo que se avanzaba en Europa porque siguieron recibiendo las revistas científicas más importantes. Giannini desde el comienzo suscribió al Colegio a las principales revistas científicas. En la reunión del Consejo de 17 de marzo de 1779 ya pedía que se pagara la suscripción al *Journal des Savants*[215]:

> "El primer profesor Dn Pedro Giannini presentó una carta del Coronel Dn Antonio Angosto en que de orden del Excmo. Sr. Director mandaba se le diesen 64 reales para la suscripción del Jornal de los sabios perteneciente a este año de 1779, que ha pagado a Monsieur Cresonnier librero en París" (*Actas*, v. II, f. 319 r.).

Los antecesores del Colegio de Segovia, las Academias de Matemáticas y Artillería de Barcelona y Cádiz no parece que estuvieran suscritas a muchas revistas científicas[216]. En 1761 la Sociedad Militar

---

[215] El *Journal des sçavans*, que más tarde se escribió *Journal des savants*, fue el periódico literario y científico más antiguo de Francia. El primer número apareció en París el 5 de enero de 1665. Su finalidad era dar a conocer los descubrimientos científicos y las principales obras que se editaban, y ofrecer necrológicas de los estudiosos fallecidos. Durante el siglo XVIII aparecía mensualmente. Desapareció en 1792 para volver aparecer en 1816. Era el equivalente francés de *Philosophical Transactions* que comenzó en 1662, del *Giornale de' letterati* italiano, aparecido en 1668, o de las alemanas *Acta eruditorum Lipsiensium* de Otto Mencke aparecidas en 1682. En esta explicación y en las posteriores se debe tener en cuenta que en el catálogo los títulos están en castellano y dados con abreviaturas, por lo que no se puede asegurar que no se haya cometido algún error en las asignaciones.

[216] Véase García Hourcade y Vallés (1989, p. 201-227).

Matemática de Madrid recibía las Actas de las Academias de Ciencias de Paris[217], de Petersburgo[218], de Berlin[219] y de Leipzig[220], que pasaron a la academia de Matemáticas de Barcelona y los diarios Extranjero[221], Enciclopédico[222], Económico[223] de Treboux[224], de los sabios[225] del observador holandés[226] y del estado político de Inglaterra[227]. De estos periódicos pasaron a Cádiz todos menos el de Trevoux y el que trataba de la política inglesa.

Si comparamos esta lista con la que figura en el catálogo de Pedro Giannini y Cándido Elgueta[228], la diferencia es muy notable. En Segovia tenía las *Philosophical Transactions* de la Royal Society of London, con una tabla de las memorias presentadas en francés; además de sesenta y un tomos de una revista llamada "Almacén inglés" que no se ha podido localizar. De Francia tenían la revista *Histoire de l'Academie Royale des Sciences* completa y con varios

---

217 Podría ser *Mémoires de l'Académie des sciences* de Paris

218 Tal vez *Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae Commentarii academiae scientiarum imperialis Petropolitanae*

219 Debe ser *Histoire de l'Académie des Sciences et des Belles-Lettres de Berlin* o *Memoires de …* que frecuentemente iban juntas.

220 *Acta Eruditorum* de Otto Mencke y Leibniz.

221 Probablemente el *Journal Étranger* (París) del abbé Prévost.

222 *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* de Diderot y D'Alembert.

223 Podría ser *Diario curioso erudito, y comercial público y económico* (Madrid) o el *Journal Économique ou Mémoires* (Paris).

224 *Journal de Trevoux*.

225 *Journal des Savants* antes mencionado.

226 Probablemente *L'Oservateur hollandais* de Jacob Nicolas Moreau aunque era más bien un periódico político.

227 *État Politique actuel de l'Angleterre* (1757-1760) de Genet, Como l'O*bservateur hollandais* era un periodico político.

228 Todos estos datos se encuentran en la Biblioteca de la Academia de Artillería Giannini, Pedro y Elgueta, Cándido (1798) *Catálogo de los libros e instrumentos del Real Colegio Militar de Artillería de Segovia : año 1798*. Manuscrito firmado el 21 de noviembre de 1798. Está transcrito en García Hourcade y Valles (1989, p. 199-203).

números repetidos. Además están catalogados varios años de las *Memoires de Mathematique et de Physique* de dicha Academia, nueve volúmenes sobre obras que habían ganado algún premio en la Academia de Ciencias de París, siete volúmenes sobre máquinas aprobadas por dicha Academia y una tabla alfabética de materias, redactada por L. Godin en 1734 en 9 volúmenes. En lengua francesa, tenían también completa las *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et des arts, recueillis par l'ordre de S. A. S. Mgr prince souverain de la Dombes*, que se conocía por *Mémoires de Trévoux*, o por el *Journal de Trévoux*, periódico literario y científico que es conocido por ser el órgano utilizado por los sabios más próximos a la Iglesia católica, sobre todo jesuitas, para combatir a enciclopedistas y volterianos. Formalmente dependía del príncipe de Borbon. También tenían los números del *Journal des Savants* desde 1665 con una tabla con las materias que habían aparecido en la revista desde 1665 hasta 1770. De Alemania, aunque en latín tenían también prácticamente completas las *Acta Eruditorum* desde 1682 y *Nova Acta Eruditorum* desde 1745, con sus suplementos y dos índices generales de autores, uno de 1693 a 1745 y el otro sin fecha. Tenían también de la Real academia de ciencias de Berlín las *Miscellanea Berolinensia ad incrementum scientiarum, ex scriptis Societati Regiae Scientiarum exhibitis edita* y la *Histoire de l'Académie Royale des Sciences et des Belles-Lettres de Berlin*, aunque no se indican los años. Contaban igualmente con unos *Nuevos Comentarios* en latín impresos en Gottingen por la Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. De Rusia recibían la *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae* de la Academia Imperial de ciencias de San Petersburgo, de la que tenían la colección completa desde 1724. De Italia tenían la revista *De Bononiensi Scientiarum et Artium Instituto atque Academia Commentarii* de la Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, a la que pertenecía Giannini, también *Miscellanea Philosophico-Mathematica Societatis Privatae Taurinensis* de la Accademia delle Scienze di Torino y las *Memorie di Matematica*

e Fisica della Società Italiana publicadas en Verona aunque reunía estudiosos de toda Italia. Poseían también de 1720 a 1740 las *Acta literaria Sueciæ* publicada en latín por la Real sociedad de Ciencias de Uppsala[229]. Además tenían un libro sobre las composiciones premiadas de 1747 a 1750 en la Académie Royale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.

Periodicos más generales que incluían noticias de publicaciones, inventos y descubrimientos científicos tenían el *Journal des beaux-arts et des sciences* de París, pero solo de 1754 a 1759. El *Giornale de' letterati* de Pisa, que era el periódico de ese tipo que se publicaba en Toscana, lo tenían casi completo desde 1771 a 1792. Finalmente tenían 45 tomos del *Journal Étranger* (París) del abbé Prévost.

Sorprende la cantidad de periódicos científicos que se recibían en al Colegio de Segovia. Con esa información les debía resultar fácil conocer la evolución de la ciencia en Europa. Son además en su mayoría revistas de academias de ciencias. Recibían las publicaciones de las más importantes: Londres, París, Leipzig y Berlín, o San Petersburgo. De Italia, donde no se había producido la concentración realizada en Inglaterra, Francia o Rusia, había varias revistas. Esta riqueza de publicaciones es más propia de un centro de investigación que de un centro de formación militar. De nuevo sorprende que no hubiera ninguna revista española. Al no fundarse la Academia de Ciencias hasta el siglo XIX no podía haber una revista científica destacada. Pero en la década de 1780 existían revistas como *Correo literario de la Europa* o el *Memorial literario y curioso de la Corte de Madrid* o el *Correo de los Ciegos de Madrid*, en el que escribieron los oficiales de caballería Cadalso y Aguirre, además de las memorias de las sociedades económicas de Campomanes. Esas revistas podían haber estado en la Biblioteca de Segovia,

[229] Dice que estaba editado en Uppsala y Estocolmo, pero no se han encontrado en esas fechas una revista en latín publicada en Estocolmo.

pero no estaban. Parece una muestra más de que la biblioteca era tarea de Giannini. Había revistas italianas, pero no españolas[230].

Una tarea fundamental de Giannini, como primer profesor del Colegio, era redactar y preparar para la impresión los tratados de matemáticas que debían seguirse en los cursos del Colegio de Artillería. Gazola había insistido varias veces en la necesidad de imprimir manuales para clase. Giannini publicó un *Curso Matemático,* que comenzó a editarlo poco después de ser nombrado primer profesor, pero, que tardó muchos años en terminarlo. El primer tomo debía tenerlo acabado en 1779. Cuando faltó a los Consejos del Colegio celebrados durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de 1779 debía encontrarse en Madrid corrigiendo la impresión del primer tomo. Con anterioridad, en la reunión de 7 de octubre de 1779, el Consejo por "Orden del Excmo. Sr. Director con fecha del 2 del presente" sacó "de la caja del fondo de Dotación veinticuatro mil ciento y treinta y un reales de vellón que se entregaron al Ayudante Mayor Dn Joaquín Mendoza para que los abonare al habilitado Luis Lorenzo que los había satisfecho ya al impresor Ybarra por los gastos de la impresión del primer tomo del curso cuya cuenta y la orden de S. E. quedaron en caja"[231]. Pero no debió de quedar claro qué hacer con el tomo I del *Curso* porque

---

[230] Comparando con lo que dice Arias (2002, p. 60-62) sobre la biblioteca de Bails, se observa que Bails recibía las *Philosophical Transactions, Memoires de l'Académie des Sciences, Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae,* y tenía varias revistas más de academias francesas, mientras que en Segovia sólo tenían las actas de la de Toulouse, de Italia recibía sólo la revista de la Societá Italiana de Roma, Pero tenía *Correo literario de la Europa* y las *Actas y Memorias de la Real Sociedad de Amigos del país de la provincia de Segovia* españolas. En general, parece que estaba mejor informado de lo que sucedía en Francia y España y peor de Italia. Bails recibía menos revistas que el Colegio de Artillería; pero hay que tener en cuenta que Arias analiza su biblioteca personal, no la de la Academia de Bellas Artes.

[231] *Actas* (v. II, f. 390 r.). Esa cantidad figura en las cuentas del año 1779 que se discutieron en la reunión del Consejo de 8 de junio de 1780.

en la reunión del 25 y 27 de enerro de 1781 se leyó una carta del nuevo inspector, conde de Lacy en la que:

> "Previene V. E. que hallándose impreso el Primer Tomo del Curso de Matemáticas formado por Don Pedro Giannini y habiéndose finalizado su impresión ya cerca de un año se halla en poder del impresor sin que se determine lo que se haya de efectuar, que proponga el Consejo lo que le / parezca sobre este particular oyendo al Primer Profesor Don Pedro Giannini" (*Actas*, v. II, f. 354 r. /v.).

Giannini quedó en escribir un informe sobre la cuestión y los restantes miembros del Consejo también quedaron en hacer notas privadas. Se había impreso 750 ejemplares de este volumen en la imprenta de Joaquín Ibarra en Madrid. Parece extraño que se pasara un año sin recoger y comenzar a repartir los ejemplares. Sólo se entiende si la impresión había sido llevada directamente por Giannini, con el apoyo de Gazola que había muerto en 1780, y si, además, las relaciones de Giannini con el resto del claustro de profesores y con los oficiales de la compañía eran poco fluidas. Esa idea viene corroborada por la carta de Lacy al Consejo que se leyó en la siguiente reunión de 6 de febrero de 1781:

> "Se leyó una orden de V. E. de 3 del presente mes por la que inhibe de la censura del Consejo la obra de Don Pedro Giannini y las que en adelante pueda ir formando, dejándole en amplia facultad para que arregle los estudios como corresponden".

La explicación más sencilla de este párrafo es que los miembros del Consejo de Colegio habían criticado el *Curso* de Giannini y el inspector salía en su defensa dándole libertad para fijar los estudios de matemáticas del Colegio. Continuaba la carta diciendo que:

> "En la misma avisa S. E. ha mandado se remita a este Real Colegio los libros del primer tomo del Curso para que el Consejo los reparta conforme disponga Dn Pedro Giannini, cargando / a los caballeros Cadetes lo que corresponda según el prorrateo" (*Actas*, v. II, f. 355 r./ v.).

Los cadetes debían comprar el libro y de esa forma se iba devolviendo el dinero adelantado por la artillería para su impresión.

En su comunicación añadía el inspector "que para que pueda obrar con toda libertad le permite V. E. pueda imprimir sus obras sucesivamente en la imprenta de esta Ciudad a fin que no tenga obstáculos si se hiciese en esta". Giannini en adelante imprimirá los volúmenes de su *Curso* en la imprenta que Antonio de Espinosa[232] había abierto en Segovia. La proximidad de la imprenta iba a facilitar las siguientes impresiones.

Antes de comenzar la venta del tomo I del *Curso Matemático* se encuadernaron los libros. En la reunión del Consejo del 6 de junio de 1781 el inspector pidió que se pagaran las encuadernaciones[233] y que se calculara cuánto había costado y cuánto había que cobrar por cada ejemplar para cubrir los gastos y que para ello "lleven cuenta separada para que con el tiempo quede cubierta la caja del caudal que se ha invertido en dicha impresión" (*Actas*, v. II, f. 359 r.).

El tomo I del *Curso Matemático* de Giannini contiene tres apartados: geometría elemental, trigonometría y cónicas. La primera parte (pp. 1-255) es una versión de los *Elementos* de Euclides, con los libros I a VI, XI y XII, de esa obra. Los elementos de trigonometría, comienzan con las definiciones de los senos, cosenos, tangentes, y otras líneas trigonométricas, se dan sus principales propiedades y se explica su aplicación a la resolución de triángulos. Como no se cuenta con unas tablas trigonométricas, la resolución de triángulos se plantea de forma teórica. La última parte del primer tomo está dedicada a las cónicas: elipse, hipérbola y parábola. Todo ello se estudia de forma puramente geométrica[234].

---

232 Sobre este editor y su importancia en las publicaciones para los artilleros ver: Reyes y Vilches (2003).

233 "Se satisfaga a Don Luis Lorenzo 2710 reales de vellón que ha importado la encuadernación del primer tomo del curso cuya cantidad suplira la caja y junto con la impresión y conducción se hará el cálculo de lo que debe cargarse por cada tomo" (*Actas*, v. II, f. 359 r.).

234 Este tomo I se estudia en el capítulo V de este trabajo.

El libro de Giannini tuvo bastante repercusión en el extranjero. En Francia el *Journal des Savants* (Paris, 1780, febrero, p. 117) publicó una reseña de la obra diciendo que se esperaban nuevos volúmenes y que era una muestra de la afición por las letras y las ciencias que había aparecido en España. En Italia el *Opuscoli Scelti Sulle Scienze e Sulle Arti* (Milán, 1780, Anexo p. 15) daba el nombre y lugar de publicación sin comentarios. La *Gazzetta Universale* (Florencia, v. 6, 1779, p. 664) por su parte insistía en la calidad de la impresión. En Alemania *Einleitung in die oekonomische und physikalische Bücherkunde* (Leipzig, 1784, p. 293) también reseñaba la publicación algo más tarde. En España, sin embargo no se ha encontrado ninguna mención a este *Curso* hasta 1804[235]

Terminadas las cuestiones referidas al tomo I, se comenzó a prepara la impresión del tomo II. En la reunión del Consejo de 6 de junio de 1781 en que se pagaron las encuadernaciones, Lacy pedía que "se satisfagan del fondo del colegio 4500 reales de vellón importe de 150 remesas de papel, que se regula necesitarse para la impresión de 1400 ejemplares del tomo II del curso" (*Actas*, v. II, f. 359 r.) y poco más tarde, en la reunión de 19 de agosto de 1781 a la que asistió el conde de Lacy, el inspector solicitó dinero para hacer otro pago por " estar bastante adelantada la impresión del segundo tomo del curso y de tener suplido el impresor algún dinero mandó se le diera 3000 reales de los fondos del Colegio a cuenta de dicha impresión". Giannini era el encargado de tratar con el impresor sobre la edición y los pagos a realizar (*Actas*, v. II, f. 362 v.).

Giannini había colaborado con el impresor segoviano Antonio Espinosa antes de comenzar con la publicación del tomo II de su *Curso Matemático*. Espinosa le había impreso su segundo libro con trabajos de investigación, titulado *Opúsculos matemáticos* (1780). Este libro lo publicó en castellano en Segovia y contenía tres trabajos.

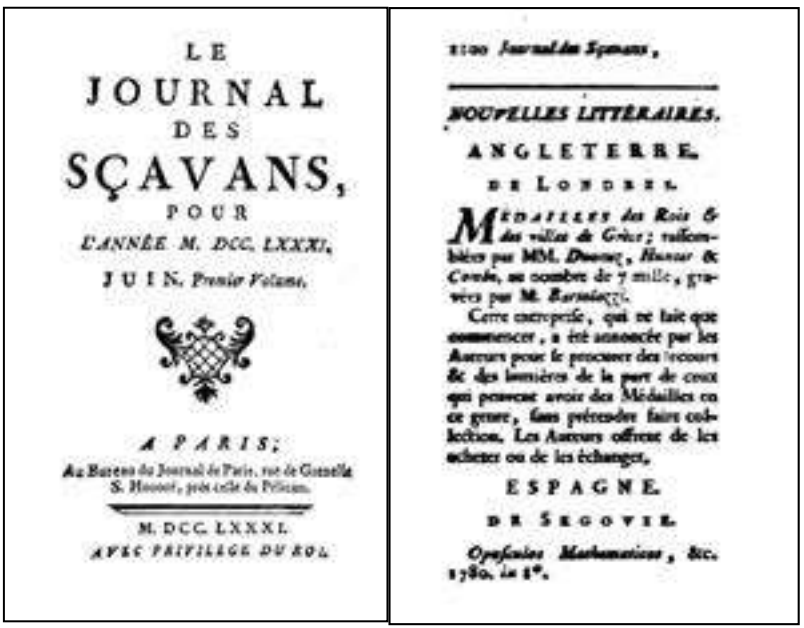
---

[235] En *Variedades de Ciencias, Literatura y Artes* n. 13-18 (Madrid, 1804, p. 379-380), como se verá más adelante.

El primero es sobre las principales propiedades de la curva llamada Cisoide. El segundo es el cálculo de unas trayectorias que se reduce a integrar la expresión:

$$\frac{dy}{y\sqrt{b\,2L + b\,y^2 - 2bLQ^2 - y^4}}$$

El Opusculo tercero "De una nueva especie de trayectorias" se refiere al problema de hallar la ecuación de un haz de curvas que son perpendiculares a una recta y que mantienen su perpendicularidad si se les hace girar alrededor de un punto.[236]



LE
JOURNAL
DES
SÇAVANS,
POUR
L'ANNÉE M. DCC. LXXXI.
JUIN. Premier Volume.

A PARIS;
Au Bureau du Journal de Paris, rue de Grenelle S. Honoré, près celle du Pélican.

M. DCC. LXXXI.
AVEC PRIVILEGE DU ROI.

1100 Journal des Sçavans,

NOUVELLES LITTÉRAIRES.

ANGLETERRE.

DE LONDRES.

MÉDAILLES des Rois & des villes de Grèce; rassemblées par MM. Dumez, Hunter & Combe, au nombre de 7 mille, gravées par M. Bartolozzi.

Cette entreprise, qui ne fait que commencer, a été annoncée par les Auteurs pour se procurer des secours & des lumières de la part de ceux qui peuvent avoir des Médailles en ce genre, sans prétendre faire collection. Les Auteurs offrent de les acheter ou de les échanger.

ESPAGNE.

DE SEGOVIE.

Opusculos Mathematicos, &c. 1780. in 1°.

No parece que los *Opúsculos* de Giannini tuvieran una buena acogida en España. Sin embargo, varias de las mejores revistas

236 Este libro se estudia en el capítulo cuarto.

europeas los reseñaron y aprobaron. El *Journal des Savants* en el número de junio de 1781 (Paris, primer volumen, p. 1110-1112) informa de la edición de *Opúsculos* en el apartado "Nouvelles litteraires" en la entrada "Espagne" como noticia procedente de Segovia. En la nota, bastante extensa, se explica que Giannini era profesor del Real Cuerpo de Artillería de España, se da un resumen de su contenido y se recuerda que Giannini ya había publicado en Parma los *Opuscula* en 1773 en latín, diciendo los temas que estudiaba. Se valoraba especialmene la reconstrucción de la *Secciones determinadas* de Apolonio[237], porque "este hábil geómetra de la Antigüedad, que hoy en día se abandona por el cálculo integral, bien merece que algunos geómetras hábiles se ocupen de él de vez en cuando"[238]. En Inglaterra la reseñó *The Critical Review, or, Annals of Literature* (Londres, 1781 v.52, p. 471), diciendo que Giannini era profesor del Real Cuerpo de Artillería de España, que había publicado en Parma los *Opuscula* en 1773 y haciendo un resumen de este libro de *Opúsculos.* En Italia comentó su aparición, al menos *Efemeridi litterarie di Roma* (1781, Roma, n. 52 p. 415-416) que la daba entre los nuevos libros traduciendo el título completo al italiano. Ofrecía también un resumen de su contenido, relacionándolo con las obras de Euler y Bernoulli en las que se planteaban las cuestiones estudiadas por Giannini. Se añadía que en un tiempo en el que tantos españoles alababan a su nación desde Italia convenía que algún italiano recordara sus glorias en España, refiriéndose probablemente a las obras de los jesuitas expulsos como Antonio Eximeno, Juan Andrés, o Hervás y Panduro. y terminaba pidiendo que: "Prosiga

---

237 "Sur la section déterminée relativement à un Ouvrage d'Appollonius, qui est perdu & que cet habile Géomètre a essayé de restituer, d'après l'indication de Pappus" (p. 1111).

238 «Cette Géométrie des Anciens, qu'on abandonne aujourd'hui pour le calcul intégral, mérite bien que quelques Géomètres habiles s'en occupent de temps en temps » (p. 1112).

nuestro Señor Giannini honrando el nombre de Italia, como lo hace, en países extranjeros"[239].

Junto a esto en España, sólo se ha encontrado una nota en la *Gazeta de Madrid* (1781, p. 64) del 23 de enero informando que *Opúsculos matemáticos* y *Opuscula Mathematica* se vendían en Madrid en la Librería de Martínez en la calle Carretas.

Al margen de sus tareas principales, las clases y el funcionamiento del Colegio, alguna vez se requirió a Giannini para que valorara algún escrito técnico o algún invento que se enviaba al inspector de artillería para que los publicara o lo llevara a la práctica. Durante los primeros años de Giannini como profesor de Segovia se han encontrado dos casos. En el primero no intervino Giannini. En el Consejo ordinario de 11 de diciembre de 1778 Gazola pidió que "se examine un manuscrito que incluye que trata del conocimiento de la causa y efecto de la pólvora, construcción de cañones y motivos del retroceso / y se le avise si tiene alguna parte que puede ser útil" (*Actas*, v. II, f. 316 r./v.). La respuesta fue que "no contiene parte útil". El conde Lacy también envió "un manuscrito de un diccionario universal de los ramos de artillería, marina, astronomía & c. que ha pasado a manos de S. E. D. Tomás Southurel oficial de marina empleado a las órdenes de Smo. Sr. Infante Dn Gabriel" (*Actas*, v. II, f. 344 v). En este caso el documento se lo repartieron entre Giannini, Baltasar Ferrer, Chenard, y Tomás de Morla. En la reunión de 15 de septiembre volvió a insistir Lacy y los profesores se excusaron, diciendo que era muy largo y tenía errores. No parece que Giannini, ni el Colegio de Artillería de Segovia tuviera muchos encargos de ese tipo.

Durante los primeros años de su estancia en el Colegio de Segovia Giannini contó con el apoyo del conde Gazola. Esta primera etapa se acabó cundo el 4 de mayo de 1780 el conde Gazola mu-

[239] "Prosegua il nostro Sig. Giannini ad onorare, come ei fa, il nome italiano in paese straniero".

rió en Madrid. Con su fallecimiento perdía Giannini su principal valedor. No parece que pudiera haber muchas afinidades entre el noble ilustrado bien relacionado socialmente, militar y arqueólogo y el abate matemático poco sociable y centrado en sus estudios. Pero Giannini había sido colocado en Segovia por Gazola y debía estarle agradecido y el conde confiaba en el saber matemático del toscano y le apoyaba.

El sucesor de Gazola en la inspección de la artillería fue Francisco Antonio de Lacy (1731- 1792) nacido en Barcelona, hijo de un oficial irlandés al servicio de España. Estudió en el colegio de los jesuitas de Cordelles.[240] En 1740 era caballero de la orden de Santiago. Participó en la campaña de Italia (1743-1748) y en la guerra de Portugal (1762), siendo todavía brigadier. En 1763 fue nombrado mariscal de campo y enviado extraordinario en la corte de Estocolmo. Iniciaba así una corta pero intensa carrera diplomática que le llevaría a ser ministro plenipotenciario en San Petesburgo (1772). De vuelta en España ascendió a teniente general. En 1780 fue nombrado inspector del cuerpo de artillería y de las fábricas de armas y municiones. Fue el responsable de la artillería en el sitio de Gibraltar de 1782. Sucedió al conde del Asalto en la capitanía general del Principado de Cataluña (1789-1792). Era un personaje ilustrado, pero no dudó de hacer valer su autoridad, en 1789, en la represión de los "rebomboris del pa" de Barcelona y, más tarde, en la de la propaganda revolucionaria que venía de Francia. En el Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia continuó la línea marcada por Gazola.

La posición de Giannini dentro del claustro del Colegio no estaba muy clara. El director mandaba en todo el Colegio. Entre los militares que trabajaban en la formación militar de los cadetes, las graduaciones y antigüedades no dejaban dudas en el orden de

---

[240] Pere Molas Rivalta, "Els cavallers catalans de l'Orde de Carles III", *Pedralbes: Revista d'historia moderna*, U B Barcelona, nº 16, 1996, p. 64.

mando. Giannini como primer profesor era la autoridad principal en cuestiones didácticas y debía estar sólo detrás del capitán de la compañía en las cuestiones generales en el Colegio. A Giannini le debía pesar esa responsabilidad. Un incidente que hubo en el Consejo del Colegio celebrado el 19 de septiembre de 1778 muestra su desconcierto en estas cuestiones. Presidía la reunión el comandante del departamento, que era Antonio Angosto, en representación de Gazola. Giannini se sentó detrás de sus ayudantes, que eran militares. Angosto le recriminó que se sentara en ese lugar y "pasó dicho primer profesor al asiento que siempre ha ocupado que es el inmediato a los del capitán y ayudante mayor de la Compañía"[241]

Tomás Morla debía ser uno de los que aceptaba mal la presencia de Giannini al frente de las enseñanzas académicas del Colegio. Resulta significativo que los días 30 de mayo y 8 de junio de 1780, en los que Morla tuvo que redactar el acta del consejo como secretario por faltar el titular Joaquín González, escribiera "Dn Pedro Giannini primer profesor interino" (*Actas*, v. II, f. 338 v, 339 v.). Giannini era primer profesor desde octubre de 1777. Como ya se ha dicho su nombramiento no fue muy claro. Pero ningún secretario anterior había pretendido que su cargo fuera interino. Además estuvo en el cargo unos 25 años por lo que se puede asegurar que si su puesto no era permanente, resultó ser extraordinariamente estable. La anotación muestra la oposición de Morla al nombramiento de Giannini. Si Gazola le había advertido que en Segovia "todo está en batería para alejar a los extranjeros", como se ha visto antes, seis años más tarde seguía existiendo esa resistencia, aunque probablemente había dejado de ser solamente una oposición a lo extranjero para pasar a ser, además, una oposición a tener un curso matemático exigente como introducción a los estudios de artillería.

---

[241] *Actas* (v. II, f. 310 r.). Giannini tuvo 24 de septiembre de 1778 otro problema con Angosto por no asistir a una reunión del Consejo, a la que al parecer no le habían podido avisar. De ese acta se deduce que Giannini además del cuarto en el Alcázar tenía casa en Segovia.

Giannini Primer Profesor afianzado (1782-1794)

El año 1781 el Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia creció notablemente. En el Consejo del Colegio de 3 de noviembre de 1781 se recibió una orden del rey para que el número de alumnos subiera hasta 100. Además se proponía que para atender a un mayor número de cadetes se contratara un nuevo profesor y un ayudante para dibujo.

Esa ampliación del Colegio se discutió en varias reuniones del Consejo de los meses siguientes. Por otra parte el Ayudante Mayor de la compañía pidió una hora diaria para la instrucción militar en la reunión del 3 de enero de 1782. Para poder cubrir, las distintas necesidades se propuso un nuevo reparto de horas que cambiaba lo fijado en las ordenanzas de 1768, porque disminuían las horas de descanso nocturno, al retrasarse la cena y adelantarse la hora en la que debían levantarse (*Actas*, v. II, f. 371 v.-372 r.). En el nuevo reparto las matemáticas tenían un horario privilegiado, cogiendo las horas centrales de la mañana. Comparándolo con el reglamento de 1768, título VIII; artículo I, se observa que las clases de matemáticas habían pasado de ser de hora y media a ser de dos horas, a costa de que las cuatro horas y media de estudio, bajaran a cuatro horas. La otra diferencia importante es que en las horas dedicadas a las otras materias las asignaturas a impartir estaban mejor determinadas. En particular, la hora de ejercicio que pedía el Ayudante quedó fijada en verano de 5 a 6 de la tarde y en invierno dos días de 4 a 5 de la tarde. Con ese horario el Colegio seguía siendo, hasta el último curso, un centro de formación general, en el que se privilegiaban las matemáticas.

A comienzos de 1782 se produjo la mayor discusión sobre el currículo del Colegio. En los exámenes de diciembre de 1781, las notas fueron inferiores a lo habitual. En la reunión del Consejo del Colegio Extraordinario de 7 de enero de 1782 se planteó por parte del inspector "2º Que le exponga el Consejo en qué puede

consistir el atraso que experimentó el año anterior en las clases de aritmética y geometría y si se puede dar un nuevo arreglo a las clases del que resulte mayor utilidad al servicio" (*Actas*, v. II, f. 372 r.). Ese punto fue el desencadenante de la mayor discusión sobre el programa de enseñanzas del Colegio y sobre la prioridad dada por el conde Gazola a las matemáticas. En la Junta del Colegio se decantaron dos posturas diferentes:

> "En cumplimiento del 2º punto de la expresada carta y en vista de ser Dn Pedro Giannini de contrario sentir que los demás vocales y de Dn Tomás Morla [...] se presentaron en él los dos siguientes dictámenes: el 1º de Dn Alejandro Ferrer, Dn Joaquín Mendoza, Dn Baltasar Ferrer y Dn Tomás Morla y el 2º de Dn Pedro Giannini" (*Actas*, v. II, f. 372 v .).

Es decir, todos los miembros del Consejo, oficiales de la Compañía o profesores, menos Giannini se alineaban con la posición primera que se envió al conde de Lacy y que en resumen buscaban disminuir la dedicación a las matemáticas. En su documento daban tres razones para explicar el retraso producido en los primeros cursos. La primera era que pese a la dificultad pedagógica que tiene explicar la aritmética y la geometría a cadetes muy jóvenes, el profesor era un oficial sin experiencia en la enseñanza y que sólo sabía de matemáticas lo que había aprendido en el Colegio. La segunda era que los alumnos aceptados no eran seleccionados por su capacidad para estudiar las matemáticas y se encontraban, de entrada, con clases de geometría por la mañana y de aritmética por la tarde. El resultado era que los de más talento conseguían aprender una de las dos y los de menos talento, o edad, lo embrollaban todo y no aprendían nada. El tercer punto es el más interesante. Decían que el estudio de las matemáticas es "árido y abstracto, de mucha meditación y que exige una aplicación continua de lo que proviene que de diez que se ponen a aprender tal vez lo consigue uno solo" (*Actas*, v. II, f. 373 r.). El problema de qué matemáticas se debían explicar en el Colegio se va a discutir en el capítulo décimo y por ahora se deja de lado; pero, en resumen

defendían que no se explicara el cálculo diferencial e integral y que la mecánica se redujera al estudio de la maquinaria.

Por su parte Giannini no negaba las malas notas, pero las consideraba el resultado de una serie de condiciones adversas que se habían dado entre los cadetes de ese grupo. En su opinión de los 28 cadetes 26 habrían podido aprobar, en particular los cinco medianos habrían podido ser buenos "si hubiesen tenido mayor aplicación y dos profesores ejercitados por razón de su gran número." (*Actas*, v. II, f. 374 r.). De otros cadetes decía "que se han bajado porque se ha considerado que pueden ser buenos o sobresaliente" (*Actas*, v. II, f. 374 r.), es decir que les convenía repetir para avanzar en su aprendizaje con mayor seguridad. Para Giannini, sin embargo el programa que se seguía en matemáticas era el adecuado.

Respecto a esta discusión se debe comenzar por decir que el problema planteado por esas notas no era tan importante como para que se necesitara cambios radicales. Si se comparan las notas que se obtuvieron en diciembre de 1781 con las que se obtuvieron en los diferentes cursos los años 1779 y 1780 en los que el primer profesor era Giannini y con los años 1775 y 1776, en los que el profesor era Vimercati, tomando los resultados de las dos reuniones de evaluación anuales sumados, se tiene:

Diciembre de 1781, el curso de la discusión				
Primeros cursos de aritmética y geometría				
	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
	5 (18%)	10 (36 %)	5 (18 %)	8 (28 %)
Notas el año 1780 siendo Primer Profesor Giannini				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	4 (13 %)	14 (45 %)	13 (42%)	0 (0 %)
Segundo	6 (15 %)	20 (50 %)	13 (32,5 %)	1 (2,5 %)
Tercero	0 (0 %)	5 (42 %)	7 (58 %)	0 (0 %)

Aritmetica	0 (0 %)	2 (25 %)	5 (62,5 %)	1 (12,5 %)
Notas el año 1779 siendo Primer Profesor Giannini				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	1 (4 %)	16 (67 %)	7 (29 %)	0 (0 %)
Segundo	6 (13 %)	16 (36 %)	18 (40 %)	5 (11 %)
Tercero	3 (6 %)	21 (46 %)	15 (33 %)	7 (15 %)
Aritmetica	0 (0 %)	8 (47 %)	9 (53 %)	0 (0 %)
Notas el año 1775 siendo Primer Profesor Vimercati				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	13 (45 %)	15 (52 %)	1 (3 %)	0 (0 %)
Segundo	4 (20 %)	4 (20 %)	7 (35 %)	5 (25 %)
Tercero	1 (4 %)	13 (50 %)	7 (27 %)	5 (19 %)
Aritmetica	0 (0 %)	21 (56 %)	8 (22 %)	8 (22 %)
Notas el año 1776 siendo Primer Profesor Vimercati				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	3 (45 %)	3 (52 %)	7 (3 %)	3 (0 %)
Segundo	7 (20 %)	8 (20 %)	9 (35 %)	1 (25 %)
Tercero	6 (6 %)	8 (46 %)	6 (33 %)	4 (15 %)
Aritmetica	0 (0 %)	0 (0 %)	12 (50 %)	12 (50 %)

En total, sobre 223 evaluaciones de cadetes en los dos años, en que Giannini fue Primer Profesor, un 9 % tuvo sobresaliente, un 45 % bueno, un 39 % mediano y un 6 % atrasado, Mientras que de los 201 evaluados con Vimercati, el 17 % tuvo sobresaliente, el 36 % bueno, 28 % mediano y 19 % atrasado. Las notas solían ser peores en los primeros cursos que en los últimos, lo que es lógico por la falta de homogeneidad entre los cadetes que ingresaban en el Colegio. Por otra parte se ve que los resultados no fueron muy diferentes cuando Vimercati fue primer profesor y cuando lo fue Giannini. Vimercati

daba con mayor facilidad buenas y malas notas, sobresalientes o atrasados, Giannini tenía tendencia a dar buenos o medianos. Pero en los dos casos la dificultad principal estaba en evaluar los medianos ¿debían repetir o pasar? según se optara por una solución u otra los suspendidos pasaban, redondeando, de un 10 % a un 45 % en el caso de Giannini y de un 20 % a un 45 % en el de Vimercati.

Aunque los resultados obtenidos por los cadetes que cursaban aritmética en diciembre de 1781 fueron malos, hubo cursos anteriores con notas aún peores. Por ejemplo, Vimercati tuvo cursos peores en 1776. Lacy tomó posesión del cargo en 1780 y parece que siguió de cerca la marcha del Colegio, como Gazola lo había hecho. La pregunta de Lacy era lógica, aunque pudiera provenir del desconocimiento de las variaciones que se producían en la clase preparatoria por las fechas de las incorporaciones de los cadetes y los diferentes niveles de madurez, de edad y de conocimientos con los que llegaban los nuevos cadetes.

La pregunta sirvió para que saliera a la luz una polémica importante que estaba oculta El desacuerdo era grande respecto a qué estudiar y cómo hacerlo. Los dos informes estaban de acuerdo en que los alumnos que entraban en el Colegio no eran adecuadamente tratados. Giannini proponía que hubiera dos profesores, el resto de la junta proponía sólo uno, pero experto y bien formado en matemáticas y en pedagogía. También estaban de acuerdo en la mala preparación en matemáticas de los cadetes que entraban. El problema era real. Frente a la dificultad pedagógica que debían tener esos grupos tan heterogéneos, los encargados de ellos eran oficiales sin experiencia. Por otra parte, en Segoiva no había un examen de entrada para seleccionar unos cadetes que, como dice Giannini, la mayor parte llegaba sin mucha preparación en matemáticas y muy niños.

En el Consejo Extraordinario del Colegio de 7 de enero de 1782 se decidió suspender las clases de matemáticas hasta que el inspector decidiera sobre la línea a seguir. La decisión del conde Lacy no se hizo esperar y se la comunicó al Consejo por carta el día 10. El 12 de enero

ya había llegado al Alcázar y se reunió el Consejo con los mismos componentes que en la reunión de la semana anterior para conocerla. En su respuesta Lacy aceptaba primero el cambio de horario propuesto en la reunión del tres de enero, si se aseguraba que los cadetes iban a estar al menos siete horas en la cama todos los días. Sobre el excesivo número de suspensos y el currículo del Colegio Lacy decía:

> "Enterado de los dos dictámenes expuestos en el Consejo anterior ha resuelto se continúen los mismos estudios que hasta ahora con los individuos que se hallan en el Colegio; pero para lo sucesivo cuando se aumenten los 40 caballeros cadetes y se empiece una nueva clase que se rija el orden siguiente: 1º la aritmética después la geometría elemental de Euclides, seguidamente la geometría práctica para lo que el primer profesor hará un tratado de ella, continuando con los demás estudios como se practica en el Colegio después de el ya citado. En todo quedó enterado el Consejo y en consecuencia mandó se abrieran las clases el lunes próximo 14 del presente" (*Actas*, v. II, f. 374 v.).

En lo fundamental, Lacy apoyaba que se continuara con el programa establecido, es decir, la postura de Giannini. Solamente pedía que se incorporara por completo la geometría práctica al curso de matemáticas. Hasta entonces en la trigonometría o en el álgebra se incluían problemas prácticos, sobre medir distancias o utilizar diferentes unidades de medidas por ejemplo; pero la topografía o las mediciones sobre el terreno se estaban explicando en las clases de fortificación[242]. Lacy pedía que se incorporaran al curso de matemáticas y se explicara antes de comenzar con las cuestiones más abstractas, como el cálculo diferencial e integral, ordenando además que se escribiera un tratado para facilitar su enseñanza. Pero mantenía el curso de Giannini en el resto de cuestiones.

---

[242] Por ejemplo en el acta de la reunión de 22 de junio de 1778 se decía "que los caballeros cadetes que cursan en la clase del primer profesor convendría asistieran a las operaciones prácticas, que al presente ejecuta la clase de Fortificación y táctica" (*Actas*, v. II, f. 305 v.).

Los cursos retomaron la marcha anterior el 14 de enero. Giannini con su programación confirmada en lo fundamental, comenzó a redactar una geometría práctica para cumplir las órdenes de Lacy. El contenido de las clases no volvió a discutirse en muchos años, aunque las diferencias siguieron hasta que Giannini dejó la escuela.

Aunque parezca que Giannini ganó en este enfrentamiento, la cosa no es tan sencilla. Giannini fijaba los contenidos que se enseñaban en los tres primeros cursos y en el curso preparatorio. En las clases de artillería, no intervenía, ni lo hacía en la Escuela Práctica que había en Segovia. Estaba al margen de "las continuadas experiencias, que cada año se ejecutarán en dicho Departamento en las operaciones correspondientes de la Guerra" que fijaba el *Reglamento* (1762, p. 10). En esa época se incrementaron los centros de investigación en temas de artillería en Segovia y el primer profesor estuvo al margen de esas nuevas escuelas. El 8 de noviembre de 1781, el conde de Lacy había pedido al responsable de Hacienda Miguel de Múzquiz la apertura de un Laboratorio de Mixtos y una Escuela de Minas[243] que completarían la formación de los artilleros, oficiales o tropa del Departamento de Segovia. Lacy, consiguió que le aprobaran su propuesta, se les construyera un edificio según un proyecto de Sabatini y se les dotara con lo medios necesarios para practicar y experimentar en esos campos. Las Escuelas de Mixtos y de Minas empezaron a funcionar en 1783. En 1785, Tomás de Morla era el responsable de la escuela de mixtos, y Miguel Ceballos de la de Minas. La escuela práctica de artillería seguía funcionando bajo la responsabilidad de Francisco Vallejo (AGS GM 567). A esas escuelas, en las que se debían de probar nuevos productos y armamentos, debería haber ido Giannini, si hubiera querido llevar algún tipo de investigación sobre balística o cualquiera de los campos de la física matemática en los que investigaban los artilleros en otros países de Europa. No fue así. No se ha encontrado ninguna relación de Giannini con esas instituciones.

---

[243] Sobre la creación de estas escuelas véase Marcelo Rodao (2000).

Por otra parte en el acta de la reunión del Consejo de 23 de mayo de 1783 se leyó uina carta en la que se informaba que "nombra S. E. al capitán D. Thomas de Morla por profesor de Táctica como lo fue Dn Vicente de los Ríos, debiéndosele desde luego asistir por el Colegio con la gratificación de 300 reales mensuales" (*Actas*, v. II, f. 394 v.). La artillería pasaba a ser encomendada a un oficial contrario al programa de matemáticas defendido por Giannini.

En toda esta discusión sorprende la soledad de Giannini. No le apoyaron ni sus colaboradores más directos.

Dejando aparte está discusión, el funcionamiento del Colegio siguió el curso normal. Giannini continuó siendo el encargado de proponer las fechas de los exámenes y vacaciones. La principal tarea durante los años 1782 y 1783 fue adecuar la enseñanza a la ampliación hasta 100 del número de cadetes ordenada por el rey. En la reunión de 3 de febrero de 1782 Giannini propuso " para Ayudantes de las clases a los subtenientes Dn Tomás Eslava, Dn Juan Munarriz y Dn Cándido Elgueta" (*Actas*, v. II, f. 375 v.). Pero, desde 1779 España estaba en guerra con Inglaterra[244]. El año 1782 se conquistó Menorca y se intensificó el sitio a Gibraltar, lo que influyo en la disponibilidad de oficiales para ocupar esas nuevas plazas. En la reunión del Consejo de noviembre de 1782 Giannini recordó que se necesitaban dos ayudantes más para completar el plan aprobado y propuso a los sub-tenientes Domingo Bengoa y Vicente Reina; pero aceptaba que no se incorporaran hasta que hubiera suficiente número de oficiales en los cuarteles. El inspector escribió al Consejo del Colegio una carta que se leyó en la reunión de 24 de enero de 1783 diciendo que no se podía realizar el aumento de ayudantes que pedía el primer profesor hasta que acabara la guerra.

Con el tratado de París se normalizó el funcionamiento del Colegio, A las Juntas de los meses de agosto y septiembre de 1783 asistió el

---

[244] Guerra contra Inglaterra que duraba desde 1779 y que terminó en 1783. Coincidió con la guerra de independencia de Estados Unidos. Carlos III consiguió recuperar Menorca; pero no Gibraltar a pesar del largo asedio.

conde de Lacy, director del Colegio y jefe de la artillería española. Los ejércitos se iban a desmovilizar e iba a haber más oficiales libres. Por eso en la reunión e 17 agosto de 1783, además de pedir que se empleen las vacaciones para que los cadetes tengan "suficiente tiempo para acabarse de imponer en los ejercicios militares" (*Actas*, v. II, f. 400 r.), el inspector planteó la necesidad de "alargar los estudios un año a fin que los Caballeros Cadetes desde el instante de ser ascendidos a subtenientes se hallen con la mayor parte de las nociones teóricas y prácticas [...] pues al presente se nota que abandonando los mas los estudios luego que salen del Colegio, carecen de la instrucción suficiente para desempeñar las comisiones de nuestro instituto" (*Actas*, v. II, f. 400 r.-v.). La cuestión produjo un nuevo enfrentamiento entre Giannini y los restantes miembros del Consejo, que muestra que la discusión sobre el programa no estaba muerta. En la reunión del Consejo de 4 agosto 1783, se anotó en el Acta que:

> "Se había juzgado utilísimo el que se detuvieran un año más los caballeros cadetes en el Colegio [...] pero en lo que se debía emplear este cuarto año no estaba acorde el Primer Profesor con los demás vocales, pues estos eran del sentir que los cálculos debían ser los últimos tratados del curso, estudiando la fortificación y artillería sucesivamente a la geometría práctica o a la Álgebra y el primer Profesor juzgaba que los tratados de fortificación y artillería debían darse los últimos." (*Actas*, v. II, f. 401 v.).

En la reunión de 8 septiembre 1783 el Conde de Lacy decidió que:

> "El Excmo. Sr. Director determinó que el año próximo concluidos los exámenes se observase el mismo método de estudios, dando el tratado de artillería y minas lo último del curso, hasta que se halle completo e impreso el Tratado de Artillería con cuya facilidad se podrá dar al mismo tiempo y el último año el tratado de artillería y fortificación" (*Actas*, v. II, f. 402 r.) .

Es decir apoyaba la postura de Giannini de que se empezara con el cálculo diferencial, y la mecánica lo que facilitaba que se estudiaran con más tranquilidad.

Las notas no cambiaron mucho después de la reunión del Consejo del Colegio del 7 de enero de 1782. En resumen las notas de 1782 a 1786 fueron

Notas de 3 y 5 de agosto y de 16, 17, 20 y 22 de diciembre de 1782				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	3 (11 %)	3 (22 %)	12 (67 %)	0 (0 %)
Segundo	9 (27 %)	12 (37 %)	11 (33 %)	1 (3 %)
Tercero	11 (33 %)	12 (37 %)	7 (21 %)	3 (9 %)
Aritmética	30 (27 %)	43 (39 %)	26 (23 %)	12 (11 %)

Notas de 11, 14, 15, 16, 17 y 18 de agosto y de 19, 20 y 22 de diciembre de 1783				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	4 (14 %)	12 (41 %)	12 (41 %)	1 (4 %)
Segundo	8 (24 %)	20 (61 %)	4 (12 %)	1 (3 %)
Tercero	24 (29 %)	34 (42 %)	15 (18 %)	9 (11 %)
Aritmética	16 (25 %)	36 (55 %)	13 (20 %)	0 (0 %)

Notas de 19, 20, 21 y 22 de julio y de 17, 18, 20, y 24 de diciembre 1784				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	4 (14 %)	19 (65 %)	6 (21 %)	0 (0 %)
Segundo	11 (19 %)	24 (42 %)	20 (35 %)	2 (4 %)
Tercero	14 (21 %)	27 (41 %)	17 (26 %)	8 (12 %)
Aritmética	6 (30 %)	12 (60 %)	2 (10 %)	0 (0 %)

Notas de 8, 9, 11, y 14 de julio y de 20, 21, 22, y 23 de diciembre de 1785				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	6 (12 %)	22 (44 %)	21 (42 %)	1 (2 %)
Segundo	8 (15%)	23 (44 %)	21 (41 %)	0 (0 %)
Tercero	2 (5 %)	19 (44 %)	19 (44 %)	3 (7 %)
Aritmética	7 (25 %)	17 (50 %)	8 (19 %)	2 (6 %)

Notas de 15, 17, 18, 19, y 20 de julio y de 19, 20, 21 de diciembre de 1786				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	9 (16 %)	27 (48 %)	18 (32 %)	2 (4 %)
Segundo	4 (14 %)	9 (31 %)	16 (55 %)	0 (0 %)
Tercero	6 (17 %)	17 (48 %)	10 (29 %)	2 (6 %)
Aritmetica	8 (21 %)	18 (49 %)	10 (27 %)	1 (3 %)

Los resultados mejoraron porque disminuyó el número de atrasados. Pero el cambio fue menor a lo que parece, porque se mandaba repetir a cadetes calificados de medianos[245]. Además aumentaron bastante los no evaluados por haberse incorporado tarde a la clase en el grupo de aritmética.

Se planteaban formas de recuperar los conocimientos para los cadetes que se atrasaban. Así, en 1782 se mandó a los medianos de tercero que pasaron a segundo que fueran a las clases de aritmética por la tarde, y, en agosto de 1784, a siete cadetes "medianos" de segundo se les dio dos meses para volver a examinarse "porque pueden estar más adelantados" (*Actas*, v. II, f. 416 r) y en octubre se les volvió a examinar. En 1783, en los exámenes de agosto, a 3 cadetes medianos de 1º y a uno de 2º se les dio tres meses para recuperar lo que no dominaban con la amenaza de que si no lo hacían bajarían a la clase inferior, y en agosto de 1786 se planteó una solución parecida con tres cadetes que estaban en aritmética en agosto y con cuatro en diciembre. Esas pruebas de recuperación servían también para examinar a los que por enfermedad u otras razones no habían podido acudir en las fechas oficiales. A los que sacaban unas notas por debajo de su capacidad se les reprendía por sus resultados. Incluso se dio el caso de arrestar a un cadete por las malas notas:

> "sub-brigadier Dn Francisco Granados que está en la segunda se le pusiera unos días en el cuarto de arresto por poder estar más adelantado según su talento y tener obligación de dar ejemplo en su aplicación por su empleo" (*Actas*, v. II, f. 384 r.).

---

[245] En concreto, repitieron 1 mediano de primero y 3 de tercero en agosto y 1 de segundo y 1 de tercero en diciembre de 1782. En agosto de 1783 tuvieron que repetir 14 en tercero y los atrasados fueron sólo 8 y en diciembre repitieron 3 para sólo un atrasado. En diciembre de 1784 repitieron seis en tercero y los atrasados fueron sólo dos. En 1785 sólo fueron dos los medianos que repitieron, pero en 1786 la mayoría de los repetidores habían sido calificados de medianos. Todos los resultados se han tomado de las actas de los correspondientes Consejos de exámenes del libro de *Actas.*

Si los malos resultados se repetían el cadete debía abandonar el Colegio. Por ejemplo, tras haber repetido tres veces, en agosto de 1783 el Consejo decidió que el "artillero Josef Gilbert no es apropósito para los estudios" (*Actas*, v. II, f. 398 v.) y se pueden encontrar en las actas muchos ejemplos más.[246]

Giannini era el principal responsable para las notas de los cadetes. Pero, su autoridad no era completa. Cuando había diferentes opiniones el inspector era quien tenía la última palabra. Por ejemplo, en diciembre de 1785 no hubo acuerdo sobre las notas de varios alumnos de geometría. Se pusieron las que proponía Giannini, que era la autoridad en la materia, paro la mayoría del Consejo no estaba de acuerdo y se pidió la decisión a Lacy, quien mandó repetir el examen. Repitieron el examen el 2 de enero y se decidió que aprobaran todos menos uno, "encargándose el Segundo Profesor en cuya clase están de hacerlos repasar las materias de este examen" (*Actas*, v. II, f.444 v). Giannini no está totalmente de acuerdo, pero "el Primer profesor se ha conformado con el parecer del Consejo" (*Actas*, v. II, f. 444 v.).

También se premiaban los buenos resultados, pero menos entusiastamente que en las Academias de Artillería de Cádiz o Barcelona, o en la Academia de Matemáticas de los ingenieros, en las que se celebraban actos públicos con la presencia de las principales autoridades y se daban medallas a los mejores alumnos. En el Colegio de Segovia los premios eran más raros y consistían en una caja de matemáticas, o, sobre todo, en un cordón para poner en el uniforme. Las recompensas principales estaban relacionadas con la propia carrera militar. Los buenos alumnos

---

[246] En diciembre de 1784 se acordó avisar al conde de Lacy que dos cadetes de aritmética tras dos años siguen mal y "poco se puede esperar" de ellos, por lo que piden que se retiren. En la reunión de 28 enero 1785 se informó que el inspector está de acuerdo con que se pida a sus padres que los recojan "respecto ser muy corto su talento y aplicación y las pocas esperanzas de que aprovechen" (*Actas*, v. II, f. 425 v).

eran los brigadieres y sub-brigadieres de la compañía. El premio principal era ser nombrado sub-teniente.

Giannini continuó redactando su *Curso matematico* y en el año 1782 se publicó el segundo volumen. Ese tomo tiene tres partes. En la primera se estudia el álgebra. En la segunda se trata de la resolución de las ecuaciones, viendo la solución algebraica de las de segundo, tercer y cuarto grado. Luego se estudia varias curvas partiendo de sus ecuaciones y al final, se estudian las series y la resolución general de ecuaciones. La tercera parte de la obra está dedicada a resolver problemas.[247]

En el libro de *Actas* del Consejo aparecen varias incidencias, principalmente pagos relacionados con este tomo. En marzo realizó un primer pago a la imprenta, pues en la reunión de 23 de marzo de 1782, "se sacaron del fondo de dotación seis mil reales de vellón que se entregaron al primer profesor Dn Pedro Giannini a cuenta de la impresión del segundo tomo del curso de cuya cantidad se dejó recibo en la caja" (*Actas*, v. II, f. 376 v.). El pago se completó con el dinero que se le libró el día 22 de agosto, según se dijo en la Junta de 5 de septiembre de 1782. También se libraba dinero para comprar papel para el tercer tomo, que luego se dedicó al tomo de *Practicas de Geometría y Trigonometría* El tomo tercero no se publicaría hasta 1795.

Giannini se encargaba de llevar las cuentas del dinero conseguido por las ventas de sus libros. Ese dinero se pasaba periódicamente a las cajas del Colegio. Por ejemplo, en las actas de la reunión del Colegio de 3 de mayo de 1782 Baltasar Ferrer, que era el encargado de las cuentas, informó de los ingresos diciendo: "a lo que se añade 2069 reales y 6 maravedíes importe de 56 ejemplares del primer tomo del curso "[248]. El año siguiente, en el Consejo del Colegio celebrado el

---

[247] Este libro se estudia en el capítulo sexto de este trabajo.

[248] *Actas* (v. II, f. 378 v). Es decir cada ejemplar del tomo I costaba algo menos de 37 reales.

24 de julio de 1783 se hizo balance del costo del tomo 2 del *Curso Matemático*. Al presentar Baltasar Ferrer las cuentas de "Dotación" informó que "el importe de la impresión y encuadernación del 2º tomo del curso que es 19.485" (*Actas*, v. II, f. 399 r.). También en los ingresos, el total lo halla "añadiendo el importe de 102 tomos segundos y 66 primeros de dicho curso repartidos a los caballeros cadetes que es 3.870" (*Actas*, v. II, f. 399 r). Durante 1783 se siguió adelantando fondos para la impresión del siguiente tomo[249].

El tomo II del Curso de Matemáticas fue reseñado en el *Giornale de' Letterati* (1783, Pisa, v. 59, p. 138-143), diciendo que era el "secondo

GIORNALE
DE' LETERATTI
TOM. XLIX.
ANNO MDCCLXXXIII.
ALL' ALTEZZA REALE
DI
PIETRO LEOPOLDO
ARCIDUCA D' AUSTRIA
G. DUCA DI TOSCANA, ec.

IN PISA MDCCXXXIII.
PRESSO IACOPO GRAZIOLI
Con Licenza de' Superiori

138

ARTICOLO VI.

Curso Matematico para la enseñanza de los caballeros Cadetes del Real Colegio militar de artilleria; por Don Pedro Giannini Professor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bologna; Tomo II. Segovia 1782. en la oficina de D. Antonio Espinosa.

Abbiamo dalla Spagna il secondo Tomo del Corso Matematico del Sig. D. Pietro Giannini di Pescia professore di sintesi e d' analisi nell' Instituto de' Cadetti artiglieri di Segovia. Per fare un giusto estratto del presente tomo, il quale potesse dare un adequata idea al Lettore del merito di quest' opera, bisognerebbe almeno riportare i dati di tutte le proposizioni, che in essa si contengono (essendo la medesima divisa in tante proposizioni) e ciò non ostante si lascerebbero gli studiosi col desiderio di vedere le dimostrazioni per quello, che spetta a teoremi, e le

[249] Así, el "día 6 de Noviembre se sacaron del fondo de dotación 9.000 reales que se entregaron a Don Pedro Giannini para gastos de la impresión del curso" (Actas, v. II, f. 403 v) y el 30 de noviembre de 1783 se le dieron 3000 reales más "que ha pedido el impresor Antonio Espinosa a cuenta de la impresión del tomo actual del Curso" (Actas, v. II, f. 403 v).

tomo del Corso Matematico del Sig. D. Pietro Giannini di Pescia, professore di sintesi e d'analisi nell'Instituto de' cadetti d'artigleri di Segovia." (p. 138). Se explica su contenido, diciendo que en los dos primeros libros se nota la influencia de Barrow y comentando en particular la forma de exponer el desarrollo del binomio de Newton para exponentes fraccionarios. Se da una serie de matemáticos Newton, Clairaut, Maclaurin, Saunderson, Wolff, Simpson, Bezout y Euler que han trabajado estos temas y se dice que Giannini los reduce a principios más generales. Acaba alabando al autor "el cual también en este tomo segundo no se ha ahorrado ninguna fatiga para reunir juntas los métodos más famosos y los teoremas más útiles de los antiguos y de los modernos analistas, además de haber, enriquecido su obra de una multitud de ejemplos, para una mejor comprensión y mejor ilustración de los dichos teoremas"[250].

No se han encontrado referencias a esta publicación en revistas españolas.

Giannini continuó encargándose de la biblioteca, aunque desde 1782 comenzó a contar con ayuda. En la reunión del Consejo del Colegio de 7 de abril de ese año, Jorge Guillelmi, que era el teniente de la compañía recordó que: "según [...] las Reales Ordenanzas de este Colegio le corresponde encargarse y cuidar de los libros e instrumentos en compañía del Profesor que señalare el Excmo. Sr. Director" y explicaba las órdenes de Gazola encargando de la biblioteca a Giannini cuando se trasladó Vimercati al Ferrol. El 1 de mayo de 1782 llegó la respuesta de Lacy "nombrando al profesor Pedro Giannini para que con el teniente de la Compañía se encarguen y cuiden de la mencionada biblioteca" (*Actas*, v. II, f. 378 r.). En adelante hasta el final del siglo XVIII los encargados de

[250] "Il quale anche in quello secondo Tomo non ha risparmiata fatica alcuna per riunire insieme i metodi più celebri, e i teoremi piu utili sì degli antichi, che de' moderni analisti, oltre l'avere per più facile intelligenza e per maggiore illutazione de' detti teoremi arricchita la sua opera d'una quantità d' esempi" (*Giornale*, 1783, v. 59, p. 143).

la biblioteca y los instrumentos serán Giannini y el teniente de la compañía. Lacy recordó también la obligación de hacer anualmente los catálogos correspondientes de libros e instrumentos en una carta que se leyó en el Consejo celebrado el 30 de noviembre de 1783 (*Actas*, v. II, f. 404 r.).

Durante el año 1784 no hubo grandes sobresaltos en el Colegio. Se terminó de completar el claustro de profesores aumentando su número para adecuarlo al aumento de cadetes. También se acabó la impresión del libro de de *Practicas de Geometria y Trigonometria* (Segovia, 1784). Se libraron también los últimos pagos a la imprenta: consistente en 13.582 reales y 12 mrs. que se entregaron a D Pedro Giannini para pagar el resto de la impresión del tomo de *Practicas* (*Actas*, v. II, f. 408 v/ 409 r). También se libraban fondos para el *Tratado de Artillería* de Morla. El tomo de Giannini estaba muy avanzado y el 16 febrero 1784 el conde Lacy "manda se satisfaga el tomo de prácticas con las formalidades que correspondan" (*Actas*, v. II, f. 408 v.).

Sobre el coste del tomo, al discutir las cuentas anuales el 10 de septiembre de 1784, el responsable Baltasar Ferrer informó de que "el importe de la impresión de tomo de practicas que ha sido 21.582". En las entradas aparece de nuevo el dinero de los libros de matemáticas vendidos que era "el importe de 48 tomos primero 48 segundo y 101 de prácticas del curso entregados a los caballeros cadetes y vendidos que es 2δ504"[251].

La aparición del tomo de *Practicas de Geometria y Trigonometria* en la imprenta de Antonio Espinosa de Segovia fue comentada en Italia. El *Giornale de' Letterati* (t. 16, año 1784, p. 267-268) publicado en Pisa, que era el periódico culto más importante de la Toscana, en el apartado "Novelle Letterarie", publicaba una reseña titulada "Segovia. Practica de Geometia y trigonometria" en la que se dice que es el tercer tomo del *Curso* de Giannini, que está escrito

[251] En reales. Se ha prescindido en estas cantidades de los maravedíes.

en español y que la impresión es de calidad, además de explicar su contenido. El artículo acaba alabando al autor: "Esta obra enriquecida de muchas secciones será leída siempre con utilidad y placer por todos aquellos que de la especulación de las matemáticas sencillas quieran pasar al uso y a la práctica de las mismas, al mismo tiempo que da claramente a conocer cuánto vale nuestro autor, también en la práctica de las ciencias más sublimes"[252].

La reseñaron igualmente en *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti: tratti dagli atti delle accademie,* en el Apéndice sobre "Libri Nuovi" (Milan 1785, p. 7), y en Roma en *Efemeridi litterarie di Roma* (Roma, 1785, v. 14, nº 9 p. 71-72). De nuevo, no hay noticia de ella en las publicaciones españolas.

Practicas de Geometría y Trigonometría (Segovia, Espinosa, 1784) complementaba los dos tomos anteriores y facilitaba su utilización en la práctica. Tiene cinco partes. En la primera se explican los instrumentos para medir ángulos, en la segunda se ven los métodos para hallar distancias, en la tercera la forma de levantar planos, y medir superficies, en la cuarta la forma de medir volúmenes, y en la quinta la nivelación. Además contiene unas tablas de logaritmos y otra de senos y tangentes. También se incluyen unas listas con las equivalencias de los pesos y medidas de las principales ciudades de Europa. En este libro se comprueba que Giannini además de ser un matemático riguroso partidario de los métodos geométricos griegos y del cálculo diferencial, era un buen geómetra práctico.[253]

En este año de 1784 se ha encontrado una noticia sobre Giannini que, excepcionalmente, no trata de cuestiones profesionales o científicas. Según la *Gazzetta Universale Num. 78* publicada el 28

---

[252] "Quest'Opera arricchiita di molti rami serà sempre letta con utililità e piacere de tutti quelli, che dalla speculazione delle semplici mattematiche vorranno passare all'uso ed alla pratica delle medesime, nel tempo stesso, che fa chiaramente conoscere quanto vaglia il Ch. Nostro Autore ancora nella pratica delle Scienze le piu sublimi." (*Giornale*, 1784, p. 268).

[253] Está estudiado en el capítulo séptimo.

de septiembre de 1784, en la semana anterior se había celebrado un banquete en Segovia al que habían asistido diverso personajes distinguidos, entre ellos el "celebre Mattematico D. Pietro Giannini Toscano". La noticia fue que después de comer salieron a pasear y la casa se derrumbó, con la suerte que no hubo daños personales.

En estos años Giannini siguió participando activamente en las propuestas de profesores. Así, al prever que el mes de abril de 1784 no iba a impartir sus clases, probablemente para dedicarse a la impresión del Tomo de *Practicas,* comunicó en la reunión del Consejo de 20 marzo que: "dejaba encargada su clase durante su ausencia al Ayudante de la Academia D. Juan Munarriz" (*Actas*, v. II, f. 411 r.), que debía ser su ayudante de confianza. Otra cuestión relacionada con las sustituciones que se discutió en 1784 fue como cubrir las sustituciones cortas, las "guardias" se llamarían ahora, que tenían que hacerse para sustituir profesores con enfermedades leves o ausencias puntuales. En la Junta de 16 febrero se propuso que, cuando faltara algún profesor, le sustituyera un ayudante o cadete brigadier, en lugar de oficiales no relacionados con la enseñanza.

Las materias tratadas más frecuentemente en los Consejos del Colegio durante los años 1784 a 1787, como en los anteriores, fueron temas como las papeles de nobleza de los demandantes de una plaza, las admisiones de nuevos cadetes, y los nombramientos de subteniente de los cadetes que terminaban y la presentación de las cuentas de pan y prest (comidas u otros gastos corrientes) o de dotación del centro. Temas en los que normalmente Giannini no intervenía.

Tampoco solía intervenir Giannini en las cuestiones de disciplina, Por ejemplo, en el Consejo del 14 de marzo de 1785 "de acuerdo con el Primer Profesor D. Pedro Giannini" el Consejo nombró Ayudante de la Academia a Cándido Elgueta, que era profesor de fortificación (*Actas*, v. II, f. 427 v). Como no había ningún oficial para remplazarle en la fortificación solicitó Elgueta,

en abril, continuar con las dos clases. Lacy se felicita por su celo. Debió ser un exceso de celo, porque pronto tuvo problemas de disciplina en sus clases y un enfrentamiento con Mariano Gil, que luego fue famoso como profesor de la Academia Militar abierta durante la Guerra de Independencia; pero que entonces era un cadete brillante, aunque no muy disciplinado. Se discutió en la reunión del Consejo del Colegio de 5 de abril de 1785 sobre ese enfrentamiento. En la reunión de 30 de agosto de 1785 volvió a discutirse de indisciplina por el comportamiento de varios cadetes en una salida nocturna, se dispersaron contraviniendo las órdenes del oficial responsable. Fue arrestado un cadete que protestó diciendo "que aquello era tratarlos como niños"[254], cuando les reunieron para regañarles. En este caso el enfrentamiento fue con Alaba, Barnechea y Ferrer y se quejaron los profesores de la falta de efectividad de los brigadieres. (*Actas*, v. II, f. 437 v). En esas discusiones sobre la disciplina en el Colegio Giannini intervino en algunos casos en los que se discutía también el rendimiento escolar del cadete.

En las admisiones en el Colegio, igualmente, Giannini no solía intervenir, salvo cuando había que juzgar la preparación de candidato. Por ejemplo, en la reunión de 5 de abril de 1785 se le pidió juzgar la capacidad de un artillero para seguir los cursos. Giannini lo examinó y, en este caso, dijo que se podía aceptar.

En el verano de 1785 Giannini estuvo enfermo. No era muy normal. En el acta de la reunión del Consejo de 28 de junio de 1785 se dice que "faltó el Primer Profesor Pedro Giannini por estar enfermo", explicando que el "Primer Profesor indispuesto de un golpe que ha dado desde una caballería" (*Actas*, v. II, f. 433 r.). Faltó también a las reuniones dedicadas a exámenes celebradas los 8, 9, 11 y 14 de julio de 1785, pero volvió a participar en la del 28 de ese mes.

---

[254] *Actas* (v. II, f. 437 v). Típico comentario de alumno adolescente, que se sigue oyendo en el Bachillerato.

Como se ha comentado, el sueldo de Giannini como Primer Profesor era inferior al de sus antecesores. A finales de 1786 se planteó una discusión en el Consejo del Colegio sobre dicho sueldo, que se prolongó durante los primeros meses de 1787. Comenzó con una carta de Lacy leída en la reunión del Consejo celebrada el 22 de diciembre de 1786 en la que "viene extractada una orden del Rey en que manda que a Don Pedro Giannini Primer Profesor de Matemáticas en la Academia Militar del Colegio de Artillería de Segovia se le complete el sueldo anual de 12.000 reales y se le satisfaga este haber por tesorería general en lugar de los 9.600 que disfruta cuya gracia se ha servido concederle en atención a sus méritos y desempeño de aquel cargo" (*Actas*, v. II, f. 461 r.). De esta carta se deduce que en una fecha que no se ha podido encontrar el sueldo inicial de Giannini de 8000 reales al año se había subido a 9600, que era el sueldo que se le había fijado a Eximeno, y que estaba en la R. O. de 7 de mayo de 1764. Ante esta segunda subida de sueldo, algunos miembros del Consejo debieron poner reparos porque temían que incidiera en el dinero disponible en el Colegio para otros gastos. En el Consejo del Colegio de 17 febrero 1787 Baltasar Ferrer, responsable de la cuenta de dotación, explicó que los 800 reales que estaba cobrando Giannini provenían 450 de una gratificación que tenía y 350 de lo que la tesorería daba al Colegio para completar su sueldo. Algunos oficiales temían que los 450 de la gratificación no se dieran al Colegio si moría Giannini o si se le asignaba otro puesto. Giannini justificó sus ganacias diciendo que los 800 reales estaban señalados al Primer Profesor por una Real Orden de 1764 y que la gratificación era por una orden de Gazola dada el 29 de octubre de 1777. Se envió toda la información al inspector para que decidiera.

El 26 de febrero de 1787 se celebró otra reunión a la asistieron todos los miembros del Consejo menos Giannini para

tratar del tema. En ella el Secretario informó de todo lo que tenía en los archivos respecto a nombramientos y sueldos de los primeros profesores. Le faltaban los del "P. Eximeno y D Lorenzo Lasso que puede estar en la comandancia" (*Actas*, v. II, f 464 v). Explicó que había hecho el estudio porque algunos vocales del Consejo le habían dicho que iba a bajar el caudal del centro. Vistos los documentos, no entendía por qué Giannini había recibido 350 reales mensuales, ni cómo el 30 de octubre de 1777 al ser nombrado primer profesor no reclamó más. Eximeno había cobrado 800 reales al mes, porque no tenía otro sueldo. Los primeros profesores posteriores habían tenido 450 reales de gratificación además de su sueldo como oficiales. 350 reales fue el complemento del segundo Profesor después de que Gazola se lo subiera de los 300 primeros al entrar Giannini. Recordaba también que Pedro Giannini decía que su sueldo volvería al Colegio si faltaba.

Enterado de la cuestión. el inspector dijo que lo iba a estudiar, No lo debió de decidir en un periodo breve de tiempo. Por la falta de repercusiones, parece que la resolución final fue que el sueldo pasara a depender por completo del Colegio.

Otro tema que se discutió a comienzos de 1787 y que corresponde a las materias que llevaba Giannini era el significado de la nota "mediano". El inspector escribió una carta criticando la forma de usarla, que se leyó en la reunión del Consejo de 26 de febrero de 1787 en la que se decía:

> "Con la nota de medianos hay unos que siguen el curso y otros que retroceden confundiéndose estos con los que se hallan con la nota de atrasado, y además de que ese método es confuso se implica en las expresiones porque a todos los medianos han de considerarse inaptos para seguir o solo a los atrasados, y aunque no dude del honor y conciencia [...] se debe aclarar este punto en términos que el atraso o adelantamiento de cada uno sea consecuente a sus resultados" (*Actas*, v. II, f. 464 r.).

Vistas las notas de los años anteriores, la observación de Lacy era completamente pertinente. Además surtió efecto en 1787 las notas fueron:

Notas de 13, 16, 17, 18 de julio y de 14, 15, 16, 18 de diciembre de 1787				
Curso	Sobresaliente	Bueno	Mediano	Atrasado
Primero	4 (17 %)	10 (42 %)	9 (37 %)	1 (4 %)
Segundo	6 (18 %)	10 (30 %)	14 (43 %)	3 (9 %)
Tercero	3 (6 %)	21 (44 %)	16 (33 %)	8 (17 %)
Aritmetica	10 (17 %)	31 (53 %)	12 (20 %)	6 (10 %)

El número de atrasados aumentó, pero el Consejo mandó repetir solamente a los atrasados, no a los calificados de medianos.

En los años posteriores Giannini se siguió encargando de las propuestas de nombramiento de profesores ayudantes. Cuando se trataba de encontrar sustitutos para los cursos de fortificación o artillería solía intervenir frecuentemente porque eran profesores que estaban trabajando ya de ayudantes de un grupo de matemáticas. Pero no parece que fuera de su responsabilidad. En el acta del Consejo de 29 de marzo de 1787, por ejemplo, se dice que se debía nombrar una comisión para proponer nuevos profesores de fortificación y artillería. La formaron Morla y Guillelmi, y no entró Giannini. Eso parece indicar que Giannini no era el responsable de esas propuestas como lo era para los profesores de los cursos de matemáticas.

Diez años después de su nombramiento parece evidente que Giannini se encontraba aislado. Las relaciones de Giannini con sus compañeros debieron ser correctas, pero sin camaradería. Sus contactos con la sociedad segoviana fueron escasos. No se ha encontrado ninguna persona con la que tuviera amistad. Tampoco se relacionó con las instituciones culturales segovianas. La Real Sociedad Económica de los Amigos del País de la Provincia de Segovia fue fundada en 1780. Entre sus miembros más activos

estuvieron varios profesores de matemática del Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería. En las *Actas y Memorias* de 1785 figuran como socios Vicente Alcalá Galiano, Isidoro Gómez, y Atilano Fernández, Más tarde ocupó el puesto de secretario de la Sociedad el también artillero y profesor de matemáticas Juan Manuel Munarriz. Incluso, en la lista de socios de 1795 figura "Luis Proust profesor de química en el Real Laboratorio de esta ciudad" (*Actas de la Sociedad* 1795) El que no figura entre los socios en ningún año es Pedro Giannini[255]. Resulta sorprendente y sólo puede explicarse por el carácter retraído de Giannini. Era una Sociedad ilustrada, interesada en las ciencias aplicadas y localizada en la ciudad en la que residía. Además varios compañeros del Colegio pertenecían a ella y Giannini colaboró con ellos en trabajos que realizaron para la Sociedad Económica. Según un extracto escrito por Vicente Alcalá Galiano titulado "Electricidad médica"[256] Giannini ayudó en un experimento para curar a Manuel González, vecino de Armuña, que llevaba cinco años "paralítico e imposibilitado para manejarse por sí solo" (*Actas de la Sociedad,* 1785, p. 85). "usando del baño eléctrico, y sacando después las chispas por medio del excitador, como previene el Señor Maudit" (*Actas de la Sociedad,* 1785, p. 86). También colaboró y asesoró a la Sociedad en la creación de una Escuela de Dibujo y en el intento de crear en Segovia un centro coordinador de observadores meteorológicos a nivel nacional, que introdujera a nuestro país en la red europea que se había promovido desde la Sociedad Palatina de Mannheim. En esa tarea los conocimientos y contactos de Giannini en Europa fueron decisivos. Así lo reconoce Alcalá Galiano en una solicitud que dirigió a Floridablanca de 1 de

---

[255] El papel de los profesores de matemáticas del colegio en la Sociedad fue importante y como tal ha sido estudiado por García Hourcade y Vallés Garrido (1992).

[256] Publicado en las *Actas y Memorias de la Real Sociedad Económica* (1785, p. 85-89).

octubre de 1785, pidiendo que se creara esa red de observatorios y se estableciera un centro coordinador ubicado en Segovia:

> "Pretendo que se dirijan a Segovia, porque no es fácil que se encuentre en otro pueblo de España un Matemático como el Profesor 1º de esta Academia Don Pedro Giannini, quien no dudo trabajará conmigo sobre esta materia, para la cual se necesita ciertamente la mayor soltura y expedición en el cálculo, y una cierta sagacidad y perspicacia que con toda verdad puedo decir no las ha encontrado en ninguno comparables a las de este Sabio Profesor" (García Hourcade, 2002, p.150).

También agradecía Alcalá Galiano a Giannini su ayuda para conseguir una versión actualizada del libro de Toaldo en el "Prólogo del traductor" de su traducción de la *Meteorología* de dicho autor:

> "Y para que saliese mi trabajo con toda la perfección que fui capaz de darle, pedí a mi amigo y señor Don Pedro Giannini Profesor Primero de esta Real Academia que se sirviese escribir a Italia, manifestando el pensamiento al Señor Toaldo, y suplicándole tuviese a bien comunicarnos las adiciones que considerase útiles para publicarlas, según se hace"[257].

Tal vez, las relaciones personales de Giannini con Alcalá Galiano fueran menos frías que con sus restantes compañeros. De todas formas, resulta reconfortante, ver que alguien trataba a Giannini de amigo en Segovia.

En estos casos se observa que Giannini sirvió de intermediario entre el Colegio y sus profesores y los círculos científicos de otros países de Europa. Pero no parece que se relacionara con los círculos españoles de personas interesadas en las ciencias. No se implicó en la vida científica española, mientras que trataba de mantener sus relaciones con los científicos de otros países. En 1790, o

---

[257] Toaldo *La Meteorología aplicada a la agricultura* (1786, p. V) en García Hourcade (2002). La edición original fue en 1775 lo que da una idea de que las relaciones entre el Colegio de Artillería y otros centros científicos europeos eran fluidas.

EPHEMERIDES
NAUTICAS,
OU
DIARIO ASTRONOMICO
PARA O ANNO DE 1792.
CALCULADO
PARA O MERIDIANO DE LISBOA,
E
PUBLICADO POR ORDEM
DA
ACADEMIA REAL DAS SCIENCIAS,
POR
CUSTODIO GOMES DE VILLAS-BOAS,
SOCIO DA MESMA ACADEMIA.

LISBOA
NA OFFIC. DA MESMA ACADEMIA REAL.

149

Luis de Vasconcellos e Souza, Prelado da Mesa do Desembargo do Paço, *á calçada da Gloria.*
D. Fr. Manoel do Cenaculo, Bispo de Beja, do Conselho de S. Magestade, *em Beja.*
Manoel Gomes de Lima Bezerra, Cirurgiao Honorario da Casa Real, das Academias das Sciencias, e Medicina de Madrid, e da de Sevilha, e Medico, *em Paris.*
Manoel Joaquim de Mello, Lente Substituto da Faculdade de Mathematica, *em Coimbra.*
Manoel Joaquim Marreiros da Costa, Medico, *em Villa-Real.*
D. Miguel Antonio de Mello, *em calçada de Santa Antonia.*
Miguel Pereira Pinto, Desembargador da Relaçaõ do Porto.
Pedro Caldeira Soares, Ajudante Engenheiro, Professor de Desenho na Real Academia da Fortificaçaõ, *em Moçambique.*
Pedro Giannini, do Instituto de Bolonha, e primeiro Professor do Real Collegio Militar da Marinha, *em Segovia.*
Serafim Francisco de Macedo, Philosopho, *em Cachoeira no pé da Serra.*
Simaõ Pires Sarmento, *em Nazareth.*
Thomaz Lourenço Vieira, *em Thomar.*
Thomaz Antonio de Villa-Nova Portugal, *e Del Pedro de Alcantara.*
Vicente Coelho Seabra, *em Coimbra.*
Vicente José Ferreira Cardozo, Graduado em Leis, e Juiz de Fóra do Porto, *em Porto.*

D.

algo antes, entró como "Correspondente do numero" en la Academia Real das Sciencias de Lisboa. Esta era una sociedad prestigiosa de la que fueron socios extranjeros Juan Bernoulli, Lagrange, Jussieu, Condorcet. Correspondientes españoles además de Giannini fue el marino Tofiño. En las *Ephemerides Nauticas ou Diario Astronomico para o ano de 1792 calculado para o meridiano de Lisboa e publicado por ordem da Academia Real das Sciencias por Custodio Gomes de Villas-Boas* (p. 149) figura como socio "Pedro Giannini do Instituto de Bolonha, e primeiro professor do Real Collegio Militar da Marinha em Segovia".

De su actividad en el Colegio de Artillería de Segovia no se tiene buena información a partir del año 1788. Los libros de Actas del Consejo del Colegio que se conservan acaban en diciembre de 1787. Sólo se conservan algunas actas de reuniones posteriores del Consejo en el Archivo General de Simancas o en el Archivo General Militar de Segovia.

Última etapa de Giannini en el Colegio de Artillería (1794-1803)

La falta de documentación hace difícil saber con detalle cuál fue la actuación de Giannini durante los últimos años de estancia en el Colegio de Artillería de Segovia. Sin embargo los datos que se han conseguido son suficientes para decir que sus tareas no cambiaron, aunque su relación con la dirección del Colegio debió empeorar.

Pidió y consiguió ser nombrado Comisario de Guerra en 1794. Su posición en el Colegio de Artillería de Segovia seguía siendo excepcional quince años después de su incorporación. No pertenecía al arma de artillería y no aparecía en las relaciones de personal de la artillería con destino en Segovia que se hacían periódicamente. Por ejemplo, en el Consejo celebrado el 23 de agosto de 1794 se presentó una "Relación de oficiales y demás individuos de la Compañía de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería existente el presente mes de agosto de mil setecientos noventa y cuatro", en la que figuran profesores y mandos de la compañía, pero no está Giannini (AGS GM 5759).

Lacy murió en 1792, y Giannini tuvo menos apoyo de sus sucesores[258]. Tal vez fue esa falta de apoyo junto con la indefinición de su situación lo que le llevó a pedir una comisaría de guerra[259] el 22 de julio de 1794. En un informe elaborado el 30 de agosto de 1794, que se titula: "Dn Pedro Giannini Primer Profesor del Real

[258] Su sucesor en la dirección de la artillería fue Manuel Negrete y Latorre conde del Campo de Alange, Nació en Reinosa en 1736 y murió en París en 1818. Fue embajador de Carlos IV en Viena y Lisboa; y políticamente afecto a Godoy. Fue nombrado en 1792 y, dejó el cargo en 1795. Luego fue colaborador de José I, abandonó con él España y murió en París. Su sucesor fue en 1795 Martín Alvarez de Sotomayor, conde de Colomera Nació en Lucena, entró en el ejército y participó en el bloqueo de Gibraltar entre 1779 y 1782. Después desempeñó el cargo de capitán general de Navarra en 1794. En 1795 fue nombrado inspector de la artillería real, pero dejó el cargo en 1797. Fue del Consejo de Estado en 1808. Prestó juramento a José Bonaparte. En 1814 se retiró de la vida pública y murió en Madrid en 1819. Le sucedió en 1797 Juan Vicente Güemes y Padilla, que nació en La Habana en 1738. Fue teniente General y virrey de Méjico. Murió en Madrid en 1799. El siguiente, Antonio Cornel Ferraz, que fue un militar y político ilustrado, ocupó el cargo poco tiempo. Fue gobernador de Lérida y Capitán General de Mallorca. Le nombraron ministro de guerra en 1799, pero no era partidario de Godoy y fue separado de sus cargos. Participó en la defensa de Zaragoza en 1808 y fue miembro de la Junta Suprema en 1811 enfermó y se retiró a Mallorca. Murió en Valencia en 1821. En 1799 fue nombrado José Ramón de Urrutia y de las Casas (Zalla, 1739 - Madrid, 1803). Había estudiado en la Academia Militar de Matemáticas de Barcelona. Estuvo en Méjico. Participó en la toma de Menorca y en el sitio de Gibraltar, donde fue herido de un balazo. Hizo una visita informativa por diversos países de Europa y luego participó en la Guerra de la Convención. Llegada la paz, el Rey le nombró Capitán General de los Reales Ejércitos, Ingeniero General del Ejército, Consejero del Tribunal Supremo de Guerra y Comandante General interino del Real Cuerpo de Artillería. Murió en Madrid en 1803. Le sucedió el mismo Godoy.

[259] Según la Real Academia el comisario de guerra era "Jefe de Administración militar al cual se encomendaban diversas funciones de intendencia e intervención." Solían depender de de las Secretarias de Guerra y de Hacienda. Entre sus tareas estaba la revista de las tropas, es decir, la inspección que a principios de mes se hacía para comprobar el número de individuos de cada clase que componían un cuerpo militar y abonarles su paga.

Colegio Militar de Segovia solicita una comisaría de guerra" (AGS GM 5759). se informa de los méritos que había logrado en la enseñanza de los cálculos superiores y la mecánica a 270 alumnos del Colegio de Artillería, y en la dirección de las demás partes de matemática por espacio de 18 años. También se aduce la redacción del curso de matemática que servía para las lecciones, con la impresión de tres tomos del mismo curso, y de otras obras que han merecido la aprobación de los sabios; y atendiendo que el difunto conde de Gazola le hizo venir de Italia con promesas de su adelantamiento y que apenas ha disfrutado el sueldo de 12000 reales cuando los profesores primarios de las Academias han tenido a lo menos 18000 y, en atención a que otros Profesores de Matemática ya gozan de una Comisaría de Guerra[260], en conclusión "Pide se digne V. M. conferirle una Comisaría de Guerra". La respuesta fue redactada el 9 de septiembre de 1794 y comunicada al inspector de artillería Campoalange y a la Hacienda Real el 15 de dicho mes. Se resume en la frase: "Concedida sin más aumento de sueldo y debiendo continuar en su empleo de profesor". Esta situación aumentaba las obligaciones de Giannini sin reportarle un aumento de sueldo ni una reducción de jornada. Pero le aseguraba una posición dentro del ejército y le posibilitaba nuevas peticiones.

Un incidente del año 1796 muestra que Giannini debió actuar alguna vez como Comisario de Guerra revisando cuentas del ejército. En ese año se cruzaron varias cartas entre el inspector de artillería Colomera, el ministro de la guerra Miguel José Azanza

---

[260] Dice Giannini en su petición que varios profesores de matemáticas habían sido nombrados comisarios de guerra "así del Real Seminario de Nobles, como de los Reales Estudios de San Isidro, y aún de esta misma Academia". Se ha encontrado a Antonio Rosell profesor de matemáticas del Seminario de Nobles (*Estado Militar de España* 1794 p. 26). Vicente Alcalá Galiano también fue nombrado Comisario de Guerra en 1787 (*Estado Militar de España* 1787, p. 17), pero lo dejó cuando pasó a trabajar para la Secretaria de Hacienda, en *Estado Militar de España* 1794 ya no figura.

y los responsables de hacienda sobre una actuación del comisario Giannini. Al parecer el intendente de Zamora le encargó la revista al 5º batallón de artillería de Segovia en el mes de julio. Giannini envió una nota diciendo que en dicho batallón había ocho músicos que no debían estar en nómina y Hacienda dejó de pagarles los sueldos. Desde Segovia protestaron y el conde de Colomera escribió a Azanza el 21 de octubre de 1796 diciéndole:

> "Excmo. Sr. El Comisario de Guerra Dn Pedro Giannini Primer Profesor del Colegio Militar de Segovia ha querido manifestar ostentación de autoridad en el encargo que se le ha dado por el intendente de Zamora sin mi conocimiento de pasar las revistas al 5º Batallón del Real Cuerpo de Artillería excluyendo de ellas por nota en el extracto del mes de julio último y lo continúa a ocho artilleros de plaza sentada que son músicos / en aquel Departamento"

Explicaba que esos músicos solían tocar para los reyes en San Ildefonso y estaban admitidos por una R. O. de 11 de diciembre de 1789. Añadía que Giannini debía de haberlo sabido y "no excluirlos por su antojo". Además pedía que se le exonerara de pasar revistas "por su genio raro" y porque tenía más obligaciones como profesor de Segovia. Concluía Colomera pidiendo se les abonaran a los músicos sus sueldos. El 7 de noviembre de 1796 se le respondió "que se abonen las plazas de músicos conforme a la real Orden de 11 de diciembre de 89, pero no viene S. M. en que se destine un comisario de guerra a Segovia / sin que ejerza como hasta ahora Giannini" (AGS GM 5760).

Giannini corrigió su anotación, pero Hacienda no se dio por enterada hasta que le dirigieron una orden directa que se trasmitió a Segovia el 31 de enero de 1797 para que incluyeran en nómina los ocho músicos en 5º batallón del Real Cuerpo de Artillería.

El aumento de sueldo que no le habían concedido al nombrarle Comisario de Guerra lo pidió en septiembre de 1796, explicando que ya había impreso el volumen de cálculo diferencial y "que los cuatro tomos del Curso Matemático que ha dado a luz no sólo han

merecido la aprobación de los sabios, sino que se enseñan en países extranjeros / que las partes más dificultosas de las matemáticas, como son los cálculos superiores y la mecánica los han aprendido de él más de 300 caballeros cadetes": Afirmaba que su sueldo era de 12.000 reales mientras que en la marina los profesores ganaban de 18.000 a 30.000 y pedía "sueldo entero de comisario de guerra" (AGS GM 5759).

Junto a esta petición se encuentra un "Informe del conde de Colomera" fechado en "Aranjuez a 10 de febrero de 1796". Este informe contiene la opinión sobre Giannini de los generales de artillería José Autran y Tomás Morla "que hace muchos años que conocen al referido profesor y sabían el método que sigue en el Colegio de Segovia". Sobre la relación entre Morla y Giannini ya se ha comentado que no era buena. José Autran[261] había nacido en Puerto Real en 1733. Estudió en la Academia de Guardia Marinas de Cádiz en la que entró el 11 de noviembre de 1747. El año 1757 pasó al cuerpo de artillería, como subteniente. Participó en la guerra con Portugal de 1762 y en el sitio de Gibraltar de 1782. No parece que hubiera tenido mucha relación con Giannini.

El informe de estos oficiales es negativo. Dicen que "no creen que Giannini viniera a España a componer el curso de matemáticas de Segovia" y "que pretendió entrar en San Isidro y la Marina", antes de que el conde de Gazola le metiera en Segovia "con levísimo sueldo en calidad de Profesor de pretendientes de Artillería" lo que no funcionó, y le nombró profesor del Colegio, separando a Cipriano Vimercati, que era primer profesor y que "en el trueque perdió mucho el colegio". Había conseguido quedarse por orden de Gazola en el Colegio de primer profesor interino. Admiten que ha escrito un tratado que ha sido alabado en varios escritos; pero, para ellos, "la obra no pasa de regular,

[261] Sobre Autran véase Vigón (1947, v. 3, p. 355) y su hoja de servicios AGS GM 410.

no obstante los elogios que él expresa y que dan las Academias con tanta facilidad". En su opinión lo peor es que el tratado "es matemático y no es militar ni artillero" y "que su curso tiene dos defectos capitales: uno dar mucha teórica abstracta y sublime de ninguna o poquísima conexión con dichas dos profesiones y otro carecer de las continuas aplicaciones y ejemplos que debiera haber a los ramos militares en un tal curso*". Ese asterisco final corresponde a una nota al margen del compilador que dice: "*En el curso de matemáticas que compuso y enseñó don Cipriano Vimercati tampoco se halla ejemplo de la aplicación que se puede hacer a la artillería, como sucede con el tratado que ha escrito Dn Tomas Morla si se exceptúa el artículo que trata de las minas, donde se hace algún uso de las ecuaciones inferiores". Por su parte Morla y Autran añaden que el hecho de que "de los muchos discípulos que ha tenido no haya uno que sepa sus cálculos ni geometría" se debía a la falta de aplicación de sus enseñanzas. Morla y Autran criticaban el contenido del tratado porque "el curso de matemáticas no debe ser para astrónomos sino para artilleros". Pero opinaban que como "siempre será conveniente que la nación tenga en su idioma un regular tratado de matemáticas puras. Conviene estrechar a Giannini para que publique el de Mecánica que debía tener ya concluido después de veinte años". Acaban diciendo que "no pueden dejar de exponer cuan necesario hallan variar en Segovia el método de estudios y el plan introducido por Giannini". También critican la forma de evaluar a los cadetes de Giannini, porque van aprobando las materias por exámenes parciales. De esa forma dicen que cuando se examinan de algo ya se han olvidado de la materia explicada en el parcial anterior. Aquí también, el compilador del escrito añade una nota diciendo que con Vimercati sólo se hacía un examen global al final de los estudios (AGS GM 5759).

Sobre el cambio de currículo que proponen Morla y Autran se va a discutir en el capítulo décimo. El inspector consideraba ajustada la

opinión de los oficiales: "Colomera que no dudando de que estos dos generales proceden en su informe con aquel honor y rectitud que es correspondiente [...] no quieren perjudicar a Giannini porque manifiestan que es un matemático regular y que no ha dejado de trabajar en el Colegio nada tiene que añadir". Aunque Colomera no parece muy partidario de Giannini, en la última frase de la cita deja claros los dos puntos fuertes de su trabajo en Segovia: era un matemático hábil y cumplía con sus deberes en el Colegio de Artillería de forma irreprochable. En cuanto a la valoración de Morla y Autran distaba de ser imparcial. Como se ha visto, fue Gazola quien hizo venir a Giannini y quien maniobró hasta conseguir colocarlo en el Colegio de Artillería. No es cierto que con el cambio de Giannini por Vimercati perdiera mucho el Colegio, porque Giannini era mucho mejor matemático.

En la resolución de 4 de agosto de 1796 "S.M. concede a Giannini el sueldo entero de Comisario de guerra encargándole complete el curso de Matemática" y respecto a variar la enseñanza en Segovia pide que se abra un expediente aparte (AGS GM 5759).

Giannini pidió de nuevo 450 reales mensuales más de gratificación en el año 1799. El rey le concedió sólo 350 el 20 de agosto de dicho año. (AGS GM 5761).

No se ha podido saber si era por el sueldo o por la falta de entendimiento con algunos jefes de la artillería; pero Giannini no debía estar ya muy a gusto en Segovia. Eso explicaría el envío de una carta en "San Ildefonso 4 de septiembre de 1797", pidiendo ser trasladado como comisario de guerra a Pamplona. La razón que da es que en los últimos años el clima de Segovia no le iba bien, lo que podría explicar un traslado a la costa mediteranea, pero difícilmente a Pamplona. La respuesta del rey es de 9 de octubre, y dice que no se le dé a Giannini nuevo destino mientras no acabe el libro. El tomo de cálculo diferencial lo había terminado en 1795; pero le faltaba todavía el de Mecánica para completar el *Curso* (AGS GM 5759).

Aunque la falta de documentación no permite tener información detallada de la actividad de Giannini en la década de 1790, por los datos que se han obtenido parece que fue parecida a la que había tenido en los años anteriores. Se preocupó por la adaptación del programa a la situación del reino. La Guerra contra la Convención que comenzó en 1792 obligó a acelerar los estudios del Colegio de Artillería de Segovia. Se movilizaron nuevas tropas para combatir a los franceses y se necesitaban más oficiales para dirigirlas. Desde el gobierno se pidió al Colegio que adaptaran el programa para que los cadetes salieran preparados más rápidamente. Así, el 10 de junio de 1794 el Rey envió una carta pidiéndoles que vieran cómo hacer para que los cadetes tuvieran "en el tiempo de dos o tres meses una instrucción de los tratados que les falta aprender para el completo del curso" y puediesen ser nombrados sub-tenientes. El 17 del mismo mes se celebró un Consejo extraordinario, en el que decidieron dar por la mañana en la primera clase Mecánica en la segunda artillería y por la tarde en grupos de tres o cuatro fortificación de campaña que es lo que les faltaba, mientras el resto tendrían más estudio e instrucción. Giannini aceptó los cambios.[262]

[262] Además tomaron nota de que el rey les decía en su carta que no se cogieran vacaciones para ir más rápido. (AGS GM 5759).

El dos de febrero de 1795 de nuevo se comunicó al Colegio que acelerara los estudios del primer curso: "El Rey ha resuelto que los caballeros cadetes de la clase primera de matemáticas que están estudiando el cálculo diferencial e integral pasen a estudiar la fortificación y que dentro de tres meses empiecen la artillería" dando todo lo que el profesor indique para "la pronta instrucción de esta clase en el ramo puramente militar". En enero de 1796, se propusieron dieciocho cadetes para oficiales, que habían tenido esa programación urgente. La justificación del jefe de departamento Miguel de Ceballos fue que "las circunstancias de la guerra así lo exigían respecto a la escasez que de oficiales del cuerpo se experimentaba en los ejércitos" (AGS GM 5759). Respecto a las matemáticas decía que teniendo el "expresado tratado de cálculo pueden con ello y su aplicación adquirirse los adelantamientos que su talento les haga capaces". Estas adaptaciones parece que eran aceptadas por Giannini. No se ha encontrado ninguna carta en la que protestara por esos rcortes del prograama. Por otra parte, la jefatura del ejército aceptaba ya que unos estudios extensos de matemáticas incluyendo el cálculo diferencial e integral eran necesarios para la formación de los oficiales de artillería. De hecho, los subtenientes propuestos en enero de 1796, "volvieron a la clase primera de matemáticas a fin de que continuasen estudiando el cálculo diferencial e integral y la física" al acabar la guerra y pasaron los exámenes correspondientes, según cuenta Colomera a Azarza en una carta el 11 de agosto de 1796 (AGS GM 5759).

Sin embargo, en una situación normal, Giannini se seguía pronunciando en contra de aceptar que los cadetes salieran subtenientes sin estudiar cálculo diferencial y mecánica. Por ejemplo, el cadete Diego Castilla escribió el 12 de abril de 1794 pidiendo ser ascendido a subteniente como sus compañeros, pese a no haber terminado sus estudios de Mecánica. En el Consejo extraordinario celebrado el 26 de abril, "El primer profesor Dn

Pedro Giannini" informó en contra, porque el retraso se debía a "falta de aplicación" y que el estudio de la mecánica es "sumamente útil para formar un buen oficial de artillería". El Consejo rechazó la petición del cadete (AGS GM 5759).

Giannini continuó encargándose de las carencias de profesores y de proponer nuevos profesores ayudantes para el Colegio de Artillería en los últimos años del siglo. Se ha encontrado un largo informe redactado por él en 1799, pidiendo nuevos profesores porque las guerras y la apertura del Laboratorio de Química habían perturbado mucho el claustro. El jefe del Departamento de Segovia Miguel Cevallos le apoyó y escribió al ministro de guerra Juan Manuel Álvarez el 14 de agosto de 1799 comunicándole el "número de ayudantes que por mí y a solicitud del primer profesor de la Academia de Matemáticas de este Colegio Dn Pedro Giannini se tienen propuestos". En el informe se dice que los profesores que están adscritos al Colegio de Artillería eran:

- Para Cálculo y Mecánica Pedro Giannini, que tiene de ayudante a Antonio Miralles "por estar aquel empleado en la composición del tratado".

- Para el Algebra Isidoro Gómez que tiene de ayudante Pedro Velarde
- Para el grupo primero de Geometría Cándido Elgueta
- Para el segundo grupo de Geometría Juan Munarriz, que está ausente y le sustituye su ayudante, el subteniente José Guerrero
- Para la Fortificación Francisco de Oyarzabal.
- Para la Artillería Diego Navarro que tiene de ayudante a Mariano Gil

Se piden dos ayudantes nuevos: Ignacio López y Tomás Anillo, que estaban en Galicia, y que se nombre a José Guerrero encargado del álgebra y a Pedro Velarde de la clase segunda de geometría (AGS GM 5761).

Lo primero que salta a la vista es el cambio que ha tenido el Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería. De los tres o cuatro profesores de los primeros años, cuando era primer profesor Eximeno o Lasso de la Vega, se ha pasado a doce. Eso sólo pudo lograrse con un trabajo continúo en el que Giannini jugó un papel importante, pero poco reconocido.

En el informe de Giannini que se adjuntaba además de justificar los profesores que se pedían, se criticaba a los que ocupaban una plaza en el Colegio y la dejaban vacante. Por ejemplo de Munarriz decía que estaba en Madrid para "continuar sus estudios de química bajo la dirección de Dn Luis Proust notando que dicho Munarriz ha estudiado ya la química bajo la dirección del mismo profesor por el espacio de seis años tiempo suficiente para haber aprendido unos elementos bien dilatados de la propia / facultad" (AGS GM 5761). Además, Giannini aprovechaba para justificarse por no haber terminado el tratado de mecánica por no tener tiempo libre debido a la falta de ayudantes.

El rey aceptó los cambios y se ordenó el traslado a Segovia de Ignacio López y Tomás Anillo.

Giannini prosiguió publicando tomos de su *Curso Matemático*. En 1795 se publicó el tercer volumen (Segovia, Espinosa, 1795), No se sabe si el que transcurrieran 10 años desde la impresión de *Practicas de Geometria y Trigonometria* hasta la impresión de este libro se debió a que Giannini había perdido creatividad o a que el dinero para impresiones sólo dio para publicar el *Tratado de Artillería* de Morla. El libro está dividido en cuatro partes. En la primera se estudian los fundamentos del cálculo diferencial y el cálculo de diferenciales e integrales elementales.

Se introducen los diferenciales de arco y los elementos de área, y se aplican a encontrar la longitud de algunos arcos y la superficie de varias figuras. El segundo apartado es más corto y estudia la integración de expresiones diferenciales con una sola incógnita de tipo racional o irracional. La tercera parte trata de la integración de expresiones que contienen dos o más variables y sus diferenciales de primer orden. En el libro cuarto se estudian las ecuaciones diferenciales de segundo orden o de órdenes superiores.[263].

No se han encontrado valoraciones de este tomo ni en España, ni en Italia. Giannini debía de haber perdido muchos de sus contactos en Europa desde la publicación del tomo de *Prácticas* en 1784.

Sobre la difusión del *Curso Matemático*, se ha encontrado un resumen de sus ventas, elaborado por Giannini el 7 de junio de 1794, que sirve para conocer la distribución de esta obra. Fue enviada al conde de Campo Alange, inspector de artillería, junto con el acta del Consejo extraordinario celebrado el 30 de mayo del mismo mes que trató sobre las cuentas del colegio. Tiene de titulo "Relación de los tomos del Curso de Matemática vendidos, dados con orden superior y existentes e importe de los vendidos" (AGS GM 5759). Desgraciadamente faltan datos de los tomos III y IV que se publicaron después de esa fecha.

[263] Este tomo se estudia en el capítulo octavo.

Tomo Primero

	Tafte	Pasta	Pasta fina	Papel	Pergamino	Reales de Vellón	Maravedíes
Se han vendido hasta el día de la fecha 414 tomos primeros esto es		64	4		346	1484	14
Se han dado a la Biblioteca del Real Colegio		6	1				
Y tm. a los sñrs. directores que fueron de este Colegio, para las personas reales y otros sujetos	6		7	4	3		
Y tm. a Dn Alejandro Ferrer de Real Orden		2					
Suma	6	72	12	4	349		
Y restada de los 750 ejemplares tirados y encuadernados esto es	6	100	12	4	628		
Quedan existentes 307 tomos primeros esto es		28			279		

Tomo Segundo

	Tafte	Pasta	Pasta fina	Papel	Pergamino	Reales de Vellón	Maravedíes
Se han vendido hasta el día de la fecha 395 tomos segundos esto es		49	1	8	337	5491	17
Se han dado a la Biblioteca del Real Colegio		6	1				

Y tm. Al Sr. Conde de Lacy o de su orden	6			1	1		
Y tm. a Dn Alejandro Ferrer de Real Orden		2					
Suma	6	57	2	9	338		
Y restada de los 1400 ejemplares tirados y encuadernados esto es	6	85	2	9	1298		
Quedan existentes 998 tomos segundos esto es		28			960		

Tomo de Prácticas

	Tafte	Pasta	Pasta fina	Papel	Pergamino	Reales de Vellón	Maravedíes
Se han vendido hasta el día de la fecha 381 tomos de prácticas esto es		49	1	8	323	5896	14
Se han dado a la Biblioteca de este Colegio		6	1				
Y tm. Al Sr. Conde de Lacy o de su orden	6			1	1		
Y tm. a Dn Alejandro Ferrer por Real Orden		2					
Suma	6	57	2	9	324		
Y restada de los 1400 ejemplares tirados y encuadernados esto es	6	85	2	9	1298		
Quedan existentes 1002 tomos segundos esto es		28			974		

SUMA 26.229 11

Índice

"De la cuenta anterior resulta que quedan existentes en el día de la fecha trescientos siete tomos primeros, novecientos ochenta y ocho tomos segundos y mil dos tomos de las Prácticas, los que están en la biblioteca de este Colegio; y que Dn Pedro Giannini ha introducido en el fondo de dotación del mismo colegio hasta el día de la fecha veinte y seis mil doscientos veinte y nueve reales y once maravedís de vellón importe de los tomos vendidos. Segovia y mayo 30 de 1794

Pedro Giannini (firmado y rubricado)" (AGS GM 5759).

Se distingue en todos los tomos la encuadernación con Tfte. (tafilete, sólo para la corona) Pasta, Pasta fina Papel y Perg, (pergamino). Excepto algunos tomos regalados los libros se vendieron a los cadetes, no hubo distribución fuera del Colegio de Artillería de Segovia.

Normalmente, Giannini sólo era responsable de las cuentas de las ventas de sus libros. Pero en el año 1799 se le encargó la revisión de los presupuestos del Colegio para justificar un aumento en la dotación del centro:

> "El Consejo del Real Colegio Militar de Artillería de Segovia hace presente que el primer profesor dn Pedro Giannini y el primer teniente de la compañía de caballeros cadetes comisionados por el mismo consejo con aprobación del difunto conde de Revillagigedo para examinar la data y el cargo de la dotación anual del propio consejo han expuesto que deducidas de las 89040 reales de vellón que le están señalados [...] quedan 24600 reales de vellón anuales" (AGS GM 5761).

Con ese dinero debían pagar a los criados, las gratificaciones, los libros, papel y otro material fungible y los restantes gastos corrientes. Por eso pedían 18960 reales más al año. Como se ha dicho se añadía que "con la condición de que se han de invertir tres mil al año en la compra de libros de matemáticas, física, fortificación y artillería". El 12 de junio de 1799 se les concedió ese aumento.

La última incorporación de libros, anterior a esta petición que se ha encontrado es un aviso del 30 de mayo de 1794, notificando

que habían entrado unos libros por la aduana de Vitoria y que iban a pasarlos a la de Madrid para enviarlos al Colegio (AGS GM 5759). Giannini siguió encargándose de la biblioteca y de los instrumentos geométricos del Colegio, como lo demuestra los catálogos de estos años que se conservan.

En la última década del siglo XVIII los inspectores enviaron también algunos requerimientos a los profesores de Segovia, para que juzgaran libros científicos o cuestiones relacionadas con la enseñanza de las ciencias. Se les encargó en 1795 juzgar la validez del curso de Francisco Verdejo y decir si era mejor que *los Principios de Matemàtica* de Bails para las enseñanzas en los Reales Estudios de San Isidro. Se formó una comisión formada por Pedro Giannini, Rafael Pessino, Isidro Gómez, Cándido Elgueta, Diego Navarro y José Vergara, todos ellos profesores del Colegio de Artillería de Segovia que resolvió que "debiendo servir para la enseñanza de artesanos como son por lo común los que frecuentan los Reales Estudios debe preferirse el curso de Verdejo al de Bails por ser más breve y proporcionado". Pese a ello la dirección de San Isidro ordenó que se siguiese utilizando la obra de Bails (Simón Díaz, 1992, p. 312). Resulta curioso que los profesores de Segovia consideraran que se necesitaba un curso de matemáticas más importante en su Colegio de Artillería que en San Isidro, sucesor del Colegio Imperial, donde se habían formado en las ciencias exactas los hijos de las mejores familias hasta la expulsión de los jesuitas.

También tuvieron que juzgar un texto matemático que había escrito el oficial Vicente Berriz y les mandaba el conde de Revillagigedo, inspector general de Artillería. Se trataba de un documento sobre la naturaleza de las líneas curvas y rectas y la determinación de la razón del diámetro a la circunferencia del círculo. El 20 de diciembre de 1798 los profesores de Segovia Pedro Giannini, Isidoro Gómez, Rafael Pessino, Cándido de Elgueta, Diego Navarro, Antonio de Elgueta y José Vergara emitieron un informe en el que criticaban el trabajo[264].

Giannini participó igualmente en una comisión que debía juzgar el comportamiento de Luís Proust en las clases que impartía en el Laboratorio de Química de Segovia. En 1792 se había inaugurado finalmente dicho laboratorio, anexo al Colegio de Artillería con sede en la Plazuela del Alcázar, para ampliar los estudios de Química y Metalurgia. Para dirigirlo se había contratado al ilustre profesor francés Luis Proust, descubridor de la "Ley de las proporciones definidas". Las clases no funcionaron como se esperaba. El inspector, Colomera, criticaba el escaso rendimiento de los cursos y el que no siguiera un libro de texto. En 1795 el inspector ordenó que se formara una comisión "integrada por el brigadier M. Ceballos, el Coronel J. González, el Comisario I. Gómez, el Profesor de Matemáticas P. Giannini, y el Capitán J. M. Munarriz" para juzgar el comportamiento de Proust. Todos votaron a favor de que Proust se ajustase al reglamento y criticaron sus clases, salvo Munarriz que le defendió, diciendo que había aconsejado estudiar los textos de Fourcoy y Chaptal y que no se le podía mandar como si fuese un militar[265]

Respecto al Laboratorio de Química sorprende de nuevo la poca implicación de Giannini en su actividad. No aparece entre los que asistieron a las clases de Proust. Se puede entender que no se

---

[264] Veáse "Vicente Berriz" de Alberto Gil Novales en: http://www.mcnbiografias.com/ (30-XII-2011).

[265] Se puede ampliar en Gago (1990).

implicara en ella como Juan Manuel Munárrriz, pero podía haber participado en algún curso, como hizo en 1792 Baltasar Ferrer, que fue su segundo profesor mucho tiempo[266].

La selección de los nuevos cadetes fue un problema en los últimos años del siglo XVIII. El origen noble era la única condición necesaria. La valoración de los papeles de nobleza de los demandantes era un punto habitual en todas las reuniones del Consejo del Colegio. En la normativa de las ordenanzas de 1768 se pedía solamente que fueran muchachos de 12 a 15 años que pudieran demostrar sus orígenes nobles. Gazola añadió otra condición posteriormente: no podían entrar los primogénitos de las familias, porque a menudo después de completar sus estudios dejaban el cuerpo para atender sus posesiones[267]. Los cadetes debían entrar muy jóvenes en el Colegio porque así no habían cogido vicios antes de empezar.

Para impartir el programa que pretendía Giannini un examen de selección que echara atrás a los candidatos que no supieran nada de aritmética hubiera facilitado el funcionamiento de los primeros cursos. Pero no había otro requisito y al final del siglo el éxito del Colegio creó un grave problema. Las peticiones eran tantas que los candidatos admitidos eran demasiados para las plazas que existían. Podían pasar años hasta ascender los puestos necesarios para estar entre los quince a veinte primeros que eran los que entraban cada seis meses. No era raro que cumplieran los quince años y perdieran toda opción de entrar en Segovia[268]. Además las familias

---

266 "Baltasar Ferrer" en AGM de Segovia 1º/1º/F-1287.

267 Acta del Consejo del Colegio de 19 de mayo de 1776, o Pérez Ruiz (1960, p. 112).

268 En una reunión del Consejo del Colegio de enero de 1797 se añadió una nota al rechazo de un pretendiente por mayor de edad que explica la situación: "Tal vez para evitar lo que sucede a este último solicitan los dos primeros con tanta anticipación; pues pasa de ciento y treinta el número de pretendientes y el atraso que resulta para cada uno en particular se aumenta con los quince que ya han obtenido la gracia especial de preferencia" (AGS GM leg. 5760).

con influencia conseguían un privilegio real para pasar por delante de todos los que estaban esperando. También los hijos de oficiales de artillería tenían preferencia, según las ordenanzas, pero pasaban detrás de los recomendados por el Rey. Esto creó situaciones de tensión con familias de la nobleza, que no eran Grandes de España, que veían sus hijos rechazados después de muchos años, habiendo hecho todos los papeles correctamente[269]. Para evitar quedarse fuera por superar la edad cuando finalmente eran admitidos había peticiones de niños de 5 o 6 años. Esas peticiones se dejaban a la espera de que cumplieran doce años y a los mayores de 15 se les quitaba de la lista.

La situación era tan crítica que los hijos de los oficiales de artillería podían encontrarse rechazados pese a sus privilegios. El caso de Ramón hijo de Isidoro Gómez, teniente coronel de artillería y segundo profesor del Colegio de Artillería de Segovia durante muchos años, es paradigmático. Isidoro Gómez tuvo que pedir el 5 de abril de 1797 un privilegio real para que su hijo, que asistía a los cursos como alumno supernumerario, pudiera entrar a estudiar:

> "Señor Don Isidoro Gómez Teniente coronel del Real Cuerpo de Artillería y segundo profesor de matemáticas en la Academia de Caballeros Cadetes de Segovia expone a V. M. con el debido respeto que su hijo Ramón Gómez Aguilar pretendiente aprobado a plaza de cadete de artillería hace tres años solicita entrar en plaza efectiva [...] aunque el expresado su hijo asiste a la Academia diariamente a oír las lecciones de Matemáticas que allí se explican

[269] En Imizcoz J. M. (2010) "El capital relacional. Relaciones privilegiadas en el estado español del siglo XVIII" en *Economia doméstica y redes sociales en el Antiguo Régim*a (Imizcoz y Oliveri eds.) p. 227-281, se describen todas las influencias que tuvieron que utilizar y los pasos que tuvieron que dar los Gastón, de Errazu (Baztán, Navarra), hidalgos bien relacionados, para que un hijo de la familia, Luis Gonzga Gastón de Iriarte estudiante del Seminario de Vergara, consiguiera una plaza en el Colegio de Segovia el año 1789 (p.229-238).

nunca su aprovechamiento puede ser igual al que le resultaría estando en el Colegio" (AGS GM 5760).

Resulta sorprendente que al hijo de Isidoro Gómez, teniente coronel de artillería, caballero de la Orden de Carlos III y profesor del Colegio, no le bastara con las circunstancias de su padre para lograr una plaza en el colegio en tres años. Después de la petición, el inspector Colomera recomendó que se la dieran, el rey se la concedió el 25 del mismo mes y finalmente pudo entrar el mes de julio tomando la plaza de un cadete fallecido.

Para resolver ese problema. en el año 1798 se planteó elevar la edad de admisión hasta los 18 años. La discusión surgió por una instancia de un Juan de Fonseca que pedía se le permitiera entrar a su hijo aunque había cumplido los 16 años porque llevaba mucho tiempo en la lista y estaba además el primero por antigüedad desde antes de cumplir la edad, pero no había podido entrar por que le pasaban los cadetes con preferencia real y también los hijos de los militares. El inspector de artillería, Revillagigedo, escribió el 12 de enero de 1798 apoyándole: "pareciéndome tanto más acreedor de esa gracia quanto comprendo será útil poder admitir los pretendientes hasta los 18 años de edad porque podrán recibir con más ventaja la instrucción por tener mayor conocimiento y cuando salgan de oficial a los 22 o 23 años se hallan con más aptitud de servir y ser útiles". Estos subtenientes tendrían menos problemas que los que salían con 16 ó 18 años por haber entrado en el Colegio con 12 ó 13 años. El rey aceptó la propuesta el 9 de abril y Revillagigedo informó al Colegio el 15 de abril de que el rey había prolongado la edad de entrada hasta los 18 años.

En este cambio debió influir también que la enseñanza media había mejorado mucho desde la apertura del Colegio en 1764. Se había superado el declive producido por la expulsión de los jesuitas y existían colegios como el Seminario de Nobles de Madrid, los Estudios Reales de San Isidro (antiguo Colegio Imperial) o varios más dependientes de las Sociedades de Amigos del País, como el Seminario

de Vergara, que ofrecían una formación matemática básica correcta. Esa mejora se notaba en las peticiones de plazas. Por ejemplo en 1797 un pretendiente, hijo del Intendente de Toro, "expone hallarse admitido desde 23 de junio de 1794 cuyo tiempo ha empleado en instruirse en latinidad, filosofía y principios de matemáticas". En 1798 otro pretendiente decía que había estudiado matemáticas en la Universidad de Zaragoza, y otro de 1797 que había terminado sus estudios en el Colegio de San Telmo de Sevilla. También se han encontrado otros que estaban estudiando con los escolapios o en el Seminario de Vergara.

Parece lógico que Giannini hubiera intervenido en estas discusiones defendiendo un examen de entrada, o, al menos, proponiendo cambios en los estudios para tener en cuenta el mejor nivel de conocimientos de los nuevos cadetes. Pero no parece que lo hiciera. Puede ser que Giannini no estuviera convencido de que conviniese adelantar la edad de incorporación de los aspirantes porque no se fiara de la preparación anterior en matemáticas de los candidatos. Desde la Secretaria de Guerra tampoco debían de estar muy convencidos de la bondad de los estudios hechos antes de entrar en el Colegio por los pretendientes porque preguntaron el 8 de marzo de 1798 a Revillagigedo que:

> "Desde los 15 años que señala el reglamento del establecimiento hasta los dieciséis que se ha alargado después; a los dieciocho que propone; parece que [...] podría preguntarse al inspector que medio habría para asegurar el útil empeño de los años de espera de los pretendientes aprobados hasta su ingreso efectivo y evitar que contrajesen en dicho tiempo hábitos o costumbres difíciles de desarraigar o de combinar con el género de vida que se hace en aquel establecimiento" (AGS GM 5760).

Revillagigedo propuso que se dijera a los pretendientes admitidos "que apliquen con todo cuidado posible a su mejor educación religiosa y política que los apliquen con esmero a perfeccionarse en las / primeras letras de leer y escribir correctamente y contar; algún conocimiento de la lengua latina y según que se conozca el talento de cada uno algunas noticias de matemáticas". Es decir,

que Revillagigedo no confiaban en que la preparación matemática conseguida fuera del Colegio fuera muy extensa (AGS GM 5760).

No se ha podido encontrar ninguna información sobre la actividad de Pedro Giannini durante los años 1800 a 1803. En una Instrucción real de 16 de junio de 1801 en la que se pedía el estricto cumplimiento del Reglamento se daban unas directivas para el primer profesor que coinciden con peticiones que había hecho Giannini:

> "deberá el primer profesor o Director de estudios disfrutar la gratificación mensual de 450 reales, no siendo ventajoso que tenga clase asignada y sí que vigile el adelantamiento de todas, asistiendo indistintamente a la que creyere más oportuno"[270]

En las actas de reuniones del Consejo del Colegio de ese periodo que se han podido consultar no aparece el primer profesor entre los asistentes. Por parte de los profesores acudían el segundo y el tercer profesor[271].

Resumiendo, de los datos obtenidos sobre su estancia en el Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia se puede deducir que Giannini cumplía las labores de un jefe de estudios y de un jefe de departamento de matemáticas, usando la terminología actual.

Como jefe de estudios era quien proponía las fechas de exámenes y vacaciones en el Colegio. También se encargaba de preparar las juntas de evaluación, de que se pusieran las notas, y de los ascensos de un curso a otro. Organizaba los cursos y planteaba la apertura de nuevas clases si los grupos eran muy numerosos. Era el responsable de proponer profesores, formar grupos y hacer cambios en los horarios de clases. Era también el encargado de la biblioteca y del mantenimineto de los instrumentos matemáticos.

Por otra parte se responsabilizaba de la asignatura de matemáticas, que era la materia principal durante los tres primeros años. Él

---

[270] AGM de Segovia secc. 8º div. 2 Leg 37.

[271] AGM de S secc. 8º div. 2 Leg 37. Acta del Consejo extraordinario de 5 de febrero y Acta del Consejo de 10 de abril de 1802.

redactó el *Curso Matemático*, que se seguía en las clases, y salió varias veces en defensa de unas matemáticas explicadas con amplitud, seriedad y profundidad.

No se encargaba, sin embargo, de la instrucción militar, ni de las asignaturas de fortificación y artillería, salvo en cuestiones relacionadas con la planificación general, como horarios o cambios de profesores de una materia a otra. Tampoco se ha encontrado ninguna referencia que indique que colaborara en labores de mejora del armamento, o de inspección en la fabricación de pólvoras o armamento. No hay ninguna indicación de que ayudara con su capacidad matemática a mejorar la enseñanza o los experimentos de la Escuela de Minas o la Escuela Práctica de Artillería. Ni siquiera estuvo entre los militares que cooperaron con Proust, o entre los que asistieron a sus clases.

Giannini no fue un Bernard Forest de Belidor, ni un Benjamin Robins[272], ni un Patrick d'Arcy[273], ni un Papacino d'Antoni[274], matemáticos y al mismo tiempo innovadores del arte militar. No aplicó sus conocimientos matemáticos a la mejora de la balística interna o externa, ni al armamento. Giannini fue un matemático

---

[272] Benjamin Robins (1707-1757) fue un matemático inglés, miembro de la Royale Society, que trabajó también como ingeniero militar para la Compañía de las Indias Orientales británica. Su principal obra fue *New Principles of Gunnery* (1742), en la que relaciona la balística interna y externa con la mecánica de Newton. Fue también el inventor del péndulo balístico.

[273] Patrick d'Arcy (1725 – 1779) originario de una familia católica irlandesa se trasladó a Francia entrando en el ejército. Fue amigo del matemático Alexis Clairaut. Realizó investigaciones en dinámica y en artillería.D'Arcy entró en la Académie Royale des Sciences en 1749.

[274] Papacino D'Antoni (1714-1786) fue un ingeniero militar italiano, miembro de la Academia de Ciencias de Turín, Director de la Academia de Artillería de Turin y general del ejército de Saboya y Piamonte. Publicó *Dell'artiglieria militare per le Regie Scuole teoriche d'artiglieria e fortificazioni* (Turín, 1759) *Dell'uso delle armi da fuoco* (Turín, 1780) *Elementi Dell' Algebra* (Turín, 1778) *Geometria dei solidi e delle sezioni coniche* (Turín, 1778) *Principi di matematica sublime* (Turín, 1779).

que trabajó en la enseñanza militar con buenos resultados, como lo fue Nicola de Martino en Nápoles, o Etienne Bezout en Francia.

Fin de su vida (a partir de 1803)

En 1803 Giannini publicó en Valladolid el cuarto tomo de su *Curso Matemático* (Valladolid, Aramburu, 1803) que está dedicado íntegramente a la mecánica y tiene tres partes: estática, hidrostática, y dinámica. En estática se estudia el centro de gravedad, la composición y descomposición de fuerzas y las máquinas elementales, junto con el rozamiento y la resistencia a la torsión. En la hidrostática se define la gravedad específica y la presión. Se estudia el equilibrio de los fluidos, y la fuerza ejercida por el líquido sobre las paredes o los cuerpos introducidos en él. La última parte está dedicada al estudio del aire. La parte tercera trata de dinámica y es la más extensa y complicada. En ella se analizan, matemáticamente, el movimiento uniforme, uniformemente acelerado, el movimiento compuesto y el movimiento de los cuerpos pesados. Se estudian los cuerpos que chocan y se aborda el movimiento en un medio resistente. En esta parte todo el estudio se hace matemáticamente, y son muy escasos los ejemplos numéricos o las comparaciones con resultados experimentales[275].

También se publicó una segunda edición del tomo I del *Curso* con el mismo impresor de Valladolid. Parece que para imprimirlos contó con el apoyo de Godoy. Al menos de eso se enorgullece el Príncipe de la Paz en sus memorias:

> "En el mismo año se dio a luz, de real orden y a expensas del gobierno, la obra original intitulada Curso Matemático para la enseñanza de los caballeros cadetes del real colegio de artillería; su autor Pedro Giannini profesor que había sido del mismo colegio" (Godoy, 1836, v. IV, p. 66).

[275] Este tomo se estudia en el capítulo noveno de este trabajo.

La utilización del pasado en este escrito lleva a pensar que Giannini ya había dejado de ser primer profesor del Colegio al publicarse este tomo IV. No se ha podido establecer con precisión la fecha; pero es probable que fuera en 1803 cuando abandonó el cargo.

Al comienzo de 1804 se publicaron las nuevas ordenanzas del Colegio:

Reglamento de nueva constitución en el Colegio Militar de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería establecido en Segovia (Madrid, 1804).

En ese *Reglamento* se decía en el punto 6 que:

> "La Oficialidad de la Academia se compondrá de un Profesor primero y otros seis, destinándose los siete á la instrucción científica, dividida en sus respectivas clases, donde se enseñarán los tratados de Matemática pura y mixta, y el Dibujo" (*Reglamento*, 1804, p. 3).

Los profesores debían ser oficiales, y el primer profesor, al menos, capitán, según se explica en el punto 7 del *Reglamento*, aunque se aceptaba que no estuvieran en activo:

> "los Profesores serán accidentalmente / supernumerarios en las respectivas clases del Cuerpo á que correspondan: el primero desde la de primer Capitán hasta la de Coronel efectivo del Cuerpo" (*Reglamento*, 1804, p. 3/ 4).

Giannini no tenía ninguna graduación militar. Deberían haber hecho una excepción para mantenerlo en su cargo y no parece que contara con los apoyos necesarios en la dirección de la artillería como en tiempos de Gazola.

El sucesor de Giannini fue Francisco Javier Datoli y Lassle hijo de José Datoli, que era el jefe del departamento artillero de Segovia el año 1767 cuando se produjo la expulsión de Eximeno. Francico había sido cadete en el Colegio de Segovia desde 1779 hasta 1782, luego había trabajado en fundiciones y fábricas de armamento.

Como primer profesor Datoli comenzó a redactar los nuevos tratados. Mientras los terminaba repartió a los cadetes pequeños

cuadernos como complementos del *Curso* de Giannini[276]. Después de veinticinco años enseñando por el *Curso Matemático* de Giannini costó cambiar al nuevo tratado. Datoli escribió a Baltasar Ferrer el 24 de julio de 1804, contándole que "no se ha hecho uso en la división de Dn Josef Cordova del cuaderno impreso que se les ha dado sino para las definiciones y para lo relativo a la razón y proporción geométrica". También estaba molesto porque en la clase de supernumerarios, o de aritmética, habían usado el libro de Giannini sin consultarle. Los coorespondientes profesores ayudantes, José Cordoba y Antonio Miralles, escribieron excusándose a Baltasar Ferrer, que era director del Colegio.[277].

Francisco Datoli comenzó a publicar su *Curso de Matemáticas* en 1807, pero debido a la Guerra de la Independencia sólo llegó a publicar dos volúmenes el Tomo I de Aritmética (1807, Madrid, Imprenta Real) y el Tomo II de Algebra (1807, Segovia, Imprenta de Espinosa). Dátoli en la introducción del tomo I afirma que para redactarlo había tenido en cuenta el tratado de Giannini:

> "Lo principal de esta obra será sacado de las mejores que conocemos entre las publicadas hasta el presente; una de ellas, la del Señor D. Pedro Giannini, profesor primero que ha sido de este Colegio, compuesta para / la enseñanza de los Caballeros Cadetes antes de la actual constitución." (s.p.)

No es así. En el libro se sigue al matemático francés Lacroix[278], autor más actual que Giannini. El *Curso* de Datoli no llegó a terminarse

---

[276] "Baltasar Ferrer" en AGM de Segovia 1º/1º/F-1287.

[277] "Baltasar Ferrer" en AGM de Segovia 1º/1º/F-1287.

[278] Sylvestre-François Lacroix (Paris, 1765- Paris 1843) discípulo de Gaspar Monge sustituyó a Bézout como examinador de las academias de marina. Fue profesor en la Escuela de Artillería de Besançon y remplazó a Laplace como examinador de los artilleros. Luego fue profesor del Colegio de las Cuatro Naciones, de l'École Polytechnique y miembro del Colegio de Francia. Escribió varios tratados de matemáticas pensados para la enseñanza que tuvieron mucho éxito y muchas ediciones durante el siglo XIX.

y no se publicó un nuevo tratado de matemáticas para artilleros hasta que en 1828 se comenzó a imprimir el *Curso Completo de Matemáticas Puras* (1829) de José Odriozola[279].

Por otra parte después de muchos años vendiéndose solamente entre los alumnos del Colegio el *Curso Matemático* de Giannini se puso a la venta pública en 1804 cuando su autor dejó el Colegio. El periódico *Variedades de Ciencias, Literatura y Artes*[280] hace un resumen del contenido del *Curso Matemático* y anuncia su venta a 90 reales el ejemplar en la Imprenta Real.

Giannini en los últimos años de su vida debió trabajar revisando cuentas del ejército. Desde el año 1795 Pedro Giannini aparece en el *Estado Militar de España* como comisario de guerra[281]. Fue ascendido a Comisario Ordenador en 1803 y su nombramiento lo publicó la *Gazeta de Madrid* el viernes 13 de mayo de 1803[282]:

---

[279] Para las matemáticas en la artillería durante el siglo XIX véase: Pedro Luis Peñas Álvarez 2001 *Para las matemáticas en el Colegio de Artillería en el siglo XIX,* manuscrito en la Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia. Para saber más sobre Odriozola véase Navarro Loidi, J. Velamazán Gimeno, M. A. (2006) "El militar José Odriozola (1786-1864) y su contribución a la ciencia en España en el siglo XIX" en: *Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. 27, 28, 29 y 30 de septiembre de 2005.* v. 2, p. 925-938.

[280] *Variedades de Ciencias, Literatura y Artes* (n. 13-14, Madrid, Benito García y Compañía, 1804, p. 379-380).

[281] Como comisario de guerra en *Estado militar de España* (Madrid, 1795, p. 30, 1796, p. 33; 1797, p. 33; 1798, p. 32; 1799, p. 34; 1800, p. 34; 1801, p. 34; 1803; p. 36) al menos. En la lista de comisarios de guerra va avanzando desde el puesto 60 de 1795 hasta el 32 de 1803. De comisario ordenador aparece desde 1805 hasta 1808 en en *Estado militar de España* (Madrid, 1805, p. 30, 1806, p. 28; 1808, p. 27) y su puesto en la lista va pasando del 13 al 11.

[282] Los comisarios ordenadores se encargaban de llevar las cuentas y la administración de los materiales de guerra, armamento, utillaje, y alimentación de los regimientos. Estaban un escalón por encima de los comisarios de guerra y directamente debajo de los interventores, pero su labor no era muy diferente a la de los comisarios de guerra. Obsérvese que Giannini figura todavía como Primer Profesor del Colegio de Artillería de Segovia. en ese nombramiento de mayo de 1803.

> "El Rey ha promovido á Comisario Ordenador de sus ejércitos al de Guerra D. Pedro Giannini, primer profesor de la Academia militar de Segovia" (p. 401).

Las últimas noticias que se tienen de la vida de Pero Giannini están relacionadas con su empleo de Comisario Ordenador. En el libro de Agustín Alcaide Ibieca, *Historia de los dos sitios que pusieron a Zaragoza en los años de 1808 y 1809* (1831, v.3, p. 106) Giannini aparece en la lista de las tropas que lucharon en Aragón contra los franceses:

> "Estado de la hacienda militar Señor intendente Don Mariano Domínguez Señores comisarios ordenadores Don Manuel Robleda Don Pedro Giannini..."

La lista prosigue con los tesoreros y contadores de ese ejército. No se ha podido saber más de su vida. No se le ha encontrado ni en las listas de funcionarios que murieron o fueron hecho prisioneros al tomar los franceses Zaragoza, ni entre los que continuaron combatiendo a los franceses en Teruel o Albarracín, ni entre los que se pasaron al ejército de José I. En todo caso no tuvo en adelante un comportamiento activo. No figura en el *Estado Militar de España* de los años 1811 y 1812[283]. En la edición de 1815 de esa publicación, en la que figura una lista de comisarios ordenadores más completa que en las anteriores, tampoco está Pedro Giannini[284]. Sí figura, sin embargo su compañero como comisario ordenador del ejército de

---

[283] *Estado militar de España* (Isla de León, 1811) y *Estado militar de España* (Cádiz, 1812).

[284] En dicha lista no aparece como comisario ordenador, ni como comisario de guerra, intendente, veedor, miembro de la contaduría, tesorero, o auditor, ni como ningún cargo dependiente de la hacienda del ejército, ni en activo ni jubilado. Tampoco figura en las listas de comisarios ordenadores que hay en el AGM de S secc. 2º div. 10 Leg. 74, de las que la primera es de 20 de julio de 1815.

Aragón en 1808, Manuel Robleda[285]. Este Robleda, al caer Zaragoza en manos de los franceses, continuó en la contaduría del ejército de Aragón y en una respuesta que dio al miembro del Consejo Santos Sánchez el 18 de junio de 1811, afirmaba que no podía recaudarse más en Aragón porque las tropas francesas controlaban la mayor parte del territorio y en las zonas liberadas las aportaciones de dinero que se conseguían iban directamente a mantener el ejército de la región. Añadía que la Contaduría de Aragón estaba dispuesta, a cumplir sus obligaciones:

> "a pesar que se hallan en Zaragoza con los enemigos cuatro oficiales, haber fallecido dos, estar uno ausente en Mallorca dieciséis meses ha; dos comisionados en el ejército y uno en esta secretaria"[286]

De esas opciones, por la falta de datos posteriores que hay, la más probable es que hubiera fallecido.

---

[285] Los cargos de hacienda están en *Estado militar de España* (Madrid, 1815, p. 28-43), Manuel Robleda está en la lista de comisarios de guerra (p. 34).

[286] AHN Consejos 12002 exp. 104. Se puede acceder al documentos en la página web del ministerio de cultura http://pares.mcu.es/GuerraIndependencia/ (1-X-2012).

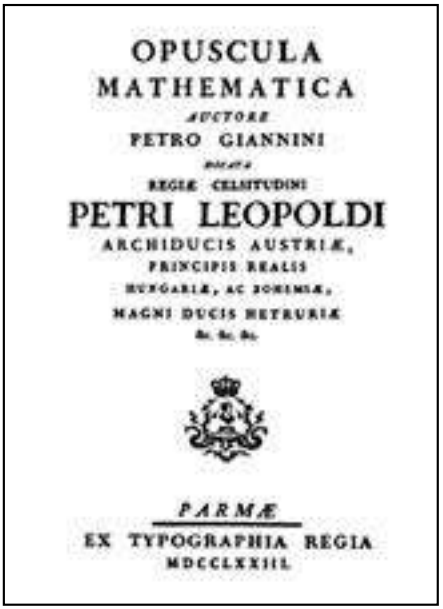
Capítulo Cuarto

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

La mayor parte de los libros que publicó Pedro Giannini fueron manuales para utilizarlos en las clases del Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia. La excepción son los dos libros que se estudian en este capítulo, en los que hacía públicos los resultados que había obtenido en sus investigaciones en diversos campos de las matemáticas o de la física matemática. El primero es un volumen escrito en latín y publicado en Parma (Italia) antes de su venida a Segovia, que es el más extenso y el más interesante. El segundo está escrito en castellano y vio la luz en Segovia cuando llevaba tres años dando clases en el Colegio de Artillería y trata de cuestiones más concretas. Cada libro contiene tres ensayos. Los seis trabajos de investigación no siguen una línea común; algunos tratan de cuestiones de matemáticas puras mientras que otros son de matemáticas aplicadas a la dinámica. Se deduce de ellos que Pedro Giannini tenía una forma de trabajar característica en la que se mezclaba la geometría clásica con los infinitésimos e integrales.

Opuscula Mathematica

Publicado en 1773 esta *Opuscula Mathematica* está compuesta por un trabajo sobre hidráulica, otro acerca de las cicloides acortadas y


OPUSCULA
MATHEMATICA
AUCTORE
PETRO GIANNINI
DICATA
REGIÆ CELSITUDINI
PETRI LEOPOLDI
ARCHIDUCIS AUSTRIÆ,
PRINCIPIS REALIS
HUNGARIÆ, AC BOHEMIÆ,
MAGNI DUCIS HETRURIÆ
&c. &c. &c.

PARMÆ
EX TYPOGRAPHIA REGIA
MDCCLXXIII.

alargadas y el último es una reconstrucción del libro *De las Secciones Determinadas* de Apolonio de Perga.

Este libro no tiene un prólogo en el que se presenten y se relacionen los tres trabajos. El único texto previo es la dedicatoria a Leopoldo II, gran duque de Toscana:

"Petro Leopoldo Regio Principi Hungriae, et Bohemiae, Archiduci Austriae, Magno Hetruriae Duci & c."

En dicha dedicatoria Giannini alaba a varios soberanos que habían ayudado a la ciencia desde los Tolomeos en Egipto, hasta Leopoldo II, pasando por Catalina la Grande de Rusia. Sobre Leopoldo II de Toscana, afirma que además cultivaba las ciencias.

Esta dedicatoria indicaría de nuevo que Giannini vivía en Toscana antes de mudarse a Segovia.

"Opusculum I De hydraulica"

Comienza el texto con un "Praefatio" (p. 3) en el que el autor explica cuál es el problema que trata de resolver. Si un fluido sale de un recipiente por un orificio hecho en la base, el líquido que pasa por el agujero irá mucho más rápido que el que está en la parte de arriba del recipiente. Giannini supone que en el líquido se formará una especie de sumidero en el que el fluido se irá acelerando y adaptando al tamaño de la salida, mientras que el líquido que quede entre ese sumidero y las paredes se puede considerar parado.

Johan Bernoulli había encontrada las leyes que dan el movimiento del fluido para vertederos infinitesimales. Giannini con este trabajo quiere ampliar el estudio para desagües finitos, tratándolo en general, porque se ignoraba la forma que tomaban esos sumideros que generan los líquidos al salir de un recipiente. En este estudio se obtiene la velocidad del fluido antes y después de pasar por el sumidero, y el tiempo que tarda en recorrer un espacio determinado. Para encontrarlos se aplican las leyes de conservación de las masas y, sobre todo, la de las fuerzas vivas, entendida como ley de conservación de la energía.

Termina Giannini este prefacio mencionando al jesuita Vincenzo Riccati como la persona que le había propuesto esta investigación:

> "Confieso sinceramente que una muestra del método mencionado aplicado a la Hidráulica me fue comunicada por el celebérrimo matemático P. Vicenzo Riccati, quien me aconsejó empezar esta obra, editada más tarde gracias a su autoridad junto a los otros dos opúsculos".[287]

En ese párrafo queda claro que Vincenzo Riccati fue quien dirigió a Giannini en este trabajo y quien intercedió para que se publicara. Pero, aunque se nota la influencia de Riccati en algunas cuestiones, el tema y la forma de abordarlo se debe relacionar con Newton y con los Bernoulli.

Isaac Newton, en los *Principios matemáticos de la Filosofía natural,* en el libro segundo sobre el movimiento de los cuerpos en un medio resistente plantea una cuestión muy parecida. En la "Sección VII. Sobre el movimiento de los fluidos y la resistencia a cuerpos proyectados"[288] se estudia la salida del agua por un orificio que está

---

[287] "Ingenue autem fatear, quod praedictae methodi ad Hydraulicam translatae specimen mihi comunicatum fuit a celeberrimo Mathematico P. Vicentio Riccati, cujus consilio opus hoc inceptum, postmodum vero ejusdem auctoritate editum est una cum reliquis duobus Opusculis" (p. 4).

[288] Newton (1987, p. 389). Las páginas citadas corresponden a la edición castellana de Antonio Escohotado. La primera edición se imprimió en 1687.

en el fondo de un recipiente y el estrechamiento que se produce en el chorro de agua saliente. Esta cuestión se trata en particular en la "Proposición XXXVI Problema VIII Determinar el movimiento del agua que escapa de un recipiente cilíndrico por un orificio practicado en el fondo" (Newton, 1987, p. 393-402).

La forma de resolverlo de Newton es diferente a la de Giannini. Newton no utiliza las fluxiones y los fluentes en esta parte de la obra. Para Giannini, por el contrario, diferenciales e integrales son el principal instrumento para avanzar en sus investigaciones. Newton se refiere a la experiencia para valorar y justificar sus resultados, Giannini sólo se preocupa de la corrección matemática.

La forma de trabajar de Giannini debe más a Daniel y Johan Bernoulli. En los años inmediatamente anteriores a la publicación del *Opuscula* de Giannini aparecieron las obras que convirtieron la hidrodinámica en una ciencia estructurada. El libro que se considera pionero en este estudio es *Hydrodynamica* (Basilea, 1738) de Daniel Bernoulli. En ella se propone, aunque no en esta forma moderna, la ecuación de los líquidos perfectos:

$$h + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = \text{constante}$$

Donde h es la altura, p la presión, y el peso específico, V la velocidad y g la aceleración de la gravedad. Johan Bernoulli publicó la *Nouvelle hydraulique* (1743) posteriormente, buscando mejorar la base teórica del libro de su hijo Daniel. Por su parte D'Alembert publicó su *Traité de l' equilihre et du mouvement des fluides* (1744) en el que pide que se preste más atención a los resultados experimentales, pero sin dejar de insistir en la mejora de los aspectos teóricos. Este proceso de formalización de la hidrodinámica se completó con la publicación de *Principia motus fluidorum* (1755) de Leonard Euler. Las ecuaciones en derivadas parciales que propuso Euler describían las características del movimiento de un paralelepípedo infinitesimal de fluido, sometido a una

fuerza, y se debían combinar con la ecuación de continuidad, que era otra expresión en derivadas parciales que expresaba la ley de

la conservación de la masa. Ese sistema de ecuaciones debía ser suficiente para determinar la evolución de cualquier fluido si se conocen los valores iniciales. Pero su resolución es tan complicada que no es fácil encontrar la solución, incluso en casos sencillos[289].

Por otra parte, en Italia, principalmente en el norte, la hidráulica práctica tuvo muchos practicantes. En esa rama de la ingeniería trabajaron personajes como Leonardo da Vinci (1452-1519), Giovani Battista Benedetti (1530-1590), y Bernardino Baldi (1553-1617), o, más tarde, Benedetto Castelli (1577- 1643), o Carlo Fontana (1634-1714), que estudiaron cuestiones relacionadas con los ríos y el movimiento de las aguas. También Galileo Galilei y sus discípulos trataron el tema, de una forma más teórica. Evangelista Torricelli publicó *De motu Aquarum* (1644), midió

289 Para ampliar veáse Dugas, (1988, cap. VII y VIII; p. 279-308).

la presión atmosférica y halló la ley que da la velocidad que lleva un fluido que sale de una vasija. Más tarde Domenico Guglielmini (1655- 1710), o Gregorio Fontana (1735-1805) estudiaron la hidráulica de una forma más teórica que los anteriores. Incluso Jacopo Riccati (1676-1754), padre de Vicenzo el protector de Giannini, estudió la fuerza que causa un fluido al caer sobre un sólido o la resistencia que oponen los fluidos al movimiento de los sólidos. Este trabajo de Giannini no está relacionado con esa corriente italiana de hidráulica práctica[290] sino con los trabajos más teóricos.

Aunque se trate del movimiento de fluidos, la forma en que desarrolla Giannini el estudio es puramente geométrica. Como en los *Elementos* de Euclides se empieza por establecer unas hipótesis, luego los diversos resultados obtenidos se consideran proposiciones y, si se refieren a materias teóricas, se llaman teoremas, y si se refieren a cuestiones prácticas, problemas. Detrás de la mayoría de las proposiciones van algunos corolarios en los que se aplica el resultado obtenido a casos específicos. A los problemas les siguen unas construcciones en las que se explica como se dibuja la solución. También puede haber algún escolio explicativo y algún lema supuesto cierto, pero demostrable.

La obra comienza aceptando dos hipótesis. Por la primera se supone que el fluido contenido en el recipiente es homogéneo y pesado[291]. Giannini no lo dice explícitamente, pero por la forma en que lo trata posteriormente, supone que se trata un fluido perfecto que además de ser homogéneo no tiene viscosidad ni

---

[290] Véase Cesare S. Maffioli "Gli albori della fisica moderna e l'idraulica del tardo Rinascimento" en: *Atti del XIX Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia* http://www.brera.unimi.it/sisfa/atti/1999/Maffioli.pdf (29-XI-2011).

[291] "HYPOTHESIS I Pono fluidum in vafe AGHB contentum esse homogeneum, & in ejusdem gravit atis locum substituo Potentiam ipsum fluidum prementem" (p.5).

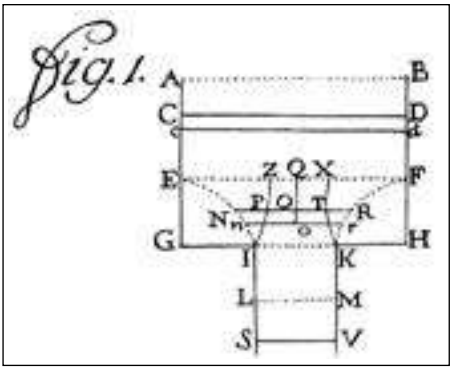


Figura de Giannini

se puede comprimir. A la gravedad no le da un tratamiento específico, la supone incluida dentro de la fuerza que actúa sobre el fluido, salvo en algún caso que se verá más adelante.

En la Hipótesis II[292] se dice que la velocidad del fluido aumenta cuando sale por el orificio IK del vaso AGHB y que, para pasar por el orificio, en ese líquido se formará un sumidero EIKF que tendrá una altura finita. Dentro de él el fluido se moverá de forma forzada, mientras que entre esa bajada y las paredes del vaso, en las zonas laterales ENIG y FRKH del dibujo, el fluido permanece quieto. Es decir, Giannini supone que se forma una especie de desagüe o embudo de forma natural, en el que el fluido se va acelerando hasta alcanzar la velocidad necesaria para pasar por el agujero, que es más estrecho que el recipiente, mientras que el líquido que se encuentra entre ese embudo y las paredes del recipiente permanece en reposo. Eso Giannini lo plantea como un axioma que se debe aceptar; pero esa configuración no deja de ser problemática.

Isaac Newton en los *Principios matemáticos de la Filosofía natural*, en el lugar anteriormente citado, planteaba que en el vaso no había agua sino hielo, y que era el agua al caer la que formaba el sumidero[293]. En ese caso, como el agua entre el chorro y las paredes está helada, ese

[292] "HYPOTHESIS II Quoniam velocitas fluidi augetur, dum exit fluidum foramine IK vasis AGHB, concipio juxta foramen ipsum sieri Gurgitem EIKF altitudinis finitae, ita ut fluidum in eo contentum moveatur, & in quiete maneat alterum ENIG, FRKH limite Gurgitis, & vasis pariete comprehensum" (p. 5).

[293] "formando en su caída la catarata o columna de agua" (Newton, 1987, p. 394).

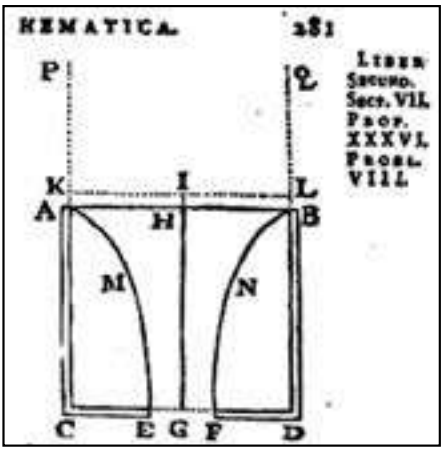


Figura en Newton

líquido no intervenía en el flujo que cae. Si se fundiera tampoco variaría porque según explica:

"Supóngase ahora que el hielo del recipiente se funde en agua; pero el flujo de agua en lo que respecta a su velocidad, no se modificará. No será menor porque el hielo fundido se esforzará en descender, no podrá ser mayor porque el hielo, convertido ahora en agua, no puede descender sin perturbar el descenso de otra agua igual a su propio descenso" (Newton, 1987, p, 395).

La explicación de Newton es un tanto forzada y D'Alembert la criticaba claramente en la entrada "Hydrodinamique" de la *Encyclopédie* (1778, v. 17, p. 878):

"Johann Bernoulli en su *Hidráulica* (ved el tomo IV de sus obras) ha probado muy bien la imposibilidad de tal catarata, porque la parte del fluido que estuviera fuera de la catarata estaría quieta, y en consecuencia actuaría debido a su peso para destruir tal catarata, en la que el fluido no tendría ninguna presión"[294].

Efectivamente, no parece razonable que exista un un sumidero con unos límites tan precisos como pretendían Giannini y Newton.

Por otra parte las mismas palabras que utiliza Newton, hablando varias veces de "cataracta" en su texto latino para indicar el

[294] «M. Jean Bernouilli dans son hydraulique (voyez le tome IV de ses œuvres) a très bien prouvé l'impossibilité d'une pareille cataracte, parce que la partie du fluide qui seroit hors de cette cataracte seroit stagnante, & par conséquent agiroit par sa pesanteur pour détruire cette cataracte, dans laquelle le fluide n'auroît aucune pression».

estrechamiento en la caída del agua o el término "gurges" que utiliza Giannini para indicar ese sumidero, indican que estaban pensando en un movimiento turbulento en esa zona, que no se ajustaría a las reglas de un movimiento laminar en el que se conserva la energía, que son las que se aplican.

En el escolio[295] posterior se aclara que la velocidad del fluido aumenta gradualmente, hasta alcanzar la que debe tener al salir por el orificio IK. Lo que en realidad es una nueva hipótesis por la que se rechaza el movimiento turbulento.

A las hipótesis le siguen las proposiciones que se dividen en dieciséis problemas. Se postulan ocho casos distintos, según cómo sea la forma del sumidero o la fuerza que actúa, y en cada caso se encuentra la relación de la velocidad con el desplazamiento y del desplazamiento con el tiempo.

En este primer caso, "Problema I Propositio I" (p. 6), se supone que sobre el fluido actúa una fuerza constante P que además de forzar el paso del fluido por el orificio IK acelera el movimiento de dicho fluido. En esa fuerza P está incluido el peso del fluido y la presión atmosférica. Se supone, igualmente, que el recipiente tiene siempre la misma sección y que el líquido baja hasta una altura EF donde comienza el sumidero que termina en un orificio de salida IK, que es más estrecho que el área de la sección inicial EF. Se acepta que el fluido tiene un movimiento homogéneo por secciones horizontales, que se va transmitiendo de sección en sección. La velocidad de las secciones será la misma hasta que comience el sumidero, entonces deberá de acelerarse hasta pasar por el orificio de salida que es más estrecho. Se pide hallar la ley

---

295 "SCHOLIUM. Facta hac hypothesi augetur per gradus velocitas fluidi, quod necessarium est, ut majori cum velocitate exeat foramine IK. Ad motum fluidi investigandum institui calculum pro quavis Gurgitis figura; cumque non potuerim determinare, quanam / figura gaudeat in natura, ad theoriam casui maxime simplici applicandam, posui Gurgitem habere figuram coni truncati, & vas esse cyilindricum." (p. 5-6).

que sigue la velocidad en la sección EF comienzo del torbellino de salida EIKF según va actuando la fuerza, suponiendo que se conoce la magnitud de dicha fuerza, la velocidad inicial, la forma del desagüe, y que el fluido se repone por encima para que no cambie la fuerza total que actúa que incluye el peso[296]. En concreto en este primer problema se pide la relación que existe entre el desplazamiento del líquido y la velocidad.

Se designa por "a" la sección del recipiente en la parte superior, por V su velocidad en dicha parte y por C su velocidad inicial. En un plano que corte horizontalmente el desagüe o sumidero la velocidad se indica por "u" y el área de la sección por "y". La sección del agüjero al final del sumidero se llama b.

Giannini utiliza la ley de continuidad, por la que la masa de líquido que pasa en cada momento por cualquier sección horizontal debe ser la misma, para afirmar:

$$a \cdot V = y \cdot u$$

A partir de esa igualdad se obtiene la variación infinitesimal de la velocidad en el sumidero:

$$De \quad u = \frac{aV}{y} \qquad se\ deduce \quad du = -aV\frac{dy}{y^2} + \frac{adV}{y}$$

Si se considera un elemento infinitesimal de volumen de altura dx en el vaso, su desplazamiento provocará un desplazamiento dg en el sumidero. Se cumplirá también por la ley de continuidad que $a \cdot dx = y \cdot dg$.

---

[296] "PROBLEMA I PROPOSITIO I. Posita constante Potentia fluidum premente in sectione superiore EF Gurgitis EIKFj & posita eadem majore necessaria ad inducendam illam status mutationem ortam transitu fluidi a sectione ad sectionem; denique fluido ad libellam EF constanter servato ea cum velocitate, quam acquirit in descensu; determinare legem accelerationis fluidi in ipsa superiori sectione EF." (p. 6).

La variación de la energía cinética[297] dentro del sumidero, o más exactamente de la velocidad al cuadrado multiplicada por el elemento del volumen, que hace las veces de elemento de masa, es:

$$y \cdot dg u du = y \cdot dg \cdot u(-aV\frac{dy}{y^2} + \frac{a dV}{y}) = -a^3V^2 dx \frac{-dy}{y^3} + a^2 V dV . \frac{dg}{y}$$

En ese diferencial de energía cinética de una lámina de líquido del sumidero intervienen unas variables que corresponden al desagüe, dy ó dg, y otras que corresponden al vaso, dV y dx. Integrando respecto a las primeras se obtendrá la variación de la energía cinética que se produce con el paso de un infinitésimo de líquido por todo el sumidero:

$$aV^2 dx \frac{\sigma a - b\tau b}{2b\tau b} + a^2 V dV \int \frac{dg}{y}$$

La última integral depende de la forma del sumidero por eso se supone igual a $\frac{N}{b^2}$, donde la constante N es N = $\int b^2 dg/y$, valor que habría que encontrar en cada caso conociendo como varía la sección "y" del degüe con la altura "g".

El primer sumando de esa expresión representa la aportación a la energía cinética del cambio de velocidad debido al paso de una sección de mayor área a una de menor y el segundo la debida al aumento de la velocidad inicial, que se postuló en el enunciado que se produciría. La variación total debe ser igual al trabajo[298]

---

297 Giannini utiliza "mutatio status" para indicarlo. El término "energía cinética" se introdujo en el siglo XIX, pero se va a utilizar aquí para no complicar más el razonamiento.

298 Giannini lo llama "actio". La denominación trabajo para el producto de la fuerza por el desplazamiento, proviene de la obra del físico e ingeniero militar francés Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796 – 1832), hijo del matemático, general y fundador de la Escuela Politécnica de Paris Lazare Carnot. En esta obra se va a usar trabajo para esa idea, salvo en las citas, para facilitar la comprensión.

realizado por la fuerza P que actúa sobre el líquido al desplazarse dx en la entrada del sumidero[299]. Esto es

$$P \cdot dx = aV^2 dx \frac{aa - bb}{2bb} + \frac{a^2 NVdV}{bb}$$

Integrando la expresión se encuentra la relación entre la velocidad V y el desplazamiento del líquido x en el vaso superior[300].

Se toman otras constantes para simplificar la expresión, y se hace el cambio de variable[301] V^2=y, para dejar la ecuación reducida a:

$$dx = \frac{\theta}{\varepsilon} \frac{dy}{\frac{P}{\varepsilon} - y}$$

Integrando y tomando para x= 0 la velocidad C, se obtiene finalmente:

$$V^2 = \frac{2b^2 P}{a(aa - bb)} - \frac{1}{f^x}$$

Donde f es una constante que depende de a, b y N.

En los restantes problemas la resolución es parecida. Los cálculos no son sencillos y Giannini muestra un buen dominio del cálculo diferencial. Pero cuida poco el sentido físico de las expresiones. Tampoco se preocupa por obtener resultados numéricos. El siguiente apartado se titula "Constructio" y en él se indica la manera de dibujar el segmento que da el valor de la velocidad V, dado el segmento AC=x, que da la longitud del desplazamiento del líquido. Para ello se debe dibujar una curva logarítmica de base $\frac{aN}{e^{aa-bb}}$ en unos ejes, en los que se marcan unos segmentos dependientes de a, b y P para determinar el vértice de una parábola, que junto a la curva logarítmica le sirve a Giannini para encontrar

---

299 "actio equalis est mutatio status" (p. 9)

300 De donde se puede deducir fácilmente la velocidad de salida v por la ley de continuidad: aV =bv, pero Giannini no lo hace.

301 La y de esta fórmula es diferente a la de la página anterior, que era la sección horizontal en un plano del sumidero. Pese a eso se usa la misma letra.

el valor del V^2 correspondiente a un x dado. No parece que con este procedimiento se puedan hallar valores precisos de la velocidad, pero es suficiente para obtener consecuencias generales que es para lo que Giannini la utiliza en los corolarios y teoremas posteriores. Además, para un geómetra seguidor de Euclides, como Giannini, es una forma impecable de dar las soluciones porque es el método que se utiliza en los *Elementos* para darlas.

Ese apartado en que se explica la construcción de las soluciones tiene cuatro corolarios. En el primero se dice que si el orificio de salida es igual a la sección del vaso, la ecuación queda reducida a: $P \cdot x = \frac{1}{2} a \cdot c \cdot \left(V^2 - C^2\right)$. En el segundo corolario se dice que en el aumento de la energía cinética la parte debida a la aceleración por el cambio de sección en el chorro de fluido es $\pi = aV^2 \frac{aa - bb}{2bb}$. Se observa que la variación no depende de la altura del remolino, por lo que sería falso tomarla como nula si la altura del torbellino se supone infinitésima. En el tercer corolario se dice que el aumento de energía debido al aumento de velocidad es $\frac{a^2 NVdV}{bb}$. En el último corolario se afirma que si el desplazamiento x tiende a infinito la velocidad tiende a $V^2 = \frac{2b^2 P}{a(aa - bb)}$

Se completa este primer problema con tres teoremas que estudian casos particulares de un movimiento de este tipo. En el primer teorema se supone que la altura del sumidero es infinitesimal. En el segundo se dice que si b es un infinitésimo comparado con a, y la fuerza actuante es el peso de la columna de fluido de base a y altura h, que se encuentra encima del orificio la fórmula se reduce a $v^2 = 2gh$, siendo v la velocidad de salida del líquido y g la aceleración de la gravedad. Es decir de los resultados obtenidos por Giannini se puede deducir el teorema de Torricelli. Este es el único caso que se hace intervenir directamente la gravedad. El tercer teorema dice que si el sumidero tiene forma de cono truncado y su altura disminuye

manteniéndose las restantes variables, la velocidad V aumenta. En los corolarios posteriores se va estudiando qué sucede si la sección del orificio disminuye o si la sección del vaso aumenta, siempre manteniéndose constantes las restantes variables.

En el segundo problema[302] las condiciones son las mismas que en el primer problema. Cambia lo que se pide, que en este problema es determinar el tiempo que el fluido tarda en descender una altitud AC =x . Para encontrar la función buscada se comienza con la ecuación diferencial $dx = \frac{\theta}{\varepsilon}\frac{dy}{\frac{P}{\varepsilon} - y}$ obtenida en el problema anterior y partiendo de ella y recordando que y = V^2 se tiene:

$$dt = \frac{dx}{V} = \frac{2\theta}{\varepsilon}\frac{dV}{\frac{P}{\varepsilon} - V^2}$$

Integrando esa expresión y aceptando que si t=0 es V=C. Se obtiene la fórmula:

$$f^{t\sqrt{\frac{ab^2P}{a(aa-bb)}}} = \frac{\sqrt{\frac{ab^2P}{a(aa-bb)}} + V}{2\cdot\left(\sqrt{\frac{ab^2P}{a(aa-bb)}} + C\right)\cdot\left(\sqrt{\frac{ab^2P}{a(aa-bb)}} - V\right)}$$

Donde f es la misma constante que en el primer problema. Añade Giannini que para conocer la relación entre t y x se debe sustituir V por la expresión en función de x obtenida en el primer problema.

En la construcción posterior, se explica como se puede obtener el tiempo que tarda el fluido en descender una altura x, dibujando unos ejes, y varias figuras que le permiten hallar los segmentos

302 "PROBLEMA II. PROPOSITIO VII. Manentibus descriptis in Proposit. I. determinare tempus fluidi descensus per altitudinem AC = x." (p. 15).

que dan los valores que satisfacen la expresión anterior. Después se ponen una serie de corolarios explicando que sucede si la sección del vaso no se estrecha, o si el desplazamiento tiende a infinito, y un teorema que estudia como es la dependencia entre tiempo y velocidad, cuando el sumidero tiene forma de cono truncado.

En el tercer problema se cambia la situación física que se trata de resolver. Se continúa teniendo una fuerza constante en la sección superior EF del sumidero EIKF y añadiéndose líquido para que el nivel del vaso no cambie. Pero, en este caso, la fuerza existente es suficiente para que el líquido pase por el sumidero pero no para acelerarlo. Se pide determinar la forma como varía la velocidad cuando el fluido baja una altura x.[303]

Los pasos dados para encontrar la relación entre la velocidad del fluido en EF y la distancia x bajada por el fluido son los mismos que en el problema primero, cambiando algunos signos para tener en cuenta que el líquido no se acelera. A la resolución del problema le sigue una "Constructio" (p. 21) que es parecida a la propuesta para hallar las soluciones del primer problema y varios corolarios para obtener lo que sucede en circunstancias particulares.

El problema IV trata de hallar la relación entre el tiempo y la bajada de una distancia x en las condiciones del problema III.[304] Los pasos dados para hallar la fórmula que relaciona x y V son similares a los dados en el problema II, y de nuevo para encontrar

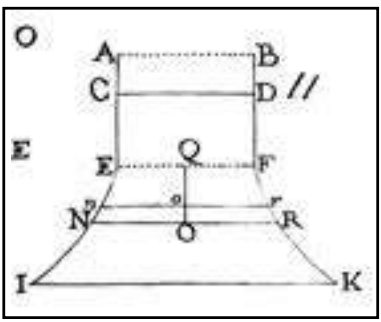
---

[303] "PROBLEMA III. PROPOSITIO IX. Posita constante Potentia fluidum premente in: sectione fuperiori E F Gurgitis EIKF, in qua sectione initio habet fluidum datam velocitatem C; eademque potentia existente minori necessaria ad inducendam illam status mutationem ortam transitu fluidi a sectione ad sectionem; denique fluido ad libellam EF conftanter, fervato ea cum velocitate, quam acquirit in descensu determinare legem accelerationis ipsius fluidi in superiori seftione EF" (p. 19).

[304] "PROBLEMA IV. PROPOSITIO XI. Positis iisdem, quae in Proposit. IX. descripta funt, determinare tempus descensus fluidi per altitudinem AC=x" (p. 23).

las soluciones se dibujan una hipérbola equilátera y varias rectas. Le siguen varios corolarios y un teorema, en el que se estudia cómo se simplifican las fórmulas para un sumidero cónico y se comenta cómo varía el tiempo si la altura del sumidero se hace menor, o si disminuyen las secciones del vaso o del orificio.

En el problema V se supone que la sección inferior IK del sumidero es mayor que la inicial EF y que la fuerza constante P actúa en la sección inferior. Se pide de nuevo la ley que dé la velocidad en el nivel superior del sumidero, al moverse el líquido una altura x[305].



El problema VI se trata de hallar como varía el tiempo si el fluido desciende una altura x, en las condiciones del problema V. Los pasos dados para hallar la fórmula que relaciona x y V son los mismos que en los problemas II y IV. Pero la integral resultante ahora es: $t = \frac{2\theta}{P}(M - B)$ siendo θ una constante que depende de la forma del sumidero, B = arctan V y M = arctan C. En consecuencia, en la construcción posterior la figura principal es un arco de circunferencia en el que se hallan tangentes.

En el problema VII el fluido que desciende del vaso AGHB una vez pasado el sumidero IK se encuentra con un tubo ILMK. Se aplica en AB en la parte de arriba del vaso una fuerza constante, y se restituye en AB el fluido que sale por el tubo. Se pide determinar

[305] "PROBLEMA V. PROPOSITIO XIII. Posita Gurgitis sectione inferiore IK majori sectione superiore EF, in qua fluidum initio habet datam velocitatem C; praeterea applicata ad IK Potentia constante non minori necessaria ad formandum Gurgitem EIKF; denique fluido ad eamdem libellam EF constanter servato ea cum velocitate, quam acquirit in descensu, determinare legem velocitatum ipsus fluidi in superiori Gurgitis sectione EF" (p. 26).

la ley que sigue la velocidad de dicho fluido[306]. El problema octavo pide hallar el tiempo que el fluido tarda en descender la altitud x, en las condiciones del problema VII anterior[307].

En el problema IX se mantiene lo dispuesto en el problema VII y además se exige que el tubo de salida del fluido sea indefinido. Se pide como en el problema VII la relación entre la velocidad en el vaso y el desplazamiento de la fuerza.[308]

Las ecuaciones diferenciales son cada vez más complicadas y las soluciones también. En este caso para la relación entre V y x se obtiene la fórmula:

$$V^2 = \frac{2b^2P}{a(aa-bb)} - \frac{M}{\left(x + \frac{b^2m + aN + abn}{aa}\right)^{\frac{aa-bb}{aa}}}.$$

En la que para determinar la constante M se debe de tener V = C cuando x = 0. La expresión que se obtiene para M es un producto de potencias de fracciones en las que intervienen a, b, m, n, N, P y C. Para encontrar gráficamente la solución se debe dibujar una hipérbola, varias paralelas a sus asíntotas, y una parábola. En esa figura, para un valor de x igual a una distancia entre el eje y la hipérbola, se obtiene la velocidad V que le corresponde como el segmento entre dicho punto del eje y la parábola.

---

306 "PROBLEMA VII. PROPOSITIO XVII. Foramini IK Vasis AGHB annexo Tubo ILMK, fluidoque repleto tam Vafe, quam Tubo; deinde applicata ad AB potentia constanti, & restituta in AB ea quantitate fluidi, quae exit LM, ea cum velocitate, quam acquirit fluidum in descensu; determinare legem accelerationis ipsius fluidi." (p. 32) La figura es la misma que la del problema 1.

307 PROBLEMA VIII. PROPOSITIO XIX Manentibus iisdem Propofit. XVII. determinare tempus descensus fluidi per altitudinem AC=x" (p. 34).

308 "PROBLEMA IX. PROPOSITIO XXI; Manentibus descriptis in Proposit. XVII., ac praeterea extenso indefinite Tubo PLMK ita ut fluidam, quod exit foramine IK, in eodem tubo maneat; determinare legem accelerationis ipsius fluidi" (p. 38).

Como en los casos anteriores en el problema X con las mismas hipótesis que en el IX se pide encontrar el tiempo en que baja el líquido una altura x.

En el problema XI en las hipótesis del problema IX se pide el tiempo en que tarda el fluido en descender una longitud X por el tubo de salida, suponiendo además que la velocidad inicial C es cero y que el tubo de salida tiene una sección b infinitésima.

En el problema XII se supone que hay un vaso y un tubo de dimensiones conocidas llenos de fluido. Si se aplica arriba del vaso, en AB, una fuerza proporcional a la superficie AB y dirigida hacia el fondo del vaso, se pide hallar la ley del movimiento del fluido, si no se repone el fluido que sale por el final del tubo[309]. En este caso se dice que la fuerza impelente es igual a "(c+m-x)·a·dx" y la igualdad entre el trabajo realizado y el incremento de energía queda:

$$(c+m-x)\cdot a\cdot dx = (am-ax)VdV + a\frac{aa-bb}{2bb}V^2dx + \frac{a^2N}{bb}V\cdot dv + nb\frac{a^2V\cdot dV}{b^2}$$

Agrupando las constantes e integrando queda:

$$V^2 = \frac{\mu}{\gamma}\left(\frac{\theta}{\gamma}-x\right)^{\frac{\varepsilon}{\gamma}} - \frac{a}{\gamma-\varepsilon}\left(\frac{\theta}{\gamma}-x\right) + \frac{\beta\gamma-a\beta\theta}{\varepsilon\gamma}$$

Si $\gamma = \varepsilon$ la integración anterior no es posible, y Giannini propone otra vía que da como resultado

$$V^2 = \left(M - L\left(\frac{\theta}{\varepsilon}-x\right)\right)\cdot\left(\frac{\theta}{\varepsilon}-x\right) + \frac{a\theta-\beta\varepsilon}{\varepsilon^2}$$

En este caso las construcciones son especialmente complicadas. Se trazan tres figuras diferentes según sea $\gamma>\varepsilon$, $\gamma < \varepsilon$ ó $\gamma=\varepsilon$. En cada

---

309 "PROBLEMA XII. PROPOSITIO XXVII. Foramini IK Vafis AGHB annexo Tubo ILMK, fluidoque repleto tam Vafe, quam Tubo; deinde applicata ad AB potentia, quae sit proportionalis sectioni AB ductae in altitudinem fluidi descendentis fupra vasis fundum; determinare legem accelerationis ipsius ftuidi" (p. 46).

caso se deben dibujar parábolas, y círculos o curvas logarítmicas para llegar a una figura que permite conocer el segmento que vale V si se conoce el que representa x.

En el problema XIII pide hallar el tiempo que tarda el fluido en descender una longitud x en las mismas hipótesis del problema XII. El enunciado[310] del problema XIV es el mismo que el del XII, salvo que en este caso el tubo que sale del orificio es indefinido y el fluido permanece dentro del tubo. La ecuación diferencial tiene por lo tanto un nuevo sumando que corresponde al aumento de energía de ese fluido que ha pasado por el orificio. En el problema XV en las hipótesis del problema XIV, se pide calcular el tiempo que tarda en bajar el fluido la distancia x. Como en los problemas anteriores de este tipo se parte del resultado obtenido en el problema XIII para la velocidad y se comienza con la igualdad:

$$dt = \frac{dx}{V} = \frac{\sqrt{\varepsilon x + \theta}\,dx}{\sqrt{-\lambda x^2 + \beta x - \mu}}$$

Cambia varias veces de parámetros, e incógnitas, hasta llegar a una hipérbola y una elipse con las que, ayudado por la teoría sobre arcos de elipses y de hipérbolas deVicente Riccati[311] tomada de *Institutiones Analyticae*, llega a dos integrales que corresponden a un arco elíptico y un arco hiperbólico, con las que llega a una construcción geométrica en la que obtiene el valor de t.

En el problema XVI se pide hallar el tiempo de descenso de una altura x en las condiciones del teorema XV, es decir, con la anchura b infinitésima, la velocidad inicial nula y el sumidero con

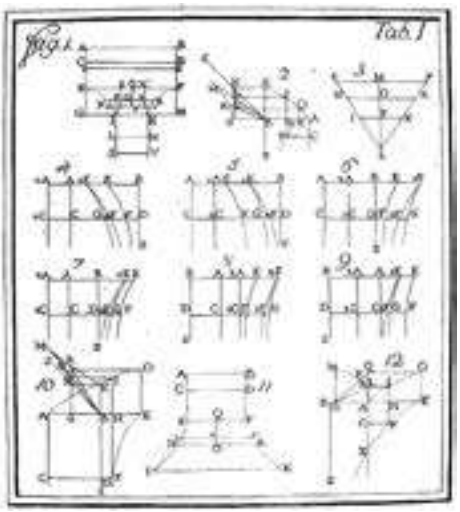
---

310 "PROBLEMA XIV. PROPOSITIO XXX. Manentibus descriptis in Prop. XXVII., ac praeterea Tubo ILMK indefinite extenso, ita ut fluidum in eodem Tubo maneat, determinare legem accelerationis ipsius fluidi ex libella AB in CD descenfi." (p. 54)

311 "ex Theoria arcuum ellypticorum, ac hyperbolicorum Cel. P. Vincenti Riccati, quam Theoriam ipfe exponit etiam in Institutionibus Analyticis." (p. 60)

forma de tronco de cono. Con los corolarios de este problema termina el trabajo[312]

En este "Opúsculo" Giannini trata una materia que estaba en el centro de las investigaciones de la mecánica de fluidos en aquella época. Es cierto, cómo se ha adelantado, que la hipótesis de un sumidero se había rechazado por parte de los principales autores, pero no dejaba de ser una hipótesis posible que había apoyado Newton. La forma de trabajar, con láminas infinitesimales de fluido cortada perpendicularmente al flujo, era la habitual en la época[313]. Las líneas de corriente o las ecuaciones locales comenzaron a utilizarse tras los trabajos de Euler. Giannini se basa en las mismas leyes físicas que los mejores autores de la época, como los Bernoulli, Euler o D'Alembert: el principio de continuidad y el principio de las fuerzas vivas o de la conservación de la energía.



Todos los autores comenzaban sus estudios refiriéndose a fluidos no viscosos, no compresibles y homogéneos. Incluso la no utilización del concepto de presión, o la no inclusión de la presión atmosférica en los cálculos, que ahora sorprenden, eran simplificaciones habituales en la época. Newton no habla de presiones al

[312] Este primer "Opusculo" termina en la página 62, marcada 68 por error.

[313] Ver Georges Bouligand. 1960, « L'oeuvre d'Euler et la mécanique des fluides au XVIIIe siècle. » en: *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*. 1960, Tome 13 n°2. p. 105-113.

estudiar las cataratas que se crean en esos orificios, aunque en ese caso D'Alembert le criticó porque, al no incluir la presión atmosféricas, pueden aparecer valores negativos en las presiones.

Al tratar del movimiento del fluido en un plano Giannini margina la posibilidad de que aparezcan remolinos, pero era una aproximación que defendía también D'Alembert:

> "Es verdad que no he tratado más que del movimiento del fluido en un plano; pero es sencillo extender la teoría que ha dado al movimiento de un fluido en un sólido y no atribuyo absolutamente ningún mérito a esa generalización"[314].

Sorprende que no mencione la existencia de capilaridad al estudiar salidas infinitesimales en los sumideros, aunque fuera para decir que no la tenía en cuenta. De nuevo, puede despreciarse ese fenómeno si las áreas de vasos y sumideros son suficientemente grandes como para poder trabajar con superficies muy pequeñas que puedan considerarse infinitésimas respecto a las iniciales, pero no tan pequeñas como para que la capilaridad perturbe todos los cálculos[315].

La parte más positiva del trabajo es la habilidad que muestra Giannini en la integración de ecuaciones. Ese dominio lo manifiesta al separar el tratamiento de la variación de la velocidad en el sumidero respecto al tiempo y respecto al espacio, y en la manera de evitar las derivadas parciales, haciendo una integración en la parte correspondiente al sumidero, que parece un antecesor de la

---

[314] «Il est vrai que je n'ai traité du mouvement du fluide que dans un plan; mais il est si aisé d'étendre la théorie que j'ai donnée au mouvement d'un fluide dans un solide que je n'attache absolument aucun mérite à cette généralisation. » (D'Alembert, 1778, *Encyclopedie* v. 17 p. 878).

[315] Giannini no considera la capilaridad en este trabajo; pero conocía su existencia. Le dedica un escolio (p. 200-201) en el Tomo IV de su *Curso Matemático* (1803) que trata de mecánica, en el apartado "Del equilibrio de los fluidos contenidos en los vasos y tubos comunicantes de cualquier figura" (p. 193). El fenómeno había sido ya estudiado por .James Jurin (1684-1750) matemático y médico inglés que propuso en 1718 la ley de ascenso del líquido en un tubo capilar que todavía se estudia.

derivada sustancial que ahora se utiliza. También en la capacidad para utilizar funciones logarítmicas, exponenciales, y trigonométricas o integrales elípticas o hiperbólicas, si es necesario, para hallar las soluciones. En las construcciones geométricas que utiliza para indicar cómo se pueden encontrar las soluciones de las ecuaciones obtenidas, ese virtuosismo geométrico de Giannini llega a extremos en los que es difícil seguir sus razonamientos.

Está claro que esa metodología sirve para indicar propiedades generales de las ecuaciones, como máximos, mínimos, o valores para los que no puede haber solución; pero no se pueden hallar valores concretos de esos dibujos. La forma de estudiar los sumideros de Giannini permite saber más sobre la influencia del estrechamiento del conducto en la variación de energía cinética del fluido y otras cuestiones abstractas. Pero no permite sacar valores numéricos concretos que puedan refrendarse con experimentos o puedan utilizarse en ingeniería.

La parte más negativa de esta obra de Giannini es que no se refiere a la realidad física más que en los principios a aplicar. Luego puede estudiar durante muchas hojas líquidos que bajan sin girar por el sumidero o por conductos infinitésimos[316], sin dar ninguna explicación. Además, los métodos de integración, con sus sustituciones y parámetros alternativos facilitan mucho el cálculo, pero dificultan la comprensión de lo que se está proponiendo desde el punto de vista de la hidrodinámica, que debería ser el objetivo fundamental del estudio.

Opusculum II "De cycloide contracta ac protracta" (p. 69-90)

En este trabajo Giannini estudia la cicloide alargada y acortada[317]. En un "Praefatio" (p. 71) se introduce el tema, comenzando

[316] Por ejemplo los teoremas XII, XIII, XIV y XV o los problemas XI y XVI.

[317] Algunos autores las llaman contraídas y dilatadas (Gomes Texeira, 1905, p.428). Giannini usa el término "contracta" para la alargada y "protracra" para la acortada, lo que no deja de crear problemas al lector hasta que se acostumbra porque en latín "contraho", es contraer o en inglés a la cicloide acortada se le llama "curtate cycloid", o "contracted cycloid".

por ensalzar a la cicloide por ser una curva sublime que había servido para ejercitar el ingenio de los geómetras. Añade que últimamente el docto Boscovich[318] había publicado *Curvae Elementa* donde se estudiaba la cicloide vulgar. Pero no trataba de las cicloides alargadas y acortadas. Giannini afirma que con este trabajo quería completar la obra del jesuita estudiando esas cicloides especiales. Recuerda que otros autores se han ocupado de ellas antes que él. Aunque él no vaya a utilizar en su estudio esos escritos, quiere informar al lector sobre quienes fueron, y explica que el primero que consideró de forma geométrica la Cicloide vulgar fue Galileo. Al parecer, en una carta a Torricelli del año 1639 comentaba que llevaba cuarenta años preocupado por esa curva porque le parecía la más apta para hacer puentes abovedados. Añade que Torricelli y Roberval[319] encontraron que el área debajo de un arco de la cicloide vulgar, cuando da un giro completo, es tres veces la del círculo que la genera al girar. Pascal generalizó ese resultado hallando el área debajo de la cicloide para cualquier abscisa intermedia. La forma de trazar la tangente dice que la descubrieron los célebres geómetras Descartes, Fermat, Roberval y Viviani[320]. La rectificación

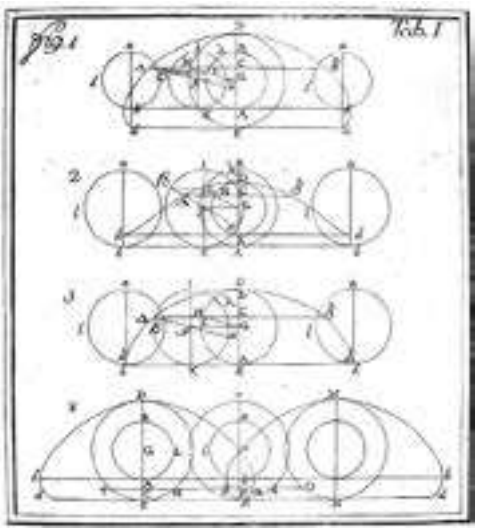
---

[318] No se ha encontrado ninguna obra de Boscovich titulada *Curvae Elementa* En matemáticas publicó *Elementa universae matheseos* (1754), del que, tal vez, Giannini haya considerado que algún apartado es un tratado elemental de curvas. Pero lo más probable es que se refiera al *De cycloide et logistica auctore P. Rogerio Josepho Boscovich Societatis Jesu […],* (Monaldi, Roma, 1743), que no se ha podido consultar.

[319] Gilles Personne de Roberval (1602 – 1675), matemático francés. Fue profesor del College de France y fundador de la Academia de Ciencias francesas. Se le considera uno de los precursores del cálculo diferencial.

[320] Vincenzo Viviani (1622 – 1703). Fue un discípulo de Galileo, de quien fue fiel seguidor. Entre sus trabajos en matemáticas, está una restauración del libro V de las *Cónicas*, de Apolonio. Estudió también temas de hidráulica y la velocidad de propagación del sonido. Al final de su vida era matemático del duque de Toscana.

y el radio de curvatura de la cicloide los hallaron Huygens[321] y el inglés Wren. Sobre las cicloides contraídas y alargadas Giannini menciona los trabajos que escribieron Roberval y Pascal para encontrar la cuadratura y la rectificación. Acaba el prefacio diciendo que él ofrece unas demostraciones elegantes de la cuadratura y de la rectificación.



De la historia que ofrece Giannini se observa que el relato no es diferente de los que se pueden encontrar todavía ahora en muchos libros, aunque en él se dé algo más de importancia a los autores italianos que en los resúmenes habituales[322]. No se incluyen algunos otras cuestiones resueltas por Pascal o Wren, como hallar el centro de gravedad de una superficie limitada por una cicloide o hallar el volumen del sólido formado al girar la cicloide alrededor de su tangente en el punto más alto. Tampoco se menciona que la cicloide es la curva por la que el descenso de un cuerpo pesado es mas rápido, por lo que se llama braquistócrona o que es la curva tautócrona, es decir que da igual desde donde se deje

[321] Christiaan Huygens (1629 – 1695) famoso astrónomo, físico y matemático holandés. Colaboró con la Académie des Sciences de París y con la Royal Society de Londres. Se relacionó con Descartes en su juventud y con Leibnis y Newton al final de su vida. En matemáticas inició el cálculo de probabilidades, y fue un precursor del cálculo diferencial e integral. En física trabajó en mecánica y en óptica rama en la que fue un defensor de la teoría ondulatoria, enfrentándose a Newton y su teoría corpuscular. Como astrónomo fue el descubridor del anillo de Saturno.

[322] Por ejemplo se trata de ella en Boyer (1992, capítulo XVIII).

caer un cuerpo, siempre tarda lo mismo en llegar al punto más bajo, propiedades encontradas por Huygens y Bernoulli a finales de siglo XVII. De todas formas, la introducción de Giannini es suficiente para comprender la importancia de esta curva.

Este "Opusculum" tiene una definición y doce proposiciones, además de varios escolios, o explicaciones, y corolarios. En la definición inicial se afirma que las cicloides se definen como la trayectoria de un punto que está sobre un diámetro de una circunferencia que rueda sobre una recta. Si el punto está sobre la circunferencia se tiene la cicloide vulgar. Si está en la prolongación del diámetro la curva que dibuja es la cicloide alargada. Si el punto cuya trayectoria se considera está dentro del círculo se obtiene la cicloide acortada[323].

El estudio comienza con dos proposiciones que no requieren el cálculo infinitesimal. La primera dice que la distancia avanzada por el círculo que rueda sobre la recta es al arco girado por el círculo que dibuja la cicloide, como el radio del uno es al radio del otro. Es consecuencia de que la distancia recorrida por la circunferencia que rueda debe ser igual a la longitud del arco girado en ella[324].

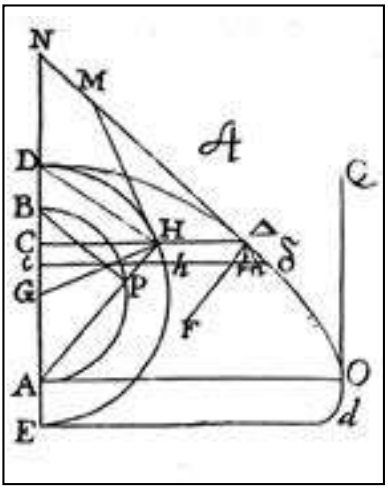
La proposición II sirve para preparar la proposición siguiente en la que se explica como se traza la tangente a una cicloide. Para hacerlo se considera una figura en la que están dibujadas la cicloide que se estudia, la circunferencia que rueda sobre una recta y la circunferencia concéntrica con la anterior en la que se encuentra el

---

323 "quae dicitur Cyclois Contracta, si punctum d fit in diametro ab extensa; vocatur autem Cyclois Protracta, si punctum d inter duo extrema diametri ab positum sit; denique si punctum d sit ipsius diametri extremum, linea dDd dicitur Cyclois Vulgaris" (p. 73).

324 "PROPOSITIO I Cum circulus bla pervenerit in BLA, & punctum describens d in D, ita ut recta D A perpen-/ dicularis sit ad rectam bb, centro G circuli ALB intervalio GD describatur circulus DHE, & per quodvis punctum Δ Cycloidalis Curvae ducatur ad diametrum DE perpendicularis ΔC occurrens in H circumferentiae circuli descripti DHE. Dico arcum DH ad rectam HΔ fore in ratione constanti radii circuli DHE ad radium circuli BLA." (p. 73-74).

punto que dibuja dicha cicloide. Estas dos circunferencias se dibujan en la posición que corresponde al punto más alto de la cicloide, posición canónica que va a repetirse en varias proposiciones. Desde un punto Δ de la cicloide se traza una perpendicular a los diámetros verticales de las circunferencias, se determina el punto H en que corta la circunferencia que dibuja la cicloide y se encuentra un ángulo BAH, que se lleva al punto Δ, de tal forma que un lado sea horizontal y el otro lado sea una recta ΔM tal que forme con la anterior un ángulo igual al BAH. En esta segunda proposición se demuestra que la distancia HM, tomada en la tangente AM de la circunferencia que dibuja la cicloide, es igual a la longitud del arco DH de la circunferencia auxiliar.



En la proposición tercera[325] se demuestra que la recta ΔM dibujada en el punto Δ de la cicloide en la proposición anterior es su tangente en dicho punto. Para demostrarlo, se supone otro punto de la cicloide δ infinitamente próximo a Δ[326]. Se traza en δ una paralela a la recta que se quiere demostrar es tangente a la cicloide en Δ, se unen las dos ordenadas de Δ y δ con perpendiculares. Utilizando teoremas de geometría elemental y la primera proposición de este opúsculo se demuestra la semejanza de un triángulo HGA finito y otro Δnδ infinitésimo, de la que se deduce que rδ : Δr = ΔC : CN. La razón de la izquierda en esa igualdad equivale a $\frac{dy}{dx}$ y la de la

[325] "PROPOSITIO III. Positis iisdem recta ΔM tanget Curvam Cycloidalem in puncto Δ" (p. 73).

[326] "Ducatur cδ infinite proxima Ordinatae CΔ" (p. 75).

derecha es la pendiente de la recta dibujada. Como por construcción pasa por el punto Δ, queda demostrado que esa recta es la tangente en Δ a la cicloide.

A la proposición le siguen seis corolarios en los que se obtienen las tangentes en puntos particulares de la curva.

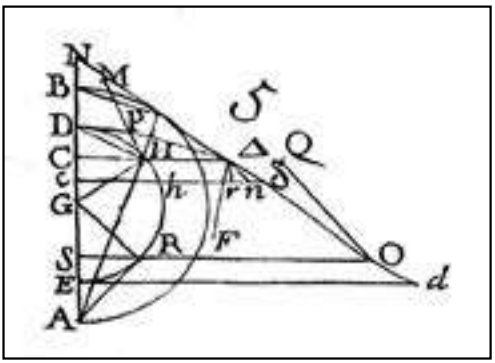
El escolio posterior es interesante porque traduce lo que se dice en lenguaje geométrico a diferenciales. La ecuación diferencial de la cicloide resulta ser $dy = -\frac{dx(n+x)}{\sqrt{rr-xx}}$. Debe tenerse en cuenta que Giannini utiliza y para la coordenada horizontal, y x para la vertical. Las constantes en la fórmula son: n el radio de la circunferencia que rueda y r el de la que tiene el punto que dibuja la cicloide.

En las dos proposiciones siguientes se estudia la concavidad de la cicloide. Dicha concavidad se considera respecto al eje vertical, no respecto a la recta sobre la que rueda la circunferencia. Las concavidades de la cicloide alargada y acortada son diferentes, por eso a esta cuestión se le dedican dos proposiciones distintas. En la primera se dice que la cicloide alargada siempre es cóncava respecto a su eje de simetría[327]. Para demostrarlo se toma un punto cualquiera, fuera del bucle, Δ, y luego otro δ "infinite proximam", se trazan las tangentes en esos dos puntos utilizando la proposición III y dibujando rectas auxiliares y utilizando, de nuevo, semejanzas entre triángulos, se llega a demostrar que las tangentes se cortan de tal forma que la curva debe ser cóncava. Se añade que el mismo razonamiento vale para la parte del bucle y se deduce, también, que en dicho bucle hay un punto en el que la distancia al eje es máxima.

Para la cicloide acortada, en la proposición V, primero se demuestra que la curva tiene un punto de inflexión, y, después que la parte de la curva que va del punto más elevado al punto de in-

[327] "PROPOSITIO IV. Cyclois DOd Contracta concava est ad axem DE, atque in eadem Ordinata AO est Maxima. (p. 77).

flexión es cóncava y la que va de dicho punto al punto más bajo es convexa respecto al eje de simetría.[328]



En la proposición VI se demuestra que si a la circunferencia que rueda se le da una nueva vuelta la que describe la cicloide dibuja una nueva figura que es igual a la anterior[329]. Para demostrarlo se emplea la proposición I y algunas operaciones sencillas entre segmentos. En la proposición VII se amplia la proporcionalidad encontrada entre los arcos girados por la circunferencia que dibuja la cicloide y las distancias recorridas por la circunferencia que rueda, a arcos mayores a media vuelta.

La normal a la cicloide en un punto se encuentra en la proposición VIII, demostrando que es paralela a la recta AH que se definió en la segunda proposición y se utilizó en la tercera para dibujar la tangente a la cicloide.[330]. La demostración es una consecuencia de la construcción propuesta en la proposición II. Tiene cinco corolarios en los que se encuentran las perpendiculares a la curva en varios puntos singulares.

La proposición IX trata sobre algunas propiedades de los incrementos infinitesimales en una circunferencia, que son utilizadas en

---

328 "PROPOSITIO V. In Cycloide Protracta ducta tangente AR ad semicirculum DRE, & per punctum R ducta Ordinata SO; dico ipsam Cycloidem gaudere in puncto O flexu contrario, ita ut pars DO concava sit ad axem DE; reliqua autem pars Od ad eumdem axem sit convexa" (p. 78).

329 "PROPOSITIO VI. Si absoluto Ramo *dDd* Cycloidis progrediatur circulus *abl* supra rectam *bb* extensam, ita ut punctum describens d absolvat novum Ramum *dMd*,cujus axis NM. Dico fore *da* axem Ramorum *d*Δ, *d*δ" (p. 79).

330 "PROPOSITIO VIII. Si ex puncto contactus A ad tangentem AM Cycloidis ducatur perpendicularis ΔF dico hanc fore parallelam recta A H" (p. 81).

las demostraciones de las proposiciones posteriores[331]. La proposición tiene dos afirmaciones que relacionan arcos infinitesimales con incrementos en una cuerda y con los segmentos que la perpendicular desde el punto determina en un diámetro.

En la proposición X[332] se índica cómo hallar el área del recinto limitado por una cicloide, su tangente en el punto máximo, que es una recta horizontal, y la ordenada de un punto Δ cualquiera de la cicloide. La fórmula es diferente para la cicloide acortada y alargada. Para la acortada el área es igual a la de medio segmento circular del círculo generador DCH[333], más la de un rectángulo que tiene un lado igual a la diferencia entre el radio de la circunferencia que rueda y el de la circunferencia que dibuja la cicloide, y el otro lado igual a la diferencia entre el arco DH y el seno que corresponde a ese arco[334]. Si la cicloide fuera alargada, se obtiene el área a partir de las mismas figuras, pero el rectángulo se debe restar en lugar de sumar.

---

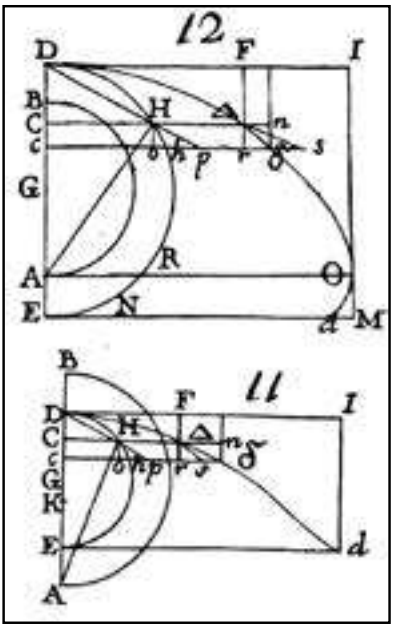
331 "PROPOSITIO IX, LEMMA Si in semicircula DHE ducatur Ordinata quaevis HC perpendicularis ad diametrum DE, & illi sit infinite proxima ch; extensa chorda DH, donec occurrat ordinate ch pariter extensae in p, & per punctum H ducta Ho parallela diametro DE; dico fore arcum infinitesimum Hh=hp y ac praeterea po : Hh — ho = EC : C D" (p. 82).

332 "PROPOSITIO X. Spatium externum DΔF Cychadis contentum tangente DF in vertice D, ordinata FΔ paralleia axi DE, & Curva DΔ, aequalis est fegmento circulari DCH una cum rectangulo contento sub recta / EA, & differentia arcus DH ab ejus finu HC in Cycloide Protracta; & in Cycloide Contracta aqualis est differentiae fegmenti circularis DCH a praedicto rectangulo" (p. 82-83).

333 Como en otras proposiciones Giannini utiliza Δ para indicar un punto de la cicloide; H para indicar el punto en que la perpendicular trazada desde Δ al diámetro vertical que es eje de simetría de la cicloide, corta a la circunferencia generadora de la cicloide que tiene ese diámetro; C es el punto máximo de la cicloide que corresponde al diámetro que es eje de simetría de la figura.

334 No se debe olvidar que para Giannini, como para la mayoría de los matemáticos durante el siglo XVIII, el seno era la semicuerda del arco correspondiente. Es decir, el rectángulo valdría $(R-r)\cdot(r\alpha-r\,\mathrm{sen}\,\alpha)$-

Para demostrarlo se toman dos puntos de la cicloide infinitamente próximos Δ y δ, se trazan sus ordenadas CΔ y cδ, se encuentran los puntos H y h, en los que las ordenadas cortan el círculo generador, colocado en la posición canónica, y se trazan perpendiculares de una ordenada a otra por H, h, Δ, y δ. Se investiga la semejanza entre los triángulos definidos por esas rectas, con lados finitos, infinitesimales o mezclados, hasta llegar a una situación en la que se continúa de distinta forma en las cicloides acortadas y ampliadas. Para la acortada se obtiene que un elemento del área buscada, Δn·ΔF, es igual a una suma en la que el primer sumando es un rectángulo de altura infinitesimal y de base media cuerda, que se puede considerar un elemento infinitesimal del área del medio segmento mencionado, y el segundo sumando es otro rectángulo en el que un lado es la diferencia de los dos radios y el otro lado la diferencia entre un elemento de arco menos un elemento de cuerda. De ahí, sin mencionar integrales ni operaciones similares, se concluye que el espacio externo DFΔ es igual a la suma del medio segmento circular DCH y el rectángulo AE·(DH-senDH)[335]. Dar ese paso sin ninguna justificación parece aventurado, aunque el razonamiento sea correcto. Para la cicloide alargada se ve en el dibujo que se debe utilizar la resta de las expresiones anteriores, en lugar de la suma.



[335] "unde spatium externum DFΔ erit aequale segmento circulari DCH una cum rectangulo contento sub recta AE, & differentia arcus DH ab ejus sinu HC" (p. 83).

De nuevo con un "unde" (de donde), se pasa de los infinitésimos a las fórmulas finitas que se postulan en la proposición.

En los corolarios se simplifica la expresión, se halla el valor del área para el recinto que va por debajo de la cicloide, y se encuentra cuanto vale el área si la cicloide da una vuelta completa.

En la proposición XI[336] se demuestra que la longitud de un arco de cicloide es igual a la de un arco de una elipse, que se dice cómo se halla. Para ello se comienza por postular los ejes de la elipse que corresponden a la cicloide considerada, proponiendo una construcción diferente para las cicloides alargadas y acortadas[337]. Para obtener el punto de la elipse tal que la distancia desde el punto más alto hasta él sea igual a la longitud de la cicloide desde su máximo hasta el punto dado, los pasos propuestos no son muy complicados. Se trata principalmente de trazar varias paralelas y calcular una proporción entre segmentos. Pero la demostración resulta bastante enrevesada. Además de utilizarse en ella una circunferencia auxiliar, tomarse dos puntos infinitamente próximos, Δ y δ, y obtener una serie de semejanzas entre triángulos finitos o infinitésimos, se recurre también a propiedades de las elipses. El último paso, que relaciona cicloide y elipse, se demuestra en un escolio aparte.

En un segundo escolio Giannini abandona el método que utiliza en todas las proposiciones, en el que la geometría clásica se aplica a los infinitésimos, para utilizar métodos analíticos úni-

---

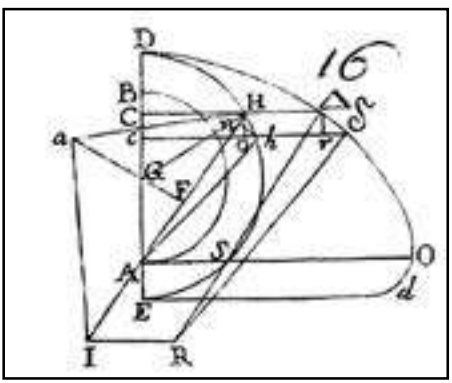
336 "PROPOSITIO XI Posita conftructione Figurae in antecedenti defcripta, ac praeterea si extensa diametro DE donec DO = 2DB, & ipfi DO erecta ex D perpendiculari DN= 2DA, ope femiaxium DO, DN describatur Quadrans Ellypticus ORN; inde erecto radio GS perpendiculari ad diametrum DE fiat D H:DV in ratione D S: DG; denique ducatur VQ parallela SN, & in Ellypsi oidinetur QR. Dico fore arcum Ellypticum OR aequalem arcui Cycloidali DΔ" (p. 85).

337 La elipse debe tener ejes de longitud 2(R-r) y 2(R+r) para las alargadas y R-r y 2(R+r) para las acortadas. Para comparar con la cicloide Giannini dibuja la elipse encima de la tangente en el máximo de la cicloide con el eje menor prolongación del diámetro de las circunferencias que rueda y que dibuja la cicloide.

camente[338]. Para ello parte de la semejanza de un triángulo finito, el CAH, y uno infinitésimo, el Δrδ, para obtener la fórmula: $ds = -\frac{dx\sqrt{(nn + rr + 2nx}}{\sqrt{rr - xx}}$, en la que n es el radio de la circunferencia que rueda y r el de la que dibuja la cicloide, x la abscisa del punto, tomando como origen el centro de las circunferencias en posición canónica, y ds el elemento de longitud de la cicloide. Después de un cambio de variable se llega a la expresión:

$$\frac{dy\sqrt{(n + rr)\cdot 4r - 8ny^2}}{\sqrt{2r^3 - ry^2}}$$

De la que se dice que es igual a un infinitésimo de longitud de un arco elíptico LM dividido por la raíz del radio r. Queda por hacer una integral elíptica de segunda clase que no tiene una integración sencilla. Para efectuarla conviene pasar a coordenadas polares y la expresión que resulta desarrollarla en serie, utilizando la serie de √(1-x). A partir de esa serie se pueden obtener valores aproximados. Giannini no prosigue con esa integración aproximada.



En la última proposición se afirma que si ρ es el radio de curvatura se verifica que FH/AH=AH/ρ[339], donde FH y AH son segmentos

338 "SCHOLIUM II. Lubet exponere ejusdem arcus Cycloidalis DΔ Rectificationem analyticam" (p. 88).

339 "PROPOSITIO XII. Si per punctum quodvis Δ Cycloidalis Curvaei ad axem DE ducatur perpendicularis ΔC occurrens circumferentiae circuli DHE in punfto H, & juncta AH ad hanc per centrum G ducatur perpendicularis GF. Dico radium osculi ΔR spectantem ad punctum Δ esse rectarum HF,HA tertium proportionalem." (p. 89)

definidos en los círculos auxiliares. Para demostrarlo se comienza por trazar la normal a la cicloide en un punto Δ y otro δ "infinite proximo" (p. 89) y se dibujan diversas líneas y circunferencias auxiliares. Después de varias semejanzas entre triángulos finitos e infinitésimos definidos con dichas líneas, y las correspondientes proporcionalidades entre los lados se llega a la igualdad de razones RΔ:AH = AH:HF que es lo que pedía.

En esta obra sobre la cicloide Giannini no ofrece nuevos resultados. Pero de una manera breve y hábil demuestra las propiedades principales de las cicloides alargadas y acortadas. De nuevo el autor manifiesta poseer un gran dominio de la geometría clásica y del álgebra de diferenciales. Pero no utiliza la integración para hallar áreas ni la diferenciación para encontrar tangentes o normales. Prefiere mantenerse formalmente dentro de la geometría, aunque para ello deba aceptar continuamente los segmentos infinitesimales como segmentos reales.

La influencia de este texto no fue grande porque la cicloide ya no era una materia candente de investigación. Sin embargo, cien años más tarde, en 1865, todavía era citada en Italia por Barbara Tortolini en su artículo "Sugli archi di cicloide (ordinaria, allungata ed accorciata)", en el que se menciona la forma de relacionar la rectificación de la cicloide con el arco de la elipse, utilizando la geometría y el análisis diferencial. de Giannini.

"Opusculum III De sectione determinata" (p. 91-214)

El tercer trabajo de investigación que se presenta en este volumen es una reconstrucción del tratado *De las Secciones Determinadas* de Apolonio de Perga. La obra tiene un Prefacio y tres libros.

"**Praefatio"** (p. 71)

Giannini justifica en el prefacio el que dedique la obra a recuperar una de las obras perdidas de Apolonio. Reconoce que, con el desarrollo que había tenido el álgebra, los problemas que planteaba

Apolonio no eran difíciles de resolver[340]. Pero, en su opinión, merecía la pena hacer una restitución utilizando el análisis geométrico, como había hecho Halley en sus traducciones del árabe al latín de las obras de Apolonio *Sobre Secciones en Razón*, y *Sobre Secciones en el Espacio.* Añade que el gusto por el análisis geométrico de los antiguos que siempre unió a los geómetras, le llevó a realizar esta restitución. Para Giannini las matemáticas griegas seguían siendo un modelo a seguir por la evidencia y la elegancia de sus demostraciones. Reconoce que la obra de Pappo[341] *Colección Matemática* era el origen de su reconstitución de *De las Secciones Determinadas* de Apolonio, por la descripción que dejó de esa obra y por los lemas que incluyó para facilitar la comprensión de los puntos difíciles de dicho texto. Pero Giannini advierte que no pretende hacer una reconstrucción totalmente fiel a los comentarios de Pappo porque desconfía de la fidelidad al original de los manuscritos que se conservaban del libro de Pappo, y cita en favor de esta opinión a Halley. Acaba diciendo que:

> "Por lo que / espero que esta reconstrucción mía del tratado de Secciones Determinadas sea grata en el futuro a los geómetras y no discrepe mucho de la obra de Apolonio, cuando vea la luz, si lo hace."[342]

Esta preocupación por recuperar las obras de matemáticas de la Antigua

---

340 "Quamvis Problemata, quae in Opere Apollonii restituto resolvimus, non sint difficilis indaginis, si Calculum algebraicum advocemus" (p. 93).

341 Se cree que Pappo o Pappus vivió en el siglo III o IV de nuestra era. Se tienen muy pocos datos de su vida, aunque se conoce el nombre de su hijo o el de varios matemáticos con los que se relacionó, por las menciones que hace en su obra de ellos. Probablemente vivió en Alejandría y fue profesor en el famoso Museo, que tuvo una actividad irregular durante la dominación romana. Sobre la vida y la obra de Pappo se puede ampliar en T. Heath, (1921, v. 2, cap. XIX "Pappus of Alexandria"), y L.Vera (1970, v. 2, "Pappo" p. 919 – 925). El principal escrito de Pappo se titula *Colección Matemática*.

342 "Quamobrem / spero, hanc meam restitutionem Tractatus de Sectione Determinata, Geometris gratam esse futuram, nec multum ab Opere Apollonii, fi quando lumen viderit, discrepaturam" (p. 95-96).

Grecia que muestra Giannini no era extraña entre los matemáticos del siglo XVIII, aunque no estaba tan generalizada como en siglos anteriores. La Antigüedad, griega o romana, marcó a los pensadores del Renacimiento. En las matemáticas ese aprecio se manifestó en la multitud de traducciones que se hicieron de las obras de los principales matemáticos de la Antigüedad. Se conocieron nuevas versiones de sus textos, que provenían del Imperio Bizantino, desaparecido después de la caída de Constantinopla en 1453, que eran más amplias y rigurosas que las que habían llegado a Europa Occidental a través de las traducciones árabes. Por otra parte, la imprenta, que apareció en ese periodo hizo posible que esos libros llegaran a gran cantidad de lectores.

Los libros antiguos se tradujeron, principalmente, al latín y en menor medida a las lenguas vernáculas. Los traductores más importantes fueron Federico Commandino de Urbino (1509 – 1575) y Francesco Maurolico (Mesina, 1494 - 1575).

Commandino estudió medicina en Padua y Ferrara donde se graduó. Conocía bien las lenguas clásicas y las matemáticas. A él se deben varias nuevas traducciones de obras de Arquímedes, Aristarco de Samos y de la *Colección matemática* de Pappo de Alejandría. También publicó traducciones de Ptolomeo y de Herón de Alejandría, entre otros autores. Pero las obras más conocidas de las traducidas por Commandino fueron los *Elementos* de Euclides, que publicó también al italiano, y las *Cónicas* de Apolonio. De estas últimas sólo publicó los cuatro primeros libros, que eran los conocidos en el siglo XVI.

Francesco Maurolico, siciliano, monje benedictino, fue director de la casa de la moneda de Mesina y encargado del mantenimiento de las fortificaciones de la ciudad durante algún tiempo. También fue tutor de los dos hijos del Virey de Sicilia, Juan de Vega. Trabajó con textos matemáticos de Teodosio de Bitinia, Menelao de Alejandría, Autólico de Pitane, Euclides, Apolonio de Perga y Arquímedes.

Italia fue el país en el que tuvo más influencia este fenómeno, pero se extendió por toda Europa occidental. En España, por ejemplo, en

esa época Rodrigo Zamorano tradujo al castellano los *Elementos* con el nombre *Los seis libros primeros de la Geometría de Euclides* (Sevilla, 1576).

A comienzos del siglo XVII la mayor parte de las obras que habían llegado en versiones más o menos correctas a Europa se encontraban traducidas al latín, y algunas, en particular los *Elementos* de Euclides, a las principales lenguas vernáculas. Entonces comenzó el interés por rehacer otras obras de las que sólo se conservaban algunos trozos o traducciones de mala calidad; pero de las que se sabía por matemáticos y comentaristas de la época helenística (s. IV y V a. D.) que habían sido muy valoradas en la antigua Grecia. Uno de los matemáticos que tenía más obras de las que se sabía su existencia por referencias, pero que se consideraban perdidas era Apolonio de Perga.

Apolonio de Perga, que es el autor del texto que trató de reconstruir Giannini, nació a mediados del siglo III a. de C. en Perga (actualmente Turquía). Fue probablemente algo posterior a Arquímedes. Se sabe poco de su vida. Estudió o pasó largo tiempo en Alejandría, cuyo Museo y Biblioteca constituían en aquel tiempo el centro del saber occidental. También vivió en Pérgamo. Su obra principal[343] es un tratado de 8 libros titulado las *Secciones Cónicas*, que fue el texto de referencia en la Antigüedad en el estudio de las cónicas. De los ocho libros que tenía la obra en la actualidad se conocen siete. Los libros del 1 al 4 no contienen material original. Son una recopilación de las propiedades básicas de las cónicas, que fueron descubiertas por Euclídes y otros matemáticos anteriores. Los libros del 5 al 7 son originales. Tratan de las normales, evolutas, y centros de curvatura de las cónicas; de la igualdad y semejanza entre las secciones cónicas; del problema de encontrar el cono que ha generado una cónica conocida, y de las relaciones métricas entre sus diámetros.

---

[343] Para conocer más sobre las ediciones de los libros de Apolonio se puede consultar Paul Ver Eecke, (1923, p. VII a L) o Vera (1970, v. 2, p. 306-317). Sobre Apolonio y su importancia en la historia de las matemáticas véase Boyer (1992, "Capítulo IX Apolonio de Perga", p. 189-210).

En el siglo XVI se conocían los cuatro primeros libros y la versión más apreciada era *Apollonii Pergaei Conicorum libri quator* (Bolonia, 1566), que preparó Commandino. En 1659, el matemático italiano Viviani reconstruyó el libro V a partir de los comentarios de Pappo. En 1661 Borelli publicó la traducción al latín de los libros V, VI, y VII partiendo de un manuscrito árabe. Finalmente en 1710 el astrónomo Halley publicó una traducción de los siete primeros libros y una reconstrucción del octavo. En España el jesuita borgoñón Claude Richard, que fue profesor del Colegio Imperial de Madrid, publicó *Apollonii Pergaei conicorum libri IV cum comentariis R. P. Claudi Richardi* (1655, Amberes).

Hay varios libros más de Apolonio de los que trata Pappo y que fueron traducidos o reconstruidos durante el siglo XVII. Del libro *Sobre los Contactos* de Apolonio no se ha encontrado ninguna versión completa. En 1600 Viète publicó una reconstitución del mismo en su libro *Apollonius Gallus* (Paris, 1600), versión que completó Marino Gethaldi en su *Supplementum Apollonii Galli* (Venecia, 1607). De los problemas de contactos de este libro, el problema de encontrar una circunferencia que pase por una terna de puntos, o sea tangente a tres rectas o circunferencias, es famosos porque fue estudiado por Descartes, de forma algebraica, y por Newton, con métodos puramente geométricos.

Del tratado *Sobre los lugares planos*, en dos libros, hizo una reconstrucción Fermat con el título *Apollonii Pergaei libri duo de locis planis*, que fue publicado póstumamente en su *Varia Opera Mathematica* (Toulouse, 1679). En España fue reconstruido por el jesuita P. Zaragoza y de su obra se conserva el manuscrito[344] entre los papeles de los jesuitas de la Academia de Historia en Madrid. No está claro si el mismo Zaragoza lo tradujo al castellano o fue traducido

[344] Eduard Recasens i Gallart, 1998, "De Locis Planis: Un Manuscrit inedit de J. Zaragoza" en: *Actes de les IV trobades d'història de la ciència i de la tècnica* (Blanes i Nadal, G. et al. ed.) Alcoi ed. SCHCyT p.663-678.

y adaptado por el ingeniero militar José Chafrión, pero se encuentra publicado en el libro anónimo *Escuela de Palas* (Milán, 1693)[345].

El libro *Sobre las inclinaciones,* que trataba sobre la forma de colocar un segmento dado entre dos curvas de tal forma que estuviera dirigido hacia un punto fijo, se ha perdido también. Mario Gethaldi trató de reproducirlo en 1607. En 1700 Samuel Horsley publicó otra versión. Entre sus problemas figura uno con el siguiente enunciado: dado un rombo, y prolongado uno de sus lados, colocar, entre la prolongación y el otro lado que concurre en ese vértice, un segmento de longitud conocida y dirigido hacia el vértice opuesto. Este problema fue resuelto, con algunas diferencias, por Gethaldi, Huygens y el gaditano Omerique[346] a lo largo del siglo XVII.

Del libro *Sobre las Secciones en Razón* en el siglo XVII se encontró un manuscrito árabe que lo reproducía de forma bastante incorrecta y resumida. A partir del mismo el astrónomo Halley hizo una reconstrucción en 1706. Halley también restauró *Sobre las Secciones Según un Area*[347], que publicó junto con el anterior en su obra *Apollonii Pergaei Sectione rationis […] de Sectioni Spatii libri duo restituti*

El libro que trata de restituir Giannini en este "opúsculo" es *Sobre las Secciones Determinadas.* Esta obra trata de las razones definidas entre los segmentos que definen dos o tres puntos en una recta. Esta obra la intentó reconstruir W. Snell en 1609 en su *Apollonius*

---

[345] Tal vez interviniera también junto a José Chafrión en la redacción el virrey de Milán y capitán general de la artillería marqués de Leganés. Dicha traducción es el tratado IV de ese libro titulado "De los lugares planos" (p. 33-44), véase Navarro Loidi (2006, v. 2, p. 806-815).

[346] Para Vera (1970, v. 2 p. 313) Horsley se inspiró para escribir su versión en Antonio Hugo de Omerique, *Analysis Geometrica Sive nova, et vera methodus resolvendi* (Cádiz, 1698). Más adelante se va a ver que Simson para su versión de *Sobre las secciones determinadas* también utiliza el libro del gaditano.

[347] Para Vera (1970, v. 2, p. 314) su título se debe traducir por "Sobre las Secciones del Espacio".

Batavus. Parece que Giannini no tuvo noticia de esa tentativa. Un resumen de las reconstrucciones que se hicieron de esta obra se encuentra en Chasles (1837, p. 42):

> "Muchos autores en sus escritos sobre el análisis geométrico de los Antiguos, se han ocupado de la *Sección determinada,* y han buscado, sea restablecer por completo los dos libros, sea resolver solamente algunas cuestiones sueltas. Encontramos a comienzos del siglo XVII a Snellius, Alexandre Anderson, Marin Ghetaldi; hacia el final del mismo siglo, Roger de Vintimille, Hugo de Omérique; más tarde R. Simson en su obra póstuma *Opera reliqua anno 1776*, y por la misma época Giannini en sus *Opuscula Mathematica*"[348]

La obra de Simson (1687-1768) fue la más extensa de todas las que cita Chasles. Está dedicada a la recostrucción de varias obras de Apolonio, especialmente de las *Secciones Determinadas*. Está en el libro titulado *Roberti Simson, M. D. Matheseos Nuper in Academia Glasguensi Professoris Opera Quaedam Reliqua* (Glasgow, 1776) editado por Jacob Clow después de la muerte del autor. La reconstitución se titula "De Sectione Determinata libri quatuor. Priores sunt Apollonii Pergaei De Sectione Determinata, libri duo, restituti praemittuntur vero lemmata in libros hosce Apollonii, ex libro septimo Pappi Alexandrini" (p. 1-313). Esta versión de Simson ha sido la referencia generalmente utilizada en los trabajos posteriores sobre Apolonio.

Robert Simson (Escocia 1687-1768) fue profesor de matemáticas de la Universidad de Glasgow desde 1711 hasta 1761. Era un admirador entusiasta de las matemáticas de la Antigua Grecia. Publicó *The*

---

348 « Beaucoup d'auteurs, dans leurs écrits sur l'analyse géométrique des Anciens, se sont occupés de la *Section déterminée*, et ont cherché, soit à en rétablir complètement les deux livres, soit à en résoudre seulement diverses questions détachées. Nous trouvons au commencement du XVIIe siècle, Snellius, Alexandre Anderson, Marin Ghetaldi; vers la fin du même siècle, Roger de Vintimille, Hugo de Omérique; puis, R. Simson dans son ouvrage posthume, *Opera reliqua anno 1776*, et vers le même temps, Giannini dans ses *Opuscula mathematica*».

Elements of Euclid: viz, the first six books, together with the eleventh and twelfth (Glasgow, 1756), en inglés y latín simultáneamente. Fue una obra muy apreciada que tuvo más de setenta reediciones. Una fue en castellano (Madrid, 1774), y se preparó por orden de O'Reilly. También intentó restaurar los *Porismas* de Euclides y varias obras de Apolonio, partiendo de los comentarios de Pappo. Estaba bien relacionado con los matemáticos de su época y conocía los descubrimientos hechos en el cálculo diferencial e integral. Fue, por ejemplo, profesor de Colin MacLaurin; pero, frente a las críticas que se hacían a sus fundamentos, él creía que había que volver a la sabiduría clásica. Simson era un matemático apreciado por Giannini, que lo cita en varios libros. Pero esta obra no la podía haber conocido porque se publicó después que se editara la versión de Giannini. Tampoco podía Simson haber tenido conocimiento de la obra de Giannini porque fue impresa en 1773 después de su fallecimiento en 1768.

Robert Simson

La fuente de la que partieron todos estos autores para sus reconstrucciones fue el libro de Papo *Colección Matemática*. En él Pappo se proponía informar al lector de los principales avances que se habían dado en las matemáticas y ofrecerle ayudas para comprender mejor los textos clásicos. La *Colección Matemática* constaba de ocho libros de los que se ha perdido el primero entero y parte del segundo. De los restantes libros se conocen versiones fiables desde el Renacimiento. La primera traducción al latín, comentada, de esta

obra la hizo Comandino en 1588. Posteriormente fue reimpresa varias veces en los siglos XVI y XVII. Era por lo tanto una obra bastante bien conocida en el siglo XVIII.

Se sabe que los dos primeros libros de la *Colección Matemática* trataban de aritmética. En el libro III se explica la clasificación de los problemas en planos, sólidos y lineales, se estudian también las medias geométricas, aritméticas y armónicas, y los cinco sólidos regulares. En el libro IV se hace un estudio sobre la inscripción de circunferencias en uno o varios círculos y semicírculos y se trata de la cuadratura de la circunferencia y la trisección de un ángulo. En el libro V se estudia el problema de las figuras isoperímetras, y el de los volúmenes de las figuras de igual superficie. En ese libro se incluye también un apartado sobre las figuras semirregulares de Arquímedes. El libro VI contiene problemas de astronomía. El libro VIII trata de mecánica. En el libro VII se estudia el análisis matemático y en él se resumen varias obras de Euclides, Apolonio, Aristeo y Eratóstenes. Fue a este libro VII al que acudieron los autores de los siglos XVII y XVIII para obtener la información de la que partir para hacer sus reconstrucciones[349].

Para las restauraciones de los libros perdidos fueron muy valiosas las doscientas treinta y nueve proposiciones que debían servir para facilitar la comprensión de esos textos de análisis y que Pappo pone en la introducción del libro. Esta parte comienza con una serie de lemas sobre razones (proposiciones 1- 21) que, según dice el autor, son útiles para entender las obras *Secciones en razón* y *Secciones en espacio* de Apolonio. Se continúa con unos lemas sobre la involución, o las razones dobles (proposiciones 22-64), que debían facilitar el estudio de las *Secciones determinadas* de Apolonio. Les siguen varias proposiciones sobre segmentos orientados y treinta y ocho lemas para

[349] Se puede ampliar esta información sobre el libro VII y en general sobre la *Colección Matemática*, en la parte dedicada a Pappo en Vera (1970, v. 2, 921-924) o Heath (1921, v. 2, p. 357-439). Para una información más completa se puede ver la traducción al francés realizada por Ver Eecke (1933).

facilitar la comprensión de los *Porismas* de Euclides y de las *Cónicas* de Apolonio, siempre según Pappo. Entre los restantes teoremas se encuentran varios que permiten entender mejor el contenido de los *Lugares Planos* de Apolonio y de *Sobre lugares superficiales* de Euclides.

También incluye Pappo algunos comentarios sobre el contenido de esos libros. Los párrafos que tiene sobre *Secciones determinadas* de Apolonio los coloca Giannini al comienzo de este "Opusculo".

"**Descriptio Operis Apollonii Pergaei de sectionis determinata ex Papo**" (p. 97-98).

El texto de Papo lo incluye Giannini en latín, como segundo prefacio. Hay una versión en castellano de ese pasaje en Vera (1970, v. 2, p. 995-996) que dice:

> "Los dos libros *Sobre las secciones determinadas* han sido publicados a continuación de los antes citados y, lo mismo que en estos, su única proposición se puede enunciar así: Dados varios puntos en una recta, encontrar un punto tal que el cuadrado de uno de los segmentos comprendido entre el punto buscado y uno de los dados esté en una razón dada con el del otro segmento o con el rectángulo construido sobre uno de los segmentos de la recta dada y otro exterior a ella, también dado.
>
> Como esta proposición está dividida en dos y tiene determinaciones complicadas, en su demostración debieron colaborar varios geómetras. El primer libro de las *Secciones determinadas* contiene seis problemas, dieciséis disposiciones[350] y quince determinaciones, cuatro de las cuales son máximas y una mínima. Son máximas en la segunda disposición del segundo problema y en la tercera de los cuarto, quinto y sexto, y es mínima en la tercera del tercer problema.

---

[350] "De los puntos de la figura. El texto de Pappo dice επιταγμα, palabra de tan difícil traducción que los latinos la dejaron tal cual y que, si los siguiéramos la castellanizaríamos diciendo *epitagma,* aunque se quejaran nuestros oídos; pero hemos preferido decir *disposiciones"*. Esa nota pone Vera en el texto citado. Aquí se va a utilizar epitagma o disposición indistintamente.

El segundo libro tiene tres problemas, nueve disposiciones y tres / determinaciones, que son mínimas en la tercera disposición de los problemas primero y tercero y máxima en la tercera del tercero.

El primer libro tiene veintisiete lemas; el segundo, veinticuatro, y los dos, ochenta y tres teoremas".

En este libro Apolonio trataba, por lo tanto, de problemas planos, resolubles con regla y compás, semejantes a los estudiados en los *Elementos* de Euclides, pero adecuados para practicar el método del análisis que Euclides no utiliza en dicho libro y que, ya en la Antigüedad, era considerado el más útil para la investigación matemática. También sirven para conocer con detalle unos problemas sobre relaciones de tres, cuatro o cinco puntos colocados sobre una recta. Pero no es fácil saber cual es su hilo conductor. Chasles defiende que es una versión primitiva de unos problemas de involución que tienen mucha relación con la geometría proyectiva:

"Citaremos además del 7º libro de las *Colecciones Matemáticas* una cuarentena de lemas relativos al tratado *Determinata Sectione* de Apolonio, y que hoy corresponden a las nuevas doctrinas de la Geometría. Se trata de las relaciones entre segmentos hechos por varios puntos sobre una línea recta.

No se da uno cuenta de entrada del verdadero significado de esas numerosas proposiciones, ni de los vínculos que pueden relacionarlas juntas a una misma cuestión, y la lectura en ese estado resulta penosa. Pero con un poco de atención se reconoce que todas se refieren a la teoría de la involución de seis puntos creada por Desargues[351] y convertida en algo muy usado en la Geometría reciente. No son las propiedades de la relación de involución más general, la que tiene lugar entre seis puntos (parece incluso que los Antiguos no

[351] Girard Desargues (1591-1661) fue un geómetra y arquitecto francés que se considera uno de los fundadores de la geometría proyectiva. Estudió las cónicas, los triángulos en perspectiva y las involuciones.

> conocieron las trasformaciones de esta relación general), pero son / propiedades de varias relaciones que se pueden considerar hoy como casos particulares de esa relación general"[352]

A esta opinión se adhiere también Paul Ver Eecke (1923, p. XXV). Aún siendo correcto lo anterior, también se pueden ver de una forma más sencilla como dice Carl Boyer (1992, p. 191):

> "El tratado de Apolonio sobre la Secciones Determinadas trataba de lo que podríamos llamar geometría analítica de una dimensión. [...] en este caso el problema se reduce fácilmente a la resolución de una ecuación cuadrática y, lo mismo que en los casos anteriores, Apolonio trata el problema de una manera exhaustiva, incluyendo los límites de las posibilidades que se presentan y el número de soluciones".

Volviendo a Giannini, en "Descriptio Operis Apollonii Pergaei de sectionis determinata ex Papo" (p. 97-98) se incluye una frase que en la traducción de Vera no está y que es interesante para entender las matemáticas que se desarrollan en este libro:

> "Apolonio se sometió a hacer esto intentándolo con los métodos comunes, y sólo usó líneas rectas, siguiendo el ejemplo del segundo libro de los *Elementos* de Euclides; e incluso demostraba lo mismo

---

[352] «Nous citerons encore du 7e livre des *Collection mathématiques* une quarantaine de lemmes relatifs au traité de *Determinatâ Sectione* d'Apollonius, et qui rentrent aujourd'hui dans les nouvelles doctrines de la Géométrie. Ce sont des relations entre les segments faits par plusieurs points sur une ligne droite.
On n'aperçoit pas, au premier abord, la vraie signification de ces nombreuses propositions, ni les rapports qui peuvent les rattacher ensemble à une même question, et la lecture dans cet état en est pénible. Mais avec quelque attention, on reconnaît qu'elles sont toutes relatives à la théorie de l'involution de six points, créée par Desargues et devenue d'un grand usage dans la Géométrie récente. Ce ne sont pas les propriétés de la relation d'involution la plus générale, celle qui a lieu entre six points (il paraît même que les Anciens n'ont pas connu les transformations de cette relation générale), mais ce sont / des propriétés de plusieurs relations que l'on peut aujourd'hui considérer comme des cas particuliers de cette relation générale» (Chasles, 1837, p. 39-40).

hábilmente en sentido inverso, y más en las disposiciones apropiadas para semicírculos"[353]

Esta frase tiene interés porque nos muestra que Pappo era consciente de que Apolonio no quería salir en estos problemas de la geometría plana, utilizando rectas y círculos únicamente, como lo hace Euclides en los *Elementos*, aunque en algunos casos las cónicas u otras curvas facilitaran la solución. Giannini sigue en eso a Apolonio. No le es fiel sin embargo en la utilización del simbolismo algebraico para suma, resta, división, cuadrado o raíz. En Giannini se pueden encontrar expresiones como:

$$"G + EH : EH = AB^2 : (\sqrt{AE \cdot CB} - \sqrt{AC \cdot EB})^2" \text{(p. 166)}$$

Que en Apolonio no estaban porque en la Antigüedad no se utilizaba símbolos como +, - ó √. Simson tampoco los usa y todo lo explica con palabras en su versión.

Respecto a cómo está hecha la reconstitución se debe advertir que Giannini no sigue exactamente lo que decía Pappo sobre la distribución de apartados en Apolonio. Simson tampoco lo hace. Pappo afirma que las *Secciones determinadas* se dividen en dos libros. Giannini tiene además un tercer libro que llama "Pars altera" (p. 200) y Simson tiene un "Liber tertius duobus paecedentibus Apollonii aditus" (p. 195) y un "Liber quartus" (p. 261). Los libros se dividen en problemas, aunque esa división no sea muy marcada. El primer libro tiene según Pappo seis problemas, en

[353] No está en Vera: "Hanc autem dedit Apollonius communi methodo tentamen / faciens, ac solis rectis lineis usus, ad exemplum fecundi libri Elementorum primorum Euclidis; ac rursus idem demonsravit ingeniose quidem, & magis ad institutionem accomodate per femicirculos." (Giannini, p. 97-98). Se ha comparado con la versión de Simson (1773, "Praefatio" p. 9-10) y coincide plenamnete con la versión de Giannini. Incluso coinciden en otros detalles menores, como el calificativo de "infinta" que Giannini y Simpson ponen a la recta donde se resuelven los problemas y Vera no.

lo que coinciden todos, el segundo tiene tres problemas, en lo que vuelven a coincidir. En los libros añadidos, en el libro tercero Giannini tiene 4 problemas y Simson 6, y en el cuarto Simson tiene tres problemas más. Los libros están divididos en epitagmas o disposiciones que son dieciséis en el primer libro según Pappo, en lo que coincide con Simson, pero no con Giannini que pone catorce. En el libro segundo son nueve según Pappo en lo que coincide con Giannini y Simson. En los libros añadidos Giannini no divide la resolución de los problemas en "epitagmas" como en los libros anteriores, mientras que Simson sí lo hace y tiene 18 epitagmas en el libro tercero y 9 en el cuarto. Pappo decía además que el primer libro tenía 27 lemas y el segundo 24. Giannini no incluye esos lemas, pero los cita cuando los utiliza en alguna demostración, por lo que para seguir bien su libro se necesitaría tener a mano una edición de la *Colección matemática* de Pappo. Simson por su parte incuye delante de la reconstrucción del libro de Apolonio dos apartados con los lemas del libro primero y del libro segundo de *Sobre las Secciones Determinadas*, tomados del libro de Pappo, que tienen 27 y 24 lemas como el original.

"Liber Primus" (p. 99-151)

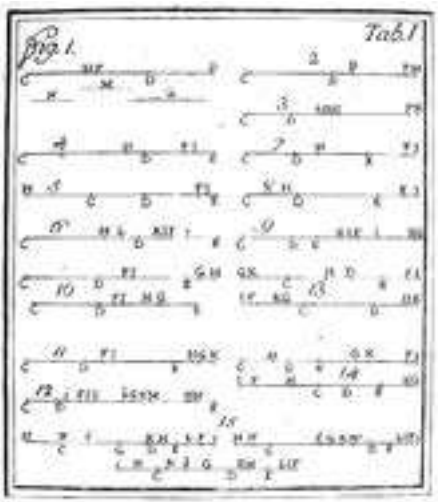
En esta reconstrucción de Giannini el primer problema dice que: "Dadas las rectas G y CD, y además una razón, de M a N, encontrar en la recta CD un punto F tal que los segmentos CF y DF que se determinen, sean tales que el rectángulo delimitado por uno de ellos y la recta dada G sea al cuadrado del otro, como M es a N"[354].

La condición que se pide se escribe como: "$CF \cdot G : DF^2 = M : N$". En la resolución del problema se comienza suponiendo conocido

[354] "PROBLEMA I. Datis rectis G, CD, ac praeterea data ratione M ad N. invenire oportet punctum F in recta CD, ut interceptarum CF, DF rectangulum contentum sub una, & recta data G sit ad quadratum alterius in ratione data M ad N" (p. 99).

el punto F. Se encuentra un segmento DP tal que M : N = G : DP, y ya no se necesita seguir con los segmentos M y N. Se escribe la condición con G:DP y, aplicando propiedades de las razones geométricas, se llega a que la condición que se debe cumplir equivale a que el rectángulo CDP = DFP[355]. Como el rectángulo CDP es conocido a partir de esta igualdad se puede obtener el punto F[356].

Todos los pasos que se dan son exclusivamente geométricos y se podrían justificar con proposiciones de los seis primeros libros de los *Elementos* de Euclides, sobre todo del quinto y del sexto. Pero Giannini no da las justificaciones.



Se podría considerar igualmente como un problema algebraico, equivalente a resolver la ecuación de segundo grado: $\frac{(b-x)a}{x^2} = \frac{m}{n}$, siendo x = DF y G = a, CD = b, y M:N m/n.

A este problema le sigue el "Teorema I" en el que se dice lo mismo pero planteado en orden inverso. Es decir: Si el rectángulo CDP es igual al rectángulo DFP, y el punto F se encuentra sobre la recta CD. Se puede asegurar que es CF·G : DF^2 = G : DP[357]. La cuestión que se

355 Por rectángulo CDP se entiende el área de dicho rectángulo, es decir CD·DP, y el DFP = DF·FP.

356 Aplicando la proposición VI.28, o VI. 29 de los *Elementos*, u otras semejante de los *Datos*.

357 "THEOREMA I. Si rectangulum CDP fit aequale rectangulo DFP, patet punctum F cadere in recta CD. Dico esse rectangulum CF•G : DF2 = G : D" (p. 100).

resuelve es la misma que en el problema; pero ahora es un teorema en el que se debe demostrar que el punto indicado satisface las condiciones, deshaciendo los pasos que se han dado para encontrar la solución.

Luego, en un corolario se explica que cuanto más cerca esté el punto buscado F de C y más lejos de D la razón es menor. Este primer problema acaba con una "Compositio Problematis"[358]. En ese apartado se explica el paso más complicado de la resolución del problema que es el último, cuando se construye en la recta DP un rectángulo igual al CDP y, a partir de él, se obtiene el rectángulo DFP, de donde se obtiene el punto F.

Si se compara con la versión de Simson se observa que este primer problema para él es el segundo[359]. El problema es igual, pero la presentación es muy diferente porque no utiliza ningún símbolo algebraico ni para cuadrado, ni para razón, ni siquiera para indicar la igualdad. En cambio, pone las referencias en el margen con las proposiciones en las que se basan los pasos que se dan. Son de los *Datos* de Euclides, o de los seis primeros libros de los *Elementos* del mismo autor.

El planteamiento es muy parecido en los problemas posteriores de este libro o del siguiente. Al enunciado del problema le suele corresponder más de un dibujo por lo que al enunciado le siguen varias resoluciones diferentes que se llaman "epitagmas". Luego se plantea la misma cuestión de forma sintética y se denomina teorema. Finalmente las aclaraciones o resúmenes aparecen como "Compositio Epitagmatis" o "Compositio problematis".

---

358 "COMPOSITIO PROBLEMATIS. Fiat M:N=G:DP, & applicetur ad rectam DP rectangulum aequaie rectangulo CDP excedens quadrato, uti rectangulum DFP. Hinc habetur punctum F, quod solvet Problema, & quidem modo singulari; nempe erit CF.G : D F2 =M:N.

359 Por delante va otro problema cuyo enunciado viene a ser: dado un segmento AB hallar un punto C tal que $AC^2:BC^2= M:N$.

El enunciado del problema II es igual al del anterior, pero pidiendo ahora que el punto buscado sea exterior al segmento CD[360].

En el problema III se dan dos segmentos consecutivos en la misma recta CD y DE y un segmento G. Se pide hallar un punto F sobre la recta CD ó DE que cumpla que el segmento que tiene por extremos dicho punto F y uno de los dados (C, D ó E), multiplicado por el segmento G, sea al rectángulo que tiene por lados sus distancias a los otros dos puntos dados, como el M es al N [361]. Tiene tres epitagmas, en los que se encuentra el punto F pedido según sea el punto elegido inicialmente. En el primero se da la condición EF·G : CFD = M:N, en el segundo DF·G : CFE = M:N y en el tercero CF·G : DFE = M:N. Detrás de cada epitagma hay un teorema que demuestra lo encontrado de forma sintética (es decir supuesto el resultado demuestra la propiedad que se debe cumplir). En los últimos teoremas se estudia cuando es mayor o menor la razón. En el problema IV se pide lo mismo suponiendo que el punto F está fuera del segmento CE.[362]

En el problema V[363] dados los segmentos CD y DE se pide hallar un punto F de CE tal que los segmentos CF, DF y EF sean

---

360 "PROBLEMA II. Iisdem positis, quae in praecedenti Problemate, invenire punctum F in recta CD extenfa ad partem D, ut interceptarum CF, DF rectangulum contentum fub una, & recta data G sit ad quadratum alterius in data ratione M ad N." (p. 101).

361 "PROBLEMA III Datae sint rectae CD, DE in eadem directione positae y ac praeterea data sit recta G, sitque etiatn ratio data M ad N invenire oportet punctum F in una ipsarum rectarum CD, DE puta / DE ut interceptarum CF, DF, EF rectangulum contentum sub una, & recta G sit ad rectangulum contentum sub duabus aliis in ratione M ad N" (p. 107/108).

362 "PROBLEMA IV Manentibus iisdem, quae in praecedenti Problemate, invenire punctum F in recta CE extensa ad partes E, ut interceptarum CF, DF, EF rectangulum sub una, & data G ad rectangulum contentum fub duabus aliis sit in ratione data M ad N" (p. 117).

363 "PROBLEMA V. Datis rectis CD, DE in eadem directione, ac praeterea ratione M ad N; invenire oportet punctum F in una ipsarum puta D E, ita ut interceptarum CF, DF, EF rectangulum fub duabus sit ad quadratum tertiae in ratione data M ad N" (p. 126).

tales que el producto de dos de ellos sea al cuadrado del tercero, como M es a N. Igual que en los anteriores, según los extremos que se consideren en cada parte hay una forma algo diferente de resolverlo, por lo que tras el enunciado del problema van tres epitagmas. Aunque siguen siendo problemas planos que se pueden resolver partiendo de lo que Euclides explica en los seis primeros libros de los *Elementos* o en los *Datos*, las demostraciones se complican y Giannini cita varios lemas de Pappo que simplifican las justificaciones.[364] No dice de qué edición o traducción toma los lemas[365].

El problema VI parte de los mismos datos que el V y como él pide encontrar un punto F que defina tres segmentos tales que el producto de dos sea al cuadrado del otro como M:N; pero ahora el punto F debe ser exterior a los segmentos dados CD y DE[366]. De nuevo las demostraciones se complican y aparecen frecuentemente citas a los lemas[367] propuestos por Pappo en la *Colección Matemática*.

---

364 En el Epitagma I y en el teorema XXV, se cita "(a) vide Prop. XXII, lib. VII Coll. Math." (p. 127) Se refiere al correspondiente lema de Papo del libro VII de la *Colección Matemática*. En el Epitagma II la cita es a: "(a) vide Prop. XXX, lib. VII Coll. Math." (p. 127) lo mismo que el teorema XXVII, en el Epitagma III, en el teorema XXVIII, XXIX (dos veces), y XXX.

365 La versión más probable es la de Federico Commandino *Mathematicae Collectiones* (Vencia, 1589), que no se ha podido localizar. De todas formas las citas parecen correctas. Lo que dice Giannini que afirman estos lemas coincide con lo que explica Heath (1981, v. 2, p.405-412) sobre ellos.

366 "PROBLEMA VI. Positis iisdem, quae in praecedenti Problemate, invenire punctum F in recta C E extenfa, ut interceptarum CF,VF, EF rectangulum sub duabus ad quadratum tertiae sit in data ratione M ad N" (p. 138).

367 En el Epitagma I, se cita "(a) vide Prop. XXXV, lib. VII Coll. Math." (p. 139) y lo mismo en el Teorema XXXIII (p. 140). en el Epitagma II (p. 141) y teorema XXXV (p. 143). En el Epitagma III es: "(a) vide Prop. XXXVI, lib. VII Coll. Math. Patet manifestum mendum in inscriptione hujusce Propositionis" (p. 144) lo mismo se repite en el teorema XXXVII dos veces y en el XXXVIII.

"De sectione determinata. Pars secunda. Liber secundus" (p. 152)

En la segunda parte de este trabajo sigue pidiéndose encontrar un punto que divida varios segmentos de forma que los segmentos así creados satisfagan ciertas razones dadas. Los métodos para hallarlo siguen siendo las propiedades demostradas en los primeros libros de los *Elementos* o de los *Datos*. Pero los problemas se complican porque en este libro los segmentos que se dan en el enunciado son tres.

En el problema primero se tienen tres segmentos AC, CE y EB colocados consecutivamente en una recta y se debe encontrar un punto F del segmento CE, tal que los cuatro segmentos comprendidos entre el punto F y los puntos A, C, E, B tomados por pares para formar dos rectángulos sean tales que la razón de las áreas de esos rectángulos así formados sea una cantidad conocida.[368] Es decir ahora hay tres segmentos consecutivos y se tiene que encontrar un punto F en el segmento del medio tal que sea: AF·FC/BF·FE = M/N. En este primer problema se pide que F esté en el segmento central. En el segundo problema F deberá estar en alguno de los segmentos de los extremos y en el tercero el punto deberá ser exterior a los segmentos dados.

Lo mismo que en el primer libro cada uno de los problemas se divide en tres epitagmas según como se emparejen los puntos. En el primero la condición es AF·FC : BF·FE = MX:NX; en el segundo AF·FE : BF·FC = MX : NX y en el tercero AF·FB : CF·FE = MX:NX. Las demostraciones se alargan, pero no se complican.

Al final se dedica algún teorema a encontrar el valor mínimo o máximo de la razón. En el problema II, epitagma III, por ejemplo,

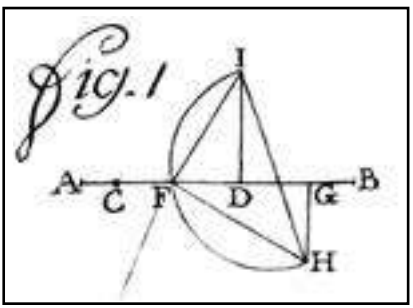
---

[368] PROBLEMA I. Datis rectis AC, CE, EB in eadem directione pofitis; invenire in ipsarum intermedia CE punctum F, ut interceptarum linearum ad data puncta, scilicet AF, FC, BF, FE rectangulum sub duabus ad rectangulum contentum a reliquis sit in ratione data." (p. 152). En los otros dos problemas el enunciado cambia algo para exigir que F esté en el segmento querido.

después de una resolución parecida a las anteriores se dedican varios teoremas a encontrar el valor mínimo de la razón AFC:EFB que resulta ser $AFC : EFB = \left(\sqrt{AE \cdot BC} + \sqrt{AB \cdot EC}\right)^2 : BE^2$ De nuevo se aplican, además de teoremas obtenidos anteriormente, lemas de la *Colección Matemática* de Pappo.

"De sectione determinata pars altera" (p. 200)

Los cuatro problemas que figuran en esta última parte han sido ya resueltos, tres en el libro primero, y uno en el segundo. Pero en este libro se utilizan otros métodos para resolverlos. En los dos primeros libros se utilizaban rectas, cuadrados, rectángulos o propiedades de las razones para encontrar la solución. En este libro se utilizan también circunferencias. Una explicación de esta repetición viene en el prefacio de la reconstrucción de Simson. En él se informa[369] que Pappo relata que Apolonio en las *Secciones Determinadas* demostraba sus proposiciones utilizando solamente líneas rectas y luego daba otra demostración más ingeniosa utilizando semicírculos. Por esa razón Simson repite las demostraciones de muchas proposiciones, si no son todas, en los dos libros que añade. Giannini es menos ambicioso y repite la demostración de cuatro problemas solamente.



La presentación en este libro es algo diferente Ahora teoremas y problemas están numerados. No hay epitagmas y los escolios y corolarios son más frecuentes.

[369] "Praeterea Pappus in librorum de Sectione Determinata defcriptione refert Apollonio primo propositiones suas demonstrasse communi methodo, ac solis rectis lineis usum fuisse; ac rursus easdem ostendisse ingeniose et magis ad institutionem accommodate per semicirculos" (Praefacio p. I).

El primer problema[370] tiene el mismo enunciado que el primer problema del primer libro que se ha visto antes. La resolución del problema comienza encontrando un segmento DG tal que M : N = = G : DG. Luego se traza una perpendicular a la recta CD en D y en ella se toma un segmento DI = DC. Se dibuja DG en CD y en el punto G una perpendicular sobre la que se toma GH = GD. Se dibuja un semicírculo con diámetro HI que corta a AB en un punto F. Se afirma que F es el punto buscado. Para demostrar que es cierto se utiliza la semejanza de triángulos. En un escolio se advierte que la disposición de los puntos no siempre será la de la figura y en dos teoremas se muestra que la semicircunferencia es tangente a AB cuando DG es cuatro veces DC y en el teorema siguiente se discute sobre cuando corta o no corta el semicírculo a la recta AB, para terminar con un corolario que dice que el mayor valor de $CF{\cdot}G{:}DF^2$ es G:4CD.

En el problema II[371] se dan tres puntos C, D y E sobre la misma recta AB y un segmento G, se pide hallar un punto F sobre AB que cumpla que el segmento que tiene por extremos dicho punto F y uno de los dados multiplicado por el segmento G es al rectángulo que tiene por lados las distancias de F a los otros dos puntos dados sea como M a N, Ese enunciado es equivalente al del problema III ó IV del libro primero. La resolución de nuevo es completamente diferente utilizando semicírculos.

---

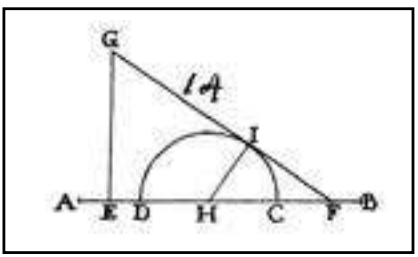
370 "Problema I Pop. I Datis duobus punctis C, D in recta AB, data recta G, ac praeterea ratione M ad N; invenire oportet punctum F in eadem A B, ita ut interceptarum CF, DF rectangulum fub una CF & data recta G ad quadratum alterius DF sit in data ratione M ad N" (p. 200).

371 "PROBLEMA II. PROP. IV. In recta A B datis tribus punctis CDE, data recta G, ac praeterea ratione M ad N; invenire quartum punctum F in eadem AB, ut interceptarum CF, DF, EF rectangulum sub una EF, & recta data G ad rectangulum sub reliquis CF, DF sit in data ratione" (p. 203).

En el problema III[372] de esta parte se dan tres puntos alineados C, D, E y la razón M:N y se pide hallar en dicha línea un punto F tal que $CF \cdot FD : EF^2 = M : N$. Este enunciado es prácticamente igual al del problema V del libro primero.

En el último problema[373], que es igual a otro del libro segundo, se dan cuatro puntos L, C, D, K sobre la recta AB y se busca un punto F tal que el rectángulo de lados los segmentos definidos por el punto F y dos de los puntos dados, sea al que tiene por lados los otros dos segmentos definidos por F, como MX a NX. Es decir ahora se pide $KF \cdot FL : CF \cdot FD = MX : NX$. Para resolverlo se proponen nueve figuras diferentes que corresponden a posibles plasmaciones gráficas del problema. En un corolario y un teorema posteriores se discute sobre cuando tiene solución este problema.

La restitución de las *Secciones Determinadas* de Apolonio hecha por Giannini es una obra bien terminada, en la que sorprende el dominio de la antigua geometría griega del autor. Es cierto que la reconstrucción de los libros antiguos no era un problema acuciante en la segunda mitad del siglo XVIII. Las investigaciones más importantes se dirigían hacia la física matemática, las aplicaciones del cálculo diferencial o las bases teóricas de dicho cálculo. Pero, como se ha



372 "PROBLEMA III. PROP.VII. Datis tribus punctis C D E in recta AB, ac praeterea data ratione M ad N; invenire in eadem AB quartum punctum F ita ut interceptarum CF, D F, EF rectangulum sub duabus CF, DF ad quadratum alterius EF sit in data ratione M ad N" (p. 207).

373 "PROBLEMA IV. PROP. X. Datis quatuor punctis LCDK in recta A B, ac preterea data ratione MX:NX; invenire punctum F, adeout interceptarum KF, LF, DF, CF rectangulum sub duabus KF, LF ad recftangulum sub reliquis DF, CF sit uti MX:NX" (p. 211).

visto, no había dejado de ser un problema de interés. La versión del escocés Simson de las *Secciones determinadas* se publicó más tarde que la de Giannini. Todavía Chasles (1837, p. 42) cita a un contemporáneo suyo, J. Leslie, que estaba trabajando en los problemas planteados por Apolonio.

También es cierto que la versión de las *Secciones Determinadas* de Simson fue más completa y que Simson tenía mejor conocimiento que Giannini de los trabajos publicados anteriormente sobre esta materia. Simson cita el *Apollonius Batavus* de Snell, el *Supplementurn Apollonii Redivivi* (París, 1612) de Alexander Anderson, también los apartados sobre esta materia en los textos de Roger Ventimiglia y en el *Análisis geométrico* de Hugo de Omerique. Giannini sólo cita a Halley, que no hizo una restitución de esta obra, sino de las *Secciones en razón* y de las *Secciones en espacio* contando con una traducción árabe para hacerla. A cambio de eso, el libro de Giannini es más claro y la utilización de la notación algebraica lo hace mucho más fácil de leer. No fue tan conocido como el de Simson, pero aparece citado en varias obras, además del *Aperçu Historique* de Chasles, antes citado, se le menciona en Charles Hutton *A philosophical and mathematical dictionary* (Londres 1815, v. 1, p. 130) que da entre las reconstrucciones de las obras de Apolonio "P. Giannini Sectio determinat. Parma 1773 in 4°" y en otras obras inglesas de la época[374]

En conjunto este *Opuscula* de Giannini es un libro sobresaliente. No es una obra que marque una línea a seguir o en la que se fije una nueva teoría matemática. Es un libro que resuelve problemas menores, pero de importancia. Es una obra a tener en cuenta, original y con buenas ideas, aunque resulte demasiado apegada a la geometría clásica para estar editada a finales del siglo XVIII.

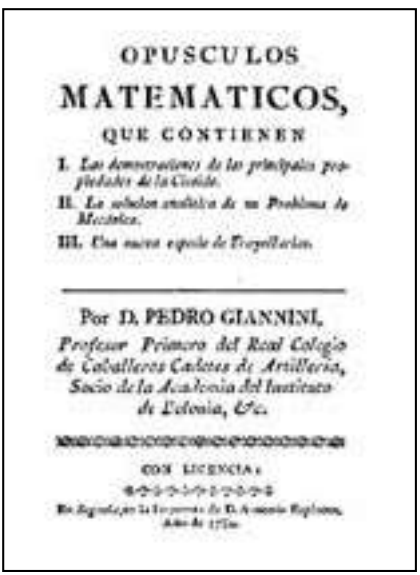
---

[374] En Google ebooks se ha encontrado citada esta versión de Giannini en David Brewster *The Edinburgh encyclopædia* (1832, v. 9, p. 657) o *Mechanics Magazine* (1825, Londres, v. 4, p. 127) con la misma frase: "Simson has restaured this work in his Open Reliqua; and Giannini an italian geometer in 1773".

Todavía últimamente se la puede encontrar citada. Por ejemplo, Florian Cajori en *A history of mathematical notations* (1993, v. 1, p. 74) dice: "The Italian Petro Giannini (11) used : = : for geometric proportions as does also Paul Frisi [...]" citando "(11) Petro Giannini Opuscola Mathematica (Parma, 1773)". En realidad esa notación aparece en muchos sitios más en Giannini. Según Cajori esa notación no era habitual, la usual para proporciones geométricas era a:b :: c:d. Pero se encontraba también en Leibniz y en textos pedagógicos de Cristian Wolf. Sin embargo, Cajori no menciona que Giannini en *Opuscula* utiliza "AFE : CFB :<: AIE: CIB" (p. 189) para las desigualdades entre razones geométricas que es una notación mucho más original.

Opúsculos Matemáticos

Este libro fue impreso en 1780. Giannini era desde abril de 1776 profesor del Colegio de Artillería. Lo imprimió Antonio Espinosa que llevaba poco tiempo con la imprenta abierta en Segovia, pero que tenía la ventaja para Giannini de que no tenía que desplazarse para corregir las pruebas.


OPUSCULOS
MATEMATICOS,
QUE CONTIENEN
I. Las demostraciones de las principales propiedades de la Cicloide.
II. La solucion analítica de un Problema de Mecánica.
III. Una nueva especie de Trigonometría.

Por D. PEDRO GIANNINI,
Profesor Primero del Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería, Socio de la Academia del Instituto de Bologna, &c.

CON LICENCIA:

Aunque el texto está en castellano y se imprimió en Segovia, tiene una continuidad con lo que había hecho Giannini en Toscana y parece que está dirigido al mismo público que su primer libro de obras de investigación. Las investigaciones que desarrolla Giannini

son cuestiones planteadas por famosos matemáticos de la época como Euler o Juan Bernoulli.

El libro tiene sólo cuarenta caras, no numeradas, y una lámina de figuras. Se divide en tres partes, según figura en la portada:

> "I. Las demostraciones de las principales propiedades de la Cisoide
> II. La solución analítica de un Problema de Mecánica
> III. Una nueva especie de Trayectorias."

Los tres textos no se relacionan entre sí. No tienen un prólogo común, ni llamadas que envíen de uno a otro.

Varios resultados obtenidos en estas investigaciones los reprodujo más tarde, resumidos y simplificados en su *Curso Matemático.* En el Tomo II (Segovia, 1782), al estudiar la cisoide, el primer apartado, y en el Tomo IV (Valladolid, 1803) en la parte dedicada a la dinámica el tercero.

"Opúsculo primero. De la Cisoide"

El estudio de esta curva ocupa la mitad de este libro. Comienza con una introducción en la que se dice:

> "El Ilustre Isaac Newton en su Aritmetica Universal nos enseñó un instrumento, por cuyo medio se describe la Cisoide con tanta facilidad, como pueden describirse las Secciones Cónicas. Diocles fue el Inventor de esta curva célebre desde entonces entre los Geómetras, que se sirvieron de ella para la determinación de las dos medias proporcionales. Respeto de ser dicha curva del tercer grado, suministra construcciones muy elegantes de las ecuaciones determinadas del mismo grado, asi como el circulo de las del segundo" (s. p.).

Continúa Giannini diciendo que su sencillez y utilidad "me empeñaron en averiguar sus propiedades principales, lo que espero haber conseguido felizmente con el auxilio de la geometría" (s. p.) .

La cisoide fue muy famosa en la Antigüedad porque servía para resolver el problema de la duplicación del cubo[375], uno de los tres

[375] Sobre la duplicación del cubo y el problema de las dos medias proporcionales véase Heath (1921, v. 1, p. 244-270).

problemas clásicos de la Antigua Grecia. Según Eratóstenes, Apolo dijo al oráculo de Delos que, para acabar con una plaga que asolaba a los griegos, debían duplicar el volumen de un altar de forma cúbica que le tenían consagrado. No consiguieron encontrar la longitud de la arista del cubo de doble volumen y acudieron a Platón, para que se lo resolviera. El filósofo les contestó que no era el altar lo que quería el dios sino echarles en cara el abandono en el que tenían a las matemáticas y el desprecio con que trataban a la geometría (Heath, 1921, v. 1, p. 248). Ese problema es un caso particular del de hallar dos medias proporcionales. Si se quieren encontrar dos cantidades que sean medias proporcionales entre 1 y 2, se tiene:

$\frac{1}{x} = \frac{x}{y} = \frac{y}{2}$ de donde $x^2 = y$; $2x = y^2$ por lo tanto $2x = x^4$ ó finalmente $2 = x^3$.

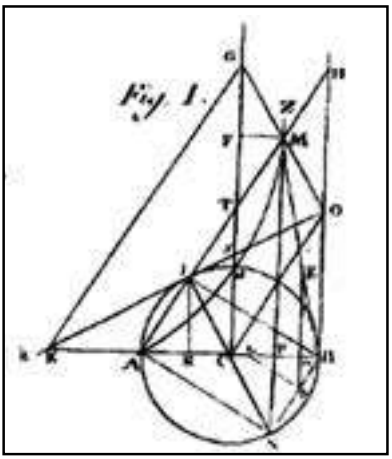
Luego x sería el lado del cubo de volumen doble.

Los tres problemas clásicos, duplicación del cubo, trisección del ángulo y cuadratura del círculo, se debían de resolver con regla y compás únicamente. Nadie los resolvió porque una solución con esas condiciones no existe; pero se ofrecieron muchas soluciones utilizando otros instrumentos distintos de la regla y el compás. Para la duplicación del cubo Arquitas propuso utilizar conos y cilindros, Menecmo cortar dos cónicas entre sí, Eratóstenes usar tres triángulos rectángulos, Nicomedes utilizar la curva llamada concoide, y Heron un círculo y una hipérbola. Diocles (240-180? a. C.) propuso unas condiciones que equivalen a utilizar la curva que más tarde se llamó cisoide, nombre que, al parecer, viene de una palabra griega que significa hiedra porque se parece a esa planta.

De los autores del siglo XVI, XVII y XVIII, Giannini se refiere sólo a Newton, aunque no fue el único que se interesó por esta curva. Roberval y Fermat resolvieron el problema de construir la tangente a la cisoide (1634) en un punto. Fermat y Huygens (1658) encontraron el área limitada por una cisoide y su asíntota. Sluse

(1658) determinó el volumen del sólido de revolución obtenido al girar la cisoide alrededor de su asíntota.

Giannini unifica estos resultados, resumiendo los fundamentales en diez proposiciones. En las primeras utiliza solamente métodos propios de la geometría clásica y en los siguientes emplea también los infinitésimos.



Los resultados más conocidos sobre las cisoides se exponen en un párrafo previo titulado "Descripción de la cisoide". En él se describe como se dibuja una cisoide utilizando un triángulo rectángulo con un cateto de longitud fija y el otro cateto y la hipotenusa de longitud variable. De los vértices que limitan la hipotenusa uno está fijo y el otro se mueve sobre una perpendicular. El punto medio del cateto de longitud fija es el que dibuja la cisoide. La forma de dibujar la curva que expone Giannini es la que propone Newton en *Arthmetica Universalis* (1707)[376]. De la construcción se deduce la simetría de la curva, la existencia de una asíntota o la existencia de un vértice

Giannini estudia también la cisoide en el Tomo II del *Curso Matemático* (Segovia, 1782, p. 347 y ss), en el apartado titulado "De la Resolución y Construcción de las equaciones de tercer grado", en la proposición XXXII (p. 384-387) en la que se estudia una ecuación de tercer grado que "describiría una curva llamada la Cisoide de Diocles". La curva se define como en este libro, siguiendo el método de Newton. A partir de esa construcción se

[376] Newton (1707, p. 309-311) o (1769, p. 278-280) en la edición utilizada en otros capítulos.

obtiene que la cisoide cumple la ecuación: $y^2 = \frac{x^3}{2a - x}$. Como dice en la introducción esa curva sirve para hacer "construcciones muy elegantes de las ecuaciones determinadas" de tercer grado. Pero, en este texto en lugar de recurrir al álgebra se establece una proposición geométrica que es equivalente a esa ecuación:

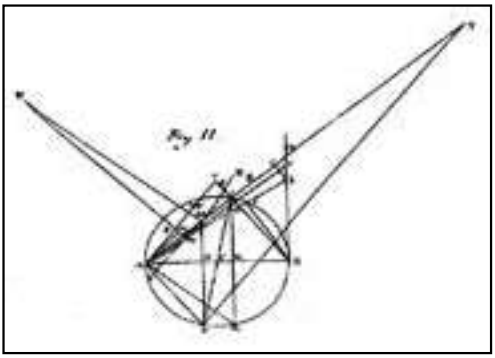
> "PROPOSICIÓN I. 3. Si desde qualquier punto M de la curba se tira la ordenada MP al eje AB, y se prolonga hasta que encuentre en N á la circunferencia del semicírculo ANB; será MP : PA = PA : PN. Fig. I,"

La proposición se demuestra por las condiciones en que se ha construido la curva y por semejanza de triángulos. Los pasos podrían justificarse utilizando los *Elementos* de Euclides, aunque no se mencione ese tratado. También podría hacerse MP = y ; PA = x, y como PN es la altura del triángulo rectángulo ABN es media proporcional entre los segmentos que determina en la hipotenusa: $NP^2 = PA \cdot PB = x(2a-x)$ y utilizando la semejanza de los triángulos APM y PBN sale la ecuación que utiliza en el tomo II del *Curso Matemático*. Sin embargo Giannini no sigue por ese camino. Prefiere utilizar métodos geométricos únicamente.

En las proposiciones segunda y tercera se encuentra que los segmentos PN y AP así encontrados son medios proporcionales de BP y PM y en la proposición IV se resuelve el problema de, dados dos segmentos cualesquiera, encontrar otros dos que están en proporción continua con ellos[377], ayudandose de una cisoide. Giannini no menciona en esta proposición que con ella se resuelve el famoso problema de la duplicación del cubo.

En la proposición V se demuestra otra propiedad que se suele utilizar para definir la cisoide. En esa proposición hay que considerar la circunferencia auxiliar, que pasa por el punto fijo y es tangente a la asíntota, y la recta que une el punto fijo A con un punto M

[377] "PROPOSICIÓN IV. 7. Entre dos rectas dadas M, N. hallar dos medias proporcionales." (s.p.)



cualquiera de la cisoide. La proposición dice que la cuerda determinada por la recta en la circunferencia auxiliar, AM, es igual al segmento de dicha recta comprendido entre la cisoide y la asíntota, MH. Es decir que AI = MH[378] [figura I]. Las demostraciones de estas proposiciones se basan en propiedades de la curva y en teoremas de geometría elemental.

La utilización de métodos infinitesimales comienza con la proposición VI que trata de hallar la tangente a la cisoide en un punto:

"PROPOSICIÓN VI.

13. Sí se prolonga la recta AH hasta que sea HY = AI, y se tira MV paralela á la recta NY; dicha recta MV será tangente à la curba en el punto M. Fig. II" (s.p.)

Para demostrar que esa línea en la tangente se considera un segundo punto de la curva m "infinitamente próximo" al punto inicial M. Se prolonga la recta que une m al origen A hasta cortar a la asíntota, y se trazan perpendiculares desde m y los otros puntos obtenidos a la recta AH. Después de varias construcciones similares se estudia la semejanza entre triángulos con lados infinitesimales, con infinitesimales y finitos, o con todos los lados finitos, y se acaba demostrando que la recta propuesta es tangente a la cisoide. Cuando conviene, se cambia el segmento incrementado por el sin incrementar por lo que la demostración

[378] Se cree que fue la propiedad utilizada por Diocles para definirla. También es la que utiliza Bails para introducir la cisoide. Giannini en su *Curso* también la expone. En este "Opúsculo" no la introduce al comienzo en la "Descripción de la Cisoide" porque no es tan evidente como las otras propiedades que incluye en dicho apartado.

no resulta muy rigurosa. Pese a eso el resultado es correcto[379]. Además por lo que se ha estudiado el procedimiento es original. El enfoque es muy diferente al de Wallis en *Arithmetica Infinitorum* (1656) porque no utiliza métodos aritméticos como el matemático inglés. Este procedimiento de Giannini se parece más al de Fermat[380], que también utiliza dos puntos próximos, pero Fermat no utiliza infinitésimos, mientras que Giannini los utiliza a menudo. Actualmente, se prefiere hallar la derivada de la función que describe la cisoide y encontrar la ecuación de la tangente por medio de la geometría analítica.

La forma de hallar el área entre la cisoide y el eje o la asíntota, se resuelve en la proposición séptima:

"PROPOSICIÓN VII.

18. EI área exterior MmABH comprehendida por la curva MmA el eje AB y el segmento MH de la subtensa A M prolongada hasta encontrar la asíntota, y la porción BH de la misma asíntota, es igual al triángulo AIB junto con el triplo del segmento circular IiBI. Fig.II" (s.p.)

Giannini considera de nuevo un punto m infinitamente próximo a M, prolonga las líneas, trazando perpendiculares a los ejes desde

---

379 Se ha comprobado para ángulos de 30º. 45º y 60º del radio vector y el resultado por el método de Giannini y por geometría analítica utilizando derivadas son iguales.

380 Pierre de Fermat (1601 - 1665) fue jurista de profesión y matemático de afición. Pero junto con Descartes se le considera uno de los mejores matemáticos de la primera mitad del siglo XVII. Fue un precursor del cálculo diferencial, cofundador de la teoría de probabilidades con Blaise Pascal y descubridor de geometría analítica. Sin embargo, es más conocido por sus trabajos sobre la teoría de números con aportaciones como el "último teorema de Fermat". A penas publicó nada. Sus obras se conocen principalmente por su correspondencia con Mersenne y otros matemáticos. Para esta cuestión se ha utilizado el *Précis des oeuvres mathématiques de Pierre Fermat*, preparado por E. Brassinne, en 1853 (reedición facsimil de J. Gabay de 1989). El cálculo de la tangente a la cisoide en la p. 20.

el punto original y el infinitamente próximo y haciendo otras construcciones, encuentra una serie de triángulos infinitesimales semejantes, que se suman para demostrar la proposición. En los corolarios posteriores se hallan áreas exteriores y en el último se afirma que el área entre la curva el eje y la asíntota es tres medios del área del círculo auxiliat ($\frac{3\pi a^2}{2}$ donde a es la longitud del radio AP). Sorprende que, como en la cicloide, en esta cuestión Giannini no prefiera utilizar las integrales y lo demuestre mediante semejanzas entre finitos e infinitésimos y sumas que suponen pasos al límite y que no se justifican. Pero el resultado es correcto: Se puede comprobar que coincide con el obtenido por integrales en casos sencillos[381]. En particular el último resultado es el que obtuvieron Huygens y Wallis en 1658.

Lo mismo que para la tangente este método es original, por lo que se ha estudiado[382].

El último tema que trata es la obtención del radio de curvatura de la cisoide en un punto conocido M. La tesis a demostrar es:

> "PROPOSICIÓN X. 24. Supuesta la construcción de la Figura, será el radio del ósculo M U cuarto proporcional á las rectas B G, NY, AM. Fig. II" (s. p.)

Se comienza por dibujar en las proposiciones VIII y IX sendas hipérbolas equiláteras. En la primera, se estudian varias igualdades entre productos y sumas de segmentos infinitamente próximos definidos en ella. En la segunda se pide que los semiejes sean iguales al triple del cuadrado del radio de la circunferencia auxiliar

---

381 Se ha comprobado también para ángulos de 30º. 45º y 60º del radio vector, y el resultado por el método de Giannini y el obtenido por integrales, sumando el trapecio, que también se incluye en el área en esta proposición, son iguales.

382 No se han podido consultar las cartas de Sluse donde se encuentra su cuadratura; pero por los comentarios de historiadores posteriores no se puede descartar que influyera indirectamente en este procedimiento propuesto por Giannini.

de la cisoide[383] con la que se trabaja. Se utilizan algunas igualdades de estas proposiciones en la demostración de la proposición X. En dicha proposición es difícil de seguir la demostración porque se mencionan segmentos que no están definidos, tal vez porque se considera que lo fueron en proposiciones anteriores[384].

Esta forma de hallar el radio de curvatura resulta complicada. Si para la tangente o para el área las derivadas e integrales eran más fáciles de calcular que las construcciones propuestas por Giannini para el radio de curvatura la diferencia a favor de la derivación es todavía mayor.

En conjunto Giannini ofrece un análisis de la cisoide bastante completo. Pero con un método de hallar las soluciones en el que se mezcla la geometría elemental y el cálculo infinitesimal, que a veces resulta difícil de seguir. Durante el siglo XVIII la cisoide era una curva famosa que se estudiaba en los tratados de matemáticas[385], pero no solía ser el objeto de investigaciones porque se suponía bien conocida.

La solución analítica de un problema de mecánica

Este trabajo lo titula Giannini:

"II Opúsculo 2º sobre la integración de la diferencial:

$$\frac{dy}{y\sqrt{b\cdot 2L + b\,y^2 - 2bLQ^2 - y^4}}$$"

---

383 Si se ha interpretado correctamente porque literalmente el libro dice: "son iguales a la recta que puede el triplo cuadrado del diámetro AB del círculo" (s.p.)

384 El segmento BG que aparece en el enunciado no ha sido definido. Puede suponerse que es BT-TG definidos en los corolarios II y IV de la proposición VI, el primero por construcción y el otro como cuarto proporcional de una razón. El segmento NL no está definido en la figura de esta proposición. Tal vez provenga de la hipérbola de la proposición VIII, pero los restantes segmentos de la igualdad en la que interviene no corresponden a esa proposición.

385 Bails (1779, v. III, p. 145-146) hace un repaso elemental de esta curva.

Porque el principal problema que se resuelve es calcular esa integral. Pero se trata de un problema de física matemática de cierta importancia como explica el autor en la introducción a este trabajo:

> "Leonardo Euler demuestra en su obra de Mecánica ser una elipse apoloniana la curva que describirá un cuerpo tirado hacia un centro en la razón directa de las distancias, suponiendo que se arroje por una dirección perpendicular a la distancia del mismo cuerpo a dicho centro. El mismo Autor añade que si el ángulo es oblicuo, no se halla / por el cálculo una elipse sino una curva del cuarto orden, la cual no puede satisfacer el problema. Voy a demostrar generalmente que la curva descrita por el cuerpo sea o no el referido ángulo recto, es siempre una Elipse Apoloniana" (s.p.).

Es decir, se trata de resolver un problema de dinámica consistente en hallar la trayectoria en el plano de un cuerpo sometido a una fuerza central proporcional a la distancia. En una dimensión el movimiento que se tendría sería el de los cuerpos sometidos a la acción de un muelle, que por ley de Hooke[386] se puede considerara proporcional a la elongación y la solución es que se trata de un movimiento armónico simple.

La obra de Euler a la que se refiere Giannini es la *Mechanica sive motus scientia analytice exposita* (1736, San Petersburgo, 2 v,). Ese tratado está dedicado a estudiar el movimiento de una partícula desde el punto de vista matemático y fue muy influyente en su época. En el volumen primero en la proposición 78 del apartado "Caput quintum de motu puncti curvilineo libero a quibuscunque potentiis absolutis solucitati" (p. 225-368) se halla la curva que describe un cuerpo que se mueve sometido a

---

[386] El inglés Robert Hooke (1635-1703) estableció la ley fundamental que relaciona la fuerza aplicada y la deformación producida en muelles o cuerpos elásticos: $F = -k \cdot x$, en donde F es la fuerza deformadora aplicada y x la deformación relativa. las ecuaciones a las que lleva esa ley son características de todos los movimientos armónicos, oscilantes.

una fuerza centrípeta proporcional a su distancia a un centro, si el cuerpo en cuestión tiene una velocidad que es perpendicular a la fuerza[387]. Euler obtiene que su trayectoria debe ser una elipse[388]. En un escolio posterior explica que si la dirección inicial del cuerpo no fuera normal a la fuerza el resultado saldría una ecuación de cuarto grado que no satisfacería las condiciones físicas del problema[389].

La intención de Pedro Giannini de corregir la obra de Euler no deja de tener cierta audacia. Leonhard Euler fue el matemático más importante del siglo XVIII. Trabajó todos los campos de las ciencias exactas y en todos fue un líder indiscutible. Liderazgo reconocido por los matemáticos de la época. Según se cuenta Pierre Simon de Laplace decía a sus alumnos "Leed a Euler, leed a Euler. Él es el maestro de todos nosotros".

Para resolver este problema, Giannini parte de una fórmula general:

> "Consta (Tom. 4. de los Comentarios de la Academia de Bolonia) que la ecuación a la curva que describe un cuerpo tirado de cualquier fuerza central f dada por y la distancia del cuerpo al cetro, es en general $dx = \frac{Q\sqrt{2FL} \times dy}{\sqrt{(2FLy^2 - 2FLQ^2 - 2y^2 S.fdy)}}$ de quien dx es el arco infinitésimo descrito con el radio variable y, Q el seno del ángulo que forma el radio CA con la tangente AM en el punto A y L el

387 "Propositio 78. Problema 621. Si centrum C attrabut in ratione distantiarum directa, el corpus ex A secundum directionem ad radium AC normalem data cum celeritate prociiciatur; determinare curvam AMDBH, quam corpus describet corporisque celeritatem in singulis locis."· (Euler, 1736, v.I, p. 257).

388 "Haec aequaetio est ad ellipsin, cuius cenntrum in C est situm" (Euler, 1736, v. I, p. 258).

389 "Scholion 2. 640 Quando corporis directio initialis in puncto A non ponitur normalis ad radium AC, calculus non praebet ellipsin pro curva a corpore descripta; sed aliam curvam ordinis quarti, quae tamen nullo modo satisfacere potest." (Euler, 1736, v. I, p. 260).

espacio que andaría el cuerpo animado por la fuerza constante F para tener la velocidad con la que empieza a moverse" (s.p.).

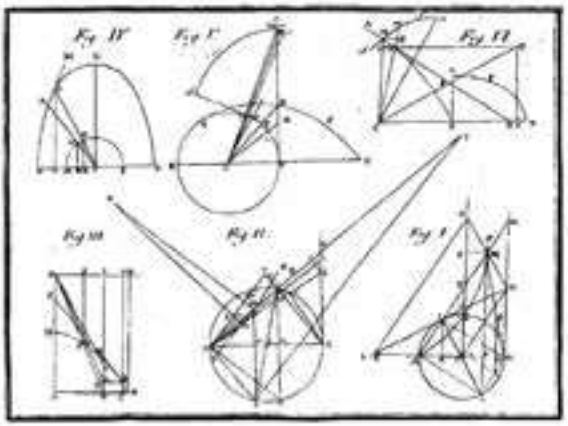
Como dice Giannini, la fórmula ha sido tomado del artículo de Vincenzo Riccati "De motibus liberis, et curvilineis in vacuo" publicado en las *De bononiensi scientiarum et artium Instituto atque Academia commentarii* (1757, v. 4, p. 139 - 198).

La fórmula de V. Ricccati es: $dx = \frac{QV \times dy}{\sqrt{(V^2y^2 - V^2Q^2 - \frac{2y^2}{m} S.f(dy)}}$

Las diferencias provienen de que Giannini prefiere utilizar en lugar de la velocidad la distancia que debería recorrer un cuerpo sometido a esa fuerza para conseguir dicha velocidad. Los dos parámetros se relacionan por la ley de conservación $F \cdot L = ½ M \cdot V^2$. En su artículo Vincenzo Riccati estudia las fuerzas centrales proporcionales a $1/r^2$ ó $1/r^3$, que son las que propuso Newton para la gravitación, y la que solía proponerse en el siglo XVIII para una posible corrección a la ley formulada por Newton. Pero Riccati no estudia la ley considerada por Giannini $f = k \cdot r$.

En esa integración la integral que se encuentra dentro de la raíz del denominador, $S.f \cdot dy$, es sencilla, pero calcular la integral general es complicado. El método utilizado por Giannini se basa en hacer el cambio de variable $yz = \sqrt{A + By^2}$, para ajustar a continuación los valores de los parámetros A y B de tal forma que se simplifique la expresión. Finalmente le queda $du = \frac{-a\,dz}{\sqrt{aa - zz}}$. La integral de esa ecuación es una expresión del tipo arco coseno. Siendo u el ángulo central, habría que deshacer el cambio de variable para tener el radio y. Luego, teniendo en cuenta las condiciones iniciales, habría que hallar el valor de la constante de integración. Giannini prefiere utilizar una circunferencia auxiliar y hallar gráficamente los puntos de la curva. Proyectando esos puntos en los dos ejes coordenados se encuentra que la ecuación que deben cumplir esos puntos, en coordenadas cartesianas son las de una elipse, concluyendo "luego

la curva descrita por el cuerpo es una Elipse Apoloniana, cualquiera que sea el ángulo CAM." (s.p.)[390].



El trabajo parece interesante. Corrige y completa un apartado de un libro importante, aunque no era el último trabajo publicado por Euler sobre mecánica. En 1765 imprimió *Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum* ampliando su libro anterior. En ese nuevo tratado introducía el momento de inercia y la descomposición del movimiento de cualquier cuerpo en un movimiento de traslación del centro de inercia, o gravedad y un movimiento de rotación[391]. En el Colegio de Segovia contaban con esas dos obras de Euler en la biblioteca.[392]

"Opusculo tercero De una nueva especie de trayectorias"

El último ensayo se refiere al problema de hallar las figuras que son perpendiculares a un haz de curvas dado. Un ejemplo sencillo

---

390 En el *Curso matemático* de Giannini t. IV apartado "Del movimiento libre curvilíneo de los cuerpos" (p. 401) se resuelven varios problemas semejantes a este.

391 Para conocer la influencia de Euler en la mecánica se puede consultar Dugas (1988, p. 239-242, 273-274, 276-278 y 300-304).

392 En el Colegio tenían tanto la "Mecánica del Movimiento" de 1736 como de la "Teórica del movimiento de los cuerpos sólidos, en latín" de 1765 de Euler (García Hourcade y Vallés Garrido, 1989, p. 163-165).

sería hallar las curvas que cortan ortogonalmente a un haz de rectas que pasa por un punto C. En ese caso son solución todas las circunferencias que tienen el centro en C. Este tipo de problemas fue muy estudiado a finales del siglo XVII y al comienzo del siglo XVIII. Huygens resolvió problemas de ese tipo para determinar la dirección de propagación de las ondas de la luz. En 1694 Leibniz y Johan Bernoull aplicaron los nuevos métodos del cálculo infinitesimal a hallar la curva que corta a un haz de parábolas o de curvas logarítmicas ortogonalmente. Un poco más tarde, en 1697, discutieron sobre estas cuestiones Johan Bernoulli y su hermano Jacob, al investigar el problema de los isoperímetros. También se plantearon problemas de haces de curvas perpendiculares en la polémica entre matemáticos continentales, seguidores de Leibniz, y matemáticos ingleses, partidarios de Newton, sobre quien había descubierto el cálculo diferencial. Johan Bernoulli retó a los ingleses en 1715 a que hallaran las curvas perpendiculares a un haz de hipérbolas coaxiales y con el mismo centro. La cuestión era bastante fácil y fue rápidamente resuelta por Taylor en 1717[393].

Esas polémicas tuvieron cierta repercusión en Italia. Tanto Nicolas Bernoulli[394] (1687-1759), el hijo de Jacob Bernoulli que impartió clases de matemáticas en Padua de 1716 a 1722, como su predecesor en dicha cátedra el suizo Jacob Herman[395], participaron en discusiones sobre trayectorias ortogonales alrededor de 1720. También participó en ellas el boloñés Giuseppe Verzaglia (1669-1728), que se

---

[393] Una descripción amplia de esta polémica se puede encontrar en Montucla, J.F. (1802) *Histoire des Mathématiques […] Nouvelle édition considérablement augmentée, et prolongée jusque vers l'époque actuelle. […] Tome Troisième Achevé de publier par M. Lalande.* Paris, Henri Agarre, en el apartado XXXII p. 328-342.

[394] Nicolas Bernoulli (1687 -1759) estudió en Basilea, fue discípulo de Jacobo Bernoulli. Logró la cátedra que había ocupado Galileo en la Universidad de Padua. trabajó en ecuaciones diferenciales. En 1722 volvió a Basilea como catedrático de Lógica en la Universidad. Fue miembro de la Royal Society.

[395] Jakob Hermann (1678 – 1733) fue un matemático suizo alumno de Jacob Bernoulli. Fue catedrático en Padua, Francfort y San Petersburgo. Trabajó sobre todo en mecánica.

relacionó con Johan Bernoulli entre 1703 y 1713, y polemizó con Herman sobre la resolución de problemas de trayectorias. Verzaglia, junto con Gabriel Manfredi, y Jacopo Riccati fueron los iniciadores del cálculo infinitesimal en Italia.

Giannini dice sobre el origen de los problemas que va a resolver en este opúsculo que:

> "Los problemas siguientes tratan de una especie de trayectorias no contenida en los problemas del ilustre Juan Bernoulli. El primero de dichos problemas se halló sin resolución entre los manuscritos del Señor Verzalia y habiendomelo comunicado Don Dionysio Monaldini Doctisimo Matematico de Ravena lo resolví como / se verá a continuación; después hice más general el problema y hallé la resolución que en el segundo expongo".

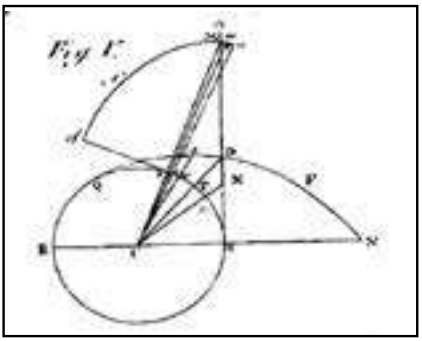
Parece razonable suponer que este "Verzalia" es el antes mencionado Giuseppe Verzaglia. El intermediario "Don Dionysio Monaldini Doctisimo Matematico de Ravena" debe ser Dionigio Monaldini, autor contemporáneo a Giannini. Perteneció a una familia noble y distinguida de Ravena y trabajó principalmente como arquitecto y como agrimensor. En 1761, por ejemplo, dirigió la renovación del ayuntamiento de Ravena, al que se le añadieron varias salas. A veces, aparece citado como matemático porque fue profesor de esa materia de su sobrino Camillo Morigia (1743-1795) que fue uno de los arquitectos más famosos de Italia en las últimas décadas del siglo XVIII. Morigia[396] construyó, por ejemplo, las fachadas de la catedral de Urbino y de la iglesia de San Agustín de Picenza o reconstruyó la tumba de Dante en Ravena.

El problema que transmitió Monaldini a Giannini es:

> "Dada la recta CB, y el punto D en la Indefinida AB perpendicular á la CB; determinar la curva DFN tal, que girando la figura CNFD al rededor del punto C, esté siempre cortada en ángulos rectos por la recta AB." (s.p.)

---

[396] Ver: *Vite di ravegnani illustri* de Filippo Mordani (Ravenna, 1837) p. 233-237.



Se trata por lo tanto de un problema de tipo inverso al habitual, ya que se conoce la trayectoria ortogonal (una recta) y se pide hallar el haz de curvas, sabiendo que se obtienen unas de otras girando.

Para encontrar la curva de que se trata se considera la figura en una posición general, cortada ortogonalmente por la recta en M. Se considera un segmento infinitesimal de curva Mm y se trazan los radios vectores del centro de giro a sus extremos: CM y Cm. Se trazan rectas perpendiculares a estos radios, y se van hallando ángulos iguales y triángulos semejantes, finitos o infinitésimos a partir de estas rectas. El razonamiento concluye con la ecuación diferencial: $dx = \frac{dy\sqrt{y^2 - a^2}}{a}$ [1] "equacion á la curba que se busca" donde dy es el diferencial de radio vector y dx de arco recorrido por dicho radio vector. Se cambia la variable x por otra z que representa los arcos de un círculo. Sustituyendo e integrando llega a que: $dz = D.\sqrt{y^2 - a^2} - \frac{a^2 dy}{y\sqrt{y^2 - a^2}}$ Con esto considera la parte algebraica del problema resuelta. No resultaría muy difícil integrarlo, y obtener la función: $z = \sqrt{y^2 - a^2} - a\arccos\left(\frac{a}{y}\right) + K$ expresión que se tomaría hoy en día como base para conocer de qué curva se trata. Para Giannini eso era ya evidente desde la obtención de la ecuación diferencial [1] de la que dice que es: "ecuación a la curva que se busca, la qual es una de las Espirales referida al centro C, cuya Evoluta es el circulo BQR". Es decir se trata de una involuta del círculo.

Como en otros problemas, Giannini para conocer la curva busca la manera de dibujarla. En este caso lo hace "supuesta la

rectificación del círculo", lo que lo convierte en una forma muy complicada de hacerlo.

El segundo problema es una generalización del primero. En lugar de ser la perpendicular una recta, AB es una curva cualquiera. Como en el primer problema se suponen tomados incrementos infinitesimales; pero ahora se toman en la curva que se quiere hallar y en la curva conocida, respecto a la que las soluciones deben ser perpendiculares. Dibujando perpendiculares auxiliares y utilizando semejanzas de triángulos, se llega a que: $-dY:dX = dx : dy$, expresión en la que las variables en mayúsculas corresponden a la curva fija AB y las que van en minúsculas a la que se quiere buscar. Las variables x, y, X e Y que aparecen no corresponden a unos ejes cartesianos, sino a dos direcciones perpendiculares sobre el radio vector del punto M considerado, que es el punto de corte de la curva dada y la buscada. Giannini afirma que "con cuya analogía se determinará la curva dn que se busca". No parece que determine gran cosa; pero sí ofrece una base para hallar las ecuaciones diferenciales que deben resolverse una vez conocida la curva AB.

A continuación Giannini resuelve la ecuación en dos casos particulares. En el primero la curva AB, que las soluciones deben cortar perpendicularmente, es una parábola de foco en el centro y parámetro 2a. En este caso, utilizando propiedades de las normales de la parábola llega a la ecuación $dx = \frac{dy\sqrt{2ay - a^2}}{a}$. De nuevo se considera suficiente esta expresión diferencial para definir la curva.

El segundo ejemplo es cuando la línea fija es una elipse o una hipérbola. Obtiene una expresión con tres parámetros que le permite trabajar simultáneamente con las dos cónicas. Con una nueva construcción con segmentos finitos e infinitésimos la ecuación general se transforma en

$$dx = \pm\frac{dy\sqrt{(c^2 - b^2)\cdot y^2 + (2ay - a^2)\cdot b^2}}{ab}$$

Expresión en la que x e y tienen el mismo significado que en el caso general. De nuevo afirma Giannini que esta es la "ecuación a la curva que se busca", y termina el estudio.

Por lo que se ha podido consultar en este caso, como en el anterior, la solución de Giannini es original. Las cuestiones que se plentean habían tenido bastante interés, pero lo que se resuelve son sólo casos particulares y en 1780 no eran muy actuales.

En estos dos libros de investigación, Giannini demuestra ser un matemático con inventiva. Puede emplear con dominio tanto la geometría clásica como el cálculo diferencial e integral, pero el método que prefiere es trabajar con diferenciales como si fueran segmentos reales, y aplicarles los teoremas de la geometría clásica para llegar al resultado buscado. Aunque el problema segundo y tercero sean cuestiones de mecánica, su forma de estudiarlos es puramente matemática. En ningún momento se plantean situaciones reales, ni la obtención de resultados numéricos. La mecánica que desarrolla es física matemática abstracta que está muy lejos de la física experimental del abate Nollet[397], de Van Musschenbroek, o de Franklin (1706-1790).

Los problemas que plantea Giannini se relacionan con trabajos de los principales matemáticos del siglo XVIII, de referirse de forma particular a los autores de algún país debería ser a autores italianos. Aunque llevaba tres años en Segovia no se alude a autores españoles o a cuestiones planteadas en España.

---

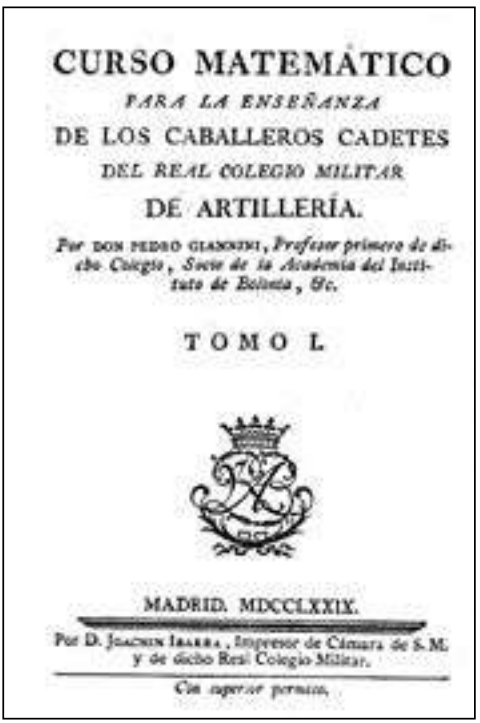
[397] Jean Antoine Nollet, sacerdote y físico francés (1700 - 1770). Se interesó por la física experimental y en particular por la electricidad. Colaboró con Du Fay y Reamur. Fue profesor de f´sica experimental en la Universidad de París. También trabajó en Londres y Turín y fue profesor en Burdeos y en la escuela de artillería de Mezieres. Publicó *Programme d'un cours de physique expérimentale* (Paris, 1738); *Leçons de physique expérimentale* (Paris, 1743); *Recherches sur les causes particulières des phénomènes électriques* (Paris, 1749); y *L'art des expériences* (Paris, 1770). Francisco Ameller profesor del Colegio de Cirugía de Cádiz publicó en castellano *Elementos de Física experimental extractados de las lecciones sobre esta materia del Señor Abate J.A. Nollet* (Cádiz, 1788).

Índice

Capítulo Quinto

CURSO MATEMÁTICO. TOMO I: GEOMETRÍA

La obra fundamental de Pedro Giannini es su *Curso Matemático.* Está compuesta de cinco volúmenes, que debían servir a los profesores para impartir sus clases en el Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia y que adquirían los alumnos para utilizarlos como manuales. El curso, propiamente, consta de cuatro volúmenes:, el primero trata de geometría elemental, trigonometría y cónicas, el segundo de álgebra, el tercero de cálculo diferencial e integral y el cuarto es sobre mecánica. Después de la polémica que tuvo lugar en el Consejo del Colegio en enero de 1782 Giannini


CURSO MATEMÁTICO
PARA LA ENSEÑANZA
DE LOS CABALLEROS CADETES
DEL REAL COLEGIO MILITAR
DE ARTILLERÍA.
Por DON PEDRO GIANNINI, Profesor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bolonia, &c.
TOMO I.
MADRID. MDCCLXXIX.
Por D. JOACHIN IBARRA, Impresor de Cámara de S. M. y de dicho Real Colegio Militar.
Con superior permiso.

Índice

escribió para completar su curso. el libro *Practicas de Geometría y Trigonometría,* que se puede considerar el quinto volumen del tratado. El tomo primero contiene la materia que se estudiaban en el tercer curso, el segundo la del segundo y los tomos tercero y cuarto contienen la materia que debían aprender los cadetes de primero. Las instrucciones del conde Lacy decían que el volumen de prácticas geométricas se debía explicar en segundo, después del álgebra. Pero, por las materias que figuran en las actas de las reuniones de evaluación, no es seguro que fuera así.

Los libros se fueron imprimiendo según los prepraba Giannini y se vendían en el mismo Colegio. No parece que se explicara toda la materia que contienen, y todavía menos, que al terminar sus estudios los cadetes supieran todo lo que incluyen. Los únicos apuntes de clase que se han encontrado de la época de Giannini son los que tomó Tomás Eslava cuando era alumno del primer curso, el año 1781. Según esas notas en ese año se dieron las materias principales de los tomos de cálculo diferencial e integral, primer semestre, y mecánica, segundo semestre; pero de forma resumida, en particular en mecánica y evitando los temas más difíciles, como se va a ver con más detalle en los capítulos octavo y noveno. Por otra parte no es tan extraño el que los manuales de clase no se vieran enteros. Todavía sigue sucediendo en colegios e institutos.

En este capítulo y los cuatro posteriores se va a analizar el contenido de los cinco tomos publicados por Giannini para utilizar en sus clases. Se van a comparar con lo que se incluía en otros tratados de la época, en particular en los *Elementos de Matemáticas*. (1779-1804, 10 v.) de Beniro Bails profesor de matemáticas de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando y en el *Cours de mathématiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* (1770, 4 v.) del francés Etienne Bezout profesor de matemáticas de los artilleros franceses.

Curso Matemático […] Tomo I
Prólogo[398]

Este primer tomo comienza con un breve "Prólogo" en el que se explican las partes que tiene este volumen de la siguiente manera:

> "En este primer tomo se contienen los Elementos de Geometría Plana y Sólida; las principales propiedades de los Senos, Cosenos, Tangentes & c. circulares [...] como tambien las propiedades principales de las secciones cónicas" (s.p.).

No era lo más habitual en la segunda mitad del siglo XVIII comenzar por la geometría, como no lo es ahora. Lo más normal era empezar con la aritmética. Con esa materia comienza Bails tanto en *Principios de Matemàtica,* como en *Elementos de Matemáticas*. Lo mismo hacía Bezout en Francia en su *Cours de mathématiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* o en su *Cours de mathématiques à l'usage des gardes du pavillon et de la marine.* También lo hicieron otros autores de manuales como el jesuita Tomás Cerda. La principal razón para comenzar por la aritmética es pedagógica. Resulta más fácil para el estudiante comenzar con los números que con las formas. La numeración y las operaciones aritméticas suelen ser más intuitivas que los segmentos o los círculos.

A la geometría le daban preferencia los autores que deseaban hacer un desarrollo riguroso de las matemáticas. Existía una tradición antigua, que provenía de la Antigua Grecia de comenzar con la geometría si se quería hacer un desarrollo bien fundado de las ciencias exactas. A la idea de segmento se le concedían intuitivamente unas propiedades, relacionadas con la continuidad, que en aritmética no se llegaron a establecer convenientemente

[398] El "Prólogo" ocupa tres caras y la fe de erratas una, que no están numeradas. La "Geometría Elemental" va de la página 1 a la 256 y tiene 31 láminas. Como en todos los libros de este *Curso Matemático* la separación entre las secciones no es muy nítida. El apartado siguiente sobre trigonometría comienza sin nuevas portadas ni titulares llamativos.

hasta el siglo XIX con los trabajos de Dededekind y Weierstrass. A lo largo del siglo XVIII se fue dando preferencia en los libros didácticos a la facilidad para enseñar sobre el rigor. Era más corriente comenzar por la geometría en el siglo XVII o al comienzo del XVIII. Así lo hacen Tomás Vicente Tosca en su *Compendio Matemático* o Claude Milliet Dechalles en su *Cursus seu Mundus Mathematicus*, aunque también había cursos que empezaban por la aritmética en esa época, como *Elementa Metheseos* del matemático y filósofo alemán Christian Wolff, o el libro de matemáticas y arte militar *Escuela de Palas*.

También daban prioridad a la geometría los libros de matemáticas aplicadas a algunas artes, como la agrimensura, la fortificación o la arquitectura. Lo mismo que se priorizaba la aritmética en las matemáticas comerciales.

Giannini era partidario de unas matemáticas rigurosas y apreciaba mucho los tratados de la Antigua Grecia. Es lógico, por lo tanto, que comenzara su *Curso Matemático* por la geometría elemental. Además como el curso debía ser amplio y profundo optó por seguir los *Elementos* de Euclides, como él mismo declara en el Prólogo:

> "Los Elementos de Geometría son de Euclides el Matemático que floreció en Alexandría, siendo Tolomeo Lago Rey de Egipto, de cuya gracia y familiaridad gozaba." (s.p.)

Los *Elementos* seguían siendo en el siglo XVIII el paradigma de la exactitud y de un desarrollo de la geometría riguroso y preciso.

También informa Giannini en el prólogo de los autores que ha utilizado para redactar este volumen:

> "En la composicion de estos tratados (que fueron hechos para explicarlos privadamente à los Caballeros Cadetes en el Colegio) me he valido de las Obras Geométricas de Clavio, Tacquet, Barrow, Simson, Grandi y otros." (s-p.)

En la carta a Campomanes indicaba que para estudiar los *Elementos* de Euclides los mejores autores eran Barrow o Simson,

en este libro añade las versiones de Guido Grandi, Tacquet y Clavius que eran también autores de versiones de los *Elementos* al mismo tiempo pedagógicas, y rigurosas. Para las cónicas y la trigonometría parece que aconseja seguir a los mismos autores. En dicha carta a Campomanes aconsejaba Giannini las secciones cónicas de Guido Grandi.

Elementos de Geometría Plana y Sólida

Este apartado es una versión de los libros I a VI y XI y XII de los *Elementos* de Euclides. Muchos autores contemporáneos de Giannini preferían no utilizar los *Elementos* para introducir la geometría por razones pedagógicas. Ni Bails ni Bezout los usan. Bails (1769, v. I, p. XX) lo explica de la siguiente forma "Hicimos ánimo de no adoptar los *Elementos* de Euclides. Las mismas circunstancias que en el concepto de algunos constituyen su excelencia, hacen muy trabajoso para muchísimos su estudio". Padilla profesor de la Academia de los Guardia de Corps dos décadas antes lo justificaba en su *Curso Militar de Mathematicas* (1753, v. II, p. 9) diciendo: "El orden de Euclides, muy plausible para el estudio de todos los Elementos, es absolutamente nocivo para el que de ellos quiere extractar las proposiciones útiles en la práctica".

Giannini, por su parte, defiende que se sigan los *Elementos* diciendo en el prólogo que:

> "En lo demás la geometría de Euclides no necesita mas elogio que la sola consideración de que por espacio de cerca de dos mil años ha sido la que únicamente se ha estudiado por todos aquellos que han querido instruirse à fondo en esta facultad, habiendo sin duda habido en este intervalo de tiempo geómetras de mucho mérito; y que no obstante la multitud de los nuevos cursos de geometría, que desde el año 1650 hasta el presente han salido, Newton, Leibnitz y otros insignes Matemáticos posteriores recomiendan vivamente el estudio de aquella" (s.p.).

Esta opinión de Giannini, aunque fuera minoritaria, no era extraña en esa época. Por un lado existía una tradición de introducir la geometría utilizando los *Elementos* de Euclides. En castellano, desde finales del siglo XVII se publicaron varias versiones de los *Elementos*. Varias seguían la *Geometria especulativa, y practica de los planos y solidos* (1678, Madrid) que era una adaptación de la obra de Euclides hecha por el jesuita José Zaragoza, como la incluida en la *Escuela de Palas* (1693. Milán), o la del capitán Deu y Abella (1723, Zaragoza). Otra versión de éxito fue la preparada por el también jesuita Jacobo Kresa, *Elementos Geometricos* (1689, Amberes), que fue editada resumida por el ingeniero militar Larrando de Mauleón (1698, Barcelona). La versión más popular de finales del siglo XVII y comienzos del XVIII fue *Los seis primeros libros, onze, y doze, de los Elementos Geometricos* (1688 Bruselas), del director de la Academia Militar de Bruselas Fernández de Medrano, que tuvo cuatro ediciones. En las primeras décadas del siglo XVIII la versión mejor considerada fue la que estaba en el tomo I del *Compendio Matemático* (1707, Valencia) de T. V. Tosca, aunque hubo otras, como la incluida en los *Elementos Mathematicos* (1706, Madrid) del jesuita Pedro Ulloa o la posterior del también jesuita Gaspar Álvarez (1739, Madrid). Para la enseñanza de los marinos publicó *Elementos Geometricos de Euclides* (1747, Puerto de Santa María)[399] el profesor de la Academia de Guardia marinas de Cádiz Blas Martínez de Velasco.

El texto de Pedro Giannini no se relaciona con esta tradición española. Esta geometría de Giannini es una adaptación original de la obra de Euclides, aunque no esté exenta de la influencia de las matemáticas que se hacían en su época, como se reconoce

[399] Sobre las ediciones de los *Elementos* en castellano véase: J. Navarro Loidi 1996 "Les différentes versions des Éléments d'Euclide publiées en espagnol au XVIe., XVIIe et XVIIIe. siècles. Permanence ou changement." En : *Paradigms and Mathematics* (Ed. Elena Ausejo y Mariano Hormigón), Madrid, Siglo XXI, p. 427-501.

en el prólogo. Como la mayoría de los autores comentados sólo incluye las partes de los *Elementos* dedicadas a la geometría. Los libros que se refieren a la aritmética o a los irracionales, es decir del VII al X, no se incluyen. La aritmética y el álgebra se habían desarrollado por otros caminos, partiendo de los autores italianos o alemanes de finales de la Edad Media o del Renacimiento, que se entroncaban con la tradición árabe y con los trabajos de Diofanto de Alejandría. Siguiendo a esos autores se podía estudiar la aritmética y el álgebra de una forma más fácil y efectiva. Giannini lo advierte en el prólogo:

> "He omitido los Libros VII, VIII, IX y X porque en los tres primeros trata Euclides de la proporcion de los números y en el décimo de las magnitudes Comensurables é Incomensurables." (s. p.)

Tampoco incluye Giannini en su versión el libro XIII sobre los sólidos regulares por su poca aplicación, como lo hicieron la mayoría de los autores del XVII y XVIII[400].

Una característica de Giannini es que utiliza la escritura algebraica, con los símbolos +, - , √ etc. por todo el libro. Además ha cambiado la redacción para resumir el texto, como reconoce en el prólogo:

> "Yo los he compendiado usando de los signos algebraicos, acortando unas demostraciones, y substituyendo otras mas sencillas para que con la mayor brevedad puedan mas bien comprenderse. He añadido diferentes nociones y conocimientos útiles para mejor inteligencia de los trabajos siguientes."

Algunos autores como Fernández de Medrano, Kresa o Grandi usan en algunas proposiciones los símbolos de suma, resta o cuadrado. Giannini los utiliza continuamente. Esto le da a su versión

---

[400] De los autores mencionados sólo Clavius, que publicó su versión por primera vez en el siglo XVI, incluye los libros del VII al X y el XIII en su edición. El libro XIII lo incluye también Grandi, tal vez pensando en pintores y arquitectos.

de los *Elementos* un aspecto muy diferente al de las restantes; pero los cambios que realiza Giannini en los enunciados y en las demostraciones son pequeños.

La mejor muestra de que la idea de seguir en geometría los *Elementos* de Euclides no era extraña es que en las mismas fechas se publicó en Madrid otra versión en castellano Se trataba de una traducción cuidada del libro *Euclidis Elementorum libri priores sex item undecimus et duodecimus,* publicado en 1756 en inglés y latín en Glasgow por el matemático escocés Robert Simson. Este libro fue muy popular y llegó a tener más de treinta reediciones y muchas traducciones. La española se titula.

> *Los seis primeros libros, y el undécimo, y duodécimo de los Elementos de Euclides. Traducidos de nuevo sobre la versión latina de Federico Comandino conforme a la fiel y correctísima edición de ella publicada modernamente por Roberto Simson profesor de Matemática en la Universidad de Glasgow e ilustrados con notas criticas y geométricas del mismo autor*

Se publicó en Madrid en 1774. La finalidad de esta traducción era la formación de los militares, como el *Curso* de Giannini, pero en este caso se trataba de la infantería[401]. Así lo reconoce el traductor anónimo en un párrafo del prólogo en el que justifica la utilización de los *Elementos* en la enseñanza:

> "Desde que se dignó el Rey confiar a la Inspección General de su Infantería al Excelentisimo Señor Conde O-Reilly, es notorio el constante esmero, con que ha fomentado el estudio de la juventud, y las muchas ventajas que de esto han resultado, [...] la acertada elección de libros elementales; y reconociendo desde luego que uno de los mas necesarios, y oportunos era una exacta, y completa Geometría, y que ninguna obra de este genero sería tan útil para el intento,

[401] Sobre la enseñanza de matemáticas a la infantería en 1775 y la Academia Militar de Ávila véase: J. Navarro Loidi 2011, "Las matemáticas en la Academia Militar de Ávila" en: *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española,* 14 nº 2, p. 309-332.

> como una buena Traducción Española de los mismos Elementos de Euclides hecha de nuevo sobre la mejor versión latina de ese Autor, que es la de Federico Comandino, conforme á la correctísima edición de ella modernamente publicada en Inglaterra, revista corregida y anotada por Roberto / Simson célebre profesor de Matematica en la Universidad de Glasgow dispuso que se trabajara esta Obra con el mayor cuidado y diligencia" (s. p.).

Robert Simson fue quien publicó una reconstrucción de las *Secciones determinadas* de Apolonio que se han comentado en el capítulo anterior. Lo mismo que con el texto de Apolonio, Giannini y él se diferencian en que Simson no utiliza la escritura algebraica mientras que Gannini sí lo hace. Además la versión de Simson es una edición crítica, en la que se supone que el texto de los *Elementos* que se tenía en el siglo XVIII provenía de una copia adulterada por Teón de Alejandría (s. IV a. D.) y debería corregirse. Para discutir sobre las posibles adulteraciones Simson añadió un apéndice en el que se discuten las cuestiones problemáticas:

> "Notas críticas y Geométricas sobre la edición presente. Donde se da razón de los pasajes en que varía del texto griego de los Elementos de Euclides, y se insertan algunas observaciones sobre ciertas Proposiciones. Su autor Roberto Simson Profesor de Matematicas en la Universidad de Glasgow" (p. 293).

Esa versión está orientado más a matemáticos formados que a alumnos que comienzan a estudiar la geometría. Giannini, por el contrario, publicó un texto para la formación de los cadetes, riguroso sí, pero didáctico. De hecho O'Rielly también encargó unos *Tratados de Mathematica que para las escuelas establecidas en los Regimientos de infantería* (Madrid, 1772) a Benito Bails y al teniente coronel Gerónimo de Capmany. En este libro se comienza por la aritmética elemental, luego se incluye algo de geometría, viendo algunas definiciones y propiedades, que están más ampliamente tratadas en los *Elementos*, unos rudimentos de trigonometría y

bastante geometría práctica, incluyendo medir líneas, áreas y volúmenes y la utilización de algunos instrumentos geométricos[402].

Finalmente, no se puede relacionar este texto de Giannini con los autores que investigaban las bases lógicas de los *Elementos,* que en el siglo XVIII tuvo representantes como el italiano Gerolano Sacchieri, que publicó en latín *Euclides ab omni naevo vindicatus* (1733) sobre el postulado de las paralelas, obra precursora de las geometrías no euclídeas. De Italia figura entre los recomendados Guido Grandi, que imprimió una versión en italiano *Elementi Geometrici piani e solidi di Euclide* en 1731, que se reeditó muchas veces hasta 1803, y que en 1806 todavía la incluyeron abreviada como segundo tomo del *Corso di Matematiche* preparado para la Escuela de Artillería e Ingeniería de Módena. Giannini no se interesa por los problemas que plantea Sacchieri, como se va a ver, no entra en la discusión del postulado de las paralelas. Tampoco sigue en general a Grandi[403], aunque lo aconseje.

Libro I

Giannini sigue bastante de cerca el texto de Euclides, aunque la escritura simbólica pueda hacer parecer otra cosa, por lo que se va insistir en las cuestiones en las que se diferencia del texto original que ha sido frecuentemente estudiado. En el libro primero van las definiciones de los conceptos básicos de la geometría, los postulados y axiomas, y las cuarenta y ocho proposiciones que incluyó Euclides

---

402 Los *Elementos* de Euclides estaban bien representados en la biblioteca del Colegio de Artillería de Segovia. Tenían ejemplares de la versión castellana de Simson, la versión de Fernández de Medrano, las versiones latinas de Barrow y Commandino, el *Euclidis restituto* de Borelli y la versión de Grandi en italiano, entre otras. También tenían los *Tratados de Mathematica* de Bails y Capmany.

403 Grandi emplea mucho menos la escritura algebraica en enunciados y demostraciones que Giannini y no utiliza el método de las "magnitudes que se acercan" en el libro XII, que, como se va a comentar, son dos de las características de la versión de Giannini.

en este libro. El número de definiciones, axiomas y postulados es mayor al que se cree que había en el texto original, pero su número y su contenido es muy similar al de otras versiones publicadas en los siglos XVII y XVIII. En las cuarenta y ocho proposiciones se dan las propiedades principales de los ángulos y triángulos, las condiciones de igualdad de triángulos, el paralelismo y la perpendicularidad entre segmentos, para terminar con el teorema de Pitágoras y su recíproco. Todas las proposiciones están demostradas. Se añaden diez corolarios y cinco escolios que se cree que Euclides no incluyó, pero en esos siglos era corriente introducirlos para mejorar las explicaciones.

Giannini añade las definiciones de Corolario, Axioma, Lema, Proposición, Postulado y Escolio (p. 5-6). Euclides no las daba y en muchas versiones de esos siglos no se incluían, pero para Giannini, era necesario introducirlas, teniendo en cuenta que los cadetes no habían estudiado filosofía o lógica antes.

También añade las definiciones de los símbolos algebraicos que se van a usar, definiendo los signos de igualdad, =, suma, + , resta, –, desigualdad, > (p. 9). El producto se relaciona con la figuara geométrica del rectángulo:

> "5° Para representar un rectángulo se usara un aspa o cruz inclinada en esta forma X entre las letras que nombren dos lados contiguos del rectángulo" (pag. 9).

Lo mismo sucede para una magnitud al cuadrado:

> "6° $\overline{AD}^2$ significa el quadrado ABCD que tiene por base $\overline{AD}$" (pag.10).

En este primer libro hay que hacer notar que Giannini era de los matemáticos que creían que el quinto postulado no era necesario. Su enunciado en esta versión, en la que se considera axioma en lugar de postulado, dice:

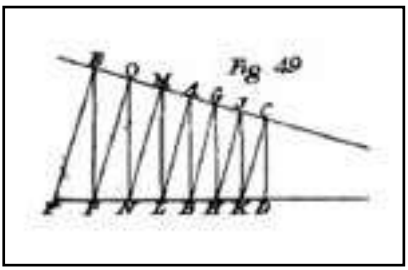
> "52. Si cayendo una recta BA (Fig.17) so-/ bre otras dos ADBC forma los ángulos ácia una misma parte CBA , DAB menores juntos que dos rectos, prolongadas estas rectas al infinito vendran a concurrir por la parte que mira á dichos ángulos.

Este axioma no es tan claro que en sentir de la mayor parte de los Geómetras no necesite demostración: esta se dará en su lugar." (p. 7-8)

El quinto postulado no se usa explícitamente en las demostraciones hasta la proposición 29. Es detrás de esa proposición, sobre la igualdad o suplementaridad de los ángulos definidos por una secante en dos paralelas, que se dice en el *Curso* de Giannini:

"Escolio

98. Si la recta AB es perpendicular a la PD y forma con la AC el ángulo BAC agudo; las rectas AC, BD prolongados concurrirán hacia la parte CD y se apartaran continuamente más por la otra parte EF (fig.49)" (p. 30)



A partir de ese escolio se continúa demostrando el quinto postulado. Para demostrarlo se toma una recta que corta perpendicularmente a una de las dos rectas dadas, y trazando desde los puntos de corte con las dos rectas nuevas perpendiculares a una y otra se demuestra, aplicando que la hipotenusa es mayor al cateto (prop.19), que las dos rectas se acercan por un lado y se alejan por el otro. En un segundo apartado lo generaliza para cualquiera recta secante. Una demostración similar a esta había sido ya propuesta en la Edad Media por algunos geómetras árabes como Nasiraddin-at-Tusi (Bonola, 1923, p. 14-17) y había sido criticada por Sachieri y Wallis, porque implícitamente se utiliza la proposición 29 en cuya demostración se ha empleado el quinto postulado.

Giannini no es el único autor de la época que demuestra el quinto postulado. Que era demostrable era una opinión generalizada en el siglo XVIII. Limitándonos a los autores españoles Fernández de Medrano, por ejemplo, incluyó una demostración del quinto postulado en su primera edición de 1688 y añadió otra diferente en su segunda edición de 1700.

Libros II, III y IV

En el segundo libro de los Elementos las proposiciones de la 1 a la 11 relacionan el área de unos cuadrados o rectángulos que tienen por lados unos segmentos dados, con la de otros paralelogramos que tienen por lados sumas o restas de dichos segmentos. Las proposiciones 12 y 13 expresan la propiedad de los lados de un triángulo que ahora se conoce por el "teorema del coseno".

Giannini incluye en ese libro las mismas proposiciones y definiciones que figuraban en la versión griega original. Pero, como muchas de ellas tienen una interpretación algebraica simple, el libro resulta mucho más breve que en otras versiones por la utilización de la escritura simbólica. Por ejemplo, la proposición cuarta hoy en día se presenta en la enseñanza secundaria como la identidad $(a+b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$. En el libro de Giannini se enuncia:

"Proposición IV

132. Si una recta AB está dividida en dos cualesquiera segmentos AC, CB , el quadrado de la toda / AB es igual a los quadrados de las partes AC, CB y a dos rectángulos hechos de las mismas partes; esto es: VII $AB^2 = AC^2 + CB^2 + 2ACxCB$" (p. 48/49)

La demostración aplicando las proposiciones anteriores, le ocupa cuatro líneas, como en un libro de texto moderno. Sin embargo en cualquier versión fiel a la redacción original de Euclides esa demostración ocupa más de dos páginas.[404]

En el libro tercero Giannini estudia las propiedades de las circunferencias, sus arcos, cuerdas, tangentes, segmentos y sectores, y también los ángulos que se pueden definir sobre ella. Aunque Giannini incorpora más escolios y corolarios que las versiones

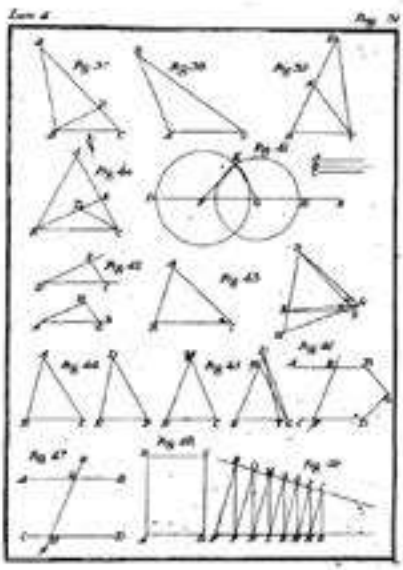
[404] Por ejemplo en la versión moderna de Euclides-Puertas (1991, v. 1, p. 270-272), que intenta ser lo más fiel posible al original de Euclides, son dos páginas, en la versión enciclopédica de Euclides-Clavius (1607, p. 172-176) son cinco. Para citar las versiones de los *Elementos* se va a dar el nombre del editor de la versión junto al del autor, Euclides.

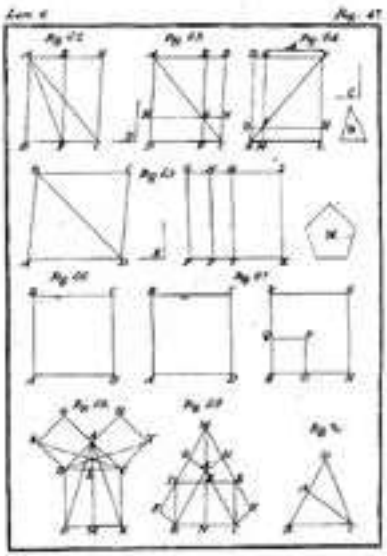
antiguas, no cambia su contenido. La diferencia principal está en la utilización de los ángulos curvilíneos y mixtilíneos. Euclides define ángulos con lados curvos en el libro primero y en este libro los utiliza en la proposición 16:

> "La recta trazada por el extremo del diámetro de un círculo formando ángulos rectos con el mismo caerá fuera del círculo, y no se interpondrá otra recta en el espacio entre la recta y la circunferencia; y el ángulo del semicírculo es mayor y el restante menor que cualquier ángulo rectilíneo agudo."[405]

Giannini cambia el enunciado de esa proposición para no mencionar "el ángulo del semicírculo" y el "restante", que tienen un lado curvo:

> "La perpendicular CD a la extremidad del diámetro AH es tangente al círculo BAZH en el punto A; y entre ella, y la circunferencia no se puede tirar del punto A otra recta AZ sin que corte al círculo." (p. 68)





[405] Euclides-Puertas (1991, v. 1, p. 311).

Aunque define el ángulo del segmento, evita usarlo porque desde la Antigüedad se sabía que la utilización de esos ángulos podía llevar a resultados contradictorios. En el Renacimiento se enfrentaron Pelletier, que decía que no eran ángulos, y el jesuita Clavius, que pretendía que sí lo eran, aunque no lo fueran de la misma manera que los rectilíneos, porque, como las magnitudes, los ángulos curvilíneos podían aumentar y disminuir. La discusión acabó a finales del siglo XVII cuando Wallis explicó que lo que al variar daba la base a los razonamientos de Clavius no era la magnitud del ángulo mixto sino la curvatura del lado curvo en el punto de contacto. Giannini, toma la postura de Pelletier o de Wallis, pero mantiene las definiciones para alejarse lo menos posible de los *Elementos*.

En el libro cuarto Euclides estudia los polígonos regulares inscritos o circunscritos a un círculo. Este libro solía ser muy importante para los ingenieros militares. En las proposiciones se explica como se inscriben o circunscriben triángulos equiláteros, cuadrados, pentágonos hexágonos y pentadecágonos en una circunferencia. La versión de Giannini es muy parecida a otras de la época. Introduce varios corolarios y escolios; pero no incluye, como solían hacer algunas geometrías para militares, un escolio con la forma de hallar "por aritmética" el ángulo central de un polígono regular: Es decir, dividiendo 360º entre el número de lados y dibujando el ángulo con el trasportador, que es una forma poco rigurosa, pero suficientemente aproximada para los problemas de fortificación.

Libros V y VI

En el libro quinto de los *Elementos*, que trata de razones entre magnitudes, Giannini también sigue la versión griega de una manera bastante fiel. Este libro ahora se relacionaría con las fracciones de números reales; pero una definición precisa de ese cuerpo no apareció hasta el siglo XIX. Por eso los autores más

partidarios del rigor matemático, como Giannini, mantenían su importancia y conservaban la orientación original de este libro. Así, para la definición de proporción se dice:

> "226. Proporcion o analogia se llama a la semejanza de algunas razones" (pag.102).

Y la definición de igualdad de razones:

> "230. Se dice que la razón de una primera magnitud A a otra segunda B es semejante, igual, o la misma que la razón de una tercera C a una quarta D, quando tomados dos qualesquiera equimultíplices de la primera y tercera, esto es de los antecedentes A, C, y otros qualquiera equimultíplices de la segunda y la quarta, esto es de los consecuentes B, D, / siempre se verifica que si el multíplice de A es igual, mayor o menor que el multíplice de B, también el multíplice de C, es respectivamente igual, mayor o menor que el multíplice de D" (p. 103/104).

La igualdad de razones basada en la utilización de equimúltiplos es incómoda porque alarga las demostraciones. Pero Giannini la prefiere a una versión más algebraica como la que ofrecían Tacquet o Kresa en su exposición alternativa del libro V.

Giannini introduce gran número de escolios, definiendo razones geométricas, aritméticas y armónicas, Euclides solo introdujo las geométricas. Explica que se deben comparar magnitudes del mismo género, aceptando la razón entre la circunferencia y el radio como válida[406]. Como en el libro segundo, la presentación es muy diferente por la utilización de la escritura algebraica, que acorta enunciados y demostraciones. Por ejemplo, la proposición diecinueve la resuelve en dos párrafos:

> "PROPOSICION XIX
>
> 274. Si toda AC es à la toda DF, como la parte BC à la parte EF, será la residua AB á la residua DE, como la toda AC, à la toda DF, Fig.17
>
> Por ser AC:DF = BC:EF, será alternando (270) AC:BC = DF:EF y

[406] "aunque la razón del diámetro a la circunferencia no sea hasta ahora conocida" (p. 103).

convirtiendo (273) AC:AB = DF:DE y alternando de nuevo AC:DF = = AB:DE que es & c." (pag.125).

Mientras que en una versión que no use símbolos esa proposición ocupa una página y media o más (Euclides-Puertas 1994, v. 2, p. 46-47).

En el libro VI se estudia la proporcionalidad entre segmentos y la semejanza entre figuras planas. Se definen figuras semejantes, dividir un segmento en media y extrema razón (o división áurea) y la composición de razones. No se cambian los enunciados de las proposiciones del libro original. Las primeras tratan de la proporcionalidad y semejanza entre triángulos. En la octava proposición se demuestra que en un triángulo rectángulo se cumplen los teoremas de la altura y del cateto. A continuación se trata de la división de una línea en partes proporcionales, explicándose como se obtiene la tercera proporcional de dos segmentos y la cuarta proporcional de tres segmentos. Finalmente, en la proposición 13 se indica la forma de encontrar la media proporcional de dos segmentos. A esta proposición se le podría encontrar una interpretación algebraica sencilla porque equivale a calcular la raíz cuadrada, ya que si $\frac{a}{x} = \frac{x}{b}$ se cumple que $x^2 = a \cdot b$ es decir que $x = \sqrt{a \cdot b}$. Pero en esta proposición, como en las demás, el desarrollo es puramente geométrico. Giannini no incluye escolios explicando estas aplicaciones algebraicas. Las proposiciones siguientes, desde la 18 hasta la 23 tratan de las propiedades de las figuras semejantes y de su construcción. En las proposiciones 27, 28 y 29 se estudian propiedades de paralelogramos construidos sobre un segmento dado, a los que se les añade o se les quita otro paralelogramo semejante a uno conocido. Los enunciados resultan bastante enrevesados y su utilidad no es evidente. Giannini añade dos escolios para explicarlos. Pero no los plantea como problemas algebraicos, como lo hace Kresa por ejemplo, observando que las construcciones de las proposiciones 28 y 29 equivalen a resolver las ecuaciones:

$$ax - bx^2 = c \quad y \quad ax + bx^2 = c.$$

En la proposición 30 se explica como "dividir una recta finita dada en media y extrema razón", es decir cómo hallar la razón áurea. En este libro de nuevo Giannini se muestra bastante fiel al original euclídeo.

Libros XI y XII

Después del libro VI se expone el libro XI dedicado a la geometría del espacio. Las definiciones correspondientes a ese libro y el siguiente van agrupadas al comienzo del libro XI y son treinta en total. Salvo pequeñas diferencias de orden o de redacción son las habituales en las versiones de los *Elementos* de la época, incluyendo las definiciones de rectas y planos; ángulo diedro y poliedro; pirámide, prisma, esfera, cono, cilindro, cubo, octaedro, icosaedro y dodecaedro y de las principales relaciones entre ellos, como la igualdad, el paralelismo o la perpendicularidad. Tiene unos escolios que generalizan las definiciones de cono y cilindro al caso inclinado, que luego no se usa. Como tampoco se usan las definiciones de conos rectos, obtusángulos o acutángulo, que estaban en el original euclídeo y mantiene Giannini. Al definir la igualdad de figuras observa que la definición dada era incorrecta. "Euclides o Theon"[407] habían puesto que dos figuras son iguales si "están contenidas por igual número de planos semejantes e iguales." (p. 173) y eso no siempre es cierto. Pero en su opinión se podía corregir el error quitando esa definición, porque las igualdades se pueden demostrar superponiendo las figuras.

En las primeras proposiciones se demuestra que una recta debe yacer por completo en un plano, que dos rectas que se cortan

[407] La definición de Euclides no es válida para ángulos poliedros con más de tres caras. Simson (1774, p. 339 - 341) lo demuestra, achacando el fallo a Theon. Giannini le sigue, aunque no es muy necesario porque en el libro XI nunca se usa esa definición para ángulos de más de tres caras.

determinan un plano, y que dos planos que se cortan definen una recta. A continuación van varias proposiciones dedicadas a estudiar el paralelismo y la perpendicularidad entre rectas, entre rectas y planos, o de planos entre sí. Desde la proposición 20 hasta la 26 se estudian los ángulos sólidos y desde la proposición 27 hasta la última, la 40, los paralelepípedos y los prismas. La proposición 34, por ejemplo, afirma que en paralelepípedos iguales, es decir del mismo volumen, las bases son inversamente proporcionales a las alturas.

En el libro XII, Giannini se aleja bastante de la versión euclídea, porque en todas las demostraciones difíciles ofrece una segunda forma de demostrarlo usando el método de las "figuras que se acercan continuamente". Este procedimiento es una especie de límite, poco riguroso, que facilita las demostraciones y que está relacionado con las primeras y últimas razones de Newton. Así lo declara Giannini en el prólogo:

> "He añadido [...] el método moderno de las primeras y últimas razones: método utilisimo para poder adelantar las doctrinas Geométricas, y necesario para la perfecta inteligencia de los nuevos Cálculo Diferencial é Integral. He aplicado dicho método á algunas proposiciones del Libro XII anteponiendo á el de Exhaustion de los Antiguos, / á fin de que los jóvenes Geómetras aprendan entrambos métodos de cuya comparación infieran fácilmente que el moderno es una abreviación del antiguo, y que uno y otro son igualmente geométricos" (s. p.).

Giannini no varía los enunciados de las proposiciones del libro XII. Las proposiciones 1 y 2 sirven para demostrar que las áreas de los círculos son proporcionales al cuadrado de sus diámetros. En las 3, 4 y 5 se demuestra que las pirámides de igual altura y base triangular tiene el volumen proporcional a sus bases. En las proposiciones que van desde la 6 hasta la 9 se relacionan los volúmenes de los prismas y de las pirámides. La proposición 10 demuestra que el volumen de un cono es un tercio del de un cilindro que tiene la misma base

y altura. En las proposiciones siguientes, hasta la 16, se estudia la relación entre el volumen y las bases, o las alturas, de los conos y de los cilindros. En la proposición 18 se da el volumen de una esfera diciendo:

> "Proposición XVIII Las esferas BAC, EDF están en la razón triplicada de sus diámetros BC, EF" (p. 254).

Como se puede ver, la forma de introducir las áreas y los volúmenes en los *Elementos,* que es la que utiliza Giannini, es diferente a la que se usa actualmente. No se determina una fórmula para el volumen, como $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, sino que se indica la proporcionalidad entre las magnitudes que intervienen. Giannini expone verbalmente esa relación en los enunciados. Pero en las demostraciones suele utilizarse la escritura simbólica para indicar proporcionalidad. Por ejemplo en la demostración de que las áreas de las circunferencias son como los radios al cuadrado dice abreviando: "Si se niega que es $X:Z = AC^2:EG^2$ ..." (p. 219)

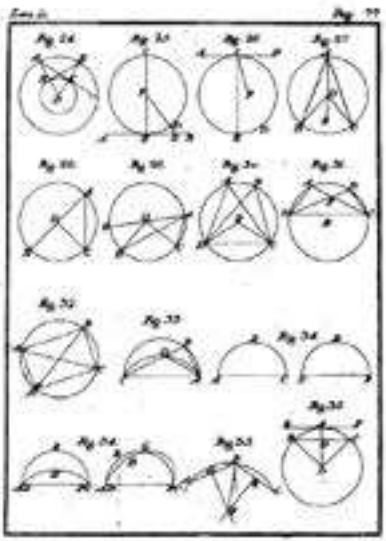
En esta versión se necesita añadir un lema semejante a la propiedad arquimedeana de los números reales para demostrar varias proposiciones. En los *Elementos* de Euclides se enuncia en el libro X, sobre irracionales, que Giannini no incorpora. Por eso al comienzo de este libro está:

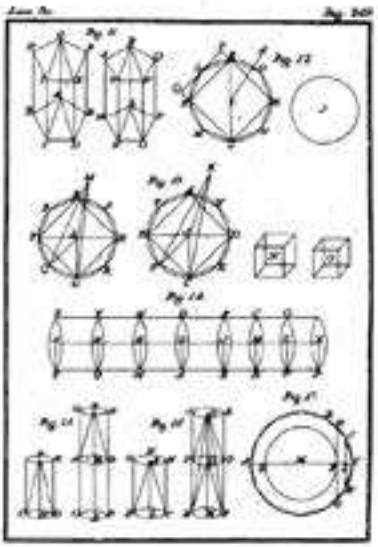
> "Lema I. Dadas dos magnitudes desiguales, AB, DF si de la mayor AB se quita una parte mayor que su mitad y del residuo otra parte también mayor que su mitad y así sucesivamente; llegará a resultar una parte menor que la magnitud menor propuesta" (p. 215).

Como lema segundo se incluye la propiedad que permite trabajar con "figuras que continua y constantemente se acercan a otras" que sirve para abreviar las demostraciones por exhausción:

> "Lema II Las magnitudes y las razones de las magnitudes que continua y constantemente se acercan à la igualdad de suerte que su diferencia venga a ser menor que cualquier diferencia dada finalmente son iguales" (p. 216).

Este lema se demuestra en general, por reducción al absurdo, y luego se aplica para abreviar las demostraciones de las proposiciones más complicadas de este libro. Pero Giannini no deja de incluir, además, las demostraciones por exhausción de Euclides. Así están





demostradas de dos formas las proposiciones 2, 5, 10, 11, 12, que son en las que Euclides utiliza el método de exhausción. En todas ellas comienza dando la demostración por medio del Lema II buscando demostrar que unas figuras y otras "últimamente" son iguales.

Por ejemplo, en la "Proposicion II" (p. 217-220) primero se inscriben polígonos en el interior del círculo y se demuestra que los triángulos que se añaden a la figura inscrita, para obtener otra, también inscrita, con el doble número de lados, ocupan más de la mitad del segmento que hay entre cada lado del primer polígono y la circunferencia. Por el lema I la diferencia entre los polígonos y la circunferencia será cada vez menor, "luego el área del polígono inscrito se acerca continua y constantemente al área del círculo" (p. 218) y, por lo tanto, se puede afirmar que "últimamente (430) el área del

polígono es igual al área del círculo" (p. 218) por el lema 2. Como en la proposición I se demuestra que las áreas de los polígonos semejantes inscritos tienen la razón del diámetro del círculo en que están inscritos al cuadrado, el área del círculo es proporcional a su diámetro al cuadrado. La proposición ya está demostrada porque "el área del polígono es igual al área del circulo quando el numero de lados del polígono se considere aumentado al infinito, y disminuidos estos también al / infinito" (p. 218-219). A continuación pone "DE OTRO MODO" y sigue la demostración por exhauscion de Euclides. Es decir se supone que no es proporcional sino que la razón de las áreas es mayor o menor que la de los diámetros al cuadrado. Si es mayor se inscriben polígonos semejantes y se demuestra que en el círculo se podría inscribir un polígono con suficiente número de lados como para ser de área mayor que la que correspondería al circulo. Eso no puede ser porque los polígonos están inscritos en dicho círculo, y no pueden ser mayores que él. Si fuera menor, razonando de forma parecida, se obtiene también que es absurdo, y queda demostrada la proposición.

Este tipo de demostraciones por reducción al absurdo son las que se conocen como método de exhausción, que se cree que fue hallado por Eudoxio y popularizado por Euclides. Su principal inconveniente es que la demostración resulta muy larga y embarazosa. El primer método de figuras "últimamente iguales" fue introducido por el jesuita belga Gregoire de Saint Vincent (1584-1667), que fue discípulo de Clavius en Roma; pero quien lo perfeccionó y lo hizo más fácil de utilizar fue su discípulo Andrea Tacquet en *Elementa Geometriae* (1654). En español lo utilizaron en sus versiones de los *Elementos* para simplificar el libro XII Fernández de Medrano, Kresa y Tosca. Ese lema en la teoría actual sería una aplicación de los límites de funciones a la geometría. Newton (1987, p. 61) incluye un lema parecido en el libro primero de los *Principios*:

"Lema Primero

Las cantidades, y las razones de cantidades, que en cualquier tiempo

finito tienden continuamente a la igualdad, y antes de terminar ese tiempo se aproximan una a otra más que por ninguna diferencia dada, acaban haciéndose en última instancia iguales"[408].

Por lo que la frase de Giannini diciendo que en estas demostraciones se usaba "el método moderno de las primeras y últimas razones" es acertada.

Este procedimiento infinitesimal resulta más sencillo que el euclídeo, pero las versiones más cuidadosas con el rigor, como la de Simson, no lo utilizaban.

Trigonometría

El segundo apartado de este libro está dedicado a la trigonometría y se titula:

"De las propiedades de los senos, cosenos, tangentes, secantes, cotangentes y cosecantes: y de la relación de estas cantidades con los lados de los triángulos rectilíneos" (p. 257-291)

Giannini comienza definiendo seno, coseno, seno verso, tangente y secante, cotangente y cosecante. Todas ellas se definen como segmentos dentro de un círculo de radio conocido[409]. Por ejemplo seno es:

"La perpendicular DB tirada desde el extremo D del arco AD al diámetro AY que pasa por el otro extremo se llama seno recto del arco AD o del ángulo ACD." (p. 257).

No se definen como una relación entre el segmento DB y el radio, como se hace hoy en día. Por lo demás las definiciones son

---

408 En el tomo III del *Curso* de Giannini, capítulo octavo, se vuelve sobre esta cuestión.

409 El utilizar líneas trigonométricas complica las fórmulas que relacionan senos y cosenos de los sumandos con los de la suma, o las del ángulo mitad, y ángulo doble o muchas otras relaciones que se utilizan en trigonometría, porque deben aparecer radios como factores. Bails (1779, v. II, p. 389) es de los pocos que lo evita tomando el radio de la circunferencia igual a 1, con lo que sus fórmulas son las mismas que las que ahora se utilizan.

semejantes a las que actualmente se utilizan. Se asemeja también a las definiciones actuales en que Giannini acepta ángulos desde el ángulo nulo hasta cuatro rectos, o sea una vuelta entera. No era lo habitual en aquel tiempo. En la introducción a la trigonometría, Sanchez Reciente, Bails o Bezout consideran ángulos entre el nulo y el llano solamente, que son los que se utilizan en la resolución de triángulos, aunque posteriormente los generalicen para cualquier valor.

Giannini no discute en este apartado sobre las unidades de medida de los ángulos. Lo normal en el siglo XVIII era utilizar grados sexagesimales para medirlos. Giannini utiliza ángulos abstractos. Alguna vez que debe precisarlos menciona "el cuadrante" para 90º (p. 258), o la "sexta parte de la semicircunferencia" (p. 272) para el de 30º, entre otros ejemplos.

Giannini tiene una forma original para las abreviaturas de las líneas trigonométricas. Para indicar abreviadamente el seno hoy en día se utiliza "sen" en castellano y "sin" en francés o inglés. En el siglo XVIII también solía ser así. Bails o Sánchez Reciente utilizaban "sen" y Bezout o Euler "sin". No lo hace así Giannini, para él:

> "Sc. significa seno circular. / Cc. coseno circular. Tc. tangente circular. Sec. secante circular. Ctc. Cotangente circular. Csc. Cosecante circular. R radio o seno total." (p. 261-262)

Para justificarlo añade que: "se notan de esta suerte para distinguirlos de los hiperbólicos" (p. 262). En la página anterior ya había mencionado los senos circulares e hiperbólicos:

> "482. Las rectas expresadas en las definiciones se llaman generalmente senos, cosenos, tangentes & c. circulares, a distinción de los hiperbólicos de que se tratará en su lugar" (p. 261).

Los senos hiperbólicos no se usan en trigonometría plana y se usan poco en el análisis elemental. No merece la pena añadir circular al seno porque raramente puede haber error y cuando exista esa posibilidad siempre se puede llamar seno hiperbólico al otro. Esta notación es sin duda consecuencia de la influencia de Vincenzo Riccati en Giannini. V. Riccati también usaba Sc y

Sh en sus escritos[410]. Cajori (1993, v. 2, p. 165-174) no registra la forma Sc para el seno corriente o circular. Sí recoge Sh para el seno hiperbólico que lo considera introducida por Vincenzo Ricatti (Cajori, 1993, v. 2, p. 172-173). Por lo que comenta este autor, en el siglo XVIII "sin" o "sen" estaban ya muy extendidos.

A las definiciones les siguen 28 proposiciones. En la primera se dice "Qualquier arco mayor que el quadrante y su diferencia a la semicircunferencia o a la circunferencia, tienen iguales senos, cosenos, tangentes, secantes, cotangentes y cosecantes" (p. 262) y se demuestra por igualdad de triángulos. Es decir afirma que sen(180-A) = sen A y que sen (360-A) = sen A, lo que ahora se consideraría falso. Pero para Giannini, y otros autores del siglo XVIII, el seno era un segmento, por lo tanto siempre positivo. El matemático tenía que ser consciente de que, cuando en una fórmula intervenía un seno que estaba dirigido hacia abajo, un coseno hacia la izquierda, u otra línea en sentido contrario al positivo, debía ajustar las formulaciones para que se restaran las expresiones en las que interviniera esa línea.[411]

A continuación sigue demostrando proposiciones equivalentes a sen(90-A) = cos A ó que la tangente de un ángulo es igual a su seno dividido entre su coseno. Pero debe tenerse en cuenta en este caso que los entes trigonométricos son líneas y no razones por lo que las fórmulas son diferentes a las que hoy en día se utilizan. Por ejemplo para la tangente es: $\frac{Sc.AD}{Cc.AD} = \frac{Tc.AD}{R}$, o la conocida igualdad que se deduce del teorema de Pitágoras es $Sc.^2AD + Cc.^2AD = R^2$.

Salvo por la aparición de R, multiplicando o dividiendo según los casos, las relaciones que se obtienen en las proposiciones posteriores son las que aparecen en los apartados de trigonometría

410 Por ejemplo en V Riccati (1757b, v. I, p. 70 y 72) define los senos y cosenos hiperbólicos propone la notación Sh y Ch para ellos y propone Sc y Cc para los circulares o corrientes.

411 Giannini recuerda que las fórmulas serán válidas "con tal que en este caso se varíen los signos a las cantidades" (p. 261).

plana de los manuales de matemáticas. Por ejemplo para el seno de la suma de dos ángulos se tiene en la proposición XII:

"RxSc(AD+DF)= CcDAxScDF + ScDAxCcDF" (p. 273)

También aparece la fórmula para el seno de la resta, o para el coseno de la suma o la resta, para la tangente del ángulo mitad, o para la suma de los senos de dos arcos que se escribe:

"2ScADxCcDF = RxSc(DA +DF) + RxSc(DA-DF)" (p. 277)

Al ser líneas figuran también proposiciones como la VI que dice que en círculos desiguales los senos, cosenos etc del mismo ángulo son entre sí como los radios.

Las proposiciones finales sirven para resolver triángulos. Se incluye la propiedad conocida como el teorema de los senos:

> "Proposicion XXI 511 En cualquier triángulo ACB los lados / son proporcionales con los senos de sus ángulos opuestos" (p. 282/283).

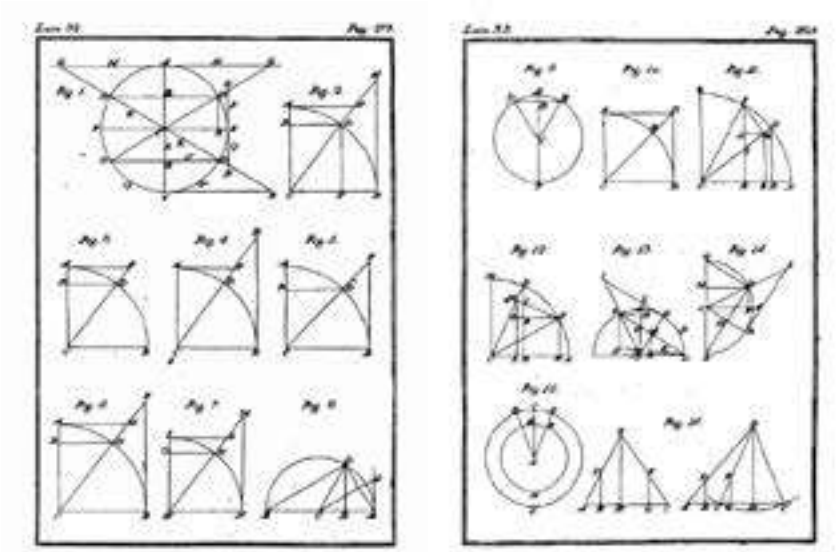
El llamado teorema del coseno estaba ya enunciado en las proposiciones II.12 y II.13 de la geometría elemental, es decir de los *Elementos* de Euclides. En este apartado lo repite expresado de otra forma:

> "Proposición XXVI 521 Si en un triángulo ABC, que tiene los lados AB y BC desiguales, se baja desde el ángulo comprendido B la perpendicular BE al tercer lado AC; será este lado a la suma de los otros dos como la diferencia de estos mismos a la diferencia o suma de los segmentos AE y EC que forma la perpendicular, según esta caiga dentro o fuera del triángulo" (p. 288).

Esta proposición sirve para encontrar en la proposición siguiente la forma de hallar los ángulos de un triángulo del que se conocen los tres lados. Probablemente, está incluida por ser el caso más difícil, porque en este libro no se trata de la resolución de triángulos.Además, como no incluye o indica una tabla de líneas trigonométricas no se pueden resolver ejemplos numéricos. En el programa seguido por Giannini todavía no se habían explicado las progresiones y los logaritmos, por lo que este apartado es completamente teórico y en eso se diferencia de la inmensa mayoría de los libros editados sobre el tema en el siglo XVIII o actualmente.

En los *Elementos* de Bails al final del primer apartado del libro primero, dedicado a la aritmética, se explican los logaritmos. Eso le permite dar la trigonometría, (Bails, 1779, v. I, p. 361 - 399), definiendo las tablas de líneas trigonométricas y de sus logaritmos para facilitar los cálculos, y dedicar sendos apartados a la resolución de triángulos rectángulos y oblicuángulos (Bails, 1779, v. I, p. 385-399).

Bezout tiene un desarrollo similar en *Cours de mathèmatiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie.* Ha visto antes la aritmética y los logaritmos, por eso después de exponer las definiciones y propiedades fundamentales de las líneas trigonométricas (Bezout, 1788, v. I, p. 293- 336), puede plantearse el cálculo de las tablas



trigonométricas (1788, v. I, p. 299- 313), y la resolución de triángulos rectángulos (1788, v. I, p. 313- 320), y de triángulos oblicuángulos (1788, v. I, p. 320-330), con sus ejemplos, y las aplicaciones de la trigonometría al dibujo (1788, v. I, p. p. 330- 336).

Los libros más aplicados insisten menos en la teoría y tienen muchos ejemplos numéricos. Juan Sánchez Reciente, catedrático de matemáticas en el Colegio de San Telmo de Sevilla en su *Tratado de*

Trigonometría plana general (Madrid, 1739) También define primero las líneas trigonométricas. Pero luego explica las tablas. Como en su caso sus alumnos no habían estudiado los logaritmos antes de pasar a resolver casos prácticos dedica un apartado a exponer en qué consisten y cómo se utilizan. (Capítulo III, IV y V) y luego el resto del libro lo dedica a las aplicaciones.

El texto de Giannini es breve y matemáticamente muy correcto. Pero, para explicar a adolescentes, esta trigonometría parece demasiado abstracta y para estar dirigida a cadetes de artillería, poco práctica.

Cónicas

El último apartado del libro está dedicado a las cónicas Se titula: "De las principales propiedades de las tres secciones cónicas Parábola, Elipse é Hipérbola" (p. 293- 381)

Está dividido en tres apartados, llamados libros, que corresponden a las tres figuras que se estudian: Parábola, Elipse é Hipérbola. En las tres se sigue el mismo esquema. Primero se define como un lugar geométrico por medio de una propiedad característica. Luego se le encuentran otras propiedades y se hallan sus tangentes y otras líneas de interés. Finalmente, se demuestra que la figura se puede generar también cortando un cono con un plano.

"Libro Primero de la Parábola" (p. 293)

La parábola se define como el lugar geométrico de los puntos que equidistan de un foco y de una recta directriz[412]. Se define el foco y la directriz y también las abscisas y ordenadas. A continuación

[412] "524 Parábola es una curva LAH que tiene dentro de ella un punto fijo F, desde el qual todas las rectas FG tiradas la periferia son iguales a las perpendiculares GN bajadas desde los puntos G a una recta CD dada de posición fuera de la curva" (p. 293).

se explica como se dibuja la parábola, utilizando una escuadra, una cuerda y un lápiz. Se explica también que el parámetro de una parábola es cuatro veces la distancia del vértice a la directriz. Se introducen las tangentes, subtangentes y otras líneas, para comenzar a continuación con las proposiciones.

En la proposición I se demuestra que, si la distancia de un punto a la directriz es menor que su distancia al foco, el punto está fuera de la parábola, si es mayor está dentro y en un corolario se añade que si es igual pertenece a la parábola. La segunda propiedad:

> "Proposición II 534 El cuadrado de cualquiera ordenada MP al eje AI de la parábola SAT es igual al rectángulo hecho del parámetro 4AF y de la abscisa AP; esto es, $MP^2=4AFxAP$" (p. 297)

Esa relación entre segmentos equivale a la ecuación de una parábola, si se utilizara el álgebra, pero Giannini no sigue por ese camino, se mantiene dentro de la geometría pura. A partir de esa proposición se obtienen cuatro corolarios sobre la forma de las parábolas y sobre nuevas formas de dibujarlas. Luego se aplican a la resolución del problema de las dos medias proporcionales:

> "Proposición VI entre dos rectas dadas A y B hallar dos medias proporcionales" (fig. 300).

Para ello se trazan dos parábolas con los ejes perpendiculares y parámetros A y B las perpendiculares a los ejes del punto de corte son las dos medias proporcionales de A y B.

En la "Proposición VII" se expone la forma de trazar una tangente a una parábola en un punto, Se dice que para el vértice, en particular, es la recta perpendicular al eje. Para un punto cualquiera se se halla la bisectriz del ángulo formado por la línea que une el punto y el foco y la recta perpendicular a la directriz desde el punto dado.

A estas proposiciones y corolarios le siguen otros varios de menor relevancia, pero que están encaminados a demostrar la última proposición del apartado:

> "Proposición XVIII Si el cono CAHB está cortado por el plano triangular CAB, que pasa por el eje del mismo cono, y además por

> otro plano FOH que pasa por las rectas HF perpendicular a la base AB de dicho triángulo GO paralela a uno de sus lados, AC, la línea FOH que es la común sección del plano FOH y la superficie del cono será una parábola y la recta OG será uno de sus diámetros" (p. 312).

Es decir la definición clásica de parábola, que proviene de las *Cónicas* de Apolonio de Perga, se obtiene al final como consecuencia de la propiedad que la define como lugar geométrico.

En resumen es una manera propia de la geometría sintética de presentar las cónicas, pero utilizando una vía que facilita el paso a la forma algebraica en el Tomo II del *Curso*. Las justificaciones de los pasos que se dan se toman de los *Elementos* de Euclides o de proposiciones anteriores.

"Libro II De la Elipse

Para la elipse el estudio es parecido. Se define a partir de una propiedad:

> "562 Elipse es una curva AMBM que tiene dentro de ella dos puntos F y f, desde los cuales la suma de las rectas FM y fM tiradas a cualquier punto de la periferia es constantemente la misma" (p. 315).

Se explica en que consisten los focos, centro, diámetros mayor y menor y diámetros conjugados, tangente, normal, subtangente y subnormal. Continúa el estudio con una serie de proposiciones que relacionan las distancias de los puntos de la elipse a los ejes y las longitudes del eje mayor y menor. Alguna podría entenderse como una ecuación, por ejemplo:

> "Proposición V 578. Si se tira una ordenada a uno de los ejes de la elipse; será el cuadrado de este eje al cuadrado del otro como el rectángulo formado por los segmentos del eje cortado al cuadrado de la ordenada." (p. 321)

Este enunciado algebraicamente, con unos ejes y los puntos dados por medio de coordenadas, sería $a^2 / b^2 = (a-x)\cdot(a+x)/ y^2$ De esa expresión sale fácilmente la ecuación de la elipse. Pero Giannini no está interesado en introducir el álgebra en este libro y no sigue ese camino.

Índice

A partir de la proposición VIII se estudian diversas formas de dibujar una elipse, según los datos que se conozcan. Luego se estudia cómo dibujar la tangente en un punto y cuánto vale la subtangente. Se continúa con proposiciones sobre diámetros conjugados y, finalmente, otras que preparan, como en el caso de la parábola, la demostración de la equivalencia de la elipse así definida con la que se obtiene como corte de un cono por medio de un plano, propiedad que utilizaba Apolonio como definición de la elipse. Estas proposiciones se demuestran utilizando las proposiciones anteriores, y otras de los libros VI y XI de los *Elementos*.

"Libro III De la Hipérbola" (p. 343)

La define también como un lugar geométrico:

> "614 La Hipérbola es una curva HAH en quien es constante la diferencia entre las rectas FH y fH tiradas desde cualquiera de sus puntos H a dos puntos fijos F y f" (p. 343).

Se explica como dibujarla con una regla y una cuerda de la que se sujeta un extremidad al canto de la regla y el otro a un foco. Se define focos, centro, y diámetros. A las dos ramas de la hipérbola se les llama hipérbolas "opuestas". En las primeras proposiciones se relacionan los parámetros entre sí y con los puntos de la hipérbola. De nuevo, a partir de la proposición tercera se podría obtener fácilmente la ecuación de la hipérbola pero no se sigue por ese camino. A partir de la proposición IX se estudian otros métodos para dibujar la hipérbola y a partir de la XII la forma de trazar las tangentes. Las asíntotas se introducen en la proposición XIV y a continuación se estudia sus propiedades. Como en las cónicas anteriores se termina con varias proposiciones que sirven para demostrar en la proposición XXVIII, y última, que un plano que corta un cono con una inclinación adecuada, define en él una hipérbola.

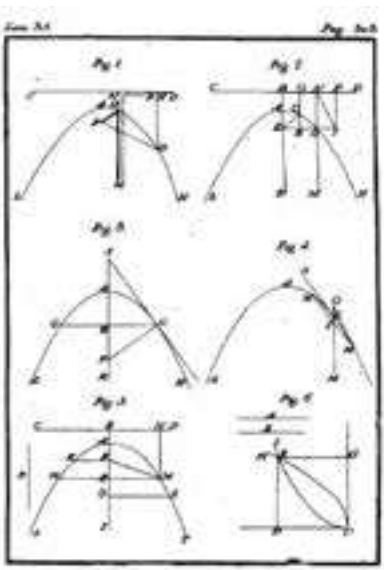
Esta forma de introducir las cónicas está entre la puramente geométrica de los autores de comienzos del siglo XVIII, como Tosca o Grandi, y la algebraica de los autores de finales del siglo,

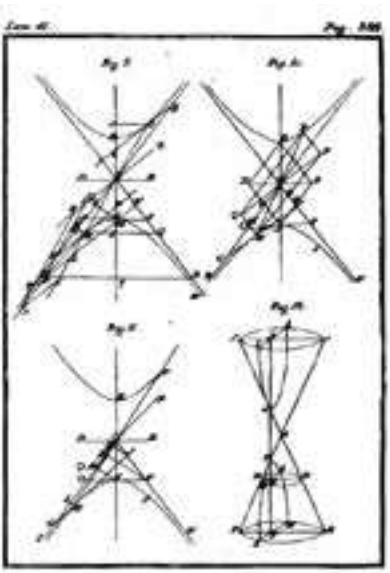
como Bails o Bezout. Los unos definen primero lo que es un cono, y hallan las cónicas a partir de los cortes que hace un plano en dicho cono, obteniendo después sus propiedades. Los otros explican primero el álgebra y las ecuaciones y luego estudian las cónicas a partir de dichas ecuaciones.

Por ejemplo, Tomas Vicente Tosca incluye en su *Compendio Mathematico* un "Tratado VIII De las tres secciones conicas Elipse Parabola e Hiperbola" (Tosca, 1757, v. III, p. 159). Con anterioridad en esa obra se ha explicado la geometría elemental y práctica, la aritmética inferior y superior, el álgebra, la música y la trigonometría. Comienza el "Libro I De la Elipse" (Tosca, 1757, v. III, p. 162) definiendo:

> "1.- Elipse es una figura curvilínea prolongada, que proviene de la sección oblicua, que no es subcontraria, hecha en una pirámide cónica con un plano que corta sus dos lados".

Más adelante en los libros segundo y tercero de ese tratado se estudia la parábola y la hipérbola de forma puramente geométrica basándose en lo que ha explicado en los *Elementos* de Euclides.





Giannini en su carta a Campomanes sobre la enseñanza de las matemáticas[413], aconsejaba para las cónicas estudiar el libro que escribió el monje camandolense toscano Guido Grandi. En sus *Sectione Conicae* (1746, p. 61- 171) Grandi tiene un planteamiento similar al de Tosca en líneas generales, pero trata más materias y lo hace de una forma más sobria, sin los comentarios y explicaciones adicionales que incluye Tosca. Comienza definiendo el cono y, posteriormente, las cónicas se definen como las líneas obtenidas cortando un cono con distintos planos. El planteamiento es puramente geométrico y las demostraciones se basan en los *Elementos* de Euclides, aunque en unas notas a pie de página ofrece, en muchos casos, unas formulaciones más algebraicas de los pasos dados.

Por otra parte, los autores contemporáneos a Giannini, como Benito Bails en España o Étienne Bezout en Francia, no introducían las cónicas como una ampliación de la geometría elemental, sino que las estudian como una aplicación del álgebra a la geometría.

En los *Elementos* Bails introduce las cónicas al comienzo del libro tercero. En los libros anteriores ha expuesto la aritmética, la geometría elemental y práctica, la trigonometría, el álgebra y la resolución de ecuaciones En el libro tercero comienza explicando las coordenadas y las ecuaciones como forma de expresar una curva. Se aplica esto primero a la ecuación de un círculo, luego se demuestra que las ecuaciones de primer grado son rectas. A continuación se estudian las ecuaciones de segundo grado y se demuestra que son las cónicas. Bails (1779, v. III, p. 31) defiende que su estudio se haga por medios analíticos, aunque las define como curvas que se obtienen al cortar un cono con plano.

En cuanto a Étienne Bezout la orientación que da al estudio de las cónicas en su *Cours de mathématiques a l'usage du Corps de l'Artillerie* es parecida a la de Bails. En el primer tomo de esa obra se estudia la aritmética, la geometría y la trigonometría rectilínea.

---

413 Véase el capítulo tercero y el apéndice primero.

En el segundo el álgebra y la aplicación del álgebra a la geometría que acaba con el estudio de las cónicas, en el apartado:

> "Des lignes courbes en général, & en particulier les sections coniques" (Bezout, 1797, v. II, p. 278)

En dicho apartado se comienza explicando las diversas formas en que pueden definirse las líneas curvas:

> "Para poder dibujar las líneas curvas que son el objeto de la Geometría, es pues necesario conocer la ley a la que están sometidos los diferentes puntos de su gráfica. Pero esa ley se puede dar de diversas maneras: o indicando un procedimiento por el que las curvas pueden describirse de un movimiento continuo; como el círculo se describe haciendo girar en un plano una línea dada & al rededor de un punto dado. O bien dando a conocer alguna propiedad que cumplen constantemente cada uno de los puntos de est curva. Finalmente, esa ley se puede dar mediante una ecuación, & se puede suponer siempre que está dada por este último medio, porque los dos otros que se han mencionado sirven para encontrar la ecuación que expresa esa ley" [414].

El método de las ecuaciones, que lo considera el más general, lo aplica a las cónicas comenzando en este caso con la elipse, definiéndola como un lugar geométrico. Después de varios cálculos obtiene la ecuación de la elipse en unos ejes cartesianos con el centro en uno de los vértices y los ejes paralelos a los ejes de la elipse. A

---

[414] "Pour pouvoir tracer les lignes courbes qui sont l'objet de la Géométrie, il faut donc connoître la loi à laquelle sont assujettis les différents points de leur contour. Or cette loi peut être donnée de plusieurs manières: ou en indiquant un procédé par lequel ces courbes peuvent être décrites d'un mouvement continu; tel est le cercle qui se décrit en faisant tourner dans un plan, une ligne donnée, & autour d'un point donné. Ou bien en faisant connoître quelque propriété qui appartienne constamment à chacun des points de cette courbe. Enfin cette loi peut être donnée par une équation, & on peut toujours supposer qu'elle est donnée par ce dernier moyen, parce que les deux autres dont nous venons de faire mention servent à trouver l'équation qui exprime cette loi" (Bezout, 1797, v. II, p. 279).

partir de su ecuación se obtienen las principales propiedades de las elipses. Luego se estudia la hipérbola y la parábola de la misma forma.

La forma de exponer esta materia que adopta Giannini está entre las dos tendencias. Expone las cónicas de forma puramente geométrica en el libro primero y vuelve a estudiarlas, después de haber explicado el álgebra, en el libro segundo. En dicho libro las cónicas se estudian por segunda vez como aplicaciones de las ecuaciones de segundo grado a la geometría[415], utilizando coordenadas a la manera de Descartes[416].

[415] Giannini (1782, v. II, p. 328-335) desde la "Proposición XVIII" hasta la "Poposición XXII".

[416] A René Descartes (1596 - 1650), conocido filósofo, matemático y físico, se le considera el padre de la geometría analítica y en su honor a los ejes de referencia en geometría se llaman "ejes cartesianos", aunque en su tratado "La Géométrie" que editó como apéndice del *Discours de la Méthode* (1637) dibujaba dos rectas no paralelas cualesquiera, no lo ejes ortonormales que se usan ahora.

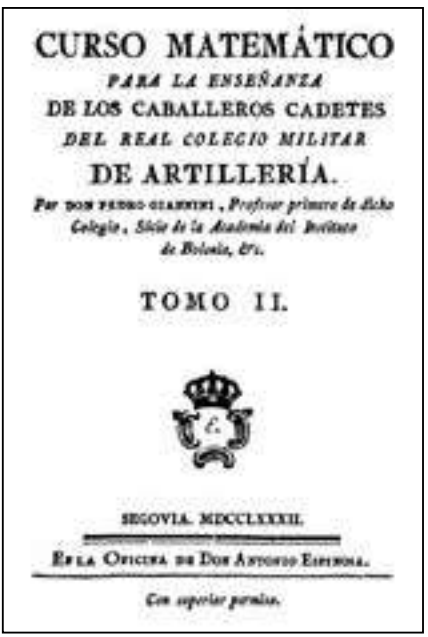
Índice

Capítulo Sexto

CURSO MATEMÁTICO. TOMO II: ÁLGEBRA

En el prólogo del tomo segundo del *Curso Matemático* se indican las partes que tiene el libro:

"La Aritmética universal es el objeto del segundo tomo del presente curso. Esta va dividida en tres libros: en el primero se trata del Algoritmo de las cantidades numéricas y literales, en el segundo se da la resolución y construcción de las ecuaciones, finalmente en el tercero se hace ver el uso de la aritmética universal por medio de la resolución de diferentes problemas geométricos y aritméticos" (s.p.).

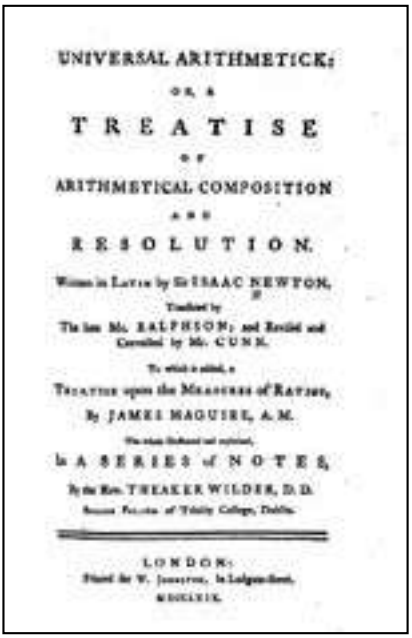

CURSO MATEMÁTICO
PARA LA ENSEÑANZA
DE LOS CABALLEROS CADETES
DEL REAL COLEGIO MILITAR
DE ARTILLERÍA.
Por don Pedro Giannini, Profesor primero de dicho Colegio, Sócio de la Academia del Instituto de Bologna, &c.
TOMO II.
SEGOVIA. MDCCLXXXII.
En la Oficina de Don Antonio Espinosa.
Con superior permiso.

Esas materias las debían estudiar los cadetes en el segundo curso en el Colegio de Segovia. Aunque se comience mencionando la aritmética, la materia es el álgebra. Sólo al comienzo del tomo, se explican algunas cuestiones de aritmética elemental.

Índice

Giannini insiste en ese prólogo en que el álgebra depende de la geometría:

> "En dicho primer libro se halla demostrado el algoritmo de las cantidades numéricas y literales con el auxilio de la geometría, de quien efectivamente depende, como hizo ver el célebre Barrow en sus Lecciones Matemáticas[417]" (s.p.).



UNIVERSAL ARITHMETICK;

OR, A

TREATISE

OF

ARITHMETICAL COMPOSITION

AND

RESOLUTION.

Written in Latin by Sir ISAAC NEWTON,

Translated by

The late Mr. RALPHSON; and Revised and Corrected by Mr. CUNN.

To which is added, a

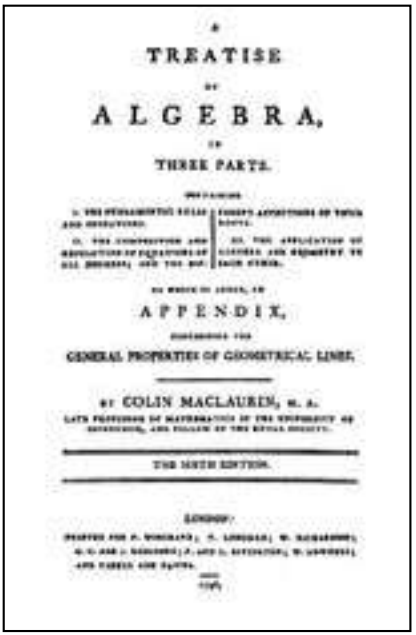
TREATISE upon the MEASURES of RATIOS,

By JAMES MAGUIRE, A.M.

In A SERIES of NOTES,

By the Rev. THEAKER WILDER, D.D.

LONDON:



A

TREATISE

OF

ALGEBRA,

IN

THREE PARTS.

APPENDIX,

GENERAL PROPERTIES OF GEOMETRICAL LINES.

BY COLIN MACLAURIN, M. A.

THE SIXTH EDITION.

LONDON:

La misma idea de basar el álgebra elemental en la geometría afirma que tenían los autores que él ha utilizado como fuentes en la primera parte:

---

417 *Lectiones Mathematicae* (1683) contiene las lecciones dadas en Cambridge por Barrow en 1664, 1665 y 1666. Fueron publicadas más tarde por John Collins. En ellas insiste el autor en el papel fundamental de la geometría en las matemáticas. Newton asistió a los cursos de Barrow los años 1668 y 1669.

"Francisco Mazéres[418] y Juan Castiloneo[419] de cuyas obras he sacado diferentes demostraciones" (s.p.).

Giannini, dice haber simplificado lo escrito por esos autores, reduciéndolo al menor número de principios y ofreciéndolo de la forma más clara. Los autores que cita como inspiradores de sus escritos en esta primera parte, además de coincidir en dar prioridad a la geometría, tienen en común el ser seguidores de Newton.

Respecto al segundo libro en el que se estudian las ecuaciones, su resolución numérica y geométrica, y las curvas que las satisfacen, Giannini dice haber seguido:

"Estas teorías tratadas en los mejores Cursos de Álgebra compuestos por los señores Newton[420], Pedro de Martino[421], Clairaut[422], Mac Lau-

---

418 Probablemente se refiera al abogado, y matemático inglés Francis Maseres (1731, Londres – 1821, Reigate (Inglaterra)) Fue más un popularizador del álgebra que un autor original. En su obra más conocida *Dissertation on the use of the negative sign in algebra* (1758) se muestra contrario a aceptar soluciones negativas en el álgebra. Influyó en los algebristas ingleses del siglo XVIII pero sobre todo publicó compendios de escritos de otros autores como "Scriptores logarithmici" (1791-1807, 6 v.), sobre los logaritmos con textos de Kepler, Napier, Snell, y otros, o una traducción de *Analytical Institutions* de la matemática italiana Gaetana Agnesi.

419 Probablemente sea Johan Castiglione, autor que se ha comentado en el capítulo tercero.

420 En *Arithmetica universalis* (1707) notas escritas para sus clase en Canbridge al rededor de 1670, que luego fueron publicadas por Whiston en 1707 y traducidas al inglés por Raphson en 1720. Se reeditó varias veces durante el siglo XVIII. La versión latina ampliada de este libro publicada por Castiglione (1761, 2 v.) se utilizó mucho.

421 De Martino, Pietro (1707, Faicchio (Italia) – 1746, Nápoles) Fue profesor de astronomía de la Universidad de Nápoles. Publicó *Nuove istituzioni d'aritmetica pratica*, una versión en italiano de los *Elementos* de Euclides, y varios cursos de física. Probablemente sea esa obra de aritmética que no se ha podido localizar a la que se refiere Giannini. De ella se hicieron varias reediciones a lo largo del siglo XVIII. Su hermano Nicolás fue profesor de matemáticas en la academia de artilleros e ingenieros militares del reino de Nápoles, como se ha visto en el capítulo segundo.

422 Debe recomendar *Elements d'algèbre* (1749) de Clairaut que fue muy utilizado en la enseñanza en Francia.

rin[423], Saunderson[424], P. Reineau[425], Wolf, Doña Cayetana Agnesi[426], Vicente Ricati[427] y Geronimo Saladini[428], Simpson[429], Bezout, Bossut[430],

---

[423] Se debe referir a *Treatise on algebra* (1748) de Mac Laurin publicado dos años después de su muerte.

[424] Nicholas Saunderson (1682 Thurlstone, Inglaterra- 1739 Cambridge) Profesor en la Universidad de Cambridge fue el cuarto en ocupar la cátedra Lucasiana en la que enseñó Newton. Fue ciego desde niño, pero tuvo grandes dotes pedagógicas. Seguidor de Newton, se dedicó más a la geometría pero el primer libro que preparó para publicar fue *Elements of Algebra* (1739), que fue publicado por su familia. Más tarde se publicó una versión reducida de él que tuvo mucho éxito.

[425] Charles René Reyneau (1656-1728) *Analyse démontrée* (1708 2v.). lo recomendaba también Vimercati

[426] Debe aludir a *Instituzioni analitiche ad uso della gioventù italiana* (1748, 2v.) que está dividido en cuatro libros.

[427] Se debe referir a *Institutiones Analyticae* (1765-1767, 2 v.) escrita por V. Riccati y G. Saladini. El primer tomo del tratado está dedicado al álgebra.

[428] Girolamo Saladini (1731-1813) discípulo de Vicenzo Riccati. Fue profesor de matemáticas en Bolonia y Nápoles. Tradujo al italiano la obra escrita con Riccati con el título *Compendio d'Analisi* (1775)

[429] Thomas Simpson (Leicestershire 1710-1761) Comenzó trabajando como tejedor y, poco a poco, fue dedicándose a las matemáticas, llegando a ser catedrático de matemáticas del Colegio de Artillería de Woolwich. Publicó *Fluxions* (1737), *Treatise of Algebra*, (1745); *Geometry*, (1747); *Trigonometry* (1748) y diversas obras con trabajos de investigaciones, entre otras, *Select Exercises* (1752), con numerosos problemas de aplicación de las matemáticas a la artillería.

[430] Charles Bossut (1730, Tartaras – 1814, Paris) matemático y clérigo francés. Fue alumno de los jesuitas. Se ordenó sacerdote, y se dedicó principalmente a la enseñanza. Estudió con D'Alembert. Fue nombrado profesor de matemáticas de la École du Génie de Mézières, de Francia en 1748. Publicó un *Cours complet de mathematiques* (1765) que tuvo mucho éxito. También trabajó con D'Alembert y Condorcet en experimentos de resistencia de fluidos y fue profesor de hidrodinámica hasta 1780. Durante el Terror fue separado del cargo de examinador de artilleros, por no ser suficientemente patriota. Pero en 1795 le devolvieron el puesto.

Leomardo Euler[431], abate Sauri[432], Caravelli[433] y otros han sido reducidas a principios generales y demostradas con mayor facilidad" (s.p.).

Para ampliar en la parte correspondiente a la representación de curvas propone la obra de Cramer[434].

Sobre el libro tercero dedicado a problemas solamente se dice que: "Contiene un número suficiente de problemas Aritméticos y Geométricos para que los jovenes estudiosos puedan adquirir [...] la facilidad e industria y se ejerciten en ellos".

Este tercer libro es más sencillo que los anteriores. Los problemas tratan de cuestiones bastante elementales.

"Libro I Nociones generales" (p. 1)

La primera parte de este tomo comienza introduciendo los números y su escritura. La definición de número que se da es general:

---

431 Euler escribió decenas de textos de álgebra. El más completo fue *Vollstandige Anleitung zur Algebra* (Instrucciones completas sobre el álgebra, 1770) que tal vez sea al que se refiere Giannini.

432 Jean Sauri, (1741-1785) Fue profesor de filosofía de la Universidad de Montpellier y editó varios libros de filosofía, moral y matemáticas para la enseñanza. Su *Cours complet de Mathématiques* (1774) en cinco tomoss tiene el segundo dedicado al álgebra

433 Vito Caravelli (1724, Monte Peluso- 1800, Nápoles), se ordenó sacerdote y después se trasladó a Nápoles donde estudió con Pedro y Nicolás de Martino. Abrió una academia privada de matemáticas. En 1754 fue nombrado profesor de matemáticas la Academia de Marina y de la de Artillería de Nápoles. Más tarde fue nombrado tutor de matemáticas del príncipe Francisco. Publicó un *Elementi di Matematica* en 6 volúmenes para sus clases en la Academia de Marina en 1759 y un *Curso per uso de la Real Academia Militare* en 12 v. en 1769, además de un tratado de fortificación y varias obras estudiando diversas curvas.

434 Gabriel Cramer (1704, Ginebra – 1752, Bagnols-sur-Cèze) Matemático suizo que enseñó en Ginebra. Se relacionó con los Bernoulli y Johan le encargó la edición de sus obras completas. Su obra más conocida es *Introduction à l'analyse des lignes courbes algébraiques* (1750) donde se estudia el dibujo y la intersección de curvas de cualquier orden. En ese libro utiliza la conocida regla de Cramer.

"1 Unidad es una cantidad a quien se refieren todas las demás cantidades de una misma especie.

2. Por número se entiende no sólo un agregado de unidades, sino también la razón abstracta de qualquiera cantidad a otra del mismo género que se toma por unidad" (p. 1).

Es decir se relaciona los números con las razones. En esa definición pueden entrar diferentes tipos de números, que poco después se especifican:

"4. El número se divide generalmente en Entero, Quebrado e Irracional" (p. 1).

Número quebrado se definen como el que "mide una parte de la unidad" (p. 4) y "Número irracional o sordo es aquel que no mide exactamente ni la unidad ni parte alguna de la unidad" (p. 6). También se explica lo que son los números decimales, que se escriben sin poner un cero delante[435]. Finalmente se dice que los números complejo son aquellos que están dados utilizando varias unidades diferentes. Por ejemplo números dados en varas, pies y pulgadas. Los números negativos se introducen más tarde con la resta (p. 8) y los imaginarios con las raíces (p. 14). Giannini no muestra las reticencias a considerar números negativos e imaginarios que tenían otros autores del XVIII.

En seguida se introducen las letras y las cantidades en general:

"18. Si la cantidad de alguna cosa no es conocida, o se considera indeterminadamente, se suele denotar con alguna letra del Alfabeto" (p. 6).

Se añade que las cantidades indeterminadas se expresan con letras a, b, c si se consideran conocidas y con las letras x y z para las incógnitas[436].

A continuación se explica la adición, sustracción, multiplicación, y las potencias y raíces, dando la forma de escribirlas en álgebra,

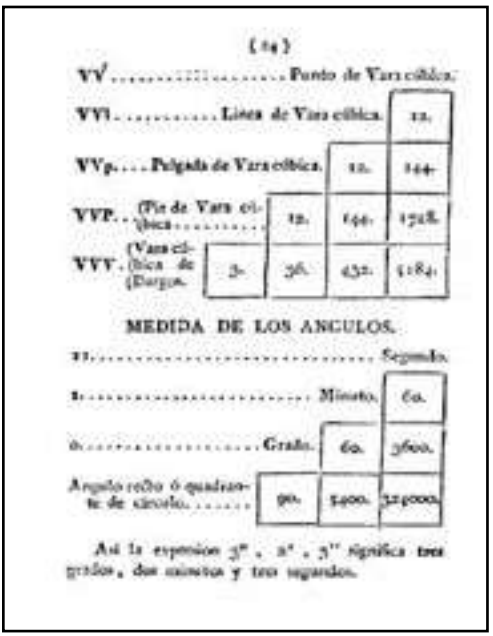
---

[435] Es decir, se escribe ,5 y no 0,5.

[436] Esta forma de indicarlos, que se utiliza todavía, fue introducida por Descartes en *La Geométrie*. En España ya la utilizaban J. Zaragoza *Aritmética* (1669) o T.V. Tosca *Compemdio Matemático* (v. II, 1709).

que coincide con las actuales salvo en que el paréntesis lo sustituye a veces por un superrayado: $(a+b)^2 = \overline{a+b}^2$. En todas estas explicaciones se mezclan los ejemplos con números y letras.

Continúa con la división entre números, definiendo la proporción aritmética y las progresiones aritméticas y geométricas. Relacionado con ellas se dice que, definida una relación entre los términos de una progresión aritmética y una progresión geométrica, a los miembros de la primera se llaman logaritmos de la segunda. También se indica que "El signo ∞ denota el infinito" (p. 18) pero no se define lo que es el infinito.



(14)

VV'	Punto de Vara cúbica.			
VVl	Línea de Vara cúbica.			12.
VVp	Pulgada de Vara cúbica.		12.	144.
VVP	Pie de Vara cúbica	12.	144.	1728.
VVV	Vara cúbica de Burgos.	3.	36.	432.	5184.

MEDIDA DE LOS ANGULOS.

ss	Segundo.		
s	Minuto.		60.
o	Grado.	60.	3600.
Angulo recto ó quadrante de círculo.	90.	5400.	324000.

Así la expresión 3°, 2', 3'' significa tres grados, dos minutos y tres segundos.

Tablas de unidades

A continuación van unas tablas con las unidades, múltiplos y submúltiplos de las medidas de longitud, superficie, volumen, ángulos, tiempo, unidades de peso en general, pesos para el oro y la plata, y, finalmente, las tables de las monedas que se usaban en España, junto con las relaciones que había entre ellas. Con esa tabla se puede saber, por ejemplo, que un peso eran 15 reales o 510 maravedíes y que un real eran 34 maravedíes.

Estas tablas son sólo un resumen del complejo sistema de medidas que existía en el siglo XVIII. Cada reino de España utilizaba unidades diferentes, que a su vez eran distintas a las de Francia, Italia u otros países. En el tomo de *Prácticas* del *Curso* de Giannini, se trata de este tema con más extensión.

De toda la discusión que había sobre metrología en esa época, sólo se menciona que para longitudes "lo usual en los edificios y obras militares es la toesa". Pero que "en los edificios y obras civiles, y en el comercio sirve la vara de Burgos" (p. 19) y se dan las equivalencias de las toesas, en pies, pulgadas, líneas y puntos. La toesa era la unidad oficial del reino de Francia, pero en el ejército, por la influencia francesa en las tropas de Felipe V se habían aceptado como unidad estándar, lo que no dejó de ser una fuente de discusiones, como se verá en el capitulo séptimo.

"Del cálculo de los números y cantidades algébricas enteras" (p. 27)

En esta segunda sección de la primera parte se estudian las operaciones entre expresiones algebraicas. Se comienza con la suma y la resta, primero con números (proposiciones I y II) y luego con letras (proposiciones III y IV). La siguiente operación es la multiplicación. Para los que no tuvieran práctica se incluye una "tabla de multiplicar" de la que dice que "se usa de esta Tabla hasta que el ejercicio ha fijado estos productos en la memoria" (p. 39). Se definen las potencias y las raíces y se dan las reglas más habituales en las operaciones con ellas, por ejemplo que $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ o que las raíces de índice par pueden tener dos signos y las de índice impar tienen sólo el del radicando.

Se continúa con la división, comenzando con la división de un número entre otro y la de una suma algebraica entre una letra. En la proposición XVI se demuestra que $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$ para m>n de donde deduce en un corolario que $a^0 = 1$ y $a^{-n} = 1/a^n$ (p. 69).

El siguiente tema que se plantea son los divisores de un número, o de una expresión algebraica, y el máximo común divisor. Se estudia cómo elevar una potencia a otra potencia, $(a^m)^n = a^{mn}$, y cómo hacer la potencia de un binomio, obteniendo su desarrollo utilizando los coeficientes de Tartaglia, o Pascal, que se deducen

por inducción incompleta. Se generaliza esa regla para trinomios, coeficientes negativos y otros casos.

"De los cálculos de fracciones cuyos términos son números o cantidades algébricas enteras y de los números mixtos y complejos" (p. 86)

En este apartado se estudian las operaciones algebraicas con fracciones numéricas o literales. Se comienza con las sumas y restas de fracciones, viendo en particular la forma de sumar números dados en forma decimal y los números "complejos".

La siguiente operación que se estudia es el producto, para continuar con una fracción elevada a una potencia, y con la división, que se define como la multiplicación por la fracción inversa. Se sigue dando numerosos ejemplos. Se vale de una división entre expresiones algebraicas para introducir las series:

> "Ejemplo VI 190. Si una cantidad no puede partirse exactamente por otra siguiendo las reglas dadas de la división se hallará el cociente igual a una serie compuesta de infinitos términos" (p. 130).

Sin definir las series en abstracto, se aprovecha un ejemplo para plantear los problemas de convergencia que tienen las series. Se observa que al dividir a entre c+b, se obtiene:

$$\frac{a}{c+b} = \frac{a}{c} - \frac{ab}{c^2} + \frac{ab^2}{c^3} - \frac{ab^3}{c^4} + \ldots$$

A partir de esa expresión se discute lo que sucede según los valores de b y c. Si se toma b = c las sumas sucesivas velen 0 ó a/c según se tome un número par o impar de términos. Se concluye que esta llamada "serie paralela, no será útil para expresar próximamente el valor de la fracción" (p. 131). Luego se observa que si b > c los términos crecen alejándose cada vez más la suma parcial del valor: "Una tal serie que se llama divergente será inútil para expresar próximamente el valor de la fracción" (p. 132). Si es b<c los términos son menores cada vez y "esta serie

que se llama convergente será útil para expresar próximamente el valor de la fracción" (p. 132).

"El cálculo de los radicales" (p. 144)

Comienza esta sección exponiendo que: $a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m}$. Se continúa con el producto de dos raíces simples para lo que se propone encontrar índice común, y multiplicar los radicandos, o hallar una base común, y sumar los exponentes fraccionarios. También se explica como simplificar una raíz. Luego se ve cómo elevar una raíz a una potencia, como dividir un radical entre otro y cómo hacer la raíz de una raíz.

Respecto a las raíces imaginarias se dice en un escolio que "Para aplicar justamente el referido cálculo de los radicales al de los imaginarios o imposibles" (p. 161) hay que considerar la raíz como $\sqrt{(-a)} = \sqrt{-1}\cdot\sqrt{a}$, en las multiplicaciones o divisiones, y hacer que $\sqrt{-1}\cdot\sqrt{-1} = -1$. Pero "la suma y resta de los radicales imaginarios se executaran del mismo modo que en los radicales reales" (p. 161). Se ofrecen varios ejemplos de operaciones con cantidades imaginarias.

El siguiente tema que se trata es la extracción de las raíces cuadradas. Se plantea que, en general, la fórmula $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ sirve para hallar el algoritmo de la raíz y se aplica para calcular varias raíces exactas. Luego se plantea hallar la raíz $\sqrt{a^2+b^2}$. Aplicando el método general se obtiene una serie:

$$\sqrt{a^2+b^2} = a + \frac{b^2}{2a} - \frac{b^4}{8a^3} + \frac{b^6}{16a^5} - \frac{5b^8}{128a^7} + \ldots$$

Se explica que si a>b la serie es convergente, y que si b>a debe cambiarse el orden de los sumandos para que converja. En el caso a = b la expresión se puede simplificar y queda:

$$\sqrt{a^2+a^2} = a\left(1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{8} + \frac{1}{16} - \frac{5}{128} + \ldots\right)$$

Serie de la que se dice "que es convergente pero no tanto como las dos anteriores" (p. 167). A la raíz cúbica se le da un tratamiento similar.

Para terminar con el apartado dedicado a las raíces se explica el binomio de Newton generalizado a cualquier exponente:

"Proposición LVI 267 El binomio a+b elevado al exponente quebrado $\frac{m}{n}$, esto es $(a+b)^{m/n}$ es igual a la serie infinita:

$$a^{\frac{m}{n}} + \frac{m}{n}\cdot a^{\frac{m}{n}-1}\cdot b + \frac{m(m-n)}{2n^2}\cdot a^{\frac{m}{n}-2}\cdot b^2 + \frac{m(m-n)(m-2n)}{3\cdot 2\cdot n^3}\cdot a^{\frac{m}{n}-3}\cdot b^3 + \&c.$$

(p. 195)

(198)

PROPOSICION LVII.

Binomio como serie infinita

La demostración se hace por reducción al absurdo, dividiendo toda la expresión por $a^{m/n}$ haciendo b/a = c, y llamando $(1+c)^{m/n} = 1+z$. Demuestra la fórmula comparando $(1+c)^m$ y $(1+z)^n$, que por ser los exponentes enteros se pueden desarrollar por la fórmula del binomio habitual. En estas demostraciones en las que se toma la serie inversa para demostrar la igualdad de los coeficientes se trabaja con excesiva liberalidad en la suma de series infinitas. Pero era un método generalmente aceptado en aquella época. Leonardo Euler lo utiliza en varias ocasiones en su *Introductio in Analysin Infinitorum* (1748). En castellano lo había empleado con anterioridad Tomás Cerdá en su *Liciones de Matematica* (1758, v I Cap. XX).

Es interesante subrayar que, aunque Giannini está interesado por defender el rigor matemático, en sus exposiciones se encuentra plenamente integrado en las matemáticas de su tiempo y, en este caso y en otros muchos que se van a ver más adelante, acepta plenamente los desarrollos infinitos, sin exigir las condiciones de convergencia que se consideraron tan importantes a partir del siglo XIX.

"Del cálculo de los logaritmos" (p. 209)

El autor había definido los logaritmos al comienza (p. 17) como una correspondencia entre una progresión aritmética y una progresión geométrica, que fue la definición usual hasta el siglo XIX cuando se generalizó el empleo del concepto de función[437]. Por eso, en esta sección comienza profundizando en el estudio de las progresiones

Sobre las progresiones aritméticas se dice que dados el primer término y la diferencia se puede encontrar toda la progresión y se enuncian algunas propiedades de los términos de una progresión aritmética. En las progresiones geométricas se comienza viendo la forma de hallar la media y la tercera proporcional y luego se dan diversas propiedades.

Este estudio sirve de base para "el método aritmético para construir / las tablas de los logaritmos de los números naturales", comparando la progresión geométrica de las potencias de 10 y la progresión aritmética de los números naturales, para lo que se hace corresponder números y exponentes. Para calcular los logaritmos se van hallando medios geométricos entre 1 y 10 y medios aritméticos entre 0 y 1 que son sus logaritmos. Se advierte que este método exige cálculos muy largos y que es preferible

[437] Sobre la introducción de los logaritmos en España véase: J. Navarro Loidi y J. Llombart (2008) "The introduction of logarithms into Spain" en *Historia Mathematica* 35 83-101.

hallarlos a partir de los logaritmos "Hiperbólicos que son de mucho uso en el cálculo integral" (p. 227).

Se aconseja utilizar en los cálculos con logaritmos las tablas de Marie o Rivard y, si se quiere más precisión, las de Ulac que tienen 10 cifras decimales. Para hallar el número al que le corresponde un logaritmo se aconseja *The antilogaritmic Canon* de Dodson[438].

A continuación se explican las principales propiedades de los logaritmos. Aprovechando las propiedades de las proporciones aritméticas y geométricas se obtiene que siempre: "L.1 + L.db = = L.d + L.b" donde "L" indica un logaritmo en cualquier base. Se pide además que "L.1 = 0, quedando L.db = L.d + L.b" (p. 228). De esa forma, aunque la definición dada es muy general, sólo se estudian los logaritmos que actualmente se consideran, y no se incluyen logaritmos como los propuestos por Neper, Caramuel y otros, que no cumplían que L.1 = 0.

A partir de la "Proposición LXVI. 311. Multiplicar números enteros entre sí por medio de la Tabla." (p. 230) se ven ejemplos de las aplicaciones más usuales de los logaritmos para simplificar productos, potencias, divisiones y raíces. En un escolio (p. 236) se estudia como aproximar el logaritmo de un número que no está en las tablas, o cómo conocer, aproximadamente, el número del que procede un logaritmo que no aparece en las tablas.

Estas aplicaciones de los logaritmos al cálculo, al no contar los cadetes con unas tablas que están en el tomo de *Prácticas de Geometría*, debían resultar excesivamente teóricas. Esta dificultad, y la que aparecía en la trigonometría también por carecer de tablas, justificarían que Lacy le pidiera a Giannini en 1782, que continuara con la publicación del libro de geometría práctica.

Al final de este apartado se trata de hallar por medio de series el logaritmo de un número en cualquier base, siempre con L1 =0.

---

438 En la biblioteca del Colegio de Artillería estaban esas tablas, salvo la de Dodson (García Hourcade y Vallés Garrido, 1989).

Se supone que el número es 1+x. Se hace $(1+x)^m = 1 + z$ y se supone que se puede poner

$L.(1+x) = Ax + Bx^2+Cx^3+Dx^4 + \&\ c...$

Lo que también valdría para el L(1+z). Como $1+z = (1+x)^m$ se puede desarrollar en serie por el binomio de Newton. De ese binomio se puede obtener z en función de x. Sustituyéndolo en $Log(1+z) = Az + Bz^2 +...$ y operando, queda una expresión en x que debe ser igual a $m{\cdot}Log(1+x) = m{\cdot}(Ax + Bx^2+Cx^3+Dx^4 + ...)$. Los coeficientes de las dos series son iguales y de las igualdades que resultan se obtienen los valores de A, B, C... quedando:

$$Log(1+x) = A\ (x - 1/2\ x^2 + 1/3\ x^3 - 1/4x^4 + ...)$$

Según los valores de A que "se llama módulo" (p. 249) se conoce el logaritmo de un número 1+x en las diferentes bases. Si A=1 se obtienen los logaritmos hiperbólicos o naturales y si A = 0,43429448 los logaritmos decimales. Se realizan algunos cálculos para obtener una serie con la que sea más fácil calcular el logaritmo de un número, y que converja con más rapidez, y se ponen varios ejemplos de aplicación con esa fórmula abreviada. A continuación se plantea el problema inverso:

> "Proposición LXXIV 340 Dado cualquier logaritmo hiperbólico o de las Tablas, determinar el número que le corresponde" (p. 256)

Por un procedimiento similar obtiene que si 1+ x es el número cuyo logaritmo hiperbólico vale q se cumple que:

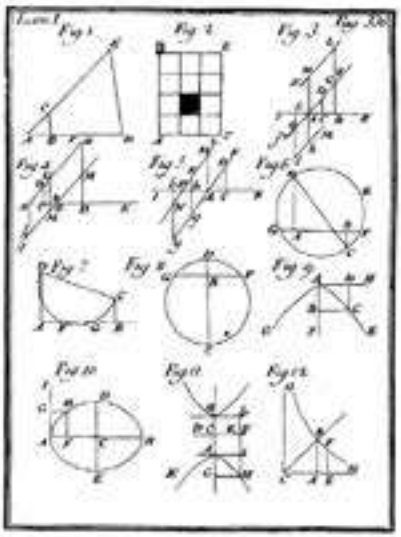
$$"1 + x = 1 + q + \frac{q^2}{2} + \frac{q^3}{3{\cdot}2} + \frac{q^4}{4{\cdot}3{\cdot}2} + \frac{q^5}{5{\cdot}4{\cdot}3{\cdot}2} + \&c."$$ (p. 257)

Desarrollo en serie de la exponencial. Finalmente se pone como ejemplo la obtención del número e: "Exemplo 341 Se pide hallar el número correspondiente al logaritmo hiperbólico 1" (p. 258). Haciendo q = 1 y operando sale 2,718281823[439] (p. 259)

---

[439] Giannini, o el impresor, se confunde porque el último decimal debe ser un 8 y no un 3.

Esta última parte del apartado sobre logaritmos puede estar tomada de Euler, *Introductio in analysin infinitorum* (1748, I, 85-93) en el "Caput VII De quantitatum exponentialium ac Logarithmorum per Series explicatione". Este apartado es una muestra de que en el Colegio se impartían unos conocimientos actualizados. Pero teniendo en cuenta que esta materia debía estudiarse en segundo año del Colegio, y los cadetes debían tener menos de 15 años al entrar en el centro, parece probable que el profesor lo simplificara en clase.



"Libro II Nociones generales" (p. 261)

Como advertía el autor en el prólogo esta segunda parte del tomo está dedicada a las ecuaciones. Ecuación se define como:

> "342. Ecuación o igualación se llama la comparación de dos cantidades iguales mezcladas indistintamente con cantidades conocidas e incógnitas y expresadas de diferente modo" (p. 261).

Se comienza diciendo lo que es término y miembro de una ecuación, y explicando en qué consiste trasponer un término de un miembro a otro. Las ecuaciones se clasifican por el grado. Se informa de que a la solución de una ecuación se le llama su "raíz". Transformar una ecuación se llama a convertirla en otra que tenga las mismas soluciones y resolverla quiere decir hallar esas soluciones.

Las coordenadas se definen en general, como las definió Descartes el siglo anterior. Es decir, se toma "EI una recta tirada

de cualquier modo" y en esa recta se toma un punto arbitrario A. Desde un punto P, cuyas coordenadas se quieran hallar, se traza una recta que corta la recta dada EI en un punto Q formando con EI "cualquier ángulo" fijo. Las distancias QP y AQ, con su signo, son la ordenada y la abscisa del punto P. Es decir, para las coordenadas se utilizan ejes cartesianos oblicuos.

Si en una ecuación con dos incógnitas, se van encontrando valores de las incógnitas y se representan en esos ejes se obtiene una curva fEF.[440]

Se define función; pero no se le concede la importancia que se le ha dado después. Para Giannini una función era:

> "Función de una cantidad es cualquier expresión en que entra la misma cantidad, o sus potencias, esté o no mezclada con otras cantidades" (p. 267).

Explica el autor que esas expresiones pueden ser algebraicas o transcendentes. Esta definición no es la actual; pero viene a ser la que daba Euler cuando la propone en *Introductio Analysin Infinitorum*:

> "4. Función de una cantidad variable es cualquier expresión analítica compuesta de cualquier modo por esa cantidad y números o cantidades constantes[441]".

También se definen algunas voces propias de las series, como término general o suma de una serie, porque en este Libro II el último apartado está dedicado a estudiar las series.

---

[440] "Hallada en una linea dada fAF la relación de sus coordenadas indeterminadas y cantidades constantes, la ecuación que de ella resulta se dice ecuación a la línea" (p. 266).

[441] "Functio quantitatis variabilis, est expresio analytica quomodocunque composita ex illa quantitate variabili, & numeris seu quantitatibus constantibus" Euler (1748, v. I, p. 4).

"De la formación y trasformación de equaciones determinadas" (p. 268)

Con este apartado comienza la segunda parte del libro dedicada a las ecuaciones y a sus aplicaciones a la geometría. Se comienza con ecuaciones "determinadas", que son una suma de potencias de la incógnita, cada una por su coeficiente, igualada a cero; además se pide que el coeficiente del término de mayor grado sea uno. Es decir son lo que ahora se llamaría ecuaciones polinómicas con el coeficiente de x^n igual a uno.

Se afirma que esas ecuaciones se pueden escribir como producto de factores lineales del tipo x – a, en los que pueden aparecer factores con cantidades imaginarias, del tipo $x - a - b\sqrt{-1}$, siempre que haya otro factor $x - a + b\sqrt{-1}$[442]. Si entre los factores utilizados para obtener la ecuación está x - a, dicha ecuación tendrá una solución x = a. Lo mismo se acepta si es $x - a - b\sqrt{-1}$ para $x = a + b\sqrt{-1}$. Sorprende de nuevo la facilidad con la que se admiten las soluciones imaginarias o negativas que muchos autores consideraban que no eran válidas.

En los corolarios posteriores se relacionan las raíces con los coeficientes. Así se dice que si el término de mayor grado tiene coeficiente 1, el término que tiene un grado menos tiene de coeficiente la suma de las raíces con el signo cambiado, el siguiente la suma de todos los productos binarios y así sucesivamente. Se estudia la relación entre los signos de las raíces y los signos de los coeficientes de los términos de la ecuación, obteniendo propiedades como que si todas las raíces son negativas todos los coeficientes deben ser positivos, o que la alternancia de signos de los coeficientes, de + a - o de - a +, en un polinomio ordenado da el número de soluciones positivas y los signos consecutivos repetidos en los coeficientes el número de soluciones negativas.

---

[442] Aunque Euler ya utilizó i para indicar $\sqrt{-1}$ quien lo popularizó fue Gauss, posterior a Giannini. Por otra parte llamar a los binomios a+bi y a-bi complejos conjugados lo inició Cauchy (1789-1857).

En la proposición II se estudia cómo obtener ecuaciones cuyas soluciones sean iguales a las de una ecuación dada, más o menos una cantidad fija, o multiplicadas por una cantidad fija. También se estudia como anular el coeficiente del segundo término o como quitar fracciones o coeficientes irracionales de la ecuación. Estas cuestiones se utilizan más adelante para facilitar la resolución de ecuaciones.

"De la Resolución y Construcción de las equaciones del primer grado" (p. 286)

Se comienza con la resolución de las ecuaciones lineales. Para todos los grados el estudio tiene tres partes, la resolución algebraica, la geométrica y la representación gráfica de las ecuaciones.

Para la ecuación general de primer grado con una incógnita, $ax + b = cx + d$, y se obtiene la solución:

$$x = \frac{d - b}{a - c}$$

En este, y en los restantes casos, a la resolución general siguen varios problemas particulares con ejemplos de ecuaciones dadas con coeficientes numéricos o literales.

Se estudia a continuación los sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas. Para resolver esos sistemas se proponen los tres métodos que se siguen utilizando hoy en día: reducción, sustitución e igualación. No se preocupa en esta primera aproximación de la compatibilidad de las ecuaciones y se supone que la solución es siempre única.

En el enunciado Giannini escribe: $ax + by = cd$; $ex + fy = gh$, poniendo los términos independientes como producto de cantidades. Parece ser influencia de los matemáticos, como Viète, que querían que todos los términos en las ecuaciones tuvieran las mismas dimensiones, para poder interpretar la ecuación geométricamente como suma de segmentos, rectángulos, prismas etc.

Índice

A continuación se estudian los sistemas de tres ecuaciones con tres incógnitas, resolviéndolos algebraicamente[443]. Se indica que, sin variar los métodos, se pueden generalizar a sistemas de más ecuaciones lineales y más incógnitas y, el de reducción, incluso a ecuaciones de grado superior.

El siguiente punto que se trata es encontrar geométricamente las soluciones de las ecuaciones de primer grado con una incógnita[444]. Se hace juntando los segmentos, en caso de que haya que sumar, x = a+b+c, o restar, y, para productos y divisiones de segmentos, como x = ab/c, por semejanza de triángulos.

Para la versión geométrica de la resolución de una ecuación con dos incógnitas se comienza con "Proposición X 406. Hallar la línea que pertenece a las ecuaciones indeterminadas del primer grado y = ax/b, y = -ax/b" (p. 308), obteniendo que es una recta por semejanza de triángulos. Posteriormente se generaliza para cualquier ecuación de la forma: $y = \pm \frac{a}{b} x \pm c$, viendo por separado cada combinación de signos. En un corolario concluye que: "la línea recta es la línea a las ecuaciones indeterminadas del primer grado que contienen las variables x, y" (p. 311).

"De la Resolución y Construcción de las equaciones del segundo grado" (p. 312)

El apartado comienza con la resolución algebraica, hallando las fórmulas que sirven para resolver cualquier ecuación de la forma $x^2 + ax = bc$, por el método de completar cuadrados:

$$x = -\frac{a}{2} + \sqrt{bc + \frac{a^2}{4}} \quad \text{y} \quad x = -\frac{a}{2} - \sqrt{bc + \frac{a^2}{4}} \quad \text{(p. 313)}$$

443 "Proposición VIII 397 Dadas tres ecuaciones indeterminadas del primer grado, en las que se hallen tres incognitas, hallar el valor de cada una de estas" (p. 295)

444 "Proposición IX 404 Construir las ecuaciones determinadas del primer grado" (p. 305).

Se explica cuándo las raíces son reales e imaginarias y se obtienen las fórmulas resumidas para los casos en que algún coeficiente sea cero. Se dice también como resolver las ecuaciones de la forma: $x^{2m} + ax^m = b$ o las que tienen el coeficiente de x^2 distinto de uno.

Se dedica bastante espacio a discutir cómo se pueden pasar las soluciones del tipo $\sqrt{A \pm \sqrt{B}}$, que aparecen al resolver ecuaciones bicuadradas, a expresiones del tipo $C \pm \sqrt{D}$.

En segundo lugar, en este apartado se explica cómo obtener gráficamente las soluciones de una ecuación de segundo grado[445]. Se considera la ecuación escrita como $x^2 + ax = bc$. Se dibuja el segmento a y en sus extremos traza segmentos perpendiculares iguales a los factores b y c. Se dibuja un círculo que pasa por los extremos de los segmentos b y c y según donde corta la circunferencia al segmento a, se van encontrando las soluciones. Se justifica la construcción por la proposición 332 del libro de geometría, es decir porn la proposición 28 del libro VI de los *Elementos*.

En tercer lugar se estudian las figuras que corresponden a ecuaciones de segundo grado con dos incógnitas, comenzando con las ecuaciones $y^2 = px$ ó $x^2 = py$, que se obtiene que corresponden a parábolas. Luego las de ecuación $y^2 = \frac{b^2}{a^2}(2ax - x^2)$ se deduce que son elipses con el origen de coordenadas en un vértice y las $y^2 = \frac{b^2}{a^2}(a^2 - x^2)$ son elipses con origen en el centro de la misma elipse. Las ecuaciones $y^2 = \frac{b^2}{a^2}(2ax + x^2)$ son hipérbolas con el origen es un vértice y las abscisas sobre un diámetro y las $y^2 = \frac{b^2}{a^2}(x^2 - a^2)$ hipérbolas de origen en el centro. En todos los casos para justificar resultados se acude a lo estudiado en el libro

445 "Proposición XVII 409. Construir las ecuaciones determinadas del segundo grado $x^2 + ax = bc$, $x^2 - ax = bc$, $ax - x^2 = bc$, $x^2 + ax = -bc$" (p. 325).

primero del *Curso Matemático*. En la última proposición se estudia qué figura representa una ecuación general de segundo grado con dos incógnitas:

> "Proposición XXII 437. Hallar las líneas que pertenecen a la ecuación general indeterminada del segundo grado $y^2 + lxy + mx^2 + nx + py + r = 0$ en quien los coeficientes l, m, & c. pueden tener valor positivo o negativo" (p. 334).

Se simplifica la expresión haciendo cambios de variable para eliminar el término en xy. Luego, según los valores que tomen los coeficientes, se analiza a qué cónica corresponde la ecuación, y si es real o imaginaria.

"De la Resolución y Construcción de las equaciones de tercer grado" (p. 347)

Para las ecuaciones de tercer grado se comienza obteniendo algebraicamente las soluciones[446]. Se afirma que si los coeficientes son enteros y el del término de mayor grado es 1, las raíces enteras son todas divisores del término independiente y no puede haber soluciones fraccionarias. También que, si un número a es solución de $P(x) = 0$, el valor de la expresión si se sustituye x por a, P(a), debe ser cero y la división de P(x) entre x-a debe ser exacta. Finalmente se añade un tercer método de buscar soluciones que ha caído en desuso. Consiste en hallar los divisores de los valores P(1) ; P(0) y P(-1) si hay tres divisores, uno en cada valor, que sean c+1, c y c-1, entonces c puede ser solución[447]. Se estudia también

---

[446] Sobre las ecuaciones de tercer y cuarto grado ha escrito Ricardo Moreno Castillo, 2001, *Andanzas y aventuras de las ecuaciones cúbica y cuártica a su paso por España* En el capítulo V se comentan las soluciones propuestas por Giannini, junto a las de Bails y Cerdá. Elogia la forma de operar de Giannini "por ser más clara la notación y más corto el camino" (p. 36).

[447] La razón es que si a es solución $P(x) = (x - a)\cdot Q(x)$. Entonces, si se toma $x = 0$ es $P(0) = a\cdot k$. si $x=-1$ es $P(-1) = (1+a)\cdot t$ y $P(1) = (a - 1)\cdot m$, es decir hay tres divisores en progresión aritmética de diferencia 1.

qué soluciones fraccionarias puede haber si los coeficientes son enteros; pero, el de mayor grado no es uno.

A partir de la "Proposición XXVI 458. Hallar las raíces de la ecuación determinada $x^3 + a = 0$" (p. 363). Se comienza a estudiar la resolución algebraica de las ecuaciones de tercer grado en general. Se supone que con un cambio de variable se ha obtenido una ecuación sin término en x^2 : $x^3 + px + q = 0$. El método que propone Giannini para resolverla es el método de Cardano, también llamado de Tartaglia. Consiste en hacer un cambio de variable poniendo $x = y + z$, y aprovechar la aparición de una variable más para convertir la ecuación en un sistema, que se reduce a una ecuación de sexto grado, que tiene sólo los términos de sexto y tercer grado, y el término independiente. Deshaciendo los cambios se llega a las fórmulas:

$$x = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}$$

$$x = \frac{-1+\sqrt{-3}}{2}\sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} - \frac{1+\sqrt{-3}}{2}\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}$$

$$x = \frac{-1-\sqrt{-3}}{2}\sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} - \frac{1-\sqrt{-3}}{2}\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}$$

En la proposición siguiente se discuten las condiciones que deben cumplir los coeficientes para que todas las soluciones sean reales o para que lo sea sólo una.

Generaliza estos resultados para las ecuaciones de tipo $x^{3m} + a\,x^{2m} + bx^m + c = 0$. Las últimas proposiciones de esta sección se dedican a demostrar que las expresiones que tienen las raíces cúbicas se pueden simplificar, haciendo:

$$\sqrt[3]{A + \sqrt{-B}} = a + b\sqrt{-1}$$

Donde a y b son cantidades reales.

Índice

El siguiente paso es la resolución geométrica de las ecuaciones de tercer grado[448]. El método propuesto consiste en considerar una parábola auxiliar $x^2 = ay$, sustituirla en la ecuación dada y, simplificando la constante a, quedará la ecuación de una hipérbola, $xy + bx - f^2 = 0$. Las abscisas de el o de los puntos de corte de las dos curvas son las soluciones del problema.

El tercer paso es estudiar las gráficas de las curvas que corresponden a las diversas ecuaciones de tercer grado. Se advierte que no se pueden reducir a unas pocas formas como en las de segundo.

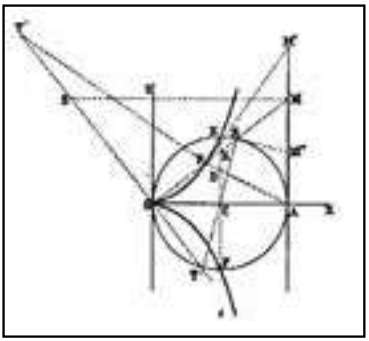
La primera que se trata en la proposición XXXII es la que tiene por ecuación $y^2 = \frac{x^3}{(2a - x)}$ que "describiría una curva llamada la Cisoide de Diocles" (p. 385)[449]. La halla como una curva mecánica, describiendo el movimiento de un triángulo rectángulo que la crea, por el método propuesto por Newton. En sucesivos corolarios deduce de la construcción que es una curva simétrica, que tiene una asíntota, y que la longitud que hay de un punto de la cisoide hasta la asíntota sobre un radio vector, es igual a la cuerda que determina dicho radio en una circunferencia que pasa por el vértice y tiene de diámetro la distancia del vértice a la asíntota. Se advierte que esta es "la propiedad principal de la curva" (p. 386).

En la proposición XXXIII se define otra curva, dibujándola, mecánicamente, con una escuadra y un haz de rectas. Aplicando razonamiento geométricos, se obtiene que su ecuación es $ay^2 = x^3$ que se llama la segunda parábola cúbica. Otra curva en la que se utiliza

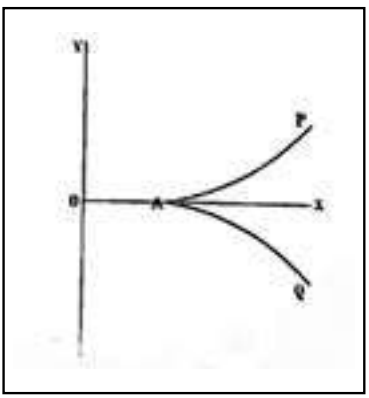
---

448 "Proposición XXXI 477. Construir las ecuaciones determinadas del tercer grado $x^3 + abx - a f^2 = 0$; $x^3 + abx + a f^2 = 0$, $x^3 - abx + a f^2 = 0$, $x^3 - abx - a f^2 = 0$" (p. 380).

449 Esa curva ya la había estudiado en los *Opúsculos Matemáticos* (1780). Véase el capítulo cuarto. Lo que aquí explica viene a ser lo que se expone en ese libro en el párrafo "descripción de la cisoide" al comienzo del trabajo. Como se dijo la construcción de Giannini proviene de la *Aritmética* de Newton. Sobre curvas de tercer grado Isaac Newton escribió *Enumeration of lines of the third order*, que fue durante cierto tiempo el estudio más completo de estas curvas.



Cisoide



Parábola Cúbica

una hipérbola de referencia para dibujarla es la que tiene de ecuación $a^2y = x^3$, que es la línea llamada primera parábola cúbica[450].

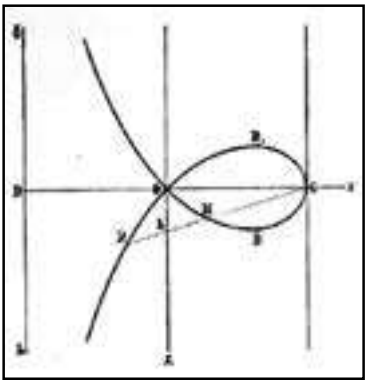
La siguiente colección de curvas que estudia, dibujándolas también por medio de una escuadra y una recta, es la que tiene de ecuación

$$y^2 = \frac{x^3 - 2ax^2 + a^2x}{2a - x}$$

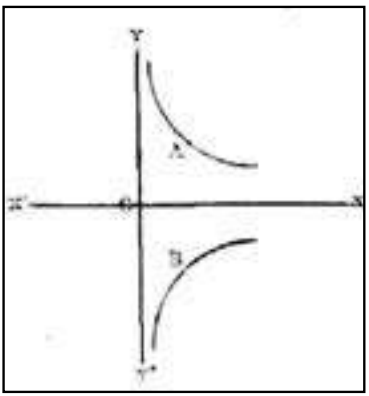
En un corolario se comprueba que cumple las propiedades de la curva llamada estrofoide (Gomes Teixeira,1905, p. 16).

A partir de la "Proposición XXXV 491 Describir por puntos cualquier línea algébrica del tercer orden, cuya ecuación sea dada" (p. 392) se plantea el problema inverso: dada una ecuación hallar la curva a la que corresponde. El procedimiento en general es "dense a la abscisa x tomada tanto positiva como negativa muchos valores sucesivos desde cero al infinito" Para ello deben resolverse unas ecuaciones de tercer grado y pueden resultar valores infinitos, que corresponden a asíntotas, o valores indeterminados como $\frac{0}{0}$, que deben tratar de evitarse simplificando si es posible. Si no se pueden evitar las indeterminaciones Giannini explica que más tarde "en los cálculos

[450] Gomes Teixeira (1905, p. 415-416) explica la primera parábola cúbica y en (p. 413-414) la segunda que llama parábola semicúbica. Las figuras están tomadas del libro de Gómez Teixeira.



Estrofoide



Hipérbola cúbica

diferencial e integral se dará otro método" (p. 394)

Siguen cinco ejemplos en los que se puede observar que no se trata de hallar sólo algunos valores numéricos sino que se buscan también simetrías, campo de existencia o asíntotas de la curva, aunque no de una manera tan estructurada como ahora se hace. Por ejemplo, para la segunda parábola cúbica[451] $ay^2 = x^3$ y se observa que para cada x hay dos valores de y, si es positiva y ninguno si es negativa, que tiene dos ramas simétricas que se unen en el punto (0,0) y que si la x crece indefinidamente la y también. Se hallan varios puntos y se observa la curvatura de las dos ramas de forma aproximada.

Los siguientes ejemplos son las curvas de ecuación $xy^2+by^2 -a^3 = 0$; y la $x^2y = a^3$ que Giannini llama "hiperboloide" pero ahora se prefiere llamar hipérbola cúbica (Gomes Teixeira, 1905, p. 417-419). y que Newton llamó semitridente. El estudio que se hace es parecido al realizado para la parábola cúbica.

Los dos últimos ejemplos son $x^3 +ax^2 = a^2y$; $x^3 + ax^2 + bx = y^3$ que los reduce a los casos anteriores utilizando incógnitas auxiliares.

[451] También llamada parábola semicúbica o curva de Neil Fue estudiada por Leibniz y Newton.

"De la Resolución y Construcción de las equaciones de quarto grado" (p. 402)

Después de resolver las ecuaciones cúbicas se pasa a resolver las cuárticas. Se comienza con cuestiones generales, como buscar posibles descomposiciones de la ecuación en el producto de dos factores de segundo grado. Se estudia la posibilidad de aplicar un método similar al utilizado en las de tercer grado sustituyendo la x por -2, -1, 0, 1, y 2 y viendo si hay divisores de esos valores que vayan en progresión aritmética (Proposición XXXVI). Se advierte que, luego, se debe comprobar si efectivamente es válido el factor encontrado. Se estudia qué sucede si en los coeficientes hay parámetros y se distinguen varias situaciones en las que se puede encontrar una descomposición en un producto de dos expresiones de segundo grado. Pero se advierte de nuevo que no hay seguridad de encontrar una solución por este método.

La proposición XXXIX es la conocida como Regla de Hudde[452], que dice que cuando una ecuación polinómica tiene una raíz doble o de multiplicidad mayor, si a sus términos se les multiplica por los de una progresión aritmética, la ecuación resultante seguirá teniendo dicha raíz. Giannini hace la demostración para un grado cualquiera y una multiplicidad cualquiera, y resulta larga y complicada[453].

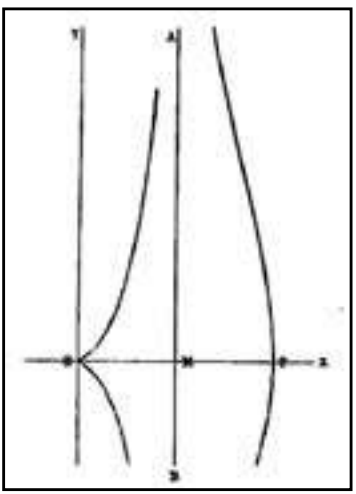
La resolución algebraica de las ecuaciones de cuarto grado se comienza a estudiar en la "Proposición XLI 519 Determinar los

---

[452] Joahan Hudde (1629-1704), discípulo de Van Schooten que publicó este método en un apéndice de *Exercitatione mathematicae* (1657) y en su edición latina (1659) de la *Geométrie* de Descartes Posteriormente se dedicó preferentemente a la política y al comercio, aunque mantuvo correspondencia con Huygens y De Witt. Fue mucho tiempo alcalde de Amsterdam.

[453] La regla de Hudde es equivalente a la que dice que si P(x) tiene una raíz doble en x = a es P(a) = 0 y su derivada P'(a) = 0, pues bastaría con tomar la progresión ... 4, 3, 2, 1, 0 como multiplicadores.

factores del segundo grado de la ecuación $x^4 + qx^2 + rx + t = 0$" (p. 427). Para ello se pone como $(x^2 + \frac{q+m}{2})^2 = (x - \frac{r}{2m})^2$ igualdad en la que se ha introducido una nueva incógnita "m". Para que la igualdad sea válida se debe comparar con la ecuación anterior y se deduce que la m tiene que cumplir una ecuación de tercer grado. Si se averigua el valor de m por el método encontrado para la ecuación de tercer grado, sacando la raíz de la ecuación trasformada, se hallan las cuatro raíces. Este método es el conocido como método de Ferrari[454], aunque Giannini no le menciona. En corolarios posteriores se estudian los casos particulares cuando $q = 0$ y $r = 0$. Se concluye que en todos los casos las ecuaciones de cuarto grado se pueden descomponer en dos trinomios reales de segundo. En la proposición posterior se estudia lo que sucede si en la ecuación auxiliar de tercer grado salen raíces reales (positivas o negativas), o imaginarias.



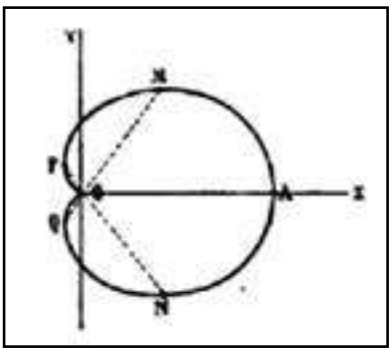
Concoide

El segundo paso es la resolución geométrica. Se introduce una ecuación auxiliar: $x^2=ay$. Después de varias transformaciones se llega a que las soluciones son los puntos de cortes de dos parábolas. También se explican otras sustituciones que llevan a obtener las soluciones como corte de otros pares de cónicas.

El tercer paso es conocer las figuras que corresponden a ecuaciones de cuarto grado. La primera que se estudia es la Concoide de Nicomedes (Gomes Teixeira, 1905, p. 185-197). Se explica cómo se di-

[454] Ludovico Ferrari (1522- 1565) discípulo de Cardano. Famoso por ganarle a Tartaglia un concurso público sobre resolución de ecuaciones en Milán en 1548.

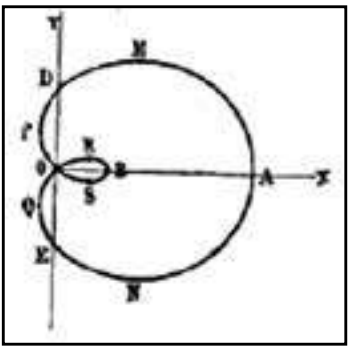
buja y las distintas formas que tiene según como sean los dos parámetros a y b que intervienen. Por semejanza de triángulos se obtiene para la concoide la ecuación $(x-a)^2\cdot(x^2+y^2) = b^2\cdot x^2$. En un corolario se observa que es simétrica y tiene una asíntota, y en un escolio se obtienen las distintas formas que tiene si $a>b$, $a = b$ ó $a < b$. La concoide se propuso en la antigua Grecia como una curva que servía para la trisecccción del ángulo, Pero Giannini no menciona esa utilidad.



Epicicloide - Cardiode

La siguiente curva que se propone es la Epicicloide (Gomes Teixeira, 1905, p. 433-440), que se define como la curva generada por un punto de una circunferencia que rueda, sin deslizamiento, por el exterior de otra circunferencia. Utilizando que el circulo no resbala y la semejanza de triángulos, se llega a la fórmula: $x^4 + (2y^2 - 6r^2)x^2 + 8r^3x + y^4 - 6r^2y^2 - 3r^4 = 0$. En la epicicloide que estudia Giannini los dos radios son iguales, por lo que es el caso particular que se suele llamar cardiode. No se estudia el caso general.

La proposición XLVI plantea hallar el lugar geométrico de los pies de la perpendicular trazada desde un punto de una circunferencia a una cuerda de dicha circunferencia que va girando alrededor del centro. De nuevo, utilizando semejanza de triángulos, el teorema de Pitágoras y algunas propiedades elementales de la circunferencia, se llega a obtener la ecuación $(a^2-b^2)(x^2+ y^2) = (x^2+y^2-ax)^2$, siendo a el radio y b la mitad de la longitud de la cuerda. Explica que si la cuerda es el diámetro la figura degenera en un círculo de diámetro a. Esta curva es una especie de curva podaria pero planteándola como perpendicular a la cuerda en lugar de perpendicular a la tangente, por lo que será la podaria de una cir-



Caracol de pascal

cunferencia del mismo centro y radio $\sqrt{(a^2-b^2)}$, para un punto exterior. Es decir se trata de un caracol de Pascal o de bucle (Gomes Teixeira, 1905, p. 142-153).

Se exponen otros ejemplos similares, pero con expresiones algebraicas más complicadas, que se estudian de la misma forma.

"De la suma y términos generales de algunas series" (p. 451)

En este apartado se estudia la suma finita de sucesiones, aunque alguna vez se propongan las sumas infinitas. El problema se plantea en dos sentidos: dada la sucesión hallar la suma de n términos, o dada la suma de n términos hallar el término general.

En la primera proposición se explica que, dada la fórmula de la suma de n términos, para hallar el término general debe restarse a la suma de n términos la suma de n-1 términos. Se comienza estudiando las sucesiones que tienen por suma un polinomio. En el primer caso[455] la suma es $S = An + Bn^2$ y se obtiene de término general $T = (A-B)+2Bn$. En la proposición siguiente se estudia la sucesión que tiene por suma de n términos un polinomio en n de tercer grado y en los corolarios posteriores se generalizan los resultados para cualquier potencia mayor que 2, concluyendo que si la suma es $An + Bn^2 + Cn^2 + ...+ Qn^{r+1}$ el término es : $an + bn^2 + +cn^2 + ...+ qn^r$.

La siguiente colección de proposiciones trata de sucesiones que tienen por suma una fracción con un polinomio en el numerador y un producto de binomios en el denominador. Por ejemplo:

[455] "Proposición XLIX 540 Siendo $An + Bn^2$ suma general de una serie halla el término general y la ley de la serie" (p. 454).

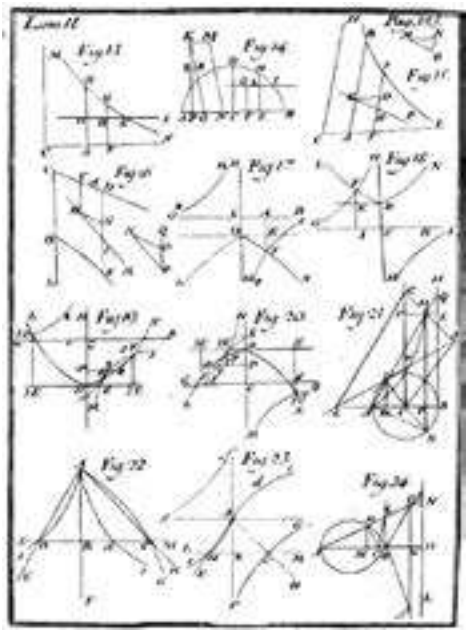
"Proposición LII 551 Supuesta $\dfrac{Ln + Mn^2}{(A + B(n-1))(A + Bn)}$ la Suma general de una serie, hallar su término general y la ley de la serie que resulta" (p. 463)

Se hace la resta de la suma de n menos la suma de n- 1 términos y se observa la ley que sigue el numerador y el denominador. Se generaliza y, en un corolario, se dice que si la suma es del tipo:

$$\frac{Ln + Mn^2 + Nn^3 + \ldots + Hn^{r+1}}{(A + B(n-r))\ldots(A + B(n-2))(A + B(n-1))(A + Bn)}$$

El término general es similar, pero con un sumando menos en el numerador y un factor más en el denominador:

$$\frac{L'n + M'n^2 + N'n^3 + \ldots + G'n^r}{(A + B(n-r-1))\ldots(A + B(n-2))(A + B(n-1))(A + Bn)}$$



La siguiente colección de proposiciones es sobre sumas de progresiones geométricas, de composiciones lineales de progresiones geométricas, o de progresiones geométricas multiplicadas por polinomios. El planteamiento y las soluciones encontradas son similares.

No queda claro el interés de este enfoque de la suma de sucesiones y Giannini no da ninguna pista para conocerlo.

Índice

"De la resolucion de las equaciones en general" (p. 486)

En la última parte de esta sección se discute la resolución de ecuaciones en general. Primero se estudian algunos ejemplos en los que se puede buscar una solución exacta y luego se dan formas de aproximar las soluciones. El primer caso es:

"Proposicion LXI 582 Hallar las raices de la ecuación

$$x^r - rax^{r-2} + \frac{r(r-3)}{2}a^2x^{r-4} - \frac{r(r-4)(r-5)}{2\cdot 3}a^3x^{r-6} + \frac{r(r-5)(r-6)(r-7)}{2\cdot 3\cdot 4}a^4x^{r-8} -$$
$$- \frac{r(r-6)(r-7)(r-8)(r-9)}{2\cdot 3\cdot 4\cdot 5}a^5x^{r-10} \ldots - b = 0$$

en quien los exponentes de x son todos positivos" (p. 486)

Se resuelve haciendo la sustitución $x = m+n$ y desarrollándolo por el binomio de Newton.

En la proposición XLIII se busca las soluciones de la ecuación $x^{2m} \pm 2pr^{m-1}x^m + r^{2m} = 0$, en la que r es el radio de una circunferencia y p el coseno de cierto ángulo en ella. Para resolverlo con anterioridad se había hallado:

"Lema 584 Dados el coseno y el seno de cualquier arco de círculo hallar los cosenos y los senos del duplo, triplo, cuadruplo & c. de dicho arco y al contrario" (p. 491).

Es decir obtener lo que ahora se llama fórmulas de Moivre. Pero al no utilizar la forma abreviada introducida por Euler ($e^{i\theta} = \cos\theta + i \operatorname{sen}\theta$) los pasos que se dan resultan farragosos[456]. Así para el seno ángulo doble, por ejemplo, queda:

$$R\cdot Cc.2A + R\cdot Sc.2A\cdot\sqrt{-1} = (Cc.A + Sc.A\sqrt{-1})^2 \text{ (p. 492).}$$

Esa proposición termina indicando las fórmulas generales para el sen(mA) y cos(mA), advirtiendo que para los signos de senos

[456] Son las mismas fórmulas que se dan ahora, salvo que Giannini indicaba las líneas trigonométricas seno y coseno con Sc y Cc en lugar de sen y cos. Además como otros autores de la época utiliza líneas trigonométricas de un círculo con el radio muy grande.

y cosenos debe de tenerse en cuenta el cuadrante en el que se encuentra el ángulo. Luego se aplican esas fórmulas a la resolución de ecuaciones del tipo $x^{2m} \pm 2pr^{m-1}x^m + r^{2m} = 0$.

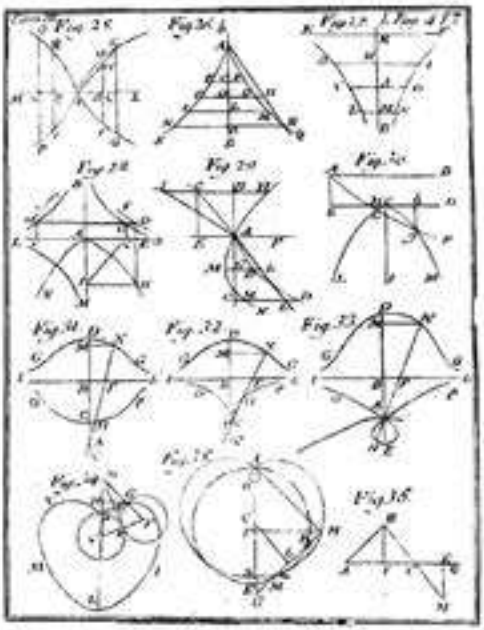
Las siguientes proposiciones están dedicadas a la búsqueda de soluciones aproximadas. Se comienza buscando dos enteros consecutivos en los que la ecuación tenga signos diferentes. Luego se busca en esa unidad entre qué decimales cambia el signo la ecuación. Si se quiere aproximar más, se sustituye x por el valor encontrado x_0 más una incógnita auxiliar, x_0 +p. Como p será del orden de las centésimas se pueden despreciar los términos en que p esté elevado al cuadrado o a mayores potencias. Para las soluciones imaginarias se plantea suponerlas conocidas, a+ bi, y, hechos los productos con su compleja conjugada: $(x-a-b\sqrt{-1})\cdot(x-a+b\sqrt{-1})$ e igualados los coeficientes con los de la ecuación, resolver el sistema de ecuaciones reales en a y b que queda.

La siguiente cuestión que se estudia es la posibilidad de transformar una ecuación polinómica con dos incógnitas en otra en la que una incógnita esté despejada en un lado e igualada a una serie de potencias de la otra incógnita. Se explica, en particular, que términos se deben conservar y cuales despreciar si una de las incógnitas se toma como infinitésima o como infinita. En un epílogo se explica que este método sirve "para resolver los problemas que dependen del Retorno de las series" (p. 535). Es decir, para hallar la serie en la que la incógnita x está igualada a una suma de potencias de la y, si se tiene la y como suma de potencias de x.

"Libro III Definiciones" (p. 543)

Este apartado dedicado a la resolución de problemas comienza con una serie de definiciones, en las que se explica que los problemas se clasifican en aritméticos y geométricos, por la materia de la que tratan, y en determinados, indeterminados o

más que determinados, según que el número de incógnitas sea igual, menor o mayor que el de ecuaciones. También se dice que se denominan de primer grado, segundo grado etc. por el grado de la ecuación que se debe resolver.



Termina esta introducción diciendo que del enunciado del problema se obtienen las ecuaciones a resolver. Se añade que no se pueden dar reglas fijas por lo que se van a dar muchos ejemplos para abarcar muchas situaciones diferentes. Efectivamente, los problemas son muchos. En este apartado (p. 543-656) se resuelven noventa y siete cuestiones de las que sesenta y tres se refieren a temas de aritmética o álgebra y treinta y cuatro a geometría.

Las materias que se estudian corresponden a asuntos tratados en el tomo I ó II del *Curso Matemático*. Hay cuestiones de aritmética y geometría elemental que no utilizan el álgebra ni las ecuaciones, aunque en la mayoría de los problemas se usa. Giannini intenta que en los enunciados figure frecuentemente la artillería, pero no son problemas de matemáticas aplicados a la artillería. No están los típicos problemas de medir distancias, o alcances, o de volúmenes, y pesos de las balas o de hallar los calibres de las piezas que aparecen en los libros de artillería práctica. Ese tipo de cuestiones se resuelven en el volumen de *Practicas de Geometría y Trigonometría con las tablas de Logaritmos* (1784) que Giannini editó poco después.

"Del uso del calculo para resolver los problemas aritméticos" (p. 544)

En los quince primeros problemas de aritmética no se utilizan ecuaciones. Los primeros se resuelven mediante reglas de tres simples directas como

> "Problema I 630. Un tren de artillería ha hecho 21 leguas de camino en 5 días ¿quantos días tardará en 127 leguas?" (p. 544).

Los siguientes se resuelven por reglas de tres directas compuestas[457]. A partir del problema quinto se resuelven cuestiones de regla de tres inversa, simple y compuesta. Por ejemplo:

> "Problema IX 641. Con 4 cañones se han hecho 320 tiros en 5 minutos: se pide hallar el tiempo en que se harán 700 tiros con 7 cañones" (p. 551).

Se continúa con problemas de reparto de beneficios, o "regla de compañía"[458] que han figurado en todos los tratados de aritmética elemental desde el Renacimiento hasta el siglo XX, como ejemplos de aritmética comercial. Pero Giannini sigue tratando de darles un aire artillero:

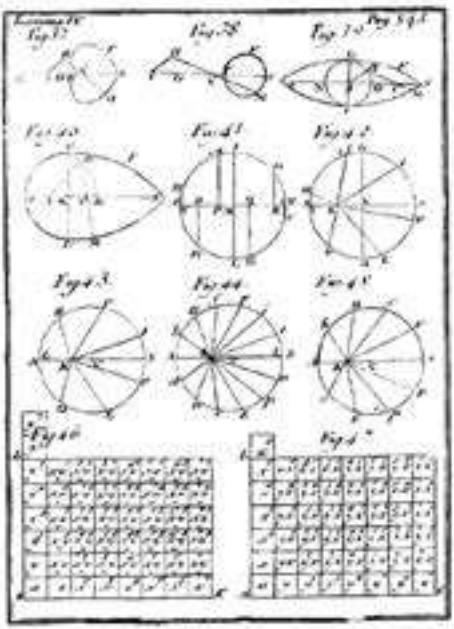
> "Problema XI 644 El parque de artillería perteneciente a cierta armada tiene 2040 piezas de cañón, dividiéndose esta armada en tres divisiones, de modo que la fuerza de la primera división a la de la segunda sea como 14 a 9, y que la de la primera a la de la de la tercera sea como 2 a 1, se pide repartir dicha artillería proporcionalmente a las fuerzas que tiene las tres divisiones" (p. 554).

Después de los problemas de repartos proporcionales se enuncian algunos problemas de "falsa posición". En muchas aritméticas se incluía este tipo de cuestiones entre las elementales, que se po-

---

457 Giannini también las llama así "La operación que se hace para resolver semejantes Problemas se llama Regla de Tres directa y simple" (p. 546) y "la operación que se hace para resolver semejantes problemas se llama Regla de tres directa y compuesta" (p. 548).

458 "La operación que se hace para la resolución de tales problemas se llama Regla de Compañía simple o compuesta" (p. 556).



dían resolver sin recurrir al álgebra. Para ello, se resolvía la pregunta simplificada y luego mediante una regla de tres, se hallaban las soluciones pedidas. Pero estos problemas también se pueden resolver fácilmente por medio de ecuaciones. Giannini los resuelve primero por la regla de la falsa posición "Método I" y después con una ecuación, o un sistema de ecuaciones, "Método II" (p. 559). En estas cuestiones se incluye, igualmente, ejemplos aplicados a la artillería:

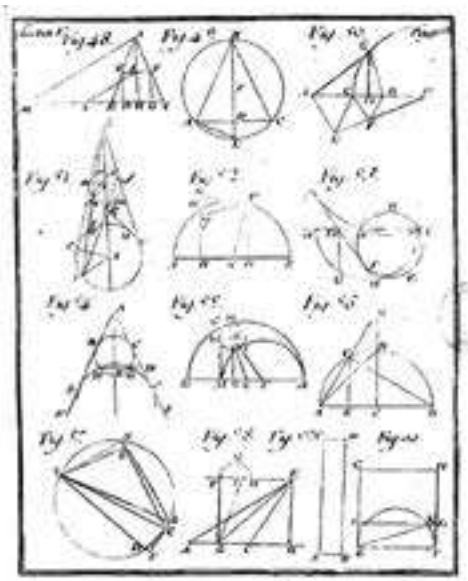
> "Problema XVI 651. Con un mortero se tiraron algunas bombas cuyo número se ignora, con otro se tiró un doble número de bombas que con el primero, y 40 más, y con un tercer mortero se hizo igual número que con el primero y el segundo, y 50 más, y con los tres morteros se tiraron 250 bombas; se pide determinar el número de bombas que se tiraron con cada uno de los tres" (p. 559).

La siguiente serie de problemas es sobre sistemas de ecuaciones. En algunos enunciados las ecuaciones son de segundo grado, pero se simplifican y quedan finalmente como sistemas lineales.

Los problemas XXV y XXVI son casos de interés compuesto. Para resolverlos, se necesita utilizar una tabla de logaritmos, que los cadetes no tenían todavía. En este libro se explica qué logaritmos hay que tomar para encontrar la solución; pero no se da su valor, ni se obtiene la solución numérica del problema.

Los siguientes problemas son sobre mezclas[459]. Giannini mantiene su idea de dar un aire artillero a las cuestiones y plantea mezclas de salitre, con carbón y azufre, o de cobre con estaño. Solo en un caso pone oro y plata que solía ser el ejemplo típico en los manuales de aritmética.

En esta parte se plantea algún problema que tiene infinitas soluciones[460]. Pero, sus soluciones pueden reducirse a un número finito añadiendo una condición más; por ejemplo, que las soluciones sean enteras o positivas.



Los problemas del XXXVIII al XLVI se resuelven por medio de ecuaciones de segundo grado. Aquí Giannini pone algunos ejemplos de problemas que no tienen solución. Por ejemplo:

"Problema XLVI 688. Dada la suma de dos números, el producto de ellos y la suma de sus cuadrados, determinar dichos números" (p. 598).

Advierte que si "el número de las ecuaciones es mayor que el de las incógnitas, el problema propuesto será más que determinado, y será posible en el solo caso de que una de las condiciones sea consecuencia necesaria de las otras" (p. 598).

También se incluyen tres problemas sobre sumas de progresiones de números naturales, triangulares, cuadrados ó pentagonales. En

459 Giannini, de acuerdo con la forma de llamarles en castellano en la época, dice: "Esta operación pertenece a la Regla de Aligación, que tiene otros casos" (p. 574).

460 "El problema propuesto es indeterminado y se resuelve infinitos modos, aunque x y z hayan de ser números enteros" (p. 578).

sendos escolios se explica que la suma de los números triangulares y cuadrados dan el número de balas que hay en una pila de base triangular o cuadrada. Pero, Giannini no insiste en ello tanto como otros autores[461].

Los problemas del L al LVI se resuelven por medio de ecuaciones de segundo grado. El "Problema L 695 Hallar dos números racionales cuyos cuadrados juntos formen un cuadrado perfecto" (p. 605). Es equivalente a hallar todos los valores que pueden tener los catetos y la hipotenusa en un triángulo rectángulo, pero Giannini no discute las soluciones ni expone esta interpretación geométrica.

Los siguientes problemas se resuelven por medio de ecuaciones de tercer grado y se utiliza, para hallar la solución, la fórmula obtenida en el apartado correspondiente de la teoría.

En los problemas LXII y LXIII necesitan resolver ecuaciones de cuarto grado. Giannini no los resuelve en abstracto. Busca los cambios de variables que simplifican la ecuación concreta y finalmente da las soluciones para un ejemplo con números sencillos. En los problemas anteriores no se hacía así. Se resolvían en abstracto y luego se hallaba la solución para las cantidades indicadas en el enunciado.

En estas últimas cuestiones desaparecen los enunciados sobre artillería. Las matemáticas que se deben emplear se complican y, como se ha dicho, lo que trae el libro no es una colección de

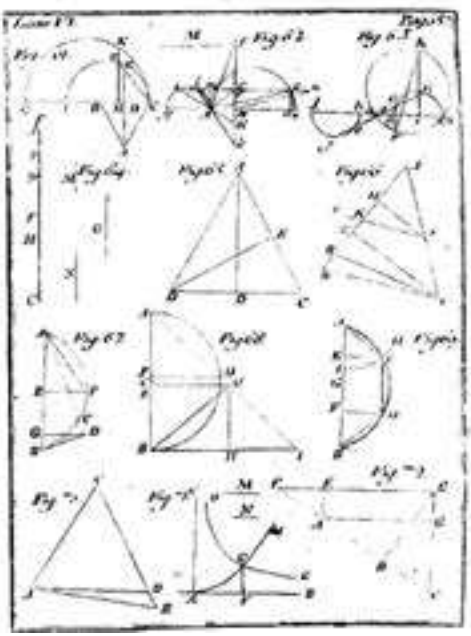
---

[461] El problema de contar las balas que hay en una pila aparece en varios tratados de la época. Por ejemplo T. V. Tosca en su *Compendio Mathematico* (1757, v. V, p. 606) en el Apéndice del Tratado XVII sobre pirotecnia, J. Sánchez Reciente en el "Capitulo XIV De la cuenta de las balas en pirámide" de su *Tratado de Artillería* (1734, p. 206) o en francés M. Belidor en su *Nouveau cours de mathematique a l'usage de l'artillerie et du genie* (1757, p. 485) "Trouver le nombre des boulets qui sont empilés". Más próximo a Giannini el jesuita Tomás Cerdá en el "Apendice Reglas para contar las balas o bombas en los almacenes de artillería" (p. 160-174) de su *Lección de Artilleria* (1764), Bezout en *Cours de mathèmatiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* (v. II, p. 213) lo estudia como ejemplo de aplicaión de las progresiones.

soluciones matemáticas de problemas de la artillería, sino las cuestiones habituales de un tratado de matemáticas elementales que se intenta adaptar a un colegio de cadetes de artillería.

"Del uso del calculo para resolver los problemas geométricos" (p. 620)

Los problemas de geometría comienzan con cuestiones de geometría plana, que se pueden resolver con rectas y circunferencias, como se hace en los seis primeros libros de los *Elementos* de Euclides. En estos problemas se pide, por ejemplo, hallar la recta tangente a dos círculos, o la circunferencia tangente a otras dos y a una recta. Habitualmente se comienza por resolver el problema por medios algebraicos hallando un segmento o ángulo que determina la solución por medio de ecuaciones. Luego se encuentra la forma de dibujar la solución con métodos puramente geométricos, como si no fuera suficiente hallar una solución por medio del álgebra.



En algunos casos, como en el "Problema LXXII 717 Dado el cuadrante circular ACB cuya cuerda AB, determinar en el radio CB prolongado / el punto G de suerte que tirada la recta AG sea GAxGF = $(AB)^2$ " (p. 628-629) se encuentra que cualquier punto lo cumple y entonces se advierte que se trata de un teorema.

A partir del problema LXXX los enunciados tratan de dividir lados o ángulos de un triángulo, o de resolver un triángulo del que

se conocen algunos lados o ángulos. Por ejemplo, "Problema LXXX 725. Dividir el ángulo BAC del triángulo dado BAC por medio de una recta AD de suerte que sea[462] Sc. BAD : Sc. DAC = BD : DC" (p. 638). En todos ellos no se pueden poner ejemplos numéricos porque todavía no se habían explicado en el curso las tablas de senos, secantes y tangentes. Algunos problemas, como el que pide obtener la fórmula conocida como el teorema del coseno, o el que pide deducir la fórmula de Herón para el área de un triángulo, son teóricos; pero los más prácticos también quedan resueltos solamente en general.

El "Problema XCIII 738 Entre dos rectas que dadas M y N, hallar dos medias proporcionales" es uno de los problemas famosos de la Antigüedad griega que servía para resolver la duplicación del cubo cuestión que, como se ha visto, aparece en otros escritos de Giannini. También el problema XCV, que pide dividir un arco circular en tres partes, es decir, el problema de la trisección del ángulo, es otro de los problemas clásicos de la antigua Grecia. Giannini propone su solución como corte de una parábola y una hipérbola y de una hipérbola y una circunferencia respectivamente.

Comparación con otros autores del siglo XVIII

El álgebra de Giannini supone un salto adelante si se compara con el *Compendio Mathematico* de Tomás Vicente Tosca que fue la obra más utilizada en España para estudiar las matemáticas puras y aplicadas en la primera mitad del siglo XVIII. En dicho tratado hay un apartado de "Aritmética inferior" en el tomo primero (Tosca, 1757, v. I, p. 135-270), y otros dos de "Aritmética superior" y "Algebra" en el tomo segundo Tosca (1757 v. II, p. 1-70; 71-336). La terminología que utiliza Tosca está menos desarrollada que la

[462] Aquí como en todo el libro Giannini usa Sc. A para indicar el seno del ángulo A.

de Giannini, todavía utiliza "cuadrado-cuadrado" para indicar la cuarta potencia,"cuadrado-cubo" para la quinta y así sucesivamente. Introduce términos como apotomes, o binomios[463] que provienen del libro X de los *Elementos,* para indicar determinados tipos de irracionales. Incluso acude a los *Elementos* para justificar razonamientos en aritmética o álgebra lo que Giannini no hace, salvo de forma genérica. En caunto a la notación, Giannini en álgebra utiliza, en general, la que está todavía vigente. Tosca emplea "Ω" en lugar de "=" para la igualdad, como J. Zaragoza el siglo anterior. Para los exponentes pospone los números. Así para a al cuadrado usa[464] a2 en lugar de "a^2". Las aplicaciones del álgebra a la geometría son menos numerosas en Tosca que en Giannini. En el "Libro VIII De la aplicación de Algebra a la Geometría" (1757, v. II, p. 313-336), tiene una treintena de cuestiones o teoremas referidos a problemas "lineales" o "planos", sobre segmentos, triángulos, cuadriláteros o circunferencias. No estudia las ecuaciones de tercer o cuarto grado. Tampoco se plantea el estudio de las cónicas u otras curvas a partir de sus ecuaciones.

Este volumen de álgebra del *Curso* de Giannini se parece más a lo que sobre la materia expone Bails en sus tratados. Comparando con los *Elementos de Matemáticas* (1779, v. 1, p. 1-195*)* se observa que Bails lo comienza explicando las operaciones con números, enteros, fracciones, decimales u otros Explica las operaciones, hasta las raíces cúbicas, las reglas de tres o las progresiones para terminar

---

463 Los binomios o binomiales son raíces del tipo $\sqrt{\sqrt{a}+\sqrt{b}}$, las apotomas o apotomes son como $\sqrt{\sqrt{a}-\sqrt{b}}$, En los *Elementos* se introducen en el libro X y se utilizan en el libro XIII para hallar razones entre segmentos. En el siglo XVIII en álgebra se podía trabajar con expresiones mucho más generales usando las raíces, sin necesidad de ir dando un nombre particular a cada tipo.

464 Tosca (1757, v. II, p.77), por ejemplo para los exponentes y p. 6 por ejemplo para el igual.

explicando lo que son los logaritmos. El tomo II está íntegramente consagrado al álgebra y las series. No trata Bails en el tomo II la aplicación del álgebra al estudio de curvas. Esa materia la deja para el tomo III (p. 1-226) en el que se explican, empleando el álgebra, las cónicas, la concoide, la cisoide y otros lugares geométricos que Giannini explica en este volumen. Giannini da mayor importancia a la interpretación geométrica, Bails más al álgebra.

Comparando esta parte dedicada al álgebra de Giannini con el francés Bezout en su *Cours de mathèmatiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* se observa que sigue el mismo orden que Bails. En el tomo I p. 1-150 explica la aritmética, llegando a exponer las progresiones y los logaritmos. El tomo II está íntegramente consagrado al álgebra y las series y termina viendo la aplicación de las ecuaciones al estudio de las cónicas. Bezout no estudia otras curvas como Bails o Giannini, en el tomo III se dedica al cálculo infinitesimal y a la mecánica.

Se pueden comparar las fuentes de Giannini y Bails cotejando los autores que mencionan en el "Prólogo". Se observa que hay un paralelismo bastante grande. De los diecinueve autores que cita Giannini trece son mencionados también por Bails entre los veinticinco que cita. Varios autores que no aparecen en Giannini los menciona Bails solamente para alguna cuestión menor, por lo que la semejanza es todavía mayor a la que reflejan esos números. Bails (1779, v. II, p. II-III) muestra su preferencia por el tratado de Bezout para el álgebra:

> "E1 primero de quien echamos mano es el de M. Bezout, de donde trasladamos quasi todo lo que en el nuestro se leerá hasta la resolución de las equacíones supe- / riores".

En una nota advierte que se refiere al *Cours de mathématiques à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine.* Giannini por su parte no parece que siga a ningún autor en concreto.

Otra diferencia entre los dos matemáticos está en que Bails parece estar más al tanto de las últimas novedades y cita a Lagrange,

D'Alembert y Gherli[465]. Sin embargo no cita en este apartado a los italianos Agnessi o Pietro Martino, autores de las décadas centrales del siglo XVIII, probablemente por orientarse más hacia autores franceses, ni a Reyneau y Wolff a los que, tal vez, considerara superados.

[465] Odoardo Gherli de la orden de los predicadores publicó *Gli elementi teorico-practici delle matematiche pure* (1772, 4 v.).

Capítulo Séptimo

PRACTICAS DE GEOMETRIA Y TRIGONOMETRÍA

En el prólogo de esta obra Giannini explica que el volumen consta de cinco libros. En el primero se trata de los instrumentos que sirven para medir ángulos o distancias. En el segundo de los métodos para medir en el terreno la distancia entre dos objetos. En el tercero se estudia la manera de hallar áreas y de trazar mapas. El cuarto es sobre la medición de volúmenes y el quinto sobre nivelación. La obra tiene una segunda parte con las tablas más necesarias en la geometría práctica, incluyendo una tabla de logaritmos deci-

PRÁCTICAS
DE
GEOMETRÍA Y TRIGONOMETRÍA,
Con las Tablas de los Logaritmos de los Números naturales hasta 20000, de los Senos, Cosenos, &c. artificiales de todos los minutos de un Quadrante de Círculo, de los Pesos, Medidas y Millas de las Ciudades principales, &c.
PARA LA ENSEÑANZA
DE LOS CABALLEROS CADETES
DEL REAL COLEGIO MILITAR
DE ARTILLERÍA.
Por DON PEDRO GIANNINI, *Profesor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bologna, &c.*

SEGOVIA. MDCCLXXXIV.
EN LA OFICINA DE DON ANTONIO ESPINOSA.
Con superior permiso.

males, otra de logaritmos hiperbólicos, una tabla de logaritmos de las líneas trigonométricas y varias tablas con los "pesos, medidas y millas de las principales ciudades", y sus equivalencias. Al final de esta segunda parte de la obra va un apartado dedicado a explicar las tablas y su utilización.

Giannini publicó este volumen de matemáticas aplicadas dos años después de imprimir el segundo tomo del *Curso Matemático*. Formalmente no es parte de dicho *Curso*. Se plantea como una obra auxiliar que se publica "a fin de que en un solo volumen se hallen todos aquellos auxilios que regularmente las Practicas Geométricas y Trigonométricas necesitan" (s.p.). Probablemente la discusión habida en el Consejo del Colegio de 7 de enero de 1782 y la resolución del conde Lacy, comunicada el 12 de enero, corroborando el programa de Giannini, pero pidiéndole que después del álgebra explicara la geometría práctica e "hiciera un tratado de ella"[466] le llevó a dejar de lado la publicación del tercer tomo del *Curso Matemático* y a centrarse en este tomo de geometría práctica.

Se ha comentado en los problemas del tomo II y en la parte de trigonometría del tomo I del *Curso Matemático,* que el texto resultaba demasiado teórico y se necesitaban tablas trigonométricas y de logaritmos para las resoluciones numéricas. Además, había una serie de temas en el arte militar, como el medir distancias y volúmenes o dibujar mapas, en los que se requería saber cómo utilizar los instrumentos geométricos adecuados. Esas cuestiones de matemáticas aplicadas figuraban en los libros de artillería desde el siglo XVI. Diego de Alava[467] en *El Perfecto capitán* (1590) dedica

---

466 *Actas* (v. II, f. 374 v.)

467 Diego de Alava y Viamont (o Alaba y Beaumont) era alavés e hijo de Francisco de Alava que fue jefe de la artillería de Felipe II. Jurista, estudió en Salamanca con el Brocense y Gerónimo Muñoz. Su libro *El Perfecto capitán* (1590) es un tratado de artillería con fuerte base matemática en el que se sigue de forma crítica las teorías de Tartaglia. La parte práctica es también excelente, probablemente por los consejos de su padre porqur Diego de Alava no fue artillero.

bastante espacio a las tablas trigonométricas, los instrumentos geométricos y la medida de alturas o distancias. También Julio Cesar Firrufino lo hace en *El Perfeto Artillero* (1642) o Sebastián Fernández de Medrano en el *El Ingeniero* (1687). Por otra parte, la información sobre unidades ofrecida por Giannini en el tomo II resultaba insuficiente para los artilleros que tuvieran que residir fuera del reino de Castilla.

En este libro Giannini busca la aplicación práctica por lo que evita las demostraciones, y ofrece reglas prácticas para resolver problemas, sin justificar lo propuesto[468]. Si en algún momento se necesita profundizar en alguna cuestión se advierte en el prólogo que se enviará al lector al apartado correspondiente del *Curso Matemático*. Pero Giannini no deja de recordar en dicho prólogo que las matemáticas superiores son imprescindibles:

> "Las prácticas de geometría y trigonometría necesitan no solo el auxilio de estas dos partes de la matemáticas puras, sino también diferentes conocimientos de la Física y de los cálculos algebraicos e infinitesimales" (s.p.).

La abstracción y el rigor en matemáticas con el que enfoca Giannini su *Curso matemático* pueden llevar a pensar que en este libro más aplicado podría estar a disgusto y descuidar las materias. No es así, logró publicar un tomo muy útil que tuvo mucho éxito. Cincuenta años más tarde todavía se utilizaba en la formación militar. Cuando en 1828 se pensó en publicar el nuevo curso de matemáticas que había escrito José Odriozola se redactó un "Dictamen de la Junta Superior Facultativa del Real Cuerpo de Artillería"[469] en el que se decía que al explicarse en los libros de Odriozola las aplicaciones prácticas de la

---

[468] Lo dice en el prólogo "He omitido las demostraciones de las proposiciones expuestas en dicho curso" (s.p.)

[469] *Dictamen de la Junta Superior Facultativa del Real Cuerpo de Artillería de Segovia acerca del Curso de Matemáticas Puras escrito por el Capitán de la propia arma José Odriozola*. Está incluido en su Hoja de Servicios AGM de Segovia Sección 1ª, Legajo O-106.

geometría a la artillería, se evitaría seguir recurriendo a la *Geometría Práctica* de Giannini. Luego el libro de prácticas de Giannini todavía se seguía utilizando en los estudios militares en 1828.

En este volumen no se discute en el prólogo sobre los autores que han escrito sobre estas cuestiones. Los problemas que se plantean son, en general, bastante elementales y no es necesario referirse a autoridades. Al final del libro se indican los autores que se han utilizado para confeccionar las tablas.

"Libro Primero Nociones Generales" (p. 1)

En las primeras páginas se dan algunas nociones de geografía necesarias para hacer mediciones sobre la superficie terrestre. Se comienza por describir la forma de la Tierra:

> "Escolio 2. Sin embargo de que la figura de la tierra es un esferoide elíptico chato [...] su exe menor que se valúa en 6.525.376 toesas, siendo su exe mayor 6.562.024; no obstante en la geometría práctica se puede sin error sensible considerar la tierra de figura esférica" (p. 1).

Se añade que dos líneas perpendiculares a la Tierra no son paralelas, aunque se acepta que si distan entre sí menos de 1' (951 toesas), se puede considerar que lo son sin que se produzca en consecuencia un error sensible. La superficie de la Tierra se puede suponer plana, igualmente, si las distancias de las que se trata no son grandes. Se distingue la distancia horizontal y la distancia efectiva. Se definen eje de la Tierra, los polos, los meridianos y los puntos cardinales. Son unas cuestiones sencillas de geografía, que luego se van a utilizar al dibujar mapas o en la nivelación. No son comparables estas explicaciones a la cosmografía que se estudiaba en la Academia de Guardia Marinas de Cádiz o en la Academia de Matemáticas de Barcelona.

Pese a que se dice poco sobre el tema, se puede deducir que se acepta el movimiento de la Tierra, aunque de forma prudente:

"10. Exe de la Tierra es aquel diámetro alrededor del cual se supone moverse la Tierra en el espacio de un día" (p.3).

El "supone" antes del movimiento de la Tierra resulta sorprendente. Podría ser para evitar las críticas de la Inquisición. Giannini era partidario de la física de Newton, para la que el movimiento de la Tierra es una consecuencia necesaria. Peror ese movimiento no estaba generalmente aceptado en España. Poco antes en el curso de Lucuce, que se explicó en Academia de Matemáticas de Barcelona en 1776 todavía se decía:

"Discuten con vanidad los filósofos y astrónomos sobre si la Tierra es movible o estable, pero los argumentos en una y otra sentencia no son concluyentes: la mejor opinión y más conforme a la Sagrada Escritura es que la Tierra es inmóvil y que los astros son movibles; además que en este sentir se da la razón de todos los fenómenos que se observan en los astros. Nicolás Copérnico defendía la contraria pero esta sentencia fue condenada por la Sacra Congregación de Cardenales, por oponerse a diversos lugares de la Escritura, y no siendo necesario el movimiento de la Tierra para salvar los fenómenos que se observan en el cielo, sí se ha permitido que se admita como hipótesis pues en este sistema se hacen bien los cómputos astronómicos[470]."

Dos años antes de esa explicación y diez años antes de que se publicara este tomo, Jorge Juan había publicado *Estado de la Astronomía en Europa* (1774) en el que defendía el movimiento de la Tierra y criticaba el atraso de España, afirmando en particular "No hay reino que no sea newtoniano y por consiguiente copernicano"[471] como se ha comentado en el capítulo primero. Por lo tanto, el movimiento terrestre podía ser defendido públicamente. Pero, seguía estando criticado por los sectores conservadores y es probable que Giannini quisiera ser prudente.

---

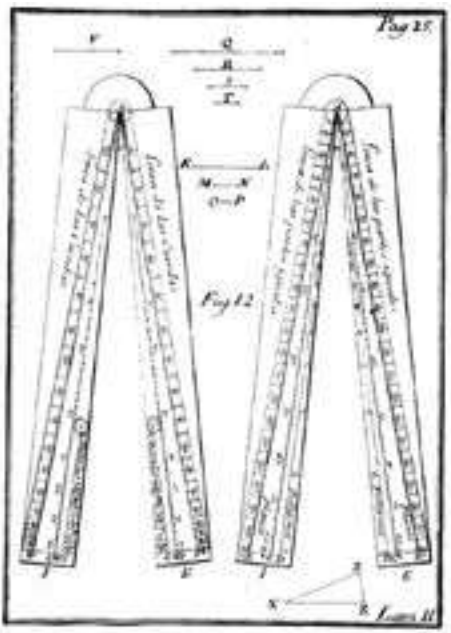
[470] Alcaide y Capel (2000), en el Libro II capítulo 1º "De la estabilidad de la Tierra".

[471] Jorge Juan (1774, p. 14).

Por otra parte el inspector Gazzola había conseguido en 1773 del Inquisidor General Manuel Quintana Bonifaz "licencia y facultad en iguales términos al Director y diez oficiales que ahora son y en adelante fuesen empleados por S. M. en dicho Real Colegio para la educación y adelantamientos matemáticos de los referidos caballeros Cadetes para que puedan tener, y leer los libros prohibidos que precisamente juzguen necesarios para la mejor instrucción, enseñanza y los empeños en que sus respectivos encargos, teniéndolos en tal disposición que no los pueda leer otra persona"[472]

Instrumentos geométricos

Las siguientes páginas están dedicadas a enumerar los principales instrumentos geométricos y a explicar su utilidad y funcionamiento. Los primeros que se presentan son la plomada, la escuadra, la escala o "pitipié", las reglas paralelas, el semicírculo graduado y el cuadrante. La mayoría se utilizaban en dibujo. Se explica cómo se pueden usar para dibujar un polígono inscrito en una circunferencia. Se comenta también la utilización del cuadrante para medir la elevación de las piezas.



Para realizar cálculos se propone "la Pantómetra o

[472] "Licencia para leer libros prohividos [sic] en el Colegio de Segovia [Manuscrito] / Manuel Quintana Bonifar Arzobispo de Pharsalia" biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia sign.: 39-2-39

Compás de Proporción[473]" (p. 12). Este instrumento, que se basaba en la proporcionalidad entre los lados de dos triángulos semejantes, era tanto más útil cuantas más líneas tuviera en las "patas" del compás para realizar los cálculos[474]. La que propone Giannini tenía las siguientes líneas:

> "32 La Pantómetra o Compás de Proporción. Es un instrumento compuesto de dos reglas AE, AI móviles alrededor del punto A. Sobre dichas reglas están señaladas diferentes rectas, de las que son las principales la línea de partes iguales o Aritmética, la línea de las Cuerdas, la de los Polígonos, la de los Planos, la de los Sólidos y la de los metales" (p. 12).

La línea de partes iguales hacía las veces de una escala. La línea de cuerdas servía para medir ángulos. La línea de los polígonos servía para dibujar los lados de los polígonos inscritos en una circunferencia, cuyo radio fuera igual al espacio comprendido entre la señal del seis de las dos patas del compás. Esa aplicación tenía interés en la fortificación. La línea de planos servía para hallar las longitudes de los lados de dos figuras semejantes de las que se sabía la proporción en la que están sus superficies. La línea de los sólidos servía para hallar la razón entre las aristas de dos cuerpos, de los que se conocía la razón entre los volúmenes. Estas dos líneas, comparadas con la de partes iguales, servían también para hallar las raíces cuadradas

---

473 Fue inventado, probablemente, por Guidobaldo del Monte en 1568; pero se popularizó a comienzos del siglo XVII con la aparición, entre otros, del libro de Galileo *Le Operazioni del Compasso Geometrico e Militare* que se publicó en Padua en 1606. Su uso se generalizó rápidamente entre los militares. Por ejemplo, Fernéndez de Medrano en *El Ingeniero* (1687, v. II, p. 327- 353) dedica un apartado a su "regla de proporción".

474 Ya lo explicaba Fernández de Medrano (1687, v. II, p. 350) cien años antes: "Y con esto / darè fin à las operaciones que por la regla se pueden hazer, por ser infinita, pareciendome pues que todo se executa por la construcion de un ángulo, cortando sus lineas proporcionalmente, que con las advertencias que hemos dado, podrà el que fuere curioso, executar lo que quisiere, porque si bien lo ha notado todo viene hà ser una regla de tres".

y cúbicas. Finalmente la línea de metales daba los diámetros de las esferas de oro, plomo, plata, cobre, hierro y mercurio que pesan lo mismo que una de estaño que pesa 1000 unidades

La exactitud de este instrumento dependía de la precisión de las escalas, que no podían ser muy largas pues se quería que las pantómetras fueran fáciles de llevar. Su utilidad podía aumentarse añadiendo nuevas escalas, pero eso dificultaba también su lectura. La propuesta de Giannini era la más habitual en los libros de la época[475]. La pantómetra hacía las veces de una calculadora en muchas situaciones. Pero, su aplicación requería más conocimientos que los restantes instrumentos y era el más difícil de aplicar[476]. Ya lo decía Cadalso en *Los eruditos a la violeta* (1772, p. 45):

> "No os metáis en explicar igualmente la pantómetra (palabra compuesta de otras dos griegas, que significan universal medida) no os metáis en eso, digo una, y otras mil veces, porque el demonio del instrumentico ese tiene un tratado solo para sí, y quiera Dios que baste."

Pero las matemáticas de Giannini no son para "eruditos a la violeta", y es el aparato al que más espacio dedica (p. 12-20).

En este apartado se continúa presentando los instrumentos que se empleaban para las construcciones en el campo. Se explica la cadena, que solía tomarse con eslabones de un pie de longitud y servía para medir distancias y los piquetes, que servían para marcar puntos en el terreno. También se menciona la cuerda; pero no se

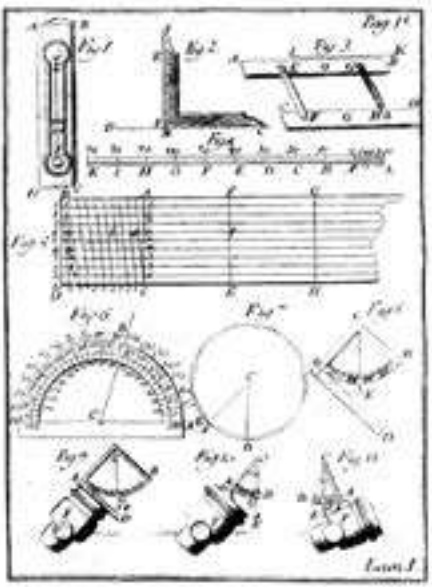
---

475 Las líneas que tiene son las mismas que propone Bails en *Elementos* (1779, v. I, p. 411). Fernández de Medrano en *el Ingeniero* tenía además una línea con los lados de polígonos regulares de igual superficie, otra de aristas de los poliedros regulares inscritos en una esfera, cuyo diámetro está indicado por la letra S y otra de las aristas de los sólidos regulares y el diámetro de una esfera que tienen igual volumen; pero la regla de Medrano tenía más superficie para dibujarlas porque era una regla ancha. A cambio de eso para cualquier cálculo había que dibujar el triángulo y trasportar las longitudes.

476 Bails (1779, v. I, p. 411-441) también lo explica y pone más ejemplos sobre su uso que Giannini.

recomienda porque se alargaba con la humedad y el calor. Para evitar ese inconveniente se propone un tratamiento que al parecer aconsejaba Wolff.

A continuación se exponen distintos tipos de niveles[477]. El primero es el "nivel de agua", en el que hay un líquido dentro de un tubo en U con el que se puede saber si está plano comparando el nivel al que está el agua en los dos tubos verticales. El "nivel de aire" es el nivel de burbuja o de carpintero y el "nivel de peso" que es un triángulo de madera con una plomada que pende del vértice superior y cuya inclinación respecto a la vertical da el desnivel de la base[478].



Para medir ángulos sobre el terreno se propone el "Grafómetro" (p. 29) que era un semicírculo dividido en 180 grados sobre el que giraba una "alidada" o diámetro movible, que podía tener pínulas o anteojos para ajustar la visual. El semicírculo estaba colocado sobre un trípode con una plomada y un cilindro móvil que permitía darle distintas orientaciones.

Para levantamientos topográficos que no fueran muy precisos se propone "la plancheta o mesilla" (p. 25), que era una tabla de 16 ó

477 "Del Nivel" (p. 22-25)

478 Este instrumento ya lo proponía para los militares Andrés García de Céspedes en su *Libro de instrumentos nuevos de geometría* (1606, p. 20-24). También lo propone Larrando de Mauleón, en *Estoque de Guerra* (1699, v. I, p.33)

18 pulgadas de largo y parecido ancho a la que se le ponía encima el papel de dibujo. Tenía también una regla con dos pínulas para tirar las visuales. Por medio de las rectas que se iban dibujando se reproducía a escala la figura observada. Giannini explica en este apartado cómo trabajar en diferentes casos, según la longitud a medir sea vertical horizontal o inclinada, y cómo ayudarse de piquetes.

También se explica la brújula y se dice cómo utilizarla para hallar la línea meridiana, o, si está provista de una regla con dos pínulas, como usarla en lugar del grafómetro para medir ángulos, si no se necesita mucha precisión.

Acaba este apartado proponiendo dos instrumentos que "el Señor Rochon[479] presentó en la Academia de las Ciencias de Paris y que son útiles a la Astronomía y a la Geometría práctica" (p. 38). Se trata de colocar un prisma de cristal de roca que se junta con un prisma de vidrio para evitar el cromatismo, entre el objetivo y el foco de una lente. Moviendo el prisma se puede hacer que la imagen ordinaria y la refractada se toquen, y conociendo el ángulo de la doble refracción, la distancia focal y el movimiento necesario para conseguir que coincidan en el objeto estudiado, se puede hallar el diámetro de dicho objeto. Advierte que este aparato sólo es válido para ángulos pequeños. Comenta que el error en las me-

[479] Alexis Marie Rochon (1741-1817), conocido como el Abbé Rochon aunque no llegó a ser sacerdote, fue astrónomo, óptico y viajero. Como viajero se le conoce por su viaje a Madagascar en 1768. Inventó en 1777 el micrómetro prismático que se basaba en la doble refracción del cristal de roca. Un resumen elogioso de su trabajo se publicó en el *Journal de Savants*. Luego lo mejoró para que sirviera también para conocer distancias. En 1804 presentó su instrumento a Napoleon, quien según Monge quedó favorablemente impresionado. Sin embargo, no se ha tenido conocimieto de aplicaciones militares del mismo, mientras que el micrómetro de Rochon ha sido bastante aplicado en astronomía para medir el diámetro de los astros. Sobre Rochon véase: Danielle Fauque 1985 "Alexis-Marie Rochon (1741-1817), savant astronome et opticien" *Revue d'histoire des sciences,* 38-1, p. 3-36.

didas no es importante y piensa Giannini que este instrumento puede tener muchas aplicaciones en la guerra:

> "Si no se quiere más de una aproximación, como sucede en las operaciones militares, se ve bien con cuanta facilidad se pueden con este instrumento hallar en un instante las distancias" (p. 41).

No se han encontrado unos cuadernos de notas de algún cadete que permita asegurar que las prácticas que se explican en este volumen las realizaban en el Colegio. Pero se puede asegurar que los cadetes disponían en Segovia de los instrumentos necesarios para poder hacerlas. En los *Catálogos* de los libros del Real Colegio Militar de Artillería de Segovia, realizado por Giannini y un teniente de la Compañía se incluyó un listado de instrumentos, al menos, los años 1790, 1791, 1794 1796 y 1798. Las listas no son muy diferentes de un año a otro. Si nos fijamos en la realizada en "Segovia noviembre 23 de 1791" por Pedro Giannini y Joaquín González[480] figuraban en la lista los siguientes instrumentos:

- 11 Cuadrantes (2 astronómicos 9 trigonométricos de los que 8 tienen pie y nivel)
- 2 Planchetas
- 4 bloques (1 en latón con anteojo, otro en caoba y otro con un triángulo filar)
- 1 péndulo de latón
- 2 grafómetros (uno de latón con burbuja)
- 44 semicírculos (23 de latón y 21 de talco)
- 12 niveles (2 de burbuja, 2 de aire con cuadrante, 1 de agua, 1 con su caja, 1 de metal con arcos concéntricos, 2 de peso con su péndulo y 3 sin péndulo)
- 2 cuentapasos
- 1 cuentavueltas con rueda para carruajes

[480] El documento está refrendado, en "Segovia 15 de Febrero de 1792" por Pedro Giannini y Alejandro Ferrer (mss. en la BAAS), con la advertencia de que se han perdido cinco objetos.

- 31 brújulas con caja de madera.
- 3 teodolitos con anteojo, nivel de aire, y brújula con círculo graduado
- 1 telescopio de 2 pies de Castilla
- 1 microscopio y piezas de microscopio sueltas
- 1 máquina neumática con sus tubos
- 1 cámara oscura
- Globos (uno celeste y varios terrestres)
- 10 escuadras (1 de latón con péndulo, 2 pequeñas de las que 1 graduada, 7 de caoba de las que 4 graduadas)
- 2 estuches (uno con 5 compases; 1 ruedecita; 2 puntas para tinta; 1 punzón; 1 dedal para lápices; 1 compás; 1 navaja; 2 reglas unidas para paralelas: 1 escuadra; 1 pantómetra; 1 regla de latón. Al otro estuche le faltaban compases)
- 1 estuche con 2 barras imantadas
- 1 pantómetra
- 2 estuches con escuadra, octante y compás
- 20 compases y 34 lapiceros de latón
- 5 varas ("Tres varas de acero del marco de Burgos" con caja)
- "media toesa de acero"
- "dos marcos de latón de peso de Castilla"
- 2 cadenas.
- 3 reglas con los calibres en pies de Castilla y de París
- 6 reglas para trazar paralelas y varias reglas más
- 9 anteojos
- 1 Barómetro y 1 termómetro ingleses
- 9 termómetros
- 2 péndulos y relojes
- 1 modelo de cabria
- 2 punteros
- 1 calcador.

Además en las buhardillas tenían más planchetas, cuadrantes, teodolitos, cuentapasos, niveles, modelos y máquinas, entre las que había un modelo de molino de pólvora de madera y un modelo de

máquina de Cádiz para embarcar y desembarcar cañones, además de un modelo de prensa descompuesto.

De los aparatos que figuran en la lista hay varios que no se describen en este libro, como los barómetros, los termómetros, la cabria o la máquina neumática que se estudiaban con el tomo IV dedicado a la Mecánica del *Curso Matemático* de Giannini.

"LIBRO II" Medida de longitudes

En este libro se estudia problemas relacionados con la medida de distancias en el terreno. Las veintitrés primeras proposiciones están dedicadas a medir distancias en línea recta, de la proposición veinticuatro hasta la treinta y uno se trata de medir longitudes de circunferencias y arcos. Son cuestiones de geometría aplicada, que solían incluirse en los libros de geodesia, topografía o geometría práctica, pero que no solían incluirse con tanta extensión en un curso matemático.

En las dos primeras proposiciones se explica como medir las longitudes horizontales, poniendo piquetes alineados y midiendo la distancia entre piquetes con la cadenilla o con una regla, si la distancia es pequeña. Si hay un desnivel se propone hallar la longitud midiendo la distancia entre un piquete y el siguiente, cuidando de poner las cadenillas horizontales en cada tramo.

Las cinco proposiciones siguientes estudian la manera de hallar la distancia que existe entre dos puntos en el campo, según los extremos sean accesibles o no. En todos los casos se proponen dos métodos para calcularla. En los dos, se empieza buscando dos puntos accesibles entre los que se mide la distancia que sirve de base para todos los cálculos posteriores. Para hallar la distancia pedida con el primer método, se utiliza el grafómetro para medir ángulos, y se resuelven luego los triángulos apropiados por medio de la trigonometría. Con el otro método se usa una plancheta

y se van dibujando las visuales necesarias en el papel para tener representada la distancia que se busca. También se debe dibujar la línea de longitud conocida. La relación entre la longitud real y la del dibujo de dicha línea conocida da la escala del dibujo, escala que permite conocer la longitud real de la distancia pedida. En estas proposiciones no se dan ejemplos numéricos, ni se explican los pasos que se deben dar para resolver por trigonometría los triángulos planteados.

En las proposiciones VIII, IX y X se plantea la forma de hallar, estando en una torre, la distancia entre dos puntos que están en el plano de la base o en otro plano distinto. Por ejemplo

> "Proposición IX 81. Medir desde lo alto de una torre AH, la recta horizontal e inaccesible EF, que está en el plano vertical que pasa por la altura AI de la torre, y en diferente plano de el que pasa por su base IH" (p. 56).

Los métodos utilizados son los mismos que en las proposiciones anteriores: con el grafómetro y resolviendo triángulos, o dibujándolos en el papel con la plancheta y una escala; pero, los pasos a dar se complican. Por ejemplo en la proposición X se tienen que resolver siete triángulos diferentes para llegar a la solución.

En la proposición XI y en las posteriores hasta la XXII se trata de trazar en el terreno líneas que son paralelas, o perpendiculares, a otras dadas, o que son la prolongación de ellas, después de pasar por un obstáculo.

En todas estas proposiciones los métodos utilizados siguen siendo fundamentalmente los mismos a los empleados en las anteriores. Tampoco cambian en las tres proposiciones siguientes en las que se plantea hallar una altura cuya base puede ser accesible o no, y puede encontrarse o no en el plano del observador. Se advierte que si se tratara de medir la altura de una montaña no se podría despreciar el efecto de la curvatura de la Tierra, por eso en un escolio se explica cómo corregir el ángulo de elevación del punto más alto de una

montaña cuando las distancias son muy grandes. En otro escolio se comenta que la refracción del aire hace aumentar el ángulo de elevación y disminuir el de depresión cuando se trata de medir la altura de una montaña. Se da la corrección que para esos casos proponía Cassini de Thuri[481].

En otros escolios posteriores se plantea cómo reducir los errores debidos a que el punto desde el que se toman las medidas no es el centro exacto de la torre o del edificio desde el que se mide, o a que, con el grafómetro, no podían apreciarse los segundos al medir un ángulo. En esa discusión queda claro que las mediciones con el grafómetro eran más precisas que con la plancheta.

La última parte de este apartado está dedicada a la medida de arcos de circunferencia. Comienza con:

> "Proposición XXIV Expresar por números próximamente la razón de la circunferencia al diámetro" (p. 88).

Se dan los valores de Arquímedes, entre 3 y $\frac{22}{7}$, de Adrian Mecio, entre $\frac{354}{13}$ y $\frac{355}{13}$, y el valor de Mr Lagny que tenía 128 cifras exactas[482].

En las proposiciones siguientes siempre se pide que la longitud se dé "proximamente". Los problemas que se plantean son conocer la longitud de un arco, dados los grados que abarca, y su cuerda, o el diámetro, o el problema recíproco de dibujar un arco que acaba en dos puntos dados y abarca un ángulo central conocido.

---

481 César-François Cassini de Thury (1714 – 1784), también llamado Cassini III fue un astrónomo y cartógrafo francés. Heredero de una tradición de cartógrafos continuó el plano topográfico de Francia que había comenzado su abuelo, y que continuó su hijo. Perteneció a la Academia de Ciencias de Francia y fue director del Observatorio de París.

482 En realidad no es cierto. El francés De Lagny (1660-1734) se confundió al calcular la cifra que ocupa el lugar 113 en la que puso un 7 cuando en realidad es un 8. El método de De Lagny era por medio de series y obtuvo el valor de π más preciso del siglo XVIII. Aunque Euler descubrió series que convergían más rápido, no las utilizó para encontrar muchos decimales de π.

En esas proposiciones se utiliza para π la aproximación de Adrián Mecio, $\frac{355}{13}$, cuando se quieren dar resultados numéricos. Pero en la mayoría de los problemas no se dan valores. Sólo se explica el camino a seguir para obtener la cantidad pedida.

La medida de longitudes en el terreno era una cuestión muy corriente en los libros de artillería. Diego de Alava en *El Perfecto capitan* (1590) los estudia en el "Libro cuarto En el que se trata de todos los géneros de medidas necesarias para el uso de la artillería con planisferio, astrolabio, cuadrante y otros instrumentos matemáticos", Julio Cesar Firrufino en *El Perfecto Artillero* (1642) resuelve algún ejemplo en el apéndice titulado "Proposiciones Geométricas". Fernández de Medrano las consideraba más propias de los ingenieros militares que de los artilleros. Estudia las medidas de longitud en los tratados generales de arte militar, como *Rudimentos Geométricos* (1677), donde les dedica un libro: "Libro Tercero De la Geometria Practica que trata de la Altimetria, y enseña a medir alturas longitudes latitudes y profundidades por un instrumento llamado Quadrante Geometrico" y también en sus tratados de fortificación como *El Ingeniero* (1687) en el "Tratado de la Trigonometría". En el siglo XVIII, en los cursos completos de matemáticas en castellano se incluía habitualmente una sección sobre estos temas. Tosca en su *Compendio Matemático* (1707-1715) se preocupa por la resolución de los triángulos en el apartado de "Trigonometría" del volumen tercero y por la longitud de la circunferencia en la "Geometría Elemental" del primero, pero sin estudiar la medida de longitudes en el campo. Bails en los *Elementos* (1779, v. I) en el apartado dedicado a la "Geometría Práctica" (p. 400- 549) tiene una sección titulada "Método para la medida de líneas" (p. 478-494) que tiene un contenido parecido al de esta parte del libro de Giannini. En el Curso de Lucuce que se explicó en la Academia de Matemáticas de Barcelona, desde 1744, en el Tratado tercero de Geometría

Práctica las proposiciones 20 a 25 de la parte de trigonometría eran también problemas de este tipo[483].

En Francia, Bezout estudia problemas de medición de longitudes en el tomo primero del *Cours de mathèmatiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* y en el tomo segundo de su *Cours de mathèmatiques à l'usage des gardes du pavillon et de la marine,* donde se extiende algo más. Se le da más importancia a estos temas en los libros franceses de matemáticas aplicadas como el de M. Belidor *Nouveaux Cours de Mathématique à l'usage de l'artillerie et du genie* (1725), en el que se abordan estas cuestiones en el libro cuarto «Seconde partie qui traite de la trigonométrie rectiligne» (p. 211-250) o en las geometrías como la *Géométrie Pratique* (1689) de M. Ozanam[484], en la que se dedica a estos problemas la parte titulada «Seconde partie de la longimetrie» (p. 132-165).

"LIBRO III» Figuras planas

En el libro tercero se estudian cuatro cuestiones relacionadas con las figuras planas. La primera es el dibujo de mapas, la segunda el cálculo de áreas en el plano, la tercera es la transformación de dibujos planos, viendo, por ejemplo, como se puede encontrar un cuadrado que tenga la misma área que un polígono, y la última es encontrar la superficie lateral de los sólidos más habituales. Como en los libros anteriores de este tomo se indica en cada pronblema el método que se debe utilizar para resolverlo, pero no se demuestra, ni se justifica, el procedimiento propuesto.

---

483 Mora y Massa (2008, p. 841).

484 Jacques Ozanam (1640 - 1717) profesor de matemáricas francés que publicó gran número de manuales para la enseñanza, entre otros esa geometría práctica y una versión de los *Elementos* de Euclides. También publicó unas *Récréations mathématiques et physiques* (1694, París, 2 v.) que tuvieron mucho éxito.

La materia de este apartado solía conocerse por «planimetría». Los problemas de áreas tenían aplicación en fortificación y sobre todo en agrimensura, a la hora de vender y comprar tierras, o en las herencias cuando se trataba de dividirlas. Pero la aplicación más usual era para calcular las peonadas de los temporeros que cobraban según la superficie de tierra que cosechaban.

La primera cuestión que se plantea en este libro es hallar el «Plano o planta de un terreno, de una fortaleza o de una ciudad" (p. 92). Se comienza estudiando la representación de un polígono, tomando dos puntos como base, midiendo la distancia entre ellos y luego por medio del grafómetro y el cálculo trigonométrico o con la plancheta y el dibujo a escala, ir hallando los vértices. Se detalla en las distintas proposiciones cómo se debe hacer si los dos puntos son exteriores o interiores a la plaza, o si hay vértices inaccesibles. Para los lados en curva se explica que se debe tomar una recta de referencia, y hallar las perpendiculares desde ella a varios puntos de la curva. También se explica como actuar para dibujar un río ayudándose de la brújula o cómo indicar los bosques o edificios. Pero no se dan los convenios en cuanto a figuras y colores que se solían utilizar en el siglo XVIII, y que se explicaban en los cursos de dibujo. Al final de esta parte se plantea el problema inverso. Se tiene el plano del proyecto y se trata de pasarlo del dibujo al terreno.[485]

La segunda parte de este libro se titula: "De las medidas de las superficies planas" (p. 106). En ella se explica la forma de hallar las áreas del cuadrado, rectángulo, paralelogramo, triángulo y trapecio. No se dan fórmulas, sino que se indica con palabras los pasos a dar. Por ejemplo para el cuadrado, no se indica $A = l^2$, sino que se dice:

> «Mídase uno de los lados de dicho cuadrado, y el número de varas, pies & c. que contiene multiplíquese por sí mismo y el producto dará el número de varas cuadradas & c. que contiene la superficie» (p. 106).

---

485 "Proposición V 121 Señalar sobre el terreno qualquiera figura dcebafd delineada sobre el papel" (p. 105).

Se generalizan las reglas para cualquier polígono regular o irregular, en este último caso dividiéndolo en triángulos.

En las siguientes proposiciones se indica como hallar "próximamente" el área del círculo, del sector circular, del segmento circular, de la corona y de la lúnula. Luego se da la forma de calcular el área de la figura limitada por una abscisa una ordenada y un arco de parábola, la superficie delimitada por una elipse y la de un segmento elíptico. Para otras curvas se proponen diversos métodos para hallar aproximadamente el área.

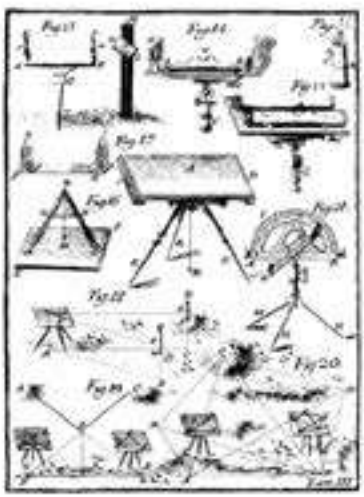
El siguiente apartado trata "De la Transformación Suma Resta Multiplicación y División de las figuras rectilíneas" (p.113). En esta sección primero hay una serie de proposiciones sobre convertir cualquier polígono en un triángulo que tenga la misma superficie. Luego se estudia como convertir un triángulo en un polígono que tenga su misma área y sea semejante a una figura dada. La consecuencia de estas proposiciones es que "Se podrá trasformar cualquier figura rectilínea en un polígono que sea igual a ella y semejante a un polígono dado" (p. 120).

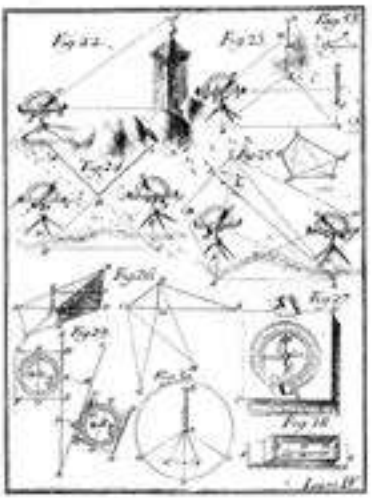
Esta parte es una ampliación de las proposiciones de los libros I (42 a 46) y VI (25) de los *Elementos* de Euclides, que explican como transformar figuras planas en otras de la misma superficie y que tengan una forma dada. Es una cuestión más teórica que las anteriores. Pero no era rara encontrarla estudiada en los libros de geometría elemental en el siglo XVIII. Bails, por ejemplo, también explica algo parecido en los *Elementos* (1779, v. I, p. 521-527) en el apartado "De la Transformación de figuras".

Las proposiciones XXXII a XXXVI están dedicadas a obtener una figura que tenga por área la suma de las áreas de otras dos. Los pasos a dar, después de conocer como transformar cualquier polígono en un triángulo son sencillos, reduciéndose a sumar triángulos de igual altura. También se explica como obtener una figura cuya área sea la diferencia de las de otras dos, cómo obtener

otra figura de área doble o triple de la de una figura dada, o cómo dividir una figura en dos o tres partes iguales o proporcionales. Por ejemplo:

> "Proposición LXIII 187. Dividir qualquier polígono ABCDE en una razón dada con una recta tirada por uno de sus ángulos A" (p. 139).





De nuevo estas proposiciones son una generalización de las que aparecen en el libro II de los *Elementos* de Euclides. Aunque ahora estos problemas no suelan estudiarse en el siglo XVIII eran corrientes. Bails les dedica en los *Elementos* (1779, v. I, p. 527-540) el apartado "De la División de las figuras".

El último apartado de este libro tercero trata "De las Medidas de las Superficies de los sólidos" (p. 142). Es decir, se busca la forma de hallar el área lateral de diversos cuerpos. Comienza con el área lateral del cono recto. Continúa con la "Proposición LXVIII 192. Hallar la superficie lateral del cilindro oblicuo" (p. 143) Se dice que es la longitud de la elipse de la base por la arista. La longitud de una elipse se halla mecánicamente con un hilo, o "según se

ha enseñado en los cálculos diferencial e Integral" (p. 143)[486] o utilizando un desarrollo en serie de potencias de los semiejes a ó b. En esta proposición tampoco se justifican o explican[487] las fórmulas Las siguientes figuras de las que se halla el área lateral son el cono recto, y el cono oblicuo. Para este último se propone aproximar el perímetro de la base por medio de cuerdas rectas y convertir la superficie lateral en una colección de triángulos, cuya área se obtendrá y, sumándolas, obtener una aproximación del área pedida.

Las siguientes proposiciones LXXI a LXXV se dedican a hallar la superficie de la esfera, del casquete esférico, del segmento de superficie esférica comprendido entre dos círculos menores paralelos y de los triángulos esféricos. En todos los casos se explican los pasos a dar; pero no hay ninguna demostración, ni referencias a otros libros donde se justifiquen estas recetas.

"LIBRO IV" Volúmenes

En las veinte primeras proposiciones de este libro se indica la forma de encontrar el volumen de distintas figuras conocidas. Las nueve proposiciones siguientes estudian el problema de hallar el volumen de cuerpos irregulares, sobre todo el de las cubas. Las ocho últimas proposiciones tratan de la forma de hallar un sólido cuya forma sea conocida y cuyo volumen sea la suma, resta, etc. de dos sólidos dados.

Se comienza con la figura más sencilla: "Proposición Primera. Halla la solidez de cualquier cubo" (p. 148). Luego se sigue dando la forma de hallar el volumen de los paralelepípedos rectos u oblicuos, de los prismas en general, de las pirámides, de las pirámides

---

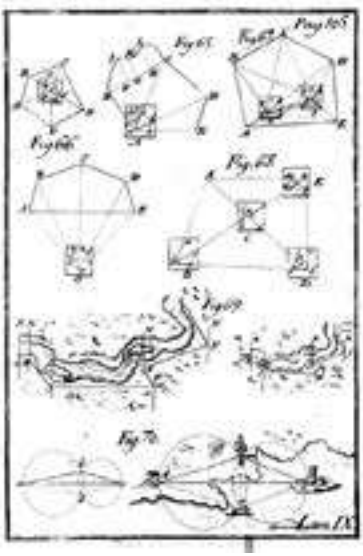
486 Lo que parecería indicar que el cálculo diferencial se había explicado ya, lo que es contradictorio con las instrucciones del inspector conde de Lacy.

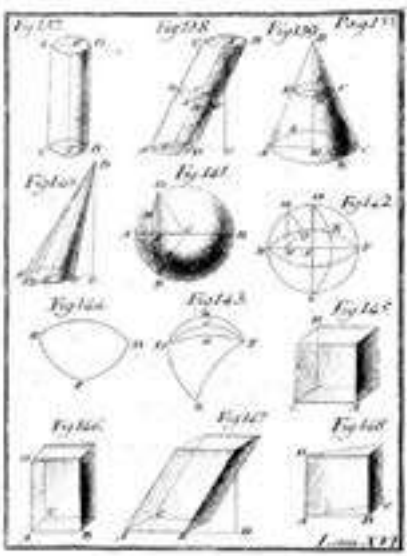
487 Hay además un error en la explicación ya que se dice que cortando el cilindro "el plano HMIL perpendicular al eje, y la común sección [...] será una elipse" (p. 143) cuando se debía haber dicho un plano oblicuo paralelo a la base.

truncadas, y de los conos enteros y truncados. En segundo lugar se estudia el volumen de otros cuerpos limitados por superficies curvas, empezando por hallar la "Solidez de cualquier esfera" (p. 153), el volumen de un sector esférico y el de un segmento esférico. De estos volúmenes, algunos como el de la esfera o el del paralelepípedo ya se habían estudiado en el primer tomo del *Curso Matemático*. Aquí sólo se da el resultado sin ninguna justificación.

Se continúa con la forma de hallar el volumen del paraboloide, el del "Esferoide", o elipsoide de revolución, y el de un casquete de dicha figura. Finalmente se pide "Proposición XX 222. Hallar la solidez del Hyperboloide." (p. 156). Las reglas propuestas se demuestran integrando en el Tomo III del *Curso Matemático,* pero eso no lo menciona el autor.

En este apartado no se ponen ejemplos numéricos, aunque se insiste en que se den correctamente las unidades.





En tres escolios que siguen a esas proposiciones se estudia la forma de hallar el volumen de cuerpos irregulares. En primer lugar se

indica la forma de hallarlo cuando el cuerpo se puede descomponer en figuras ya estudiadas. Se explica que este método era útil para calcular volúmenes en fortificación. En el segundo escolio se plantea una forma mecánica de encontrar el volumen de cualquier cuerpo introduciéndolo en un cilindro de líquido y estudiando cuánto sube el nivel. En el tercer escolio se plantea hallar la capacidad de las cubas y otras vasijas. Era ese un problema muy corriente en el comercio, que también interesaba a la monarquía para determinar los impuestos que debían cargarse a los aceites o a los alcoholes. Giannini propone que se utilice un instrumento que había presentado Camus[488] en las *Memoires de l'Académie*[489] de 1741. Este aparato consistía en dos varas donde una tenía dos escalas, una para medir el diámetro de la cuba y otra para medir su longitud. Esa regla se introducía en otra vara que tenía una ranura para que deslizara la primera. En esta segunda había una escala tal que cuando la medida del diámetro coincidía con el origen, en la altura se leía el volumen. Por las explicaciones debía tratase de escalas logarítmicas que al sumar daban el logaritmo del producto, como en las reglas de cálculo que se usaban en el siglo XX. Giannini advierte que el resultado estaba dado en Pintas de París y las medidas iban en unidades francesas. Este instrumento estaba preparado para cilindros y en las proposiciones posteriores se explican las correcciones que debían hacerse si su forma se parecía más a dos paraboloides truncados, a dos troncos de cono unidos por su base, a un elipsoide truncado por los dos vértices, o a otros cuerpos menos habituales.

---

488 Charles Etienne Louis Camus (1699-1768) fue miembro de la Academia de Ciencias francesa, participó al viaje a Laponia a medir un arco de meridiano con Maupertuis Clairaut y Lemonier. También colaboró con Cassini en cartografía francesa. Publicó un *Cours de Mathématiques* en tres volúmenes y fue examinador de las escuelas de artillería.

489 Se trata del artículo "Sur un instrument propre à jauger tonneaux et les autres vaisseaux qui servent à contenir des liquides" en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences Année 1741 avec les Mémoires de Mathématique et de Physique* (p. 385-402).

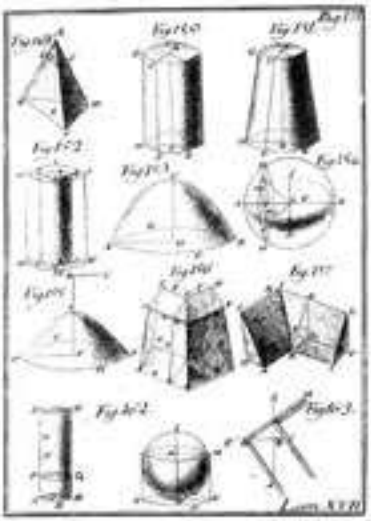
En este apartado también se incluye una sección "De la transformación de figuras sólidas en otras figuras sólidas." (p. 167), que es similar al que trataba de la suma, resta o división de figuras planas, que estaba al final del libro anterior. Este apartado solía ser menos habitual que el equivalente de superficies porque era menos práctico.

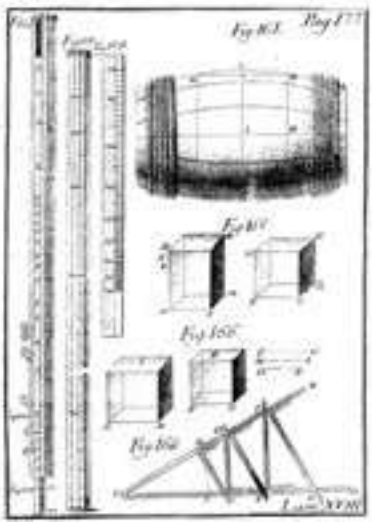
En un "Escolio" (p. 169) se explican dos formas para hallar dos medias proporcionales "mecánicamente". El primero consiste en colocar adecuadamente dos escuadras, y medir sobre sus lados los segmentos dados Juntando los extremos con los vértices, se hallan las dos medias proporcionales. El segundo es un compás entre cuyas patas se ajustan escuadras de forma que pasen por el extremo de los dos segmentos entre los que se quieren hallar los medios proporcionales. El primer método lo utilizó A. Durero y el segundo procedimiento es el que propone Descartes en la *Geometrie* (livre second, 1886, p. 17). No se advierte del carácter aproximado de las construcciones para hallar las dos proporcionales. Probablemente se da por supuesto por definirse los métodos como "mecánicos". Sí lo hace, sin embargo cuando se trata de pasar de figuras curvilíneas a planas. Por ejemplo:

> "Proposición XXXII 239. Trasformar una esfera en un paralelepípedo, que le sea próximamente igual" (p. 172).

Se acaba con la trasformación de un paralelepípedo en un cubo de igual volumen, o en uno cuyo volumen guarde una proporción dada con el del paralelepípedo.

Esta parte de la geometría aplicada, que algunos llamaban estereometría era muy corriente en los tratados de fortificación. El coste de una fortaleza dependía de la cantidad de tierra a remover, que a su vez dependía del volumen de las murallas y bastiones que querían levantarse. En los cursos de matemáticas no solía estudiarse con tanta extensión. Bails en sus *Elementos* (1979, v. I p. 337-370) se plantea el problema de los volúmenes de las figuras de una forma más teórica. Pero en la geometría práctica trata del volumen de los toneles (v. 1, p. 545-549). Bezout en el *Cours de mathèmatiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* (1788, v. I, p. 245-292) en la





sección tercera "Des solides" estudia las superficies y los volúmenes de las figuras habituales, poniendo ejemplos sobre la tierra que se debe mover para construir una batería.

"LIBRO V" Nivelación

La nivelación era una parte importante de la geometría práctica. Giannini dice en el "Escolio I"" (p. 178) de este apartado que la nivelación se usaba para la conducción de aguas y para hallar el perfil de un edificio o de un terreno. Podría haberse extendido más en sus aplicaciones a la artillería y mencionar el desnivel que se daba al suelo en las baterías para contrarrestar el retroceso o la utilidad que tenía para los minadores cuando debían medir la profundidad a la que se quería colocar la carga de pólvora en una mina.

Giannini comienza diferenciando el nivel verdadero y el nivel aparente:

> "245 Se dice que dos o mas puntos están de Nivel verdadero cuando distan igualmente del centro de la tierra" (p. 176).

Los puntos que aparentemente están al mismo nivel son los que están sobre el mismo plano tangente a la Tierra. Se exponen las diversas formas de medir un desnivel, y se indican también una serie de consejos prácticos para hacer las medidas lo más precisas posible.

En la proposición primera se obtiene que la diferencia entre el nivel verdadero y el nivel aparente es aproximadamente proporcional a la distancia entre los extremos al cuadrado. En un escolio se da "La tabla de diferencias del nivel verdadero y el aparente" (p. 181-182) para distancias de 50 a 1000 toesas, calculado por Bardet de Villeneuve[490].

En las proposiciones siguientes se explica como hacer las medidas con nivelación simple, una sola medida, o doble, midiendo desde los dos extremos.

En las últimas explicaciones[491] se aplica lo estudiado en las proposiciones anteriores a encontrar el perfil de un terreno, o del fondo de un río, de un lago o de un puerto. Se dan muchos consejos prácticos sobre la necesidad de marcar los puntos con flotadores o de hallar la línea de mayor profundidad en los ríos. En un último escolio se estudia como aplicarlo a la obtención del perfil de una "obra de fortificación" (p. 194-195).

Aunque los libros de agrimensura y de geometría práctica solían estudiar esta cuestión con detalle, en los libros de matemáticas para militares se le daba algo menos de importancia. Larrando de Mauleón en su *Estoque de la Guerra* (Barcelona, 1699, 2 v.) tiene una sección dedicada a la nivelación de terreno. Pero normalmente no se planteaba. En artillería el nivel es un instrumento que aparece

---

490 Giannini ha tomado la tabla del *Cours de la Science Militaire […] Tome troisième. Contenant la Géométrie pratique* (1740, p. 172) de Pierre Bardet de Villeneuve. Este oficial luchó a las órdenes del marqués de Santa Cruz, después fue oficial de artillería del ejército francés. Luego pasó a Nápoles a las órdenes del futuro Carlos III, donde estuvo dirigiendo las obras para sacar a la luz los restos de Pompeya. Publicó ese curso en nueve volúmenes, al menos, en los que trata de la infantería, la caballería, la artillería y la ingeniería militar.

491 "Del uso de la nivelación para los perfiles" (p. 188).

en varios tratados, pero relacionándolo con el trazado de minas o con la medición de la elevación de los morteros[492]. En el tomo I del *Cours de mathèmatiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* de Bezout no estudia esta materia y en su *Cours de mathématiques à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine* se le dedica a la nivelación únicamente un apartado corto (1797, v. II, p. 295-300), y se envía al lector interesado al *Traité du Nivellement* de M. Picard (Paris, 1728). Bails, en los *Elementos* (1779, v. I, p. 457-469), lo estudia con cierta extensión en el apartado titulado "De la Nivelación".

TABLAS DE LOGARITMOS

Las explicaciones de geometría aplicada ocupan doscientas páginas. Detrás van otras doscientas dedicadas a las tablas. Las principales tablas que se recogen en este libro son:

- "Tablas de los Logaritmos de los números naturales de 1 a 20.000"
- "Tabla de los Logaritmos Hiperbólicos desde 1,00 hasta 10,00"
- "Tabla de los Logaritmos para los senos y tangentes de todos los minutos de un cuadrante de círculo"
- "Tabla de las principales medidas"
- "Tabla de la proporción de diferentes cuerpos reducidos al volumen de un pie cúbico"

Las tablas de medidas tienen varias subdivisiones más. Al final del libro hay veinticuatro páginas, sin numerar, con explicaciones sobre la forma de trabajar con esas tablas, principalmente con las de logaritmos.

Se va a comenzar por las que incluyen logaritmos, para tratar a continuación de las que tratan de medidas, y sus equivalencias, de las densidades y de otras cuestiones más próximas a la física.

---

[492] Por ejemplo J. C. Firrufino en *El Perfecto Artillero* (Madrid, 1642) propone un nivel para saber si está bien equilibrada la pieza (capitulo VIII) y un "Nivel para nivelar los planos, en los quales han de estar puestas las piezas"(f. 38 r.).

"Tablas de los Logaritmos de los Numeros Naturales desde 1 a 20000"

Sobre estas tablas dice Giannini al final del libro que «Las tablas de logaritmos de los números naturales y de los senos son las mismas que imprimió M. Marie[493] en 1768» Son tablas con seis decimales, en las que figuran mantisa y característica, aunque si los dígitos se repiten sólo aparecen las cifras que cambian. Van 160 números por cara. Pese a ello ocupa muchas hojas.

En las explicaciones que están al final de las tablas hay un apartado, de unas veinte caras, titulado: "Del uso de las tablas de logaritmos ordinarios" en el que se explica cómo leer las tablas y como obtener con ellas un número del que se conoce el logaritmo. Se explica como aproximar su valor si el número no está en las tablas.

En una sección posterior titulada «De las reglas del cálculo logarítmico», se explica como se suman y como se restan logaritmos. Se discute bastante sobre los logaritmos negativos. Para un número menor que uno el logaritmo decimal es negativo. Esa cantidad se puede indicar con una característica negativa y una mantisa positiva o con un número decimal negativo. La notación que se utiliza si se considera una característica negativa es $\overline{}|$ en lugar de poner el menos encima de la característica como propuso Gardiner y se utiliza ahora. Por ejemplo:

$$-2{,}59929 = \bar{3}{,}40071 = \overline{}|3{,}40071$$

Giannini prefiere usar con los negativos los complementos logarítmicos a 10, es decir sumarles 10, aunque luego haya que quitar al resultado los 10 añadidos. Así en un ejemplo se acaba:

---

493 *Tables de logarithmes pour les sinus et tangentes de toutes les minutes du quart de cercle et pour tous les nombres naturels, depuis 1 jusqu'à 20000*. Paris: Desaint, 1768. Es una reedición preparada por Jean François Marie (1738-1801) de las tablas de Nicolas-Louis de La Caille. Marie fue sacerdote y profesor del College Mazarin de Paris sustituyendo a La Caille. En la biblioteca del Colegio de Segovia tenían estas tablas en francés (García Hourcade y Vallés Garrido, 1989, p. 180).

"se ha restado 10 de la suma de las características porque [...] se ha supuesto que la unidad tenía 10 de característica" (s.p.)

En esas explicaciones se dice también como resolver varios problemas aritméticos con la ayuda de los logaritmos en la sección titulada "Algunas aplicaciones del cálculo logarítmico".

"De las tablas de logaritmos hiperbólicos"

Estas tablas tienen los logaritmos hiperbólicos de los números del 1,00 al 10,00 de centésima en centésima. Los logaritmos se dan con siete cifras decimales. Figuran también 160 números en cada cara a cuatro columnas, y es mucho más corta que la anterior.

En las explicaciones finales de este tomo, el autor dedica un par de caras a informar que los logaritmos hiperbólicos se empleaban para cuadrar la hipérbola y "también se usa de ellos en el cálculo integral". Se advierte igualmente que se puede pasar de los logaritmos hiperbólicos a los decimales, o "de Briggs", y viceversa, dividiendo o multiplicando por el logaritmo neperiano de 10 que da con 25 decimales.

Sobre su origen dice que "la pequeña tabla de logaritmos hiperbólicos se ha sacado de las tablas de M. Gardiner[494]"

---

[494] No se han encontrado estas tablas en la primera edición inglesa de 1742 *Tables of logarithms, for all numbers from 1 to 102100 : and for the sines and tangents to every ten seconds of each degree in the quadrant; as also, for the sines of the first 72 minutes to every single second; with other useful and necessary tables / By William Gardiner printed for the author, by G. Smith, London*. Probablemente estas tablas provengan de la edición francesa *Tables de Logarithmes, contenant les Logarithmes de nombres depuis 1 jusqu'à 102100, & les Logarithmes des Sinus & des Tangentes de 10 en 10 secondes, pour chaque degré du quart de Cercle, avec différentes autres tables, publiées ci-devant en Anglaterre Par Monsieur Gardiner A Avignon chez J. Aubert 1770* que era el ejemplar que tenían en la biblioteca del Colegio de Artillería (García Hourcade y Vallés Garido, 1989, p. 173, escriben el nombre Jardiner). Estas mismas tablas publicó Bails en *Elementos* (1787, v. X, p. 429-438). El primero en publicarlas en España fue el jesuita Tomás Cerdá en sus *Liciones de Matematica* 1758 v. I p. 308-317.

"Tabla de los logaritmos para los senos y tangentes de todos los minutos de un cuadrante de círculo"

Según se ha visto anteriormente estas tablas estaban tomadas de las *Tables de logarithmes pour les sinus et tangentes de toutes les minutes du quart de cercle et pour tous les nombres naturels, depuis 1 jusqu'à 20000,* de Marie. Se diferencian del original francés en que Giannini utiliza Sc para la abreviatura del seno (y Cc, Tc etc. para coseno, tangente y demás) en lugar de Sinus (Cosin. Tang.) que usa Marie.

El logaritmo del radio vale 10 luego se supone que el radio es 10^{10}.

TABLA
DE LOS LOGARITMOS
Para los Senos y Tangentes
todos los minutos de un Quadrante
de Circulo.

"Fórmulas, reglas y métodos de la Trigonometría rectilínea"

En las explicaciones finales detrás del apartado dedicado a la utilización de las tablas de logaritmos de líneas trigonométricas, va esta sección que es un resumen de los pasos que se deben dar para

resolver triángulos rectilíneos. Esta dividida en dos partes "I Para los triángulos rectángulos" se enumera 23 fórmulas que relacionan los lados, los senos, incluyendo el teorema de Pitágoras. Luego, en la parte "II Para los triángulo oblicuángulos" se explican los pasos a dar para resolver triángulos en general, aunque no se dan las fórmulas. Las fórmulas que se proponen están preparadas para utilizar los logaritmos, por eso se evita utilizar el teorema del coseno. Estas cuestiones ya las había estudiado Giannini en el tomo I del *Curso*, pero sin ejemplos de aplicación.

"Tabla de las principales medidas"

En las siguientes páginas figuran varias tablas seguidas. Primero, ocupando aproximadamente tres caras van las equivalencias entre los pies de diversos lugares. A continuación las equivalencias entre distintas brazas y distintas millas, una cara aproximadamente para cada una. Luego dos caras con las equivalencias entre pesos, y otra cara más con los pesos por pie cúbico de diversos materiales. Luego se dan los nombres de las unidades fraccionarias de peso de varias ciudades de Europa y de España. Finalmente se dan las divisiones de las principales unidades de medida usadas en los diversos reinos de España y en la última tabla se indican las equivalencias entre las unidades utilizadas en España.

En la tabla sobre equivalencias entre pies se dan las equivalencias de 73 "pies" distintos referidos al "Pie del Rey" o de la "Academia Real de las Ciencias de Paris", que se toma igual a 1440[495]. Para el pie de "Castilla (Mem. de la Acad. 1747) ....1236,067". De España figuran otras tres poblaciones: Barcelona, Valencia y Zaragoza. Unas pocas unidades que aparecen son de medidas antiguas: pies alejandrino, antioqueno, babilónico, griego, hebreo o romano antiguo. La

[495] El pie de rey francés venía a ser 0,325 m. y el pie de Castilla 0,279 m.

mayoría son medidas que se utilizaban en aquella época. En la tabla aparecen 16 ciudades o regiones de Francia, 13 de Alemania, 12 de Italia, 3 de los Países Bajos y otras 3 de lo que ahora es Bélgica, 2 de Suiza y otras tantas de Polonia y sólo una ciudad de Dinamarca, Inglaterra, Portugal, Macedonia, Chequia, Suecia y Austria. De fuera de Europa figura el pie de El Cairo y el de "ing-cao-chi" de China. Resulta sorprendente el poco peso de las medidas españolas.

En la siguiente tabla se refiere a las brazas. De nuevo toma como referencia el pie de París. Van las equivalencias de 40 ciudades distintas. Ahora de España sólo figura "Castilla, la vara .....3710". En algunas ciudades se diferencia la vara "para la seda", "para el paño" u otras. En la siguiente tabla se dan las equivalencias de las "Millas" o "Leguas" de 27 países en toesas francesas. En esta tabla aparece la "legua legal" y la "legua de los nuevos caminos" de España.

La siguiente tabla se refiere a los pesos. En el título deja claro que se toma como referencia la unidad de Ámsterdam:

"Proporcion de los pesos de las principales Ciudades de Europa con los de Ámsterdam"

TABLA

DE LAS PRINCIPALES MEDIDAS

PIE.

Se dan las equivalencias entre los pesos de 71 ciudades europeas, tomando como referencia "Ámsterdam 100 libras". Sólo figura de España "Castilla...106,25". No se da ninguna unidad del antiguo reino de Aragón, que las tenían bastante diferentes a las de Castilla. De fuera de Europa occidental sólo aparece "Smyrna" y "Moscovia".

El eurocentrismo de estas tablas es fácil de entender, resulta más extraño los pocos datos referidos a los reinos de España.

La siguiente tabla, "Tabla de la proporción de diferentes cuerpos reducidos al volumen de un pie cúbico", contiene los pesos en libras de un pie cúbico de 20 productos entre los que están el oro, la plata, el cobre, el estaño, tres tipos diferentes de tierras, la sal, y el agua dulce y de mar.

NOTA.

CORRESPONDENCIA DE LOS PESOS Y MEDIDAS de Aragon, Cataluña y Valencia con las de Castilla.

ARAGON.

CATALUÑA.

Las equivalencias entre las unidades están dadas en unidades y decimales. La división de las unidades de medida en el antiguo sistema no solía ser en decimales. En Castilla, por ejemplo, una vara tenía 3 pies, un pie tenía 12 pulgadas y una pulgada 12 líneas. La complicación era mayor en los pesos o volúmenes, que además podían tener distintas unidades según el producto que se tratara. A esa cuestión están dedicadas la siguiente sección, que se titula "División de los pesos en ciertas partes de Europa" y se divide en varias tablas: "Pesos llamados de Troya para oro, plata y géneros de valor", "Pesos para los metales bajos y géneros de menor valor" y "División de las medidas de España". En esta parte van las divisiones del "Marco

de Castilla", y del "Marco de Cataluña, Aragon y Valencia". Les siguen los marcos de Inglaterra, Paris, Portugal,Venecia y Flandes. En cada caso se dan unas cuatro divisiones diferentes. Para productos de menor valor se dice que el peso se daba en Castilla y Aragón en quintales y se indican sus divisiones, lo mismo que se hace, posteriormente, para los pesos ordinarios de Cataluña, y de Valencia. De fuera de España se incluye el tonel de Inglaterra, y el quintal de Paris.

Finalmente figura la "División de las medidas de España". En este apartado aparece la vara de Castilla, la vara de Valencia, la vara de Aragón, y la cana de Cataluña, con sus divisiones en dedos, codos, cuartos, y pies o palmos según los casos. También van los pesos como el moyo, la arroba, el cántaro, el azumbre y otros como el cuartillo, la carga de vino o la arroba de aceite, que son unidades para líquidos. De unidades de capacidad para áridos van el cahíz, la fanega o el celemín, que se usaban también como unidades de superficie para los campos cultivables. En una nota se indican las medidas agrarias de Valencia. Después de esta larga lista de diferentes unidades dentro del mismo reino, parece obligada la siguiente tabla:

"Correspondencia de los pesos y medidas de Aragón, Cataluña y Valencia con los de Castilla"

En este apartado se da una unidad de longitud, una de peso una de volumen de líquidos y otra de áridos de cada uno de esos reinos y su equivalencia con las unidades similares castellanas. A las unidades de Navarra se les dedica una nota.

En la última página, en el apartado titulado "De las tablas de las Principales Medidas y Pesos". Se dice que "Las noticias que se contienen en estas Tablas de Pesos y Medidas están sacadas de las obras

de los Señores de la Lande[496], Toaldo[497], Savary[498], Bezout, Don Joseph García Caballero[499] & c." Esto explica que en las primeras tablas de este apéndice se dé más importancia a las medidas francesas que a las castellanas. La parte correspondiente a las medidas españolas debe de estar tomada del libro de Joseph García Caballero.

Dedicar tanto espacio a las unidades de medida y sus equivalencias no era muy habitual en los tratados militares en el siglo XVIII. En los siglos anteriores con la menor centralización de los Austrias y las constantes guerras en otros países europeos, se notaba más en los libros de arte militar españoles la necesidad de conocer las medidas de otros reinos. Por eso Julio Cesar Firrufino en *El Perfecto Artillero Theorica y Pratica* (1642) o Sebastián Fernández de Medrano, en *El Ingeniero* (1687) o en el tratado anónimo (atribuido a José Chafrión) *Escuela de Palas*, (1693) por poner diferentes ejemplos, se discute

---

496 Joseph Jerome de Lalande (1732 – 1807) fue un astrónomo francés. Profesor de Pierre Méchain y miembro de la comisión que fijó el metro como unidad de longitud con Coulomb, Borda Lagrange, Bertholet y Monge. No se ha encontrado en qué obra editó unas tablas de equivalencia de unidades aunque en toda su obra se nota su preocupación por este problema. Publicó un *Traité d'Astronomie* (1764) un *Abregé de Navigation* (1793), *Connoissance de temps* (1759–1774) y completó la *Histoire des mathématiques* (1802) que escribió Montucla.

497 Giuseppe Toaldo (1719 – 1797) fue un astrónomo y meteorólogo italiano. Fue profesor de astronomía en la universidad de Padua. Publicó una edición de las obras de Galileo. Su trabajo sobre *La meteorología aplicada a la agricultura,* que ganó un premio de la Real Academia de Ciencias de Montpellier, fue traducida al italiano en 1775 y al castellano por Vicente Alcalá Galiano.

498 Tal vez se refiera a Jacques Savary des Bruslons (1657-1716). Fue nombrado inspector general de aduanas de París por Louvois, en 1686. Con los datos que fue obteniendo gracias a su cargo preparó un diccionario de términos y operaciones de comercio titulado *Dictionnaire universel de commerce*, que tuvo multitud de reediciones y fue completado por su hermano.

499 Fue ensayador mayor del Reino desde 1712 hasta 1743, y ensayador de Segovia de 1716 al 1719. También mercader mayor de Castilla. Publicó *Breve cotejo y valance de las pesas y medidas de varias naciones, reynos y provincias, comparadas y reducidas à las que corren en Castilla: declarase tambien la ley, peso y valor de algunas monedas hebreas, griegas, romanas y castellanas y de otros Reynos* (1731), que no se ha podido consultar.

con más o menos detalle de las unidades de medida de los diversos reinos y de la conversión de unas medidas en otras

De los tratados de la segunda mitad del siglo XVIII, Bezout al final de la aritmética dedicada dos páginas a una "Table de poids et mesures" (1788, v. I, p. 147) con las unidades y las equivalencias de los pesos, tiempos, longitudes y monedas en uso en Francia y algunas de peso inglesas y de longitud del Rin y Londres. Bails en *Elementos* (1779, v. I, p. 62-63) da una tabla semejante, pero algo más breve. Son tablas parecidas a las que incluye Giannini en el Tomo II del *Curso Matemático* para estudiar las operaciones con los "números complejos". Las tablas que incluye aquí Giannini son mucho más extensas y podían servir de ayuda en cualquier cuestión práctica de metrología. Pero no entraba en las discusiones sobre unidades que hubo en España en ese siglo.

La discusión sobre las unidades de medida en el siglo XVIII

En España cada reino tenía su propio sistema de medidas, que frecuentemente no estaban unificadas ni siquiera dentro de cada reino. Con la subida al trono de Felipe V de Borbón la situación cambió. La perdida de los fueros de Aragón, Cataluña y Valencia hacía más fácil la imposición de la vara y las demás unidades de Castilla en todo el reino. Pero la influencia, sobre todo en el ejército, de lo francés hizo que desde 1720 a 1750 se utilizaran las toesas francesas en las mediciones militares. Además del uso, las unidades francesas tenía a su favor la precisión en los patrones de medida, que estaba asegurada por la Academia de Ciencias de París.

En el ejército las mediciones eran especialmente importantes en la ingeniería militar. En el siglo XVIII, además de los trabajos de fortificación propios de su arma sus oficiles cubrieron las necesidades de la monarquía en muchos aspectos de la ingeniería civil, como caminos, puertos o conducciones de agua. En las *Ordenanzas* del cuerpo de ingenieros de 1718 se decía:

> "26. [...] y para las medidas se valdrán de las toesas / y pies de Francia, según se ha referido en el Artículo 14, para que siendo generales y comunes en España, se obvien / las dudas y confusiones que ocasionan las medidas comunes de cada provincia"[500].

La situación no dejaba de ser contradictoria, pues la vara de Burgos era la unidad de medida del reino y la utilizada por comerciantes, arquitectos civiles y artesanos. Eso no dejaba de causar problemas en cuestiones como las tallas de los soldados o la confección de uniformes o banderas, que hacían artesanos españoles para los que la toesa era una unidad extraña.[501]

Fernando VI trató de que en el ejército se utilizara la vara de Burgos en lugar de la toesa y para ello publicó una orden en 1750 y otra en 1752. Pero la costumbre de medir en toesas estaba bien implantada y en 1760 se volvió a su utilización en el ejército, aunque se mantuvo la vara para edificios y obras civiles. En las *Ordenanzas* de Ingenieros de 1768, reinando Carlos III se vuelven a adoptarse las leguas españolas y la vara de Burgos para planos y mapas.

La discusión vista desde el punto de vista de los partidarios de las medidas del marco de Burgos está resumida en el libro *Disertacion sobre las medidas militares: que contiene la razon de preferir el uso de las Nacionales al de las Forasteras* (1773, Barcelona) escrito por el segundo director de la Academia de Barcelona el asturiano Pedro de Lucuce. El autor dice que son "visibles las ventajas de expresar con las medidas castellanas (ù otra cualquiera nacional) todas las indicadas con la toesa en los varios ramos del Exercito, como talla de soldados, dimensiones de obras, planos y otros efectos militares" (s.p.).

---

[500] Real Ordenanza e instrucción de 4 de julio de 1718 Tomado de *Muñoz Corvalán* (2004, p. 484), que a su vez lo tomaron de Portugues (1765 v. VI, p.767-768).

[501] Sobre los problemas de metrología en los ingenieros militares españoles véase Navarro Loidi y Merino Saenz (2012) "The units of length in the Spanish treatises of military engineering", en Fatima Paixâo (ed.) *Metric system and local adoptions in Europe*. Castelo Branco ed. IPCB, p. 77-96.

Otro problema añadido era que, ni siquiera en Castilla, las unidades estaban claras. Los partidarios del marco de Toledo, algo diferente al de Burgos, publicaron un *Informe de la Imperial Ciudad de Toledo sobre igualación de pesos y medidas* (1758, Madrid) que elaboró el jesuita Marcos Burriel. En él se dice que:

> "Se mandó por Su Majestad año 1750 que se trajesen a la Corte los marcos y padrones originales de la Vara Castellana, que guardaban las ciudades de Burgos y Ávila, y se cotejasen con las de Madrid, lo que hizo el mismo Don Jorge Juan, y otros hábiles Matemáticos, que los hallaron desiguales y construidos sin precisión, primor ni delicadeza. Por lo que tomaron [...] que por tanto 6 Pies de Rey o la Toesa entera contiene 7 Pies o Tercias Castellanas. Lo que aprobado por su Majestad se mandó lo tuvieses así entendido y se usase en todas las dependencias de Guerra y Marina"[502].

La monarquía no tenía capacidad para precisar el valor de las unidades y Jorge Juan, al parecer, optó por utilizar las unidades francesas como referencia, aunque eso equivalía a utilizar una medida extranjera para definir la medida oficial del reino.

Cuando en Francia se comenzaron a materializar los esfuerzos para definir una unidad natural, fija y fácilmente reproducible, buena parte de los científicos españoles apoyó los pasos dados. En particular, colaboraron oficiales de la marina e ingenieros militares. En 1791 y 1792 cooperó con la comisión del metro que funcionaba en Paris el marino José Mendoza y Ríos. Más tarde, en 1792 y 1793, colaboró con Méchain para medir el meridiano en la parte de Cataluña el teniente de navío José González. En 1792 ayudó también en esas mediciones el ingeniero militar Agustín Bueno. En la reunión internacional para fijar el metro que se celebró en Paris en 1798 participó el capitán de navío Gabriel Ciscar, junto con el matemático Pedrayes. Los artilleros se mantuvieron al margen de esas iniciativas.

---

[502] Marcos Burriel (1758, p. 199).

La Revolución Francesa apartó la discusión del campo estrictamente científico. Los conservadores querían unas unidades españolas que no estuvieran ligadas a la situación en Francia, pero no eran capaces de definirlas con precisión e imponerlas en todo el reino. Los liberales opinaban que para no depender de las medidas de otros países, se debía optar por unas unidades naturales, como las del Sistema Métrico que se estaban definiendo en Francia. Esa postura la defendía el marino y matemático Ciscar[503] en su *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales* (1800, p. 40), que acusaba a la otra postura de falta de patriotismo:

> "Real Resolución de S. M. Don Fernando VI, para que en las dependencias de Guerra y Marina se usase de la vara burgalesa, suponiendo que siete de sus tercias o pies eran iguales a la toesa de París. Esto es equivalente a tomar a dicha medida extranjera como patrón de las medidas españolas."

Comenta Ciscar, que era de Oliva (Valencia), que la vara valenciana no era menos antigua que la de Burgos y defendía como la salida más natural que los españoles se adhirieran a las resoluciones que habían tomado varios comités internacionales dirigidos por la Academia de Ciencias de París, para fijar unas unidades naturales. Pero, el miedo a la situación revolucionaria de Francia pudo más que la voluntad de despegarse de la toesa de los liberales españoles y que la lógica científica apoyada por todo un movimiento internacional a favor del metro. Con la R. O. de 1801 se fijaron para todo el reino las medidas de Castilla.

---

[503] Gabriel Císcar y Císcar (1769 - 1829) comenzó a estudiar en la Universidad de Valencia, para continuar en la Academia de Guardiamarinas de Cartagena de la que fue profesor de matemáticas y director. Publicó *Curso de Estudios Elementales de Marina*, en cuatro volúmenes que tratan de aritmética, geometría, cosmografía y pilotage. Participó en las comisiones para instaurar el metro. Durante la guerra de la Independencia ocupó varios cargos de responsabilidad llegando a ejercer de regente. Liberal, fue marginado por Fernando VII. Murió en el exilio en Gibraltar.

Mantener unas unidades tradicionales pudieron hacerlo los países anglosajones, que tenían una economía fuerte, no España. Después varias vicisitudes, una ley de Isabel II de 19 Julio 1849 estableció en España el sistema métrico de una forma estable. Incluso en esas condiciones no se pudo hacer su uso realmente obligatorio en educación, cuestiones legales o comercio hasta 1880.

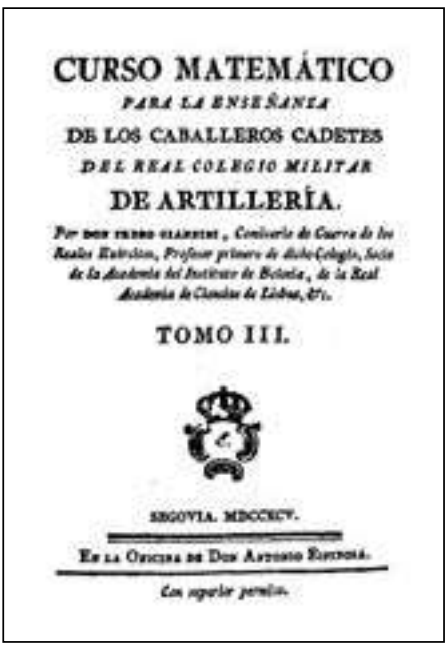
Las tablas de Giannini informaban de las unidades que se usaban en Europa, utilizando los tratados de los franceses Lalande, Savary y Bezout o del italiano Toaldo, y completándolo con los datos de un autor español de prestigio como García Caballero. Pero Giannini no entró en las discusiones que sobre el asunto se estaban produciendo en Europa y en España. En el *Curso* se informa en el tomo II de la importancia de la toesa en las medidas militares y en este volumen de las medidas oficiales de Castilla y de otros países. Reconoce la legalidad y no entra en discusiones. Parece que esa era la postura que se adoptó en la artillería, porque no aparecen oficiales del cuerpo en esas discusiones. La buena formación científica general que conseguían en el Colegio de Artillería de Segovia la aplicaban a cuestiones propias de su arma, como fundiciones, pólvoras, o cañones. Los artilleros no jugaron un papel destacado en las polémicas científicas de la época, como se va a ver en el capítulo undécimo.

Cuando cambió la normativa en el reino, al publicarse la R. O. de 1801, también se cambió lo que se enseñaba en Segovia. En el tomo I (1807, p. 117) del *Curso de Matemáticas* de Datoli, el sucesor del *Curso* de Giannini, se dice que en el ejército se debe usar la vara de Castilla, como mandaba la Real Orden.

Capítulo Octavo

CURSO MATEMÁTICO. TOMO III: CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Este tercer tomo del *Curso Matemático* de Giannini no fue publicado hasta 1795. Es decir, once años después de editarse la *Geometría Práctica* y trece años después de que saliera a la luz el tomo segundo dedicado al álgebra y las curvas. Es probable que, a causa de la publicación de los tres tomos del *Tratado de Artillería* de Tomás de Morla los años 1784, 1785 y 1786, hubiera menos dinero para el *Curso* de Giannini. Pero incluso si eso influyó, no parece que pueda justificar tanto retraso. La lentitud parece provenir de Giannini. Como se ha visto en el capítulo tercero, la dirección del ejército, los sucesivos inspectores de artillería, y el mismo Morla, eran partidarios de que ter-


CURSO MATEMÁTICO
PARA LA ENSEÑANZA
DE LOS CABALLEROS CADETES
DEL REAL COLEGIO MILITAR
DE ARTILLERÍA.
Por don Pedro Giannini, Coronel de Cuerpo de los Reales Exércitos, Profesor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bologna, de la Real Academia de Ciencias de Lisboa, &c.
TOMO III.
SEGOVIA. MDCCXCV.
En la Oficina de Don Antonio Espinosa.
Con superior permiso.

minara de una vez la redacción del *Curso*. Probablemente Pedro Giannini había perdido parte del ímpetu de sus primeros años en Segovia.

Según dice Giannini en el "Prólogo" este tomo se divide en cuatro apartados:

> "En el primero se exponen los fundamentos geometricos de los mismos cálculos, las diferenciales de las cantidades algébricas, logarítmicas, exponenciales, senos y cosenos & c. circulares e hiperbólicos [...] En el libro segundo se dan las fórmulas para integrar las fórmulas diferenciales del primer orden que contienen solo una variable. En el libro tercero se trata de las integrales de las principales formas diferenciales que contienen dos o más variables y sus diferenciales de primer orden. Y finalmente en el libro cuarto se presentan las principales fórmulas diferenciales de los órdenes superiores".

Es decir en este libro se explica la derivación, la integración, y las ecuaciones diferenciales de primer orden y de órdenes superiores, en terminología actual.

Este tomo III, que está dedicado al cálculo diferencial e integral, y el tomo IV, dedicado a la mecánica, se explicaban en el primer curso a alumnos que llevaban, al meno, dos años estudiando en el Alcázar. Aunque tuvieran ya cierta preparación parece demasiada materia para estudiarla en un año, por lo que seguramente no se impartían estos libros enteros. En particular, se puede asegurar que el año 1781 no se estudió el tomo completo porque se han localizado los apuntes del cadete Tomás Eslava, titulados *Elementos de los cálculos diferencial è integral*[504]. El examen del segundo curso lo tuviron los días 22 y 23 de diciembre de 1780. Estudiaron cálculo diferencial e integral hasta los exámeness de los días 19, 20, 21 23 y 24 de julio de 1781. Por lo tanto, la materia fue explicada durante

[504] Biblioteca Municipal Yanguas y Miranda, Tudela (Navarra), fondo antiguo, signatura FA 35/537. La parte dedicada al cálculo diferencial e integral tiene 180 páginas manuscritas.

seis meses y medio. En 1781 Carlos III estaba en guerra con Jorge III de Inglaterra y las tropas españolas tomaron Pensacola en Florida. Pero, en Segovia no habían recibido instrucciones para abreviar las enseñanzas, por lo que se puede considerar un curso normal.

El cálculo infinitesimal tuvo un gran desarrollo durante el siglo XVIII, y se les encontraron muchas aplicaciones en la mecánica, en la astronomía, y en otras ciencias y técnicas, aunque su fundamentación rigurosa no se realizó hasta el siglo siguiente[505]. La incorporación de esta materia a su curso muestra que Giannini quería impartir un tratado actualizado. La amplitud y profundidad con la que las trata Giannini es muy notable, mayor a la que se daba en otros cursos generales de matemáticas. Benito Bails en sus *Elementos de matemáticas* (1779, v. III, p. 227-486) dedica al cálculo la mitad del tercer tomo. En el *Cours mathématique* (1797, v. III, 1 - 194) de Etienne Bezout el cálculo diferencial e integral ocupa, igualmente, la mitad del volumen tercero, en el que trata posteriormente de la mecánica y la hidráulica (p. 195 – 390).

En cuanto a la forma de estudiar el cálculo infinitesimal Giannini afirma que lo hace con "método geométrico", lo que, en los textos de la época, quería decir que iba a tratar de acercarse al rigor de la geometría de los antiguos griegos. El que buscara un desarrollo riguroso no es óbice para que tenga presentes las aplicaciones a la artillería de esta rama de las matemáticas:

> "Finalmente he ilustrado las mismas teorías con bastantes ejemplos, a fin de que los jóvenes puedan comprender más bien los Cálculos Diferencial e Integral, que son la base fundamental de la Mecanica, ciencia util a los oficiales de artillería, como lo manifiestan las obras

[505] Para ampliar esta cuestión se puede ver Carl B. Boyer (1959), sobre su evolución en España Hormigón (1994, p. 48-52), también S. Garma Pons (2002) "La enseñanza de las matemáticas" en *Historia de la Ciencia y la Técnica en la Corona de Castilla*, v. 4, p. 311-346.

de los señores Tempelhof[506], Robins y su comentador L. Euler, Papacino d'Antoni y otros" (s. p.).

Pero Giannini añade que esas ciencias tienen sus principios y deben estudiarse en tratados dedicados a ellas, por lo que "no me he parado en digresiones propias de otras facultades", que además llevarían a explicaciones "impropias del método matemático". Es decir, las aplicaciones las deja para el curso de artillería. Además, Giannini aprovecha este asunto para defender la abstracción científica frente a los conocimientos empíricos:

"Los prácticos, puramente prácticos, harán lo que aprendieron de sus padres y de sus abuelos: y si por cierta combinación regular en tantos millones de hombres / resultan nuevos experimentos u observaciones se deberá a los científicos que estas tengan la extensión correspondiente" (s. p.).

Como Antonio Eximeno, Giannini defiende la teoría y prefiere ofrecer un conocimiento profundo de las matemáticas porque, en su opinión, una enseñanza superficial solo produce "hombres superficiales y a veces perjudiciales porque se convencen fácilmente de cualquier idea". Giannini buscaba una formación sólida en matemáticas, lejos de los "matemáticos a la violeta" o los "militares a la violeta" de Cadalso, que decían que "Las ciencias no han de servir más que para lucir en los estrados, paseos, luneta de las comedias, tertulias, antesalas de poderosos, y cafés" (Cadalso, 1782, p. 7).

En cuanto a los autores que ha utilizado en la composición de este tomo III se dice en este prólogo que:

"En la composición del presente tratado me he valido de las obras de diversos autores indicadas ya en el tomo anterior y además las de los

[506] Tempelhof, Jorge Federico (1737-1807) oficial prusiano Estudió en la universidad de Francfort, pero prefirió dedicarse al arte de la guerra. Comandante de artillería en tiempo de Federico el Grande, publicó *Le Bombardier Prussien* (1781) donde aplica sus conocimientos matemáticos a la artillería, y en particular a la balística. Además imprimió una Historia de la guerra de los Siete Años, y otras obras de arte militar.

señores Marqués del Hospital[507], Le Seur y Jacquier[508], Bougainville[509], Cousin[510] y otros, de quienes se hará mención en los lugares correspondientes" (s.p.).

Se trata de una mezcla de autores de comienzos de siglo, como l'Hôpital y contemporáneos como Cousin. Estos matemáticos pudieron inspirarle las líneas generales del libro; pero los autores que aparecen mencionados en el texto y a los que se sigue claramente en cuestiones concretas son Isaac Newton, Johan Bernoulli, Jacopo Ricccati y Vincenzo Riccati.

---

[507] Guillaume François Antoine Marquis de L'Hôpital (1661-1704) discípulo francés de Johan Bernoulli, Partiendo de las enseñanzas de su maestro escribió *Analyse des infiniment petits pour l'intelligence des lignes courbes* (1696) primer tratado de cálculo diferencial que tuvo mucho éxito como libro de texto. Su última reedición fue de 1781.

[508] Francisco Jacquier (1711-1788) y Tomás Leseur (1703-1770) monjes mínimos de origen francés que trabajaron en Francia e Italia. Hicieron una edición comentada de los *Principio Matemáticos de la filosofía natural* de Newton en 3 v. 1739-1742, que supuso la aceptación de sus teorías entre los católicos. Jacquier era amigo del papa Benedicto XIV, y fue profesor de física de la Università della Sapienza de Roma, mientras que Leseur lo era de matemáticas. El libro de F. Jacquier *Institutiones philosophicae* (Rome, 1757, 6 vol.) tuvo numerosas ediciones y fue traducido al castellano. Se utilizó mucho para la enseñanza de materias científicas en los colegios religiosos a finales del siglo XVIII. Juntos publicaron *Commentaire sur les principes de Newton* y *Éléments du calcul intégral*.

[509] Se debe referir a Louis Antoine de Bougainville, conde de Bougainville (1729 – 1811) que fue un militar, explorador, y navegante francés conocido por sus expediciones a Tahiti y al pacífico y por la flor Buganvilia que dio a conocer a Europa. En su juventud se dedicó a las matemáticas y publicó *Traité du calcul intégral, pour servir de suite à l'Analyse des infiniments petits de M. le marquis de l'Hôpital* (2 v. 1754-1756).

[510] Jacques Antoine Cousin (1739-1800) *Leçons de calcul différential et calcul integral* (1777) en el que utilizaba la idea de límite en el sentido de D'Alembert. Fue profesor de física en el Collage de France y luego de matemáticas en la escuela Militar.

“Libro Primero“ (p. 1-302)

Este libro primero tiene cuatro partes diferenciadas. En la primera (p. 1- 42) se pretende dar una base rigurosa al cálculo diferencial e integral. En él se definen los principales conceptos que se usan en este tomo. En la segunda (p. 42 - 158) se encuentran las diferenciales e integrales de las expresiones algebraicas más corrientes. En la tercera (p. 159-223) se aplica lo estudiado a hallar áreas, longitudes o volúmenes. En la cuarta (p. 224- 303) se trata de tangentes, normales, máximos y mínimos o curvaturas.

“Introducción en la qual se exponen e ilustran con ejemplos y escolios los Lemas Newtonianos de las razones primeras y últimas, que contienen los principios geométricos de los Cálculos diferencial e integral” (p. 1)

La explicación de esta forma de abordar el tema está en la manera en la que se había desarrollado el cálculo diferencial e integral durante el siglo XVIII, y en la forma que había surgido en las postrimerías del siglo XVII. Newton definió unos objetos matemáticos que llamó fluxiones y fluentes, partiendo de la idea de movimiento. En su teoría el tiempo se aceptaba como una magnitud continua sin declararlo explícitamente. Trató de basar los nuevos descubrimientos en la geometría clásica y en el método de exhausción de la Antigüedad, siguiendo una línea en la que ya habían comenzado en las décadas anteriores otros matemáticos como Stevin, Saint Viencent o Fermat. El otro inventor del cálculo diferencial e integral fue el alemán Gottfried Leibniz (1646 – 1716) que escribió sobre política, derecho, ética, teología o física; pero sus principales trabajos fueron sobre matemáticas y filosofía. Al tratar del cálculo con infinitésmos Leibniz estuvo más preocupado por la corrección formal del desarrollo obtenido con las diferenciales que por sus fundamentos. Siguió una línea en la que se aceptaba la existencia de unas cantidades infinitesimales que no eran cero pero

que, en un momento del cálculo, se convertían en nulas. Intentó resolver de varias formas las contradicciones que esa dicotomía producía, sin éxito. Este elemento infinitesimal de Leibniz se parecía a otros conceptos similares que ya habían sido rechazados por ilógicos desde tiempos de Aristóteles.

Ninguna de las dos formas de presentar el cálculo infinitesimal tenía una base sólida. Los defectos de la orientación de Leibniz, o de la familia Bernoulli, que fueron sus principales seguidores, eran más evidentes. Pero, la facilidad para llegar a nuevos resultados con el método de las diferenciales era mucho mayor que con las fluxiones y fluentes de Newton.

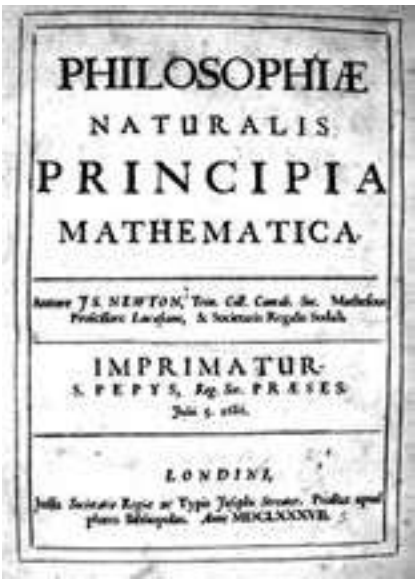
Las definiciones de Newton aunque fueran más cuidadas no carecían de fallos. La falta de lógica de sus definiciones fue criticada con justeza en *The Analyst; or a discourse addressed to a infidel mathematicians*" (1734) por George Berkley obispo de Cloyne (Inglaterra), que se extrañaba de que personas que creían en teorías tan carentes de base no aceptaran los dogmas de la fe.

De todas formas, durante el siglo XVIII, aunque se criticaran sus elementos evanescentes, el cálculo diferencial e integral, o de fluxiones y fluentes, se justificaba por sus resultados. Se cuenta que D'Alembert decía a sus alumnos cuando le criticaban la falta de rigor del cálculo infinitesimal: "seguid adelante, la fe os vendrá".

La forma en que Giannini se enfrenta a esa polémica consiste en definir los elementos evanescentes y sus sumas infinitas, tomando los conceptos de Newton y luego desarrollar el cálculo diferencial e integral con el formalismo de Leibniz. Por eso comienza el apartado con los "Lemas Newtonianos de las razones primeras y últimas": El Lema I en el *Curso* de Giannini es:

> "1. Las magnitudes, y las razones de las magnitudes, que continua y constantemente se acercan a la igualdad, de suerte que su diferencia venga a ser menor a cualquier diferencia dada; finalmente son iguales. La demostración de este Lema se ha dado en el Tratado de Geometría (I.430)" (p. 1).

Si se compara con lo que aparece en los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*[511] (Londres, 1687) de Newton, en el "Libro I El movimiento de los cuerpos. Sección primera: Sobre el método de las primeras y últimas razones de cantidades, mediante el cual se demuestran las proposiciones siguientes", se observa que este primer lema es casi igual:


PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.

LONDINI,

"LEMA PRIMERO

Las cantidades, y las razones de cantidades, que en cualquier tiempo finito tienden continuamente a la igualdad, y antes de terminar ese tiempo se aproximan una a otra más que por ninguna diferencia dada, acaban haciéndose en última instancia iguales" (Newton, 1987, p. 61).

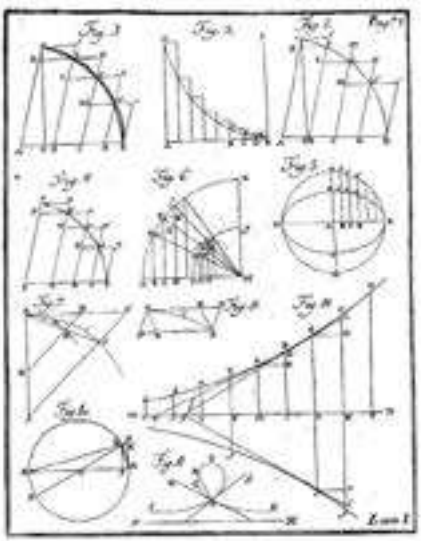
En los lemas posteriores el parecido es también muy grande. Newton incluye once lemas y Giannini pone sólo ocho, porque no da los tres últimos enunciados, relacionados con la curvatura, tema que Giannini estudia más adelante.

En el lema primero hay una diferencia notable, Giannini envía al lector a la parte dedicada a los *Elementos* de Euclides, para demostrar el lema. Newton no lo hace. En el tomo I del *Curso Matemático* en la parte dedicada a la geometría elemental, Giannini demostraba las proposiciones sobre áreas y volúmenes del libro XII de los *Elementos*

[511] Es decir *Principios Matemáticos de la filosofía natural*. En este estudio se utiliza la traducción castellana de A. Escotado y M. Sáenz de Heredia (1987, Madrid). Los lemas que están tratando aquí están en las páginas 61-73.

de Euclides por el método de exhausción original y por otro procedimiento más general equivalente al lema que se enuncia aquí. Pasar de un razonamiento referido a unas figuras concretas como son las de los *Elementos* a uno sobre "magnitudes y razones de magnitudes", sin definir mejor las propiedades del concepto de magnitud, y lo que quiere decir "que continua y constantemente se acercan à la igualdad", no es lógicamente muy aceptable. Pero se intuía que debería haber un razonamiento justo que lo posibilitara. Giannini lo dio por hecho, Newton prefirió no entrar en el tema.

Por lo demás Giannini, incluye ejemplos y corolarios al texto de Newton. Pero los puntos que se tocan son los mismos. En los lemas segundo y tercero se explica que si se inscriben y circunscriben rectángulos en una figura curva y se hace tender a cero la longitud de sus bases, el área de la figura, y la suma de los rectángulos, inscritos o circunscritos, tienden a ser iguales[512].



En los lemas cuarto y quinto se hace un razonamiento similar al de los lemas anteriores referido a figuras semejantes. En los lemas seis y siete se afirma que la última razón de los segmentos de curva, cuerda, y tangente, en el entorno de un punto de dicha curva, es la igualdad. En el lema VIII se dice que los tres triángulos formados por la diferencia de abscisas, la diferencia de ordenadas y la curva o la cuerda o la tan-

[512] Razonamiento que se precisó en en el siglo XIX, dando lugar a la definición de integral de Darboux, propuesta en 1875.

gente[513] tienden a ser iguales cuando los puntos de los dos extremos tienden a juntarse. La diferencia principal de este apartado con la sección correspondiente del texto de los *Principios* está en los ejemplos prácticos con parábolas, parábolas generalizadas o curvas logarítmicas que añade Giannini para mejorar la comprensión de los Lemas.

La forma de presentar estos conceptos de Giannini fue bastante habitual en el siglo XVIII. Pero en la segunda mitad de dicho siglo comenzaron a mejorarse las justificaiones. Bezout en su *Cours mathématique* (1797, v. III, p.1-9) se detiene mucho más explicando la idea de infinitésimo, y relacionándola con las razones entre cantidades. No insistir en los diferenciales, sino en sus razones, e introducir la idea de límite era la vía que proponía D'Alembert en su artículo "Calcul Différentiel" de la *Encyclopedie Méthodique* francesa para encontrar bases más sólidas al cálculo diferencial. Bails en la introducción al volumen 3 de sus *Elementos* afirma que sigue a D'Alembert en esta cuestión. Su explicación al comienzo del apartado "Elementos de Cálculo infinitesimal" (1779, v. III, p. 227-244) está basada en la razón de cantidades; pero acude a razonamientos geométricos, cuando se trata de discutir sobre la igualdad en el límite de los elementos de una curva, su tangente y su secante en un punto, o cuando considera el área como suma de pequeños rectángulos. Aunque Bails da una definición más elaborada que la que ofrece Giannini, las diferencias entre ambos no son muy grandes. El lema 1 de Giannini viene a decir lo mismo que el punto 304 (p.228) de Bails; los lemas II y III de Giannini son parecidos a los puntos 306 (p. 229) y siguientes de Bails. Los lemas siguientes de Giannini están en los puntos 310 (p. 233) y siguientes de Bails. Es cierto que la presentación de Giannini está menos actualizada que la de Bails, pero la diferencia no es muy importante. Como se va a ver

[513] Triángulo característico, diferencial o de Barrow.

a continuación, Giannini lo compensa con un desarrollo mucho mayor de la parte dedicada a la práctica del cálculo diferencial.

Sin embargo, al hacer esas comparaciones, no hay que olvidar que este tomo lo publicó Giannini en 1795. Desde 1779 cuando se publicó el primer volumen de su *Curso Matemático*, o cuando Bails publicó el tomo III de los *Elementos*, hasta la fecha en que se publicó este tomo, la cuestión había avanzado algo gracias a los trabajos de D'Alembert, Lagrange, y L'Huilier. Los libros de Bails o Bezout que se publicaron en la década de 1770, es lógico que no reflejaran estas mejoras; pero no lo es tanto que no lo haga Giannini en una obra que se publicó en 1795[514].

En esta primera parte, lo que figura en el libro y lo que aparece en los apuntes de Tomás Eslava de 1781, es prácticamente igual. Eso muestra, por un lado, que se explicó en clase con minuciosidad, dándose las mismas definiciones y en el mismo orden, y con los mismos ejemplos aproximadamente. Por otro lado, que esta parte del libro estaba ya redactada para 1780. Giannini no debió considerar necesario actualizarla.

Otros autores españoles de comienzos del siglo XIX sí que reflejaron en sus textos las opiniones de D'Alembert, Lagrange o Cousin. José Chaix, del recientemente creado cuerpo de ingenieros cosmógrafos, publicó seis años más tarde, en 1801, *Instituciones de cálculo diferencial e integral* en cuya introducción critica la forma de presentar la cuestión de Leibniz y Newton. Menciona los trabajos de D'Alembert que considera un paso adelante en la precisión de los conceptos del cálculo infinitesimal y aconseja a Cousin, como Giannini. Elogia a Lagrange que en *Théorie des fonctions analytiques* (Paris 1797) utiliza las series para introducir las derivadas, en lugar de usar límites, fluxiones o infinitésimos, y a Lacroix que en *Traité du calcul differentiel et du calcul intégral* (Paris, 1797 - 1798)

[514] Sobre la elaboración del cálculo infinitesimal en esta época ver Boyer (1959, capítulos V, VI y VII).

sigue la teoría de Lagrange. En el texto dice seguir esos autores, aunque no deja de explicar las materias con límites a la forma de D'Alembert. El sucesor de Giannini en Segovia, Datoli, dice en los tomos que publicó de su *Curso de Matemáticas* que seguía a Lacroix, Probablemente le hubiera seguido también en el tomo de cálculo infintesimal, si hubiera llegado a publicarlo.

Pese a ello, no es extraño que Giannini no actualizara sus apuntes. Las formulaciones de D'Alembert o Lagrange tampoco eran muy rigurosas. Actualmente para introducir estos conceptos se comienza por la derivada de una función $y = f(x)$, utilizando el concepto de límite, orientación que propuso Augustin Louis Cauchy (1789-1857). Para la integral el proceso fue más largo. La integral de Darboux es de 1875.

"Nociones generales"

Después de ese primer apartado dedicado a las definiciones de Newton y a relacionar el cálculo diferencial con la geometría clásica, se plantea una parte orientada hacia el cálculo práctico. Se comienza dando la definición de variable y de función:

> "Funcion de una cantidad variable es toda expresión en que se halla dicha variable, de cualquier modo, mezclada o no con constantes" (p. 35).

Es la misma definición que se incluye en el tomo II del *Curso* (p. 267), que como se ha comentado anteriormente viene a ser la introducida por Euler.

En este tomo se continúa definiendo infinitésimos:

> "Las diferencias menores que cualquier cantidad dada, o las diferencias evanescentes de las cantidades variables, se llaman Diferenciales, Elementos Infinitésimos, y también Fluxiones de las mismas cantidades variables; y dichas cantidades variables se llaman Sumas, Integrales, y también Fluentes respecto a las cantidades evanescentes. (p. 35).

Es una definición clásica siguiendo a Leibniz, pero diciendo que Fluxión y Diferencial son ideas equivalentes. De esa forma se podía utilizar en los desarrollos posteriores los métodos de los escritores

continentales, seguidores de Leibniz y los Bernoulli, sin dejar de aceptar las definiciones de Newton. Evitaba así comenzar como L'Hôpital (1696, p. 2) definiendo infinitésimos como:

> "La porción infinitamente pequeña que aumenta o disminuye una cantidad variable se llama su diferencia"[515]

Aunque acuda a Newton para la definición, a partir de esa equivalencia Giannini trabaja con diferenciales y no con fluxiones. Se necesitaría demostrar la equivalencia de los dos conceptos; pero no se hace, se da por supuesta.

Se definen también las diferenciales segundas, como las diferencias evanescentes de las diferenciales, y lo mismo para las diferenciales superiores. La notación que utiliza Giannini para los infinitésimos es dx, d^2x etc., similar a la que actualmente se utiliza.

Se termina este apartado dedicado a definiciones y notaciones diciendo que la integral de un diferencial se indica con "S.". En un escolio final se advierte que no se conocía cómo se calculaban muchas integrales.

Esta sección está también en los apuntes de Eslava con los mismos apartados, incluyendo la definición de diferenciales de orden superior. La definición de diferencial de los apuntes es literalmente igual. Sin embargo, en 1781 no se explicó el concepto de función.

"De las diferenciales de las cantidades algébricas" y de las logarítmicas, exponenciales y trigonométricas

El siguiente apartado está dedicado a la diferenciación de expresiones con una o más variables. Se considera una cantidad X que se obtiene calculando una expresión en la que intervienen las variables x, y, z etc. y constantes. Para lograr las reglas correspondientes a la diferenciación de X se propone cambiar primero las variables x, y, z por x+dx, y+dy, z+dz y luego restar

[515] « La portion infiniment petite dont une quantité variable augmente ou diminue continuellement, en est appellée la Différence».

de la expresión que se obtenga, X', la X original. Finalmente, de lo que resulte de la diferencia, se quitan los diferenciales de grados superiores porque se consideran evanescentes. El método propuesto era el habitual en el siglo XVIII y las explicaciones son claras, aunque Giannini, a veces, distingue incrementos (positivos) y decrementos (negativos) innecesariamente. Por otra parte, se aprovechan los resultados que se van obteniendo para dar las fórmulas de las integrales inmediatas.

Se comienza viendo la diferencial de las variables, de las constantes y de las potencias de una variable, x^n. Se advierte que calculada una solución de una integral, siempre se puede obtener otra solución posible, añadiéndole una constante y que en los casos prácticos esa indeterminación se debe ajustar teniendo en cuenta las condiciones iniciales. A partir de la proposición tercera se trata de las diferenciales de los productos. Las expresiones que se diferencian tienen en bastantes ejemplos más de dos incógnitas.

Se sigue diferenciando la inversa de una variable y los cocientes.

En un "Escolio" (p. 64) se aplica lo obtenido con anterioridad a una función de una variable, que indica por "F.x" y se obtiene, haciendo diferenciales sucesivas:

$$F.(x+dx) = F.(x) + dx \cdot F'.x + \frac{dx^2 \cdot F''.x}{2} + \frac{dx^3 \cdot F'''.x}{2 \cdot 3} + \&c.$$ (p. 65)

El siguiente apartado trata "De las diferenciales de las cantidades logarítmicas" (p. 71). Giannini recurre al desarrollo en serie de las expresiones logarítmicas, que se ha hallado en el tomo II del *Curso* para obtener que $dL.y = \frac{Ady}{y}$. Se considera, también, una segunda forma de obtener esta diferencial utilizando la propiedad de tener la subtangente constante que tienen las curvas logarítmicas. En un corolario se explica que si es A=1 los logaritmos son hiperbólicos y que para los logaritmos vulgares es "A = 0, 43429448 próximamente." (p. 73)

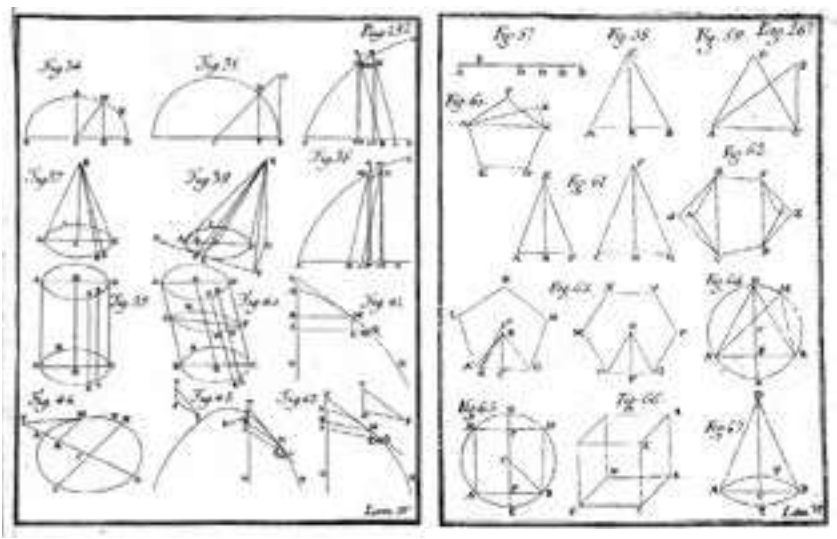
En otro corolario se obtiene la integral "$S.\frac{Ady}{y} = L.\pm y$".

No se tiene en cuenta la constante de integración, en general, en estas primeras integrales.

Con las series se sigue trabajando sin plantearse problemas con la convergencia. Por ejemplo, para hallar la integral $\int \frac{2ady}{a^2 - y^2}$ se desarrolla el integrando en serie por el binomio de Newton generalizado y luego se van integrando los sumando de uno en uno aceptando que "por lo demostrado" la integral de una serie es la suma de la serie de las integrales de los sumandos. Se justifica citando una proposición en la que se demuestra dicha propiedad para sumas finitas, con lo que una vez más aparece una generalización de las propiedades de las operaciones finitas a las infinitas, inexacta pero muy corriente en el siglo XVIII.

En un escolio se obtiene la serie de la función exponencial como inversa de la logarítmica, planteándolo como "dado cualquier logaritmo hiperbólico, determinar el número que le corresponde" (p. 79).

En el siguiente apartado, "De las diferenciales de las cantidades exponenciales" (p. 91), se comienza hallando la diferencial



de la expresión x^m para m irracional, utilizando la derivada del logaritmo. Se aprovecha ese resultado para demostrar la fórmula del binomio de Newton para cualquier exponente "m", incluso "irracional positivo o negativo" (p. 92). En la "Proposicion XIII" (p. 93) se halla la derivada de a^x , basándose en la derivada del logaritmo. En el corolario posterior se afirma que si en general es:

> "$D.a^x = La \cdot a^x \cdot dx$. Si se llama e al numero cuyo logaritmos es igual a la unidad esto es e= 2,71828183 próximamente (II.341) será $D.\ e^x = e^x\ dx$." (p. 94).

Se estudia también la diferencial de x^y y las integrales de estas expresiones.

Comparando esta parte del libro con lo que Giannini explicó en 1781 en la clase de Eslava, el paralelismo sigue siendo muy grande, aunque las explicaciones fueron más cortas en clase.

El apartado "De las diferenciales de los senos, cosenos, tangentes, secantes, cotangentes y cosecantes & c. y de las mismas fórmulas con distintos signos" (p. 96) comienza con la demostración de que las diferenciales de seno y coseno son:

$$\text{“ } D.Sc.u = \frac{Cc.u \cdot du}{r} \text{ y } D.Cc.u = -\frac{Sc.u \cdot du}{r} \text{ ” (p. 98)}$$

La demostración se hace de dos maneras diferentes, empleando la fórmula para el seno y coseno de la suma, o a partir de la representación gráfica. A esta proposición le siguen ocho corolarios. En varios se muestra cómo, con estas funciones, se pueden integrar expresiones con raíces, haciendo los cambios "Scu = x" y "$Cc.u = \sqrt{r^2 - x^2}$". En un escolio se halla la serie que da el valor del ángulo conocido el de su seno, desarrollando en serie e integrado la expresión "$r \cdot dx \cdot (r^2 - x^2)^{-1/2}$".

Se halla a continuación la derivada de "Tc.u". Se utiliza que: $u = \int \frac{r^2 dx}{r^2 + x^2}$ para, desarrollando el integrando en serie e

integrando, obtener el valor de π con diez decimales. También ofrece el valor de π con 128 cifras[516].

Por métodos parecidos halla las series que dan el valor del seno y del coseno para un arco dado. Después se hallan las diferenciales de la cotangente, la secante y la cosecante, fórmulas que aprovecha para integrar algunas expresiones irracionales complicadas.

A partir de la "Proposición XXV" (p. 124) se estudian las derivadas de los productos de las potencias de senos y cosenos, obteniendo las fórmulas de recurrencias correspondientes.

Sin entrar en problemas de gran dificultad en este apartado se estudian las derivadas e integrales de las funciones más corrientes con mucha amplitud. En los apuntes de Tomás Eslava esta parte está explicada con menos extensión que en el volumen del *Curso*. Por ejemplo, la demostración de que D,Sc.u = Cc.u está dada solamente por medio del dibujo, no se explicó ese año la demostración a partir del seno de la suma.

Comparando con otros autores, este apartado de Giannini, sin ser muy diferente en el planteamiento, resulta más extenso. Para la parte de líneas trigonométricas Bails resulta más fácil de seguir porque toma el radio R= 1, con lo que las fórmulas son más sencillas. Además utilizaba sen u, cos u y tan u, que eran ya las abreviaturas más utilizadas. Bezout hacía igualmente r = 1 para simplificar las expresiones. Por otra parte estos dos autores diferencian claramente el cálculo de diferenciales del de integrales, lo que pedagógicamente parece más adecuado, en una introducción al tema, que mezclar las dos operaciones en las explicaciones, como hace Giannini, aunque ese método puede facilitar la comprensión en algunas integrales.

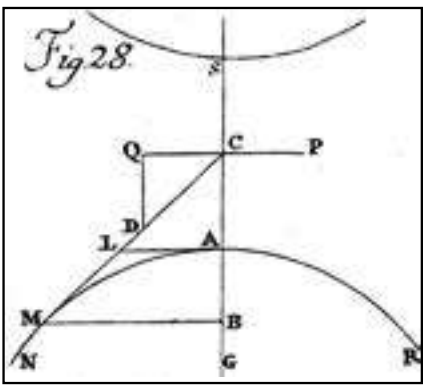
---

[516] Es el mismo resultado que figura en el tomo de *Practicas de Geometria y Trigonometria* cuyo origen está en la obra del francés De Lagny (1660-1734).

"De las diferenciales de los arcos en las curvas referidas a los ejes, diámetros o focus, de los arcos de las mismas curvas, de los sólidos descritos por dichos areas, y de las superficies de los mismos sólidos"

Como se expone en el título este aparatado tiene cuatro partes. En cada una se consideran curvas referidas a unos ejes ortonormales, referidas a unos ejes oblicuos o expresadas en un referencial polar, con un foco, un radio y un arco de círculo. No se limita a hallar las diferenciales. En los corolarios posteriores se aplican las fórmulas obtenidas para obtener las áreas, las longitudes de las curvas o los volúmenes de los cuerpos de revolución, integrando las expresiones halladas.

En la proposición XXIX se obtiene que el diferencial de área referido a unos ejes perpendiculares es "y·dx" (p. 159) y referida a unos ejes oblicuos "$\frac{Sc.b}{r} y \cdot dx$" donde "Sc.b" indica el seno del ángulo que forman las abscisas y las ordenadas[517].



En los cinco corolarios posteriores se plantea cómo hallar el área de una figura integrando. En los ejemplos se comienza por hallar el área para las parábolas generalizadas "$y^{m+n}=a^m \cdot x^n$" (p. 163). Se estudia como un caso particular la parábola normal o "Apoloniana": $y^2= ax$. En estos ejemplos una parte de la resolución es hallar el valor de la constante a sumar o restar a la integral indefinida, que en el apartado anterior se había dejado de indicar para no complicar las fórmulas.

En el segundo ejemplo se halla el área entre el eje, una abscisa y una hipérbola generalizada "$x^n \cdot y^m = a^{n+m}$. En este ejemplo se distinguen

517 La r es el radio del círculo conocido del que se toma el seno.

tres casos según sea m>n, m<n ó m = n. La hipérbola "Apoloniana", n=m=1, la estudia en el siguiente ejemplo refiriéndola a sus ejes. Obtiene que el área ABM para una hipérbola de semiejes b y r, es:

$$ABM = \frac{bx}{2r}\sqrt{x^2 - r^2} - \frac{br}{2} \cdot L. \frac{r}{x - \sqrt{x^2 - r^2}}$$

No se explica como se halla la integral, tal vez porque se suponga que ya han sido estudiadas otras similares anteriormente en la Proposición XXVI (p. 132). Esta fórmula, en el caso de hipérbolas equiláteras le sirve a Giannini para definir el seno y coseno hiperbólico. El área del triángulo curvilíneo comprendido entre el eje de simetría real de la hipérbola, el radio desde el centro de un punto de la hipérbola y la propia hipérbola vale: $CAM = \frac{r^2}{2} L \frac{r}{x - \sqrt{x^2 - r^2}}$. Comparando esa expresión con la que se obtienen para el área del sector circular en función del arco u: $\frac{r \cdot u}{2}$ se observa que la fórmula sería la misma si para los sectores de hipérbolas se tomara $u = r \cdot L \frac{r}{x - \sqrt{x^2 - r^2}}$. Entonces las coordenadas de un punto de la hipérbola serían y = Sh.u ; x= = Ch.u y el segmento de la tangente a la hipérbola en el vértice que determina el radio del punto sería Th.u. Para las diferenciales se cumpliría que D. *Sh.u* = $\frac{Chu \cdot du}{r}$ etc.

No menciona a Vicenzo Riccati, pero este apartado se debe sin duda a su influencia. No era corriente que en los cursos de iniciación al cálculo infinitesimal se diera esa materia.

También merece la pena mencionar el "Ejemplo V" (p. 173) que es un primer problema de tipo ecuación diferencial. En dicho problema se da la fórmula del área y la condición inicial y se pide la ecuación de la curva que limita esa superficie.

A partir de la proposición XXX se plantean las curvas referidas a un foco, es decir en coordenadas polares. Se dice que si "y" es el

De las Diferenciales de las areas en las curvas referidas á los ejes, diámetros, ó focus, de los arcos de las mismas curvas, de los sólidos descriptos por dichas areas, y de las superficies de los mismos sólidos.

PROPOSICION XXIX.

radio y "ds" el elemento de arco, el elemento de área será un triángulo de área $\frac{y \cdot ds}{2}$. En un Escolio se explica que si se quiere referir el arco al de un círculo conocido de ángulo "u" y de radio "r" la diferencial quedaría $\frac{y^2 \cdot du}{2r}$. Le sigue un único ejemplo en el que se demuestra que el área dentro de la espiral de Arquímedes es un tercio de la del círculo que tiene como radio la y del extremo.

En la proposición XXXI se pide hallar el diferencial de arco de una curva dada en coordenadas cartesianas, oblicuas o polares. Obtiene ds = $\sqrt{(dx^2 + dy^2)}$ para ejes perpendiculares, $ds = \sqrt{dx^2 \mp \frac{2dx \cdot Cc.b \cdot dy}{r} + dy^2}$ para ejes que forman un ángulo "b", y $ds = \sqrt{\frac{y^2 \cdot du^2}{r^2} + dy^2}$ para "curvas referidas a los focus" (p. 181), es decir dadas en coordenadas polares con y la distancia y u el arco recorrido en una circunferencia de radio r[518]. En los ejemplos siguientes se halla la longitud de un arco de parábola, elipse e hipérbola. En los dos últimos casos Giannini desarrolla en serie la expresión que queda por integrar porque la función es demasiado complicada. No tiene problemas en operar con el desarrollo en serie

[518] Como du está dividido entre r el primer sumando es equivalente a poner $y^2 d\varphi^2$ con φ el ángulo en radianes como se usa ahora.

de las raíces que aparecen en el numerador y en el denominador, multiplicando el cociente desconocido por el divisor e igualandolo al numerador.

En la proposición XXXIII y siguientes se plantea el problema de hallar el volumen de un cuerpo engendrado por la revolución de una curva. Como en los casos anteriores se distingue la expresión cuando la curva está dada en coordenadas perpendiculares $\frac{p \cdot y^2 \cdot dx}{2r}$ y en coordenadas oblicuas, con inclinación "b", $\frac{p \cdot (Sc.b) y^2 \cdot dx}{2r^3}$. Giannini en lugar de utilizar π indica esa cantidad como el cociente del perímetro, p, de la circunferencia al diámetro, 2r[519], lo que complica algo la fórmula. Pone como ejemplos los sólidos obtenidos al girar la parábola, la elipse y la hipérbola alrededor de uno de sus ejes y la hipérbola alrededor de una asíntota. En el último caso se advierte que la constante de integración puede resultar infinita.

El siguiente tema que se aborda es el de hallar la superficie de un sólido de revolución. Las fórmulas para ejes perpendiculares u oblicuos no son muy complicadas: $\frac{p \cdot y \cdot ds}{r}$ o $\frac{p \cdot (Sc.b) y \cdot ds}{r^2}$. Pero para hallar el área se deben integrar esas expresiones sustituyendo el elemento de longitud ds por $\sqrt{(dx^2 + dy^2)}$ si son ejes ortonormales. En los ejemplos se calcula la superficie del cono, del paraboloide, del

[519] Bails (1779, v. III, p. 435) y Bezout (1797, v. III, p 99) también lo indican de esa forma, aunque llamando al perímetro de la circunferencia "c". Aunque la letra π para indicar 3,14159… fue utilizada por primera vez en 1706 por el inglés W. Jones su uso sólo se generalizó cuando Euler comenzó a utilizar ese símbolo en sus escritos, no usando otra forma para indicar ese valor en sus últimos textos. Otros autores fueron adoptándolo a lo largo de la segunda mitad del siglo XVIII. Al parecer el primer tratado en francés que utiliza la letra π para esta constante es *Éléments de Géométrie* (1794) de A. M. Legendre (Cajori, 1993, v.II, p. 8-13). No parece extraño que Giannini no lo utilizara, aunque ahora se sepa lo mucho que facilita π las fórmulas en geometría.

elipsoide al girar según cada uno de los ejes, y del hiperboloide. En el caso del cono oblicuo le queda: $\int \frac{-dx\sqrt{a^2c^2+a^4+2a^2bx+b^2x^2}}{2\sqrt{a^2-x^2}}$ y añade "Adviertase que esta integral no se ha podido reducir" (p. 219).

En la proposición XXXVI se plantea hallar la superficie de un sólido de revolución si la ecuación de la curva está dada en coordenadas polares. En ese caso el diferencial de superficie es $\frac{p.(Sc.u)y.ds}{r^2}$. El ejemplo que pone es hallar el área de un casquete polar que no tiene las dificultades de los ejemplos anteriores a la hora de integrar.

Los apuntes de Eslava para esta parte dedicada a las longitudes, áreas y volúmenes tratan los mismos temas y en el mismo orden, pero de forma más breve. Si en el libro son ocho proposiciones en los apuntes son sólo cinco. Los ejemplos más difíciles no se explicaron.

"De las fórmulas diferenciales, con las cuales se determinan las subtangentes, Tangentes, normales, subnormales, Radios de ósculo, evolutas y las máximas o mínimas ordenadas, en las curvas referidas a los ejes, diámetros o focos"

Se comienza con la línea tangente, que se define como el segmento que va desde el punto de tangencia hasta el punto en que la recta tangente corta al eje; y con la subtangente que es la proyección de ese segmento sobre el eje. Comparando el triángulo que forman esos dos segmentos y la ordenada con el triángulo característico que forman dy, dx y ds se halla que el diferencial de tangente es $\frac{y.ds}{dy}$,y el de subtangente $\frac{xdy}{dx}$. Luego se aplica lo hallado para demostrar que en la parábola la subtangente vale el doble de la abscisa, encontrando resultados similares para la elipse y la hipérbola. En el ejemplo VI se resuelven dos ecuaciones diferenciales, pues se pide hallar la ecuación de las curvas que tienen la tangente constante

o la subtangente contante. Para la primera condición halla que es la curva que Giannini llama "tratoria" y suele conocerse por tractriz de Leibniz o tractoria de Huygens, de la que da la ecuación diferncial[520]. Para las curvas con subtangente constante se integra la expresión que se obtiene del enunciado y se obtiene una función logarítmica.

En la Proposición XXXVIII se estudia de la misma forma la normal, es decir el segmento de la perpendicular a la curva entre el punto de tangencia y el eje, y la subnormal, es decir la proyección de la normal sobre el eje. Se halla que sus longitudes diferenciales son $\frac{y\,ds}{dx}$ y $\frac{y\,dy}{dx}$, respectivamente. Para encontrar las longitudes de esos segmentos se deben integrar esas expresiones. En unos ejemplos posteriores se encuentran la normal y la subnormal en el caso de las cónicas. También se plantea el problema inverso: hallar la ecuación de las curvas que tienen la normal constante o la subnormal constante. Se halla que son circunferencias en el primer caso, y parábolas en el segundo.

Se acaba esta parte estudiando este tipo de problemas en coordenadas polares y aplicando los resultados a la espiral de Arquímedes.

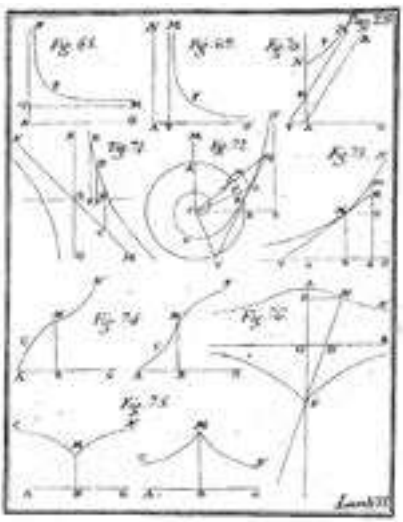
Los siguientes problemas son de máximos y mínimos[521]. Basándose en lo hallado anteriormente se dice que en esos casos sería dy = 0 ó dx = 0. Se advierte que si x=a ó y = b son unos valores que cumplen la condición dy = 0, se debe comprobar si las ordenadas que les corresponden a unos valores próximos, a + dx ó a – dx son ambos menores que b y en ese caso b será una ordenada máxima. Si los dos valores son mayores será mínima, y si uno es mayor

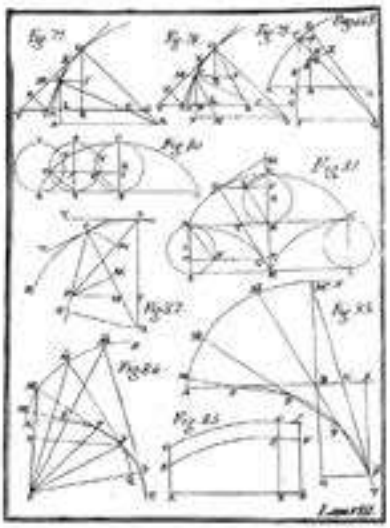
---

[520] La integración es complicada. Suele darse en forma paramétrica con funciones hiperbólicas x = 1/cosh(t); y = t –tanh(t). También puede darse con funciones circulares pero la expresión es más difícil. Se define como la trayectoria de un punto que es arrastrado por otro que se desplaza en línea recta si la distancia entre los dos se mantiene constante.

[521] "Proposición XL 280. Determinar si una curva AMN referida al eje o diámetro AG tiene máxima o mínima ordenada" (p. 248)

y otro es menor no será ni una cosa ni la otra. De forma parecida se opera respecto a la x. Tiene diez ejemplos de problemas de máximos y mínimos, de los que sólo el primero es puramente algebraico, los restantes son problemas geométricos como, por ejemplo, hallar el triángulo de mayor área inscrito en un círculo (ejemplo V), o de todos los paralelepípedos de igual volumen hallar el de mayor área lateral (ejemplo VII).





El siguiente problema que se aborda es hallar las asíntotas de una curva[522]. Para ello "se supondrá ±x infinita" (p. 269) y se encontrará el valor de y que satisface la ecuación que queda. Se diferencia la ecuación de la curva y se estudia si en esos valores es dy = 0, en cuyo caso habría una asíntota paralela al eje o sería el mismo eje. Si el cociente $\frac{dy}{dx}$ es constante sería una asíntota inclinada. Si la asíntota se refiere al otro eje el razonamiento es el mismo

[522] "Proposición XLII 204 Determinar si una curva PM referida al eje o al diámetro AG tiene asíntotas" (p. 269).

haciendo "±y infinita" (p. 270). El procedimiento propuesto no es muy diferente al que ahora se enseña en los libros de iniciación al Cálculo. Incluye solamente un ejemplo. También se explica la forma de hallar la asíntota si la ecuación está dada en polares, o "referida al focus", como dice Giannini. Como ejemplo halla la asíntota de la espiral hiperbólica.

En la "Proposición XLIV" se pide hallar en una curva un punto "en el cual la curvatura sea diferente a la del círculo" (p. 274). En un corolario se explica que estos puntos son los puntos de inflexión en que la curva pasa de ser cóncava a convexa o al contrario. El método que se utiliza es poner la ecuación de la forma "y = F.x". Si se sustituye x por x + dx y la expresión resultante se expresa como suma de diferenciales, se obtiene de nuevo el desarrollo en serie de una función:

$$F.(x+dx) = F.(x) + dx \cdot F'.x + \frac{dx^2 \cdot F''.x}{2} + \frac{dx^3 \cdot F'''.x}{2 \cdot 3} + \&c.$$

Se observa que en él $dx^2F''.x$ representa la diferencia entre la curva y la tangente que es un infinitésimo de segundo orden. Si es distinta de cero la curvatura se puede aproximar con una circunferencia. Si queda 0 ó ∞ la curva tendrá un punto singular que podrá ser una inflexión o un punto de retroceso. El ejemplo que se pone es la concoide de Nicomedes.

En la proposición siguiente se define el "radio del ósculo" y el "circulo osculador" (p. 277), que actualmente se conocen como radio de curvatura y circunferencia osculatriz. Por medio de semejanza de triángulos y refiriéndolos al triángulo diferencial se llega a la fórmula del "radio del ósculo":

$$CQ = \frac{ds^3}{dy \cdot d^2x - dx \cdot d^2y}$$

También se halla el radio de curvatura para ejes oblicuos y las coordenadas del centro de curvatura en unos ejes cartesianos. Se aplica lo encontrado a las cónicas y a la cicloide.

Las últimas proposiciones de este primer libro están dedicadas a encontrar la evoluta de una curva, es decir el lugar geométrico de sus centros de curvatura. En los ejemplos posteriores se hallan las evolutas de las parábolas, elipses e hipérbolas, y cisoides. Se explica también como se halla la evoluta si la curva está dada respecto a un foco. Como aplicación se demuestra que la evoluta de la espiral logarítmica es ella misma en otra posición.

En los apuntes de Eslava esta parte también está explicada, incluyendo subtangentes, máximos y mínimos, asíntotas, radio del ósculo y evolutas de una curva. Tiene bastantes ejercicios, por ejemplo de aplicación para los máximos y mínimos tiene ocho. Pero los más difíciles del libro no están. Se utilizan las coordenadas polares en algunas proposiciones. Original de los apuntes, que no está en el libro son tres páginas con las fórmulas de las derivadas, e integrales de las principales expresiones y las fórmulas para hallar áreas, volúmenes de revolución, longitudes de curvas y otras cuestiones estudiadas en el libro. Son unas sesenta fórmulas. Estas tablas siempre han sido muy útiles y no se entiende por qué Giannini no la incluyó en el libro.

Este apartado sobre aplicación de los diferenciales al estudio de las curvas tiene un contenido y un desarrollo parecido en los *Elementos*[523] (1779, v. III, p. 269-346) de Benito Bails. También es similar, aunque algo más resumido, en Bezout *Cours de Mathématiques à l'usage du Corps de l'Artillerie* [524] (1797, v III, p. 33-67). Como en otros casos las explicaciones son más claras en los cursos de Bails o Bezout, las fórmulas y los cálculos son más numerosos en el *Curso* de Giannini.

---

[523] "De las subtangentes, tangentes, & c. de las lineas curvas" (p- 269 – 289); "De las asíntotas rectilíneas de las líneas curvas" (p. 289 -290); "De los Límites de las cantidades y de las cuestiones de máximos y mínimos (p. 290-310);"De las Evolutas" (p. 329- 342); "De los Puntos de inflexión" p. 342.- 346).

[524] "Application aux soutangentes, tangentes, sounormales & c. des lignes courbes" (p. 32- 42); "Application aux limites des Lignes courbes, & en général, aux limites des quantités, & aux questions des maximis & minimis (p 42- 63); "Des Rayons de courbure, ou de la Développée" (p. 63-67).

"Libro segundo" (p. 303-390)

En el libro anterior se había calculado la integral de muchas expresiones cuya integración era, más o menos, inmediata. También varias en las que se necesitaba un cambio de variable para integrarlas con facilidad. Incluso, algunas se hallan utilizando el método que ahora se llama de integración por partes. Por eso no es exacto cuando en el prólogo dice que en este segundo libro "se dan las fórmulas para integrar las fórmulas diferenciales del primer orden que contienen solo una variable", la mayor parte de las integrales de una variable se explican en el Libro I. En este segundo libro lo que se muestra es la integración de las expresiones racionales y de una gran cantidad de irracionales en las que aparece, al menos, una raíz cuadrada que tiene de radicando un polinomio de primer a cuarto grado.

El libro comienza explicando que fracción racional es aquella expresión en la que numerador y denominador "se componen de constantes y de potencias perfectas de la variable x" (p. 303). Es decir aquella en la que dividendo y divisor son polinomios. En los corolarios y escolios posteriores se explica que siempre se puede hacer que el grado del denominador sea mayor al del numerador.

Se incluyen diez proposiciones sobre integrales de esa clase. Se estudia la forma de integrar expresiones del tipo $x^n(a+bx^p)^m$, que, según se dice, al integrarlas dan de resultado polinomios, fracciones racionales, logaritmos, ó expresiones del tipo $\frac{x^n}{(x+a)^m}$. Se indica en cada caso el cambio de variable a realizar. En la proposición cuarta se estudia la integración de expresiones del tipo $\frac{x^n}{(x^2+2bx+fa)^m}$, en las que, con un cambio de variable, el denominador toma la forma $(z^2 + k)^m$. El numerador se desarrolla por el binomio de Newton y "los términos de esta serie se integran ya sea algebraicamente, ya por logaritmos, ya por los arcos circulares" (p. 312) Los ejemplos numéricos son muy

escasos. Sólo se indican y justifican los pasos que se deben dar hasta que se llega a una integral que figure resuelta en el "Libro Primero".

En la proposición VI se supone que el denominador se puede descomponer en producto de binomios y se plantea la forma de hallar el desarrollo de la fracción en suma de fracciones simples. A continuación se estudia la forma de realizar la descomposición en fracciones simples si hay factores del tipo $(a+x^2)$ o $(c+ex+x^2)$. En la proposición VIII se estudia la resolución de los casos en que aparece en el denominador $(x+a)^n$ o $(x^2+bx+c)^n$.

En las operaciones y simplificaciones, sorprende la facilidad con la que Giannini sustituye x por $\sqrt{-a}$, cuando le conviene, para encontrar los coeficientes de un polinomio por ejemplo, sin importarle que sean números imaginarios, en una época en la que todavía no estaban bien aceptados. Bails tampoco los huía, pero advertía al respecto que "algún mas cuidado pide la multiplicación de las imaginarias"[525].

En las proposiciones y en los pocos ejemplos que hay posteriormente, las integrales se reducen a los tres casos conocidos: expresión algebraica, logaritmo, o arco circular. Pero los pasos previos son cada vez más largos y molestos. Las expresiones que se integran también se van complicando. En la "Proposición X" última de esta serie se pide:

"347. Hallar la integral de la fracción racional:

$$\frac{(h+fx+kx^2+lx^3+\&c.)dx}{(a+x)\cdot\&c.\cdot(c+x^2)\cdot\&c.\cdot(e+fx+x^2)\cdot\&c.\cdot(g+x)^m\cdot\&c.\cdot(p+x^2)^n\cdot\&c.\cdot(b+qx+x^2)^r\cdot\&c.}$$" (p. 335)

Como se puede comprobar a Giannini no le echaban atrás los cálculos pesados y debía suponer que sus alumnos tenían su misma facilidad para el cálculo.

A partir de la proposición XI se trata de integrar expresiones en las que interviene una raíz cuadrada. La primera es la diferencial de $y^m\cdot dy\cdot(2ry - y^2)^{n/2}$ donde m y n son enteros. Propone cambios de variable para reducirlos a alguna de las integrales que se han resuelto

525 Bails (1779, v. II, p. 192).

en el libro primero, por ejemplo en la proposición XI el cambio es $y = \frac{r^3}{z^2 + r^2}$. En las proposiciones siguientes el polinomio que está dentro de la raíz se amplia y se van viendo los cambios que deben proponerse según se cambian los signos de los diversos sumandos que están dentro de la raíz. A partir de la proposición XVII aparecen dos raíces dentro de la integral una con un radicando que es un polinomio de segundo grado y la otra con uno de primero, y a partir de la proposición XXX los dos radicandos son de segundo grado. Más adelante dentro de la raíz figuran polinomios de tercer grado o bicuadrados. En las últimas proposiciones se incluyen raíces de índice tres, cuatro o seis. En la mayoría de los casos el procedimiento de resolución consiste en proponer un cambio de variable, que no se justifica, operar hasta conseguir una expresión igual a una resuelta en las proposiciones anteriores, o en el primer libro de este volumen, y concluir diciendo "cuyas integrales se han determinado" (p.373), u otra frase similar, indicando los números de los párrafos en los que se resuelve esa integral. En alguna proposición se evita la sustitución simplificando la expresión o utilizando la integración por partes. En estas proposiciones finales no se ofrecen ejemplos numéricos.

En los apuntes de Eslava del curso impartido por Giannini en 1781 figuran todos estos tipos de integrales. No estudiaron en 1781 la integración de una fracción racional general, pero en la proposición 11 estudiaron la integral de $\frac{(h + kx + kx^2 + lx^3 \,\&c.)dx}{(a+x)^m (b+x)^n (c+x)^n \cdot \&c.}$ y en la proposición 7 habían estudiado $\frac{x^n}{(x^2 + fa)^m}$ y en otras proposiciones anteriores otros casos particulares. Habían visto, igualmente, la descomposición en fracciones simples de cualquier fracción racional. Por lo tanto tenían conocimientos suficientes para integrar cualquier expresión racional.

Para las expresiones irracionales la forma de dar también se simplifica algo en los apuntes; pero de la proposición 13 a la 41 están copiadas una larga colección de expresiones irracionales que

se dieron en clase y van desde la integral de $\frac{x^n dx}{\sqrt{a^2 - x^2}}$, que sólo se resolvió para n = -1, 0 y 1, hasta expresiones más complicadas como $\frac{dz}{z^2\sqrt{a+bz^2}\sqrt{f+gz^2}}$. Se puede asegurar que en el año 1781 los cadetes dieron un curso de cálculo integral muy completo.

Este apartado es mucho más extenso que los que dedican a estas cuestiones los tratados de Bails[526] o Bezout[527]

"Libro Tercero" (p. 391-448)

Los problemas de los dos libros restantes de este volumen tratan de ecuaciones diferenciales. La forma en que se plantea no es la misma que ahora en día, que se definen como:

> "Toda relación de la forma $f\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \frac{d^2y}{dx^2}, \ldots, \frac{d^ny}{dx^n}\right) = 0$ [...] se llama ecuación diferencial ordinaria"[528]

O que

> "Toda relación de la forma $f\left(x, y, u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}, \ldots, \frac{\partial^n u}{\partial y^n}\right) = 0$

---

526 Bails estudia la integración de las fracciones racionales en *Elementos* (1779, v. II, p. 468-478) "De las fracciones racionales" En el apartado siguiente "De algunas transformaciones que pueden facilitar las integraciones" (p. 478-481) se proponen varios cambios de variable que utiliza también Giannini para calcular sus integrales, pero su estudio es mucho más general y no profundiza en esa cuestión.

527 Bezout en *Cours de Mathématiques à l'usage du Corps de l'Artillerie* (1797, v III, p. 146-160)."Des fractions rationelles" estudia la integración de las fracciones racionales y en el apartado siguiente,"De quelques transformatoions qui peuvent faciliter les integrations" (p. 160-166), se indican varios cambios de variable que facilitan la integración de expresiones irracionales.Tambien en el apratado "De la manière de ramener (lorsque cella est possible) l'intégration d'une différentielle binome proposée à celle d'une -autre différentielle binome connue" (p. 139-146) se proponen algunos cambios de incógnita útiles para las irracionales.

528 Puig Adam (1967, v.2, p.1).

[...] se llama ecuación en o entre derivadas parciales de orden n"[529]

Como se ha visto Giannini no concedía especial importancia a la derivada y trabajaba, como Leibniz o los Bernoulli, con diferenciales por lo que para él las ecuaciones diferenciales ordinarias se escriben f(x, y, dx, dy) = 0. En este tercer libro se estudian las ecuaciones diferenciales ordinarias, o en derivadas parciales, de primer orden y en el libro cuarto las de órdenes superiores. Cuando hay más de una variable, es decir, para lo que hoy se llaman derivadas parciales se tienen que introducir nuevos conceptos y notaciones. Por eso Giannini define:

"408 Si las diferenciales e integrales de las cantidades dadas por las variables x, y, z & c. se toman, de modo que en ellas se supongan, la x variable y las demás constantes, se notarán dichas diferenciales e integrales d' D' S.'; y si se suponen la y variable y las demás constantes, se señalarán con las letras d", D", S.", y así sucesivamente" (p. 391)

Esta notación supone fijar un orden previo en las incógnitas. El párrafo indica que Giannini era consciente de los problemas que traían consigo el trabajar con varias incógnitas, aunque no encontró la mejor notación. En esos años algunos matemáticos, por ejemplo Euler[530], ya empezaban a indicar las derivadas parciales mediante $\frac{df}{dx}$, u otras formas más próximas a $\frac{\partial}{\partial z};\frac{\partial}{\partial y}$ que finalmente se ha adoptado.

El primer tipo de ecuaciones que se plantean en este libro son las ecuaciones homogéneas, que son las que tienen todos los términos de igual grado. No se definen las ecuaciones diferenciales de variables separables, que actualmente suelen estudiarse antes, porque estaban tratadas en los libros anteriores de este tomo. Para integrar ecuaciones homogéneas, se propone hacer algún cambio de variable que deje una incógnita separada. En un escolio explica

529 Puig Adam (1967, v. 2, p.2).

530 Cajori (1993, v.2, p. 196-262).

que este método lo descubrió G. Manfredi[531]. Además lo generaliza para más de dos incógnitas y, de los ejemplos que siguen, tres tienen dos incógnitas y el último tres. En la proposición segunda, se estudia las ventajas de los cambios de variable del tipo $y = 1/z$.

Luego se trata de la integración de expresiones del tipo $ax \cdot dy + hy \cdot dx + fx \cdot dx = 0$. Se distinguen tres casos. El primero es fácil de resolver. El segundo se integra por medio de un cambio de variable y en el tercero se usa un factor integrante. En un escolio posterior se explica que este "método de multiplicar las diferenciales propuestas por un factor variable es utilísimo" (p. 398). Pero "sucede las más veces que no se pueden dar reglas acerca de la forma que pueden tener" (p. 399). Para encontrarlos Giannini opina que debe recurrirse a "el ejercicio y la industria" (p. 399).

En la proposición V, que trata de la resolución de otra ecuación homogénea de primer grado, se propone un nuevo método de resolución de ecuaciones diferenciales, que consiste en postular la forma de la solución, haciéndola depender de unos parámetros. En este caso se supone que debe ser $(a+Ay)^m \cdot (x+By)^n = M$. Se deriva y se halla el valor que deben tomar los parámetros para que esa expresión sea la solución. En el siguiente escolio se dice que el método es "del Sabio J. Bernoulli" (p. 403) y se explican los pasos a dar con cierto detalle.

---

[531] Gabriele Manfredi fue un matemático italiano de la primera mitad del siglo XVIII seguidor de Leibniz y de Johan Bernoulli. Enseñó en Bolonia, influyó en Jacopo Riccati y fue profesor de Ramiro Rampinelli, que a su vez lo fue de Caeytana Agnesi. Sobre integración de ecuaciones diferenciales publicó *De constructione aequationum differentialium primi gradus* (1707) donde se estudia esta trasformación. Sobre ese libro ver: Clara Silvia Roero "Gabriele Manfredi's treatise De constructione aequationum differentialium primi gradus (1707)" en: Archibal, Fraser, Grattam.Guinness *The History of Differential Equations, 1670–1950* Report No. 51/2004 Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach http://www.mfo.de/programme/schedule/2004/45/OWR_2004_51.pdf (10-VI-2010)

En la proposición VI los coeficientes de dx y dy son de la forma ax +by + c, es decir no homogéneos. Se propone hacer un cambio de variable para que desaparezca la cantidad c, que no multiplica ninguna incógnita.

A continuación, se estudia cómo resolver las ecuaciones homogéneas de segundo grado o de grados superiores que no tengan expresiones irracionales en x o y. Se propone intentar con soluciones hipotéticas, como $(a+Ay)^m(x+By)^n\ (x+Cy)^p = M$, y ver si fijando los valores de los parámetros A, B etc. se puede hacer que cumplan la ecuación diferencial. En un escolio se advierte que, aunque las soluciones obtenidas por estos métodos sean correctas, es posible que se encuentre soluciones más generales con otros procedimientos.

Se sigue con expresiones que no son homogéneas. La proposición VIII es una variante de la que ahora se conoce como "ecuación de Bernoulli":

> "427. Halla la integral del trinomio $aMdx + bNy^{n+1}dx + gy^ndy= 0$ en quien las cantidades a, b, g, n pueden ser positivas o negativas y las M y N están dada por x." (p. 416).

Dividiendo por gy^ndx quedaría: $y' + P(x)\cdot y = Q(x)y^p$, que es la forma habitual de la ecuación de Bernoulli. Se ofrecen tres formas diferentes de resolverlas. En la primera se propone un factor integrante. En los otros dos se proponen cambios de variable. De los cambios de variable propuestos se dice que el "método segundo del Sabio J. Bernoulli", y que "el método tercero que su autor es el docto conde S. Riccati" (p. 420).

La proposición siguiente trata de la resolución de un sistema de n ecuaciones diferenciales homogéneas de primer grado con n incógnitas. También se integra el trinomio: "$ax^m\ dx + by^2x^n\cdot dx = dy$" para lo que se proponen tres métodos, según sea m = n-a ; m= n, o exista otra relación. El tercer caso, que se resuelve multiplicando por un factor integrante con parámetros, se dice que:

> "Escolio 435 El referido método tercero del Conde S. Riccati consiste en que se suponga una de las variables, como y, igual a

$Ax^p + z$, en quien las cantidades A y p son constantes que se han de determinar" (p. 426).

Hecho ese cambio de variable, se buscan los valores de las constantes A y p que simplifiquen la ecuación.

Este escolio es lógico pues ahora se llama ecuación de Riccati a la ecuación diferencial $y'=P(x)+Q(x)y+R(x)y^2$. La ecuación considerada en dicha proposición se puede considerar un caso particular de ella. Las Proposiciones XII, XIII y XIV son ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes potencias enteras de x e y que se pueden considerar también casos particulares de la ecuación de Riccati.

Finalmente se dan tres proposiciones relacionadas con las derivadas parciales.

En la primera se afirma que: $\frac{\partial}{\partial y}\int M(y)dx = \int \frac{dM(y)}{dy}dx$, con notación moderna, indicando M(y) una función de y solamente. La siguiente dice que:

"Proposición XVIII 445. Si en la fórmula Mdx + Ndy, en quien las cantidades M y N están dadas por las variables x e y, y constantes, es $\frac{d''M}{dy} = \frac{d'N}{dx}$ hallar la integral de la misma fórmula." (p. 442)

Esa condición que se pide es $\frac{\partial M}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x}$ en notación moderna, que es el criterio de exactitud necesario para que haya una integral exacta. En la proposición siguiente se generaliza la condición para tres variables y en un escolio final se explica que podría ampliarse para cuatro o más variables; pero que con tantas variables es difícil que se cumplan las igualdades para todas las parejas.

"Libro cuarto" (p. 449- 499)

En este libro Giannini estudia las ecuaciones diferenciales de segundo orden u órdenes superiores. No se dan nuevas definiciones ni se mencionan al comienzo las ecuaciones cuyo

grado puede rebajarse con una sustitución sencilla, como las que carecen de x o y en los coeficientes. En este libro, más todavía que en el anterior, no se sistematizan los métodos de resolución de estas ecuaciones. Pero eso no se le puede achacar a Giannini. En las ecuaciones de orden superior como dice Puig Adam (1967, v.II, p. 57):

> "Si pocos eran los tipos de ecuaciones diferenciales de primer orden integrables por cuadraturas, menos serán aún las de segundo orden y los de orden n en general"

Se comienza con las ecuaciones de dos variables homogéneas, es decir de igual grado en los coeficientes y en las diferenciales. Se propone separar las variables con los cambios $y = \frac{x \cdot z}{a}$ y x·dz= = t·dx. En los ejemplos posteriores se puede comprobar que las resoluciones no son sencillas.

Se integran, igualmente, ecuaciones del tipo Mx = aN, donde en M y N las diferenciales están elevadas a unas potencias tales que la suma de sus exponentes es la misma en las dos expresiones. Por ejemplo "$xdxdy^2 = a(dx^3 + dy^3)$" (p. 454). En ese ejemplo, se propone hace $dy = \frac{t \cdot dx}{a}$ y hallar las soluciones paramétricas, con parámetro la variable auxiliar t.

En esta parte queda claro que Giannini piensa en el diferencial como un objeto geométrico real y no nulo. El ejemplo II es para eso muy elocuente. La expresión que se pide integrar es "$x \cdot dx^{1/2} \cdot dy^{1/2} = a \cdot (dx+dy)$" (p. 455) con exponentes fraccionarios en los diferenciales.

En la proposición III se estudian ecuaciones del tipo x = = yM+aN, donde M y N son expresiones en las que entran $\frac{dy}{dx}, \frac{dx}{dy}, \frac{d^2y}{dx^2}, \frac{d^2x}{dy^2} \ldots etc.$ En esta proposición se propone introducir el parámetro t mediante una integral: $x = \int \frac{t \cdot dy}{a}$ para facilitar la separación de las variables. En un escolio se dice que "El referido

método del Sabio Abate V. Riccati se puede aplicar con mucha utilidad a otros distintos casos con tal que la x sea lineal" (p. 459).

A partir de la proposición V se estudian ecuaciones en las que se puede suponer una diferencial, por ejemplo dx o d^2y, o un diferencial por una incógnita, por ejemplo xdy, constantes. Se observa que la ecuación se simplifica y es más fácil de integrar. Sobre la relación de estas soluciones parciales con la de la ecuación original, sin las condiciones añadidas, se dice en un escolio que "si [...] las integrales de las ecuaciones transformadas pertenecen a una misma curva" (p. 469) puede que esa curva sea la solución general. A continuación se resuelven varias ecuaciones diferenciales con la condición de que algún diferencial, habitualmente dx, sea constante. Por ejemplo

> "Proposición XIII 495. Toda ecuación que contiene d^ny lineal, y además las cantidades $d^{n+1}y$, $d^{n+2}y$, mezcladas con la x y la dx constante, se reduce siempre a una ecuación diferencial de segundo orden" (p. 491)

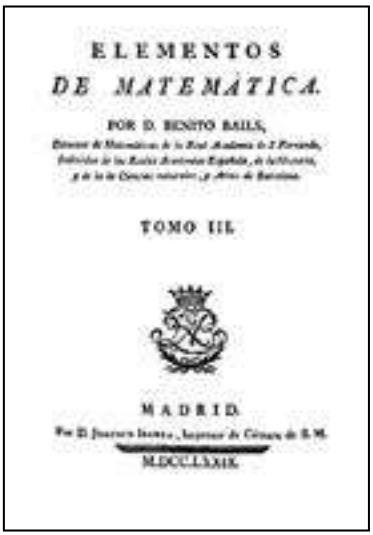
El método de resolución se basa en introducir un parámetro t por medio de la igualda $d^{n+1}y = t \cdot d^{n+1}x$. En el escolio posterior se dice:

> "Escolio 496. El referido método del Sabio Abate V. Riccati se extiende a las ecuaciones que contienen d^ny lineal y las $d^{n+2}y$ $d^{n+3}y$ $d^{n+4}y$...& c. mezcladas con x, y dx constante" (p. 492)

No se ha podido determinar a qué estructura actual corresponde este método de hacer alguna diferencial constante. Hoy en día los infinitésimos se relacionan con límites de variables y suponerlos constantes parece una contradicción. Pero la idea parece relacionada con las derivadas direccionales, que tienen mucha aplicación en física.

En el curso de Eslava no se explicó ni el libro tercero, ni el cuarto, lo que no parece extraño porque eran materias más avanzadas que las anteriores. En general la materia explicada en 1781 fue menor a la que contiene el libro. El texto impreso y los apuntes están divididos en párrafos numerados. En cada uno se expone una definición, una proposición, un escolio etc.... En el

libro son 501 números, en los apuntes sólo 265. La reducción es importante y la materia que desaparece es, principalmente, la de los últimos apartados.



ELEMENTOS
DE MATEMÁTICA.
POR D. BENITO BAILS,
TOMO III.
MADRID.
M.DCC.LXXIX.

ELEMENTOS
DEL CALCULO INFINITESIMAL.
INTRODUCCION.

Comparación con otros autores de la época

Comparando con los apartados que tratan los mismos temas que los libros tercero y cuarto del Tomo III del *Curso* de Giannini, se observa que hay bastantes diferencias con lo que se expone en los *Elementos* de Bails. En los apartados "De la integración de las cantidades que llevan dos o más variables" (1779, v. III, p. 481-486) y sobre todo "De las ecuaciones diferenciales" (1779, v. III, p. 486-504), Bails no estudia las ecuaciones diferenciales de orden superior a uno, como hace Giannini. Comparando lo que se hace en los dos libros se observa que el profesor del Colegio de Artillería de Segovia trata mucho más sobre métodos de resolución de ecuaciones diferenciales, en general y pone más ejemplos. Bails en esta parte sigue bastante de cerca lo que hace Bezout en el *Cours*

mathématique para los estudiantes de artillería. En el tomo III se trata sobre ecuaciones diferenciales en los apartados: "De l'intégration des quantités à deux, ou a un plus grand nombre de variable (1797, v. III, p.166-170) y "Des équations différentielles" (1797, v III, p. 171-184). En esos apartados lo que se explica viene a ser lo que se expone en el libro de Bails. Además Bezout explica las ecuaciones diferenciales de orden superior en el apartado "Des quantités et des équations différentielles du second, troisième & c. ordre" (1797, v. III, p. 184-193), pero la extensión que les dedica es mucho menor a la que le da Giannini en el libro.

En los apartados de ecuaciones diferenciales Giannini reconoce la influencia de J. Bernoulli, Jacopo Riccati y su hijo Vincenzo. Por la notación y la forma de resolver los problemas se puede asegurar que esa influencia no se limita a los cuatro o cinco lugares en los que les cita Giannini. No se ha podido encontrar en qué obras en concreto se pudo inspirar: Tal vez fueran de Jacopo Riccati, *Della separazione delle indeterminate nelle equazioni differenziali di primo grado, e della riduzione delle equazioni differenziali del secondo grado, e d'altri gradi ulteriori* (1722) y de Vicenzo Riccati, *De usu motus tractorii in constructione Aequationum Differentialium* (1752), que no se han podido consultar[532].

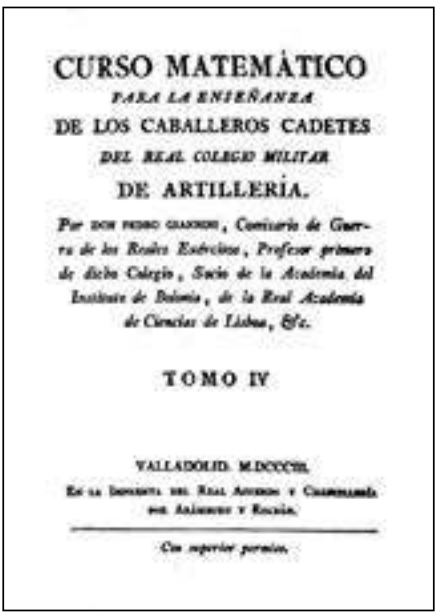
[532] Se encuentran estudiadas en G. Bagni, 1995, "Le equazioni differenziali nelle opere di Jacopo e di Vincenzo Riccati" en: *Rivista di Matematica dell'Università degli Studi di Parma*, 5, 4, 1995, 7-13 y en: Dominique Tournès, 2004, "Vincenzo Riccati's treatise on integration of differential equations by tractional motion (1752)" en: Archibal, Fraser, Grattam.Guinness *The History of Differential Equations, 1670–1950* Report No. 51/2004 Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach. Las obras tal y como están citadas son: J. Riccati, *Della separazione delle indeterminate nelle equazioni differenziali di primo grado, e della riduzione delle equazioni differenziali del secondo grado, e d'altri gradi ulteriori*, Opere, I, Giusti, Lucca 1761, 433-598. y V. Riccati, *De usu motus tractorii in constructione Aequationum Differentialium Commentarius*, Lelio della Volpe, Bologna 1752.

Capítulo Noveno

CURSO MATEMÁTICO. TOMO IV: MECÁNICA

Prólogo

El tomo IV del *Curso Matemático* de Pedro Giannini está dedicado al estudio de la Mecánica. En el primer párrafo del prólogo se explica que se divide en tres partes: estática, hidráulica y dinámica. No se dice, pero se debe tener en cuenta desde el principio, que la mecánica se estudia con la orientación matemática que le dio Arquímedes y siguieron posteriormente Newton, los Bernoulli, Euler, Laplace, o Lagrange. Esta física de Giannini estaba muy lejos de la asignatura Física que se impartía en las universidades españolas, que consistían en analizar la obra de ese nombre que se atribuye a Aristóteles, o, más bien, en explicar las interpretaciones de ese libro hechas por sus comentadores tomistas. La física esco-


CURSO MATEMÁTICO
PARA LA ENSEÑANZA
DE LOS CABALLEROS CADETES
DEL REAL COLEGIO MILITAR
DE ARTILLERÍA.
Por DON PEDRO GIANNINI, Comisario de Guerra de los Reales Exércitos, Profesor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bolonia, de la Real Academia de Ciencias de Lisboa, &c.
TOMO IV
VALLADOLID. M.DCCC.XIII.
Con superior permiso.

lástica se interesaba por la materia y la forma, los cambios y sus causas, por el movimiento como paso de la potencia al acto y por otras cuestiones filosóficas que servían de introducción a la metafísica y a la teología; pero que eran poco útiles para el comercio o la industria. Las explicaciones eran cualitativas, no cuantitativas y no se utilizaban las matemáticas.

Esa forma de estudiar la Física seguía teniendo fuerza en España en la segunda mitad del siglo XVIII. En 1771, reinando Carlos III se intentó mejorar los planes de estudios de las universidades. En el plan propuesto por la Universidad de Salamanca todavía se decía sobre la física:

> "Para dar la enseñanza de esta Facultad (de Artes), según lo que dejamos prevenido no nos podemos apartar del Sistema de Peripato. Lo primero, porque dejando aparte los Filósofos antiguos, entre los que, el que merece no pequeña estimación es Platón, cuyos principios no se han adaptado bien con el común sentir; y para el uso de la Escuela, los de los Modernos Filósofos no son á propósito para conseguir los fines que se intentan por medio de este estudio. Como v.g. los de Neuton, que si bien disponen á el sujeto para ser un perfecto Matemático; nada enseñan para que sea un buen Lógico, y Metafísico; los de Gasendo, y Cartesio no simbolizan tanto con las verdades reveladas, como las de Aristóteles. Lo segundo, porque aun cuando no tuviéramos este tropiezo, que él solo debía bastar á excluir estos principios de las Aulas Católicas, hallamos, que giran sus Sistemas sobre principios voluntarios, de que deducen conclusiones también voluntarias, é impersuasibles, como diremos luego; y últimamente, porque no vemos en sus Sistemas, que se establezca método, que descubra mayores utilidades, y adelantamientos en las Ciencias"[533].

Esa física peripatética tenía escasa utilidad práctica. Frente a esa física filosófica tomaron fuerza la física matemática y la física experimental.

---

[533] Antonio Ten (1983), que cita *Plan general de estudios dirigido a la Universidad de Salamanca* (Salamanca, 1772, p. 12)

A la física matemática se le conocía por "matemáticas mixtas" o matemáticas aplicadas. En ella se incorporaban varios campos de la física actual. T. V. Tosca, por ejemplo, en su *Compendio Mathematico* tenía unos apartados dedicados a la estática, hidrostática, hidrotecnia e hidrometría en el tomo IV (1712), otros a la óptica, catóptrica, perspectiva dióptrica y meteoros en el tomo VI (1713), en el tomo VII y en parte del VIII (1715) estudiaba la astronomía, y en el tomo III (1710) la maquinaria. Este tomo de mecánica de Giannini es continuador de esta tradición de matemáticas aplicadas; pero más actualizada, teniendo en cuenta las aportaciones de Isaac Newton.

En la física en el siglo XVIII acabó dominando el pensamiento de Newton. Con el se explicaban muchos más fenómenos que con las antiguas teorías; pero para desarrollarlo era imprescindible el cálculo diferencial, o de fluxiones y fluentes. Eso requería en el siglo XVIII unos conocimientos matemáticos que no eran muy corrientes en Europa y más bien raros en España.

Por otra parte, el newtonianismo se difundió por Europa continental, en buena parte, gracias a los escritos de Voltaire y Diderot, que le dieron una visión deísta del mundo que no era del agrado de la Iglesia Católica. La Santa Inquisición no lo veía con buenos ojos. Pero no estaba prohibido. Como recordaba Feijóo en una carta de 1745, incluida en el segundo tomo de sus las *Cartas eruditas y curiosas,* que trata sobre las "Causas del atraso que se padece en España en orden a las Ciencias Naturales":

> "En Inglaterra reina la Filosofía Newtoniana. Isaac Newton, su Fundador, fue tan Hereje como lo son por lo común los demás habitadores de aquella Isla. Con todo, en su Filosofía no se ha hallado hasta ahora cosa que se oponga, ni directa, ni indirectamente a la verdadera creencia"[534].

[534] Texto tomado de la reedición de Madrid 1773 (editado por la Imprenta Real de la Gazeta, a costa de la Real Compañía de Impresores y Libreros, tomo segundo, carta XVI, páginas 215-234. Está reproducido en García Camarero (1970, p. 25-43). La cita está en la página 23.

Para la Inquisición la física de Newton podía ser aceptable si no se aplicaba más que a cuestiones mecánicas, plegándose el autor en cuestiones filosóficas a las opiniones de la Iglesia. Es la idea que defiende un beneficiado hablando con Fray Gerundio en el libro *Historia del famoso predicador fray Gerundio de Campazas, alias Zotes* (1758) del P. Isla cuando decía:

> "6. Así que por lo que toca a todas las filosofías sistemáticas [...] En orden a la física matemática, que es hoy la física de la gran moda, adoptada por casi todas las academias de Europa, y es aquella que pretende deducir todas sus conclusiones de principios matemáticos y geométricos, se reservaba el derecho de juzgar hasta que estuviese mejor instruido de ella: bien que decía le daba el corazón que los principios de estas dos facultades apenas podían servir más que para explicar las leyes del movimiento, la mayor o menor resistencia, gravedad o levedad de los cuerpos, su elasticidad respectiva, y algunos pocos efectos de la luz. Por lo demás no concebía de qué utilidad podían ser los principios de la matemática y de la geometría para explicar las verdaderas causas y constitutivos de todo cuerpo sensible y natural, que es el objeto de la física" (Isla, 1846, v. 1, p. 252).

Es decir, en España a mediados del siglo XVIII se le veían dos inconvenientes a la física de Newton: que requería muchas matemáticas y que se limitaba a la explicación de los fenómenos de la naturaleza, sin entrar en sus esencias, ni explicar sus verdaderas causas. Además, esas enseñanzas no dejaban de ser peligrosas para los defensores de las viejas ideas, porque, aunque no lo declare, la física newtoniana aceptaba implícitamente las corrientes filosóficas de la Ilustración y estaba lejos del tomismo. Por ejemplo el sistema newtoniano implica el heliocentrismo. En el capítulo primero se ha comentado de las dificultades que tuvo Jorge Juan por defender el Sistema Copernicano, que no era admitido por la Iglesia en España en el siglo XVIII, cuando ya estaba aceptado en Italia como lo recordaba el marino en 1774.

Índice

Giannini sigue en el libro el paradigma newtoniano. Pero no discute sobre las bases filosóficas de las teorías de Newton, ni trata de cosmología. Se explica la naturaleza a partir de unas teorías matemáticas, preocupándose, no siempre, por la validez experimental de lo que se obtiene; pero no se trata de describir ninguna cosmovisión que explique todo ello[535]. Por ejemplo, en este tomo al estudiar el movimiento de cuerpos sometidos a fuerzas centrales se llega a consecuencias equivalentes a las leyes de Kepler; pero no se menciona su significado y sus aplicaciones a la astronomía. Si en el libro de *Practicas de Geometría* la Tierra no se mueve alrededor del eje, sino que se "supone moverse", aquí también Giannini se muestra muy cuidadoso con sus conclusiones.

No se ha encontrado ningún escrito que aclare si actuó así porque opinaba que "dichas disgresiones son impropias del método matemático" como decía en el prefacio del tomo III o por prudencia para no ser tachado de mal creyente. Un suceso de 1796 hace ver que esa prudencia tenía su razón de ser. Algunos círculos retrógrados veían con prevención los estudios del Colegio de Artillería y "Eclesiásticos autorizados, pero con más imprudencia que celo" presentaron una denuncia al obispo diciendo que "las papeleras de los cadetes estaban llenas de libros prohibidos, y que todos eran jacobinos". Investigada la cuestión por parte del obispo de Segovia resultó que "no se halló ni uno solo prohibido", según dice un informe del general Autran[536]. En

---

535 Esa orientación era aceptable por la Iglesia Católica. Francisco Jacquier y Tomás Leseur religiosos de la orden de los mínimos, que se han mencionado en el capítulo anterior porque Giannini los recomendaba para el cálculo diferencial, publicaron, a partir de 1750, varios libros siguiendo las teorías de Newton con la aprobación del Papa.

536 Pérez Ruiz (1960, p. 127-129 y 349-351) el origen de la información es un informe del teniente general Autan de 30 de marzo de 1796 al Secretario del Despacho de Guerra por una inspección que realizó después de una denuncia de María Teresa Zamorategui, madre de un cadete y esposa del director del Colegio Militar de Zamora. Los originales se encuentran en AGS GM leg. 5759.

cuanto a Giannini, en ningún escrito o actuación se ha encontrado una opinión contraria a la fe o a la Iglesia.

Entre los renovadores de la física existían dos corrientes los que privilegiaban las nuevas teorías y los que daban importancia a la realización de experimentos. Giannini se encontraba, claramente, entre los primeros. Esa división se debía, en parte, a la rama de la física estudiada. La estática, dinámica, hidráulica, óptica y astronomía estaban más desarrolladas y utilizaban más las matemáticas en sus explicaciones. El magnetismo, la electricidad, y el calor estaban menos desarrollados y hacían menos uso de las ciencias exactas. Mientras que los matemáticos se inclinaban por la la mecánica, en los "Cabinets de physique" los nobles ilustrados preferían las vistosas experiencias de electricidad. Estos partidarios de la física experimental tenían menos obstáculos ideológicos. Las universidades y los centros de enseñanza como el Seminario de Nobles o los Reales Estudios de San Isidro de Madrid comenzaron a abrir cátedras de física experimental[537]. También las Sociedades de Amigos del País las crearon en sus centros de formación. La física experimental exigía menos teoría y resultaba más atractiva. Pero también era una ciencia seria que abría nuevos campos en la física. En el libro de Giannini hay pocos apartados dedicados a la física práctica. Esta obra hubiera ganado de haber incorporado más información experimental de las nuevas ramas de la Física.

Dentro de la física matemática Giannini sigue a los autores continentales como los Bernoulli, más que a Newton. Como dice en el prólogo de este tomo:

> "El método de las acciones que he promovido a las teorías hidráulicas en el primero de mis Opúsculos matemáticos impresos en 1773 en Parma, extendí igualmente a las ciencias de Estática y de Hidrostática,

[537] Sobre la física del XVIII y su evolución en España véase Ten (1991) y Moreno González (2002).

> que en los respectivos libros primero y segundo del presente cuarto tomo de mi Curso se enseñan, dándose en el libro tercero del mismo tomo las que corresponden a la ciencia de la dinámica" (s.p.).

El método utilizado en *Opuscula* es el de las fuerzas vivas, o si se prefiere el de los trabajos virtuales. No se comienza con las leyes de Newton. El peso de las matemáticas en las justificaciones y explicaciones es muy fuerte. Por el contrario, el recurso a la experimentación y a los conocimientos empíricos es escaso.

Las ramas de la mecánica que expone Pedro Giannini en su *Curso Matemático* son similares a las que incluyó Bezout en su *Cours de mathématiques a l'usage du Corps de l'Artillerie* en el tomo III, apartado "Contenant les principes généraux de la Mécanique & Hydrostatique; précédés des Principes du Calcul qui servent d'introduction aux Sciences Physico-mathématiques" y en el tomo siguiente que se titula "Tome Quatrième. Concernant l'application des principes généraux de la Mécanique, à différents cas de mouvement et d'équilibre". Pero, la forma de estudiarlas es bastante diferente, Bezout cuida más las aplicaciones a la artillería, y no utiliza continuamente como Giannini el principio de las fuerzas vivas.

Con Bails las diferencias son mayores por la amplitud con que trata estos temas en sus *Elementos*. Los tres primeros volúmenes de ese tratado están dedicados a las matemáticas puras, y el tomo décimo a las tablas, uso de los logaritmos y geometría práctica. En los seis restantes se estudian la física matemática y su aplicación a la arquitectura. En el tomo IV se explica la estática, dinámica y maquinaria, que son los temas que se estudian en los libros 1º y 3º de este tomo de Giannini. En el tomo V se presenta la hidrostática, hidrodinámica y las nuevas máquinas, que Giannini estudia en el libro 2º. Además, en el tomo VI se trata de la óptica, en el tomo VII de la astronomía clásica, y en el tomo VIII de la astronomía física, la cronología y el calendario, los relojes solares y la perspectiva. Finalmente en los dos volúmenes del tomo IX se estudia la arqui-

tectura. Bails hizo un compendio más amplio[538] que el de Bezout; pero, como en otras partes, en las matemáticas aplicadas también reconoció su dependencia del matemático francés[539].

El libro se publicó en 1803 cuando Giannini estaba a punto de dejar el Colegio de Artillería de Segovia, si no lo había dejado ya. El retraso en publicarlo se debió a la lentitud de Giannini en redactarlo. Como se ha visto al exponer su vida, en 1799 todavía no lo había acabado, y el jefe del Departamento de Segovia, Cevallos, le pedía en una carta de 14 de agosto de 1799 al ministro de guerra, Juan Manuel Álvarez, que Giannini tuviera de ayudante a Antonio Miralles "por estar aquel empleado en la composición del tratado" (AGS GM 5761). Finalmente Godoy impulsó su impresión, al menos así se dice en sus memorias[540] y se publicó este último tomo del *Curso Matemático*. La obra se imprimió en Valladolid, probablemente porque la imprenta de Antonio Espinosa ya no estaba tan activa como antes en Segovia (Reyes Vilches, 2003, p. 171).

A la hora de valorar este tomo no hay que olvidar que fue impreso en 1803. La comparación con los tratados de Bails o Bezout veinticinco años anteriores, no debe ocultar que Giannini no recogió todos los avances que se dieron en la mecánica en Europa con el *Traité de dynamique* (1743) de D'Alembert, la *Mecanique Analytique* (1788) de Lagrange, o los trabajos de

---

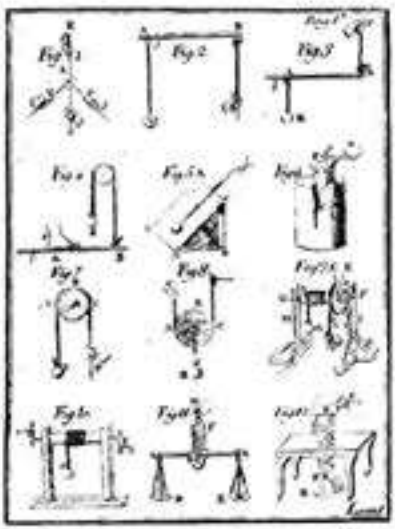
538 Bails indica esta voluntad de cubrir muchas ramas de las matemáticas aplicadas claramente en el título de su tratado más abreviado *Principios de Matemática, donde se enseña la Especulativa con su aplicación a la Dinámica, Hydrodinámica y Óptica, Astronomía, Geografía, Gnomonica, Arquitectura, Perspectiva, y al Calendario*.

539 "La Dinámica que escribió M. Bezout para los Caballeros Guardias Marinas de Francia ; y deseosos de que cuadrara todavía mejor con las nuestras, la hemos añadido, cuando la íbamos coordinando y trasladando, diferentes asuntos que se especificarán con la individualidad que acostumbramos" (Bails, v. IV, 1780, p. IV-V).

540 Godoy (1836, v. IV, p. 66). La cita está copiada en el capítulo tercero de este trabajo.

Laplace sobre mecánica. De esos autores, el único que figura en los catálogos del Colegio es D'Alembert[541].

También podía haber tenido en cuenta Giannini el desarrollo que había tenido en España la física experimental. No debía desconocerla, pues en el Catálogo de la biblioteca figura obras de 's Gravesande, van Musschenbroeck, y Nollet. Además comenzaron a publicarse en castellano textos de física experimental. Por ejemplo, Carlos Ameller publicó unos *Elementos de Geometria y Fisica experimental* (1788, Cádiz) para el Real Colegio de Cirujia de Cadiz, recopilando obras del Abate Nollet. También se imprimió *Elementos de Física Teórica y experimental* de Joseph Aignan Sigaud Lafond. (1787) o el *Diccionario universal de Física* (1796-1802, Madrid, 9 v.) y el *Tratado elemental ó Principios de Física* (1803, Madrid, 4 v.) de Mathurin-Jacques Brisson. Como en otras cuestiones Giannini parece estar al margen de la física que se hacía en España.



En esta materia, como para el cálculo diferencial, se ha tenido en cuenta también lo que figura en los apuntes de clase[542] de

[541] Sobre la mecánica en el siglo XVIII véase R. Dugas, (1988, "Part III", p. 231-352). En la biblioteca del Colegio tenían 8 libros escritos por D'Alembert. En particular el Tratado de Dinámica (*Traité de dynamique*) de 1743 duplicado según aparece en el catálogo de 1798 (García Horcade y Vallés Garrido, 1989, p. 143).

[542] La mecánica está encuadernado detrás del cálculo diferencial e integral que se ha comentado en el capítulo anterior. Comienza con "Elementos de Estática" y tiene 110 páginas.

Tomás Eslava, tomados por ese artillero cuando era todavía cadete en 1781. Estos apuntes están también divididos en tres libros, que tratan las mismas materias que el Tomo IV del *Curso Matemático*. Pero abarca bastante menos materia. Tal vez influyera que las clases empezaran a finales del mes de julio y el examen, en el que la "Clase Primera se han examinado del Tratado de Mecánica" (Actas, v. II, f. 369 r.) comenzó el 15 de diciembre. Es decir Giannini sólo tuvo cinco meses para explicar la mecánica. Estos apuntes sirven para corroborar que la mecánica se impartió en el Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia en profundidad desde mucho antes que la impresión de este tomo.

Estática. Libro Primero (p. 1 – 186)

Este primer libro tiene dos partes la primera dedicada a la estática teórica y la segunda a su aplicación a las máquinas.

En la primera sección de la primera parte se explican "Nociones generales" (p. 1-19). En ella se define masa, volumen y densidad. También las ideas de "Lugar absoluto" y "lugar relativo"[543]. Se afirma que para cambiar la posición de un cuerpo se necesita una causa que se llama "Potencia o Fuerza" que hace cambiar "el estado de un cuerpo de la quietud al movimiento o del movimiento a la quietud" (p. 3), Como ejemplo de fuerzas se indican la gravedad y la adhesión entre las partes en un sólido. Desgraciadamente, Giannini prefiere utilizar para ese concepto la palabra "potencia" en lugar de "fuerza", que es la que actualmente se

[543] Bails (v. IV, 1780, p. 2-3) lo completa definiendo tiempo absoluto y relativo.

usa para esa idea[544]. Cuando las fuerzas se destruyen entre sí se dice que el cuerpo está en "equilibrio". Cuando el conjunto de fuerzas no se anula, a la fuerza que habría que añadir para tener una situación de equilibrio se le llama fuerza "equilibrante", y a la opuesta "Compuesta, Resultante o Equivalente" (p. 7). Hallar la resultante de un sistema de fuerzas se llama hacer su "composición" y al proceso contrario "Descomposición o Resolución de potencias".

Luego se define lo que son los estados sólido, líquido y gaseoso.

Se continúa con el centro de gravedad de un cuerpo, que se define como "el punto alrededor del cual se ponen en equilibrio todos los elementos que componen la magnitud" (p. 6).

Se dice que "Máquina" es "todo instrumento que sirve para facilitar el movimiento de los cuerpos" (p. 8) y se enumeran las máquinas simples que se estudian más adelante.

Se definen igualmente algunos conceptos que luego se van a utilizar para aplicar el principio de los trabajos virtuales, Se llama "Aproximación o Alejamiento" (p. 15) al desplazamiento infinitesimal de una fuerza en su propia dirección. Se dice "Acción de una potencia" a una magnitud "proporcional con el producto de la potencia que produce dicha acción por la aproximación o alejamiento". Es decir proporcional a lo que ahora se conoce por trabajo de una fuerza. Pero Giannini no utiliza las ideas de trabajo ni de energía, que son conceptos que se precisaron y tomaron el sentido actual durante el siglo XIX.

---

[544] Hoy en día se entiende por potencia al trabajo realizado por unidad de tiempo. La preferencia de Giannini por ese término puede venir de que tanto Euler (1736), en su *Mechanica,* como V. Riccati, en su "De motibus liberis, et curvilineis in vacuo" (1757a), escribiendo en latín, usan "potentia" para designar la fuerza y lo prefieren a "vis". Bails o Bezout también menciona los dos términos para ese concepto pero luego utilizan preferentemente fuerza (o "force") lo que hace sus libros más fáciles para el lector actual. En este trabajo se va a utilizar "fuerza" para designar ese concepto, salvo en las citas en las que se pondrá "potencia" como usaba Giannini.

También se define "centro de potencia" como el punto en el que se cortan las direcciones inicial y desplazada de una fuerza cuando se realiza una variación infinitesimal en su punto de aplicación.

Giannini no utiliza fórmulas, prefiere hablar de magnitudes o expresiones proporcionales. Además habitualmente no se dan resultados numéricos, y rara vez se dan unidades. Cuando se utilizan, son de longitud (toesas y pies de París, rara vez de Castilla) de tiempo (segundo, minutos, y horas) y libras para el peso. No se indican unidades en conceptos más complejos.

Como sucedía en el libro de cálculo diferencial en este primer apartado la coincidencia con lo incluido en los apuntes de Eslava es muy grande. Ese año se explicó, por ejemplo, lugar de un cuerpo, "potencia o fuerza", composición de fuerzas, aproximación y alejamiento, equilibrio y "Acción de una potencia".

"Del centro gravedad de las magnitudes" (p. 19)

Después de definir los conceptos más elementales, se comienza el estudio de la estática por el cálculo del centro de gravedad, En la proposición I se plantea hallar el centro de gravedad de dos masas infinitésimas. Luego, se continúa con dos masas puntules finitas, con varias masas puntuales finitas y, finalmente, se generaliza para líneas, superficies o volúmenes.

El método que se utiliza es el de buscar el punto que hace que la acción sea nula en caso de un desplazamiento infinitesimal. Por ejemplo, en el caso de dos masas finitas A y B se afirma que el centro de gravedad se encuentra en un punto E del segmento AB que los une, tal que su distancia a A y B están en razón recíproca a las masas que están en los puntos A y B. Para demostrarlo se supone "que la recta inflexible AEB da un movimiento infinitésimo cerca del punto E" (p. 20). Por semejanza de triángulos se llega a la conclusión de que la masa A por el desplazamiento infinitesimal que realiza es igual a B por el suyo, pero con el signo

cambiado. Luego la acción total es nula y es cierto que E es el centro de gravedad[545].

Esta forma de demostrar la estabilidad de cualquier sistema, utilizando desplazamientos infinitesimales, y luego propiedades de la geometría clásica, para encontrar cuando es nula la acción, o sea el trabajo realizado, se utiliza frecuentemente en este libro de Giannini. El método fue desarrollado por Johann Bernoulli. Es equivalente al principio de los trabajos virtuales que todavía se usa para resolver problemas de estática. Bezout y Bails desarrollaban la mecánica dando más importancia a las leyes de Newton. Comenzaban por la dinámica, y preferían trabajar con la conservación de la cantidad de movimiento, sin utilizar razonamientos infinitesimales[546].

En la proposición 2 se demuestra que para tener en equilibrio dos masa A y B sometidas a las fuerzas de gravedad P y Q se debe aplicar una fuerza R = P+Q en su centro de gravedad, dirigida en dirección contraria a la gravedad. En los corolarios posteriores se generaliza para otras figuras.

Se continúa estudiando el caso de varias masas puntiales o de varios cuerpos de los que se conoce el centro de gravedad. Para pasar de masas puntuales a figuras continuas Giannini postula:

> "Escolio I 60. En lo sucesivo se considerará que las líneas, superficies y sólidos están divididos en sus elementos y que estos se hallan animados por potencias que les son proporcionales y que actúan en direcciones paralelas" (p. 27).

---

545 "Esto es, será la acción de aproximación de la potencia P igual a la de alejamiento de la potencia Q [...] luego estarán en equilibrio" (p. 21).

546 Aunque la forma de abordar las materias en el volumen IV de los *Elementos* de Bails sea diferente, las materias estudiadas en los apartados "De los centros de gravedad" (p. 69-99) y "Propiedades de los centros de gravedad" (p. 99-108) de dicho volumen son las que estudia Giannini en este aparatado. Bails sigue en esta materia al francés Bezout por lo que esas afirmaciones valen también para Bezout "Des centres de gravité" (1797, v. III, p. 265-298) y "Proprietés des centres de gravité" (1797, v. III, p. 298-308).

Es decir supone "cuerpos homogéneos" divididos en infinitas partes que están "animadas por la gravedad" (p. 27).

Con esos resultados se plantea: "Proposición III 65. Determinar el centro de gravedad de una recta, de un paralelogramo, de un paralelepípedo & c." (p. 36). En estas figuras se utiliza la simetría que tienen para encontrar el centro de gravedad, o, si no tiene suficiente simetría, ni se puede descomponer en una serie finita de partes que la tengan, se acude a las integrales. Por ejemplo, "Proposición V 73. Hallar el centro de gravedad de cualquiera curva AB referida al eje AH" (p. 43) Se hace tomando trozos infinitesimales de curva y su distancia respecto a un eje. La distancia del centro de gravedad a dicho eje se obtiene calculando: $y_{cdg} = \frac{\int y \cdot dx}{AB}$ siendo $AB = \int ds$. Para acabar de determinar el centro de gravedad se halla la distancia al otro eje con el mismo método. Para hallar el centro de gravedad de una superficie se dan los mismos pasos. Si no tiene la figura simetría suficiente se calcula $CG = \frac{\int x \cdot y \cdot dx}{ABF}$ ó $CH = \frac{\int y^2 \cdot dx}{2ABF}$ *donde* $ABF = \int y dx$. Para los sólidos el razonamiento es el mismo. En cada caso se explican varios ejemplos con figuras conocidas.

Finalmente se demuestra la propiedad conocida como "teorema de Guldin"[547].

En los apuntes de Eslava esta parte figura como "Artículo 1º Del centro gravedad de las magnitudes". Se tocan las mismas cuestiones que en el libro, pero las explicaciones, justificaciones y ejemplos son algo menos numerosas.

---

[547] "Proposición XIV 91. Si cualquier cantidad A, ya sea línea o superficie puesta en el mismo plano con el eje de rotación se mueve al rededor de él : digo que la superficie o el sólido producido es igual al producto de la respectiva cantidad A producente multiplicada por la circunferencia descrita por su centro de gravedad" (p. 66).

"De la composición y descomposición de las potencias" (p. 73)

En esta sección se obtiene en primer lugar la conocida regla del paralelogramo para obtener la resultante de dos fuerzas. El camino para demostrarla es bastante largo. El método consiste en suponer un desplazamiento infinitesimal del cuerpo y comprobar que la acción es nula para la resultante que se propone. En la demostración se diferencian tres casos, según se considere un desplazamiento infinitesimal según la dirección de la fuerza resultante, perpendicular a dicha fuerza o en otra dirección cualquiera. A continuación se estudia qué sucede si se introducen nuevas fuerzas coplanarias o no, terminando:

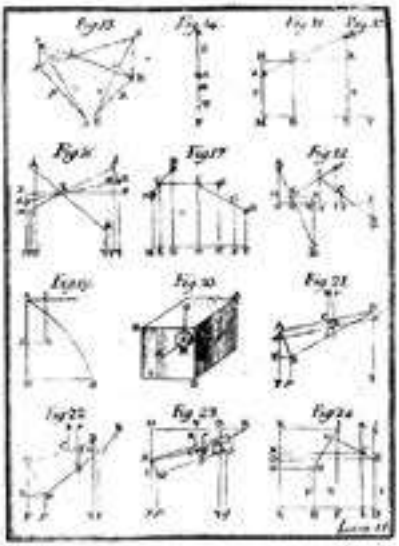
> "Proposición XXVI 110. Hallar las resultantes de cualquier número de potencias, cuyas direcciones se hallen en diferentes planos, y no sean paralelas" (p. 90).

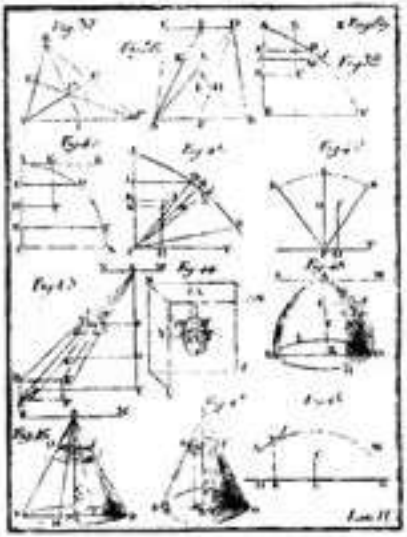
En un escolio se explica cómo se puede hacer esta suma de fuerzas hallando sus proyecciones en tres planos perpendiculares.

En los apuntes de Eslava este aparatado se titula "Artículo 2º De la composición de las potencias". El paralelismo entre lo que se dio en clase en 1781 y lo que aparece en el libro sigue siendo muy grande, pero las explicaciones son más escasas. Mientras que en el libro estas dos primeras secciones abarcan 26 proposiciones, en los apuntes son sólo 12.

Esta materia está tratada más sencillamente en Bails porque la regla del paralelogramo se obtiene antes para movimientos en el apartado "Del movimiento compuesto" y a partir de esa composición de movimientos deduce la composición de dos fuerzas y de ella la de fuerzas en general[548]. También resulta más sencillo porque trata de

[548] Bails (1780, v. IV, p. 37 y 44) y Bezout consideran la regla del paralelogramo para la suma de fuerzas, y no para movimientos, como un "Principe Fondamental" (Bezout, 1797, v. III, p.227) y se evitan las numerosas demostraciones que trae el libro de Giannini.





forma específica el movimiento circular definiendo el momento de una fuerza respecto a un punto[549]. Giannini no lo define, y se ve obligado a hacer desarrollos más complicados, aunque los trata de simplificar utilizando coordenadas polares.

Del equilibrio de las Máquinas (p. 93)

Esta sección tiene dos partes. En la primera se estudia la relación que existe entre las fuerzas que intervienen para que una máquina simple esté en equilibrio. En la segunda se trata del equilibrio en máquinas compuestas por dos o más máquinas simples.

"Del equilibrio de las Máquinas simples" (p. 93)

Se van estudiando de una en una las distintas máquinas propuestas.

---

549 "92 El producto de una fuerza por la distancia de su dirección á un punto fijo, es lo que llamamos Momento de dicha fuerza." (Bails 1780, v. IV, p. 55) según dice en la sección "De los momentos y sus usos para la composición y resolución de las fuerzas" (Bails 1780, v. IV, p. 53-63). Bezout también lo define y lo relaciona con el movimiento circular (Bezout, 1797, v. III, p. 245 y ss.).

La palanca

En las palancas se diferencian las de primer, segundo o tercer género, según cuál sea la posición relativa del punto de apoyo, de la potencia y de la resistencia. Primero se estudia su equilibrio cuando las fuerzas son perpendiculares a la palanca y, luego, cuando forman un ángulo arbitrario. La demostración se hace utilizando el método de los trabajos virtuales, como en las proposiciones anteriores; es decir, considerando que la palanca se mueve a un lugar "infinitamente próximo" al inicial y observando que si se cumplen las condiciones de la proposición "será la acción de aproximación de la potencia P igual a la de alejamiento de la resistencia R" (p. 93).

En las demostraciones se prefiere utilizar la geometría elemental a hacer intervenir la trigonometría.

El plano inclinado

A partir de la Proposición XXXVI se halla la fuerza que mantiene un cuerpo sin deslizarse en un plano inclinado. Una vez más la demostración la hace considerando el cuerpo desplazado a un "lugar infinitamente próximo" (p. 107).

La cuña

Respecto a las cuñas triangulares se obtiene que la fuerza que hay que hacer sobre la base es a las resistencias que sufren los lados, suponiendo que sean fuerzas paralelas a la superficie de la base, como la mitad de la base es a la longitud de la cuña. La demostración, igual que las anteriores, comienza suponiendo un desplazamiento infinitesimal de la cuña, y hallando la "acción" o trabajo de las fuerzas que intervienen. En un corolario se expresa la misma propiedad utilizando el seno y el coseno de la mitad del ángulo desigual de la cuña.

La polea

Comienza con el caso más sencillo

"Proposición XL 148. Si en la polea inmoble ABC la potencia P aplicada al extremo de la línea flexible RABCP es igual a la resistencia R aplicada al otro extremo [...] y actúan dichas potencias según las

direcciones CP, AR tangentes al círculo [...] digo que las referidas potencias / estarán en equilibrio" (p. 115-116).

Después se estudia una polea que tiene un extremo fijo. En un escolio se considera lo que variarían los resultados si se considerara el peso de la polea.

El peritroquio

El "Peritroquio" (p. 120) era un torno con dos ruedas concéntricas de distinto radio en las que se aplicaban tangencialmente o verticalmente la potencia y la resistencia. Se demuestra que, en equilibrio, la razón de la fuerza a la resistencia es la razón inversa de la que tienen sus radios, utilizando de nuevo el método de los trabajos virtuales. En un corolario se explica como se puede generalizar esto para el caso en que sean ruedas dentadas.

La rosca

Se obtiene que una rosca está en equilibrio si:

"Proposición XLIV 160. Si en la rosca es la resistencia R que actúa según la dirección vertical EF [...] a la potencia P que actúa sobre la palanca EP perpendicular a EF [...] como la circunferencia del círculo descrito con el radio EP a la altura HG de un paso de dicha máquina" (p. 122).

La demostración, como es habitual, se hace suponiendo trabajos virtuales infinitesimales. En los corolarios posteriores se aplica ese resultado a situaciones particulares.

La balanza

A la balanza se le dedica más espacio que a las máquinas anteriores. Se estudian las condiciones de equilibrio para una balanza con fiel, o sin él; con los brazos simétricos, o no; teniendo en cuenta el peso de sus partes o sin tenerlo. En todos los casos la demostración se hace suponiendo un movimiento infinitesimal e igualando el trabajo de la potencia y el de la resistencia. En un corolario al final se resume lo obtenido diciendo en qué condiciones son las balanzas más precisas.

"Del equilibrio en diferentes Máquinas compuestas" (p. 134-159)

Son diez proposiciones en las que se estudia el equilibrio

de máquinas formadas uniendo de diferentes formas dos o más máquinas simples. En la primera proposición (Proposición XLVIII, p. 134), se estudia la máquina obtenida juntando varias palancas. Para demostrar los resultados se utilizan las propiedades obtenidas para una palanca sin hacer nuevos razonamientos infinitesimales. Se continúa con varias proposiciones que tratan de las máquinas compuestas de varias poleas, móviles o inmóviles. De nuevo se utiliza en las demostraciones los resultados obtenidos para una polea, aunque en algún caso más complicado se vuelve a recurrir a los trabajos virtuales para encontrar las condiciones de equilibrio. La siguiente proposición se refiere a una máquina "compuesta de cuatro ejes en el peritroquio, que tienen las ruedas dentadas" (p. 141). Las ruedas tienen distintos radios y en el último eje se enrolla un peso. En un corolario se estudia "la máquina llamada Crick" (p. 144), que es similar al gato para coches actual.

A la "Cabria" (p. 145) le da más importancia que a otras máquinas compuestas. Se explica que está compuesta por un torno con una palanca del que sale una cuerda que traslada la fuerza ejercida hasta un conjunto de poleas móviles e inmóviles de las que cuelga verticalmente el peso, un cañón en el dibujo. Este aparato se usaba mucho en artillería para mover las piezas. Se obtiene que multiplicando el esfuerzo inicial por el número de poleas móviles que se tenga se obtiene la fuerza actuante.

En las restantes proposiciones se estudian máquinas compuestas de un plano inclinado y una o más poleas, y de roscas y ruedas dentadas, con o sin palancas para trasmitir la fuerza.

"Del Rozamiento en las máquinas, y del Embarramiento de las cuerdas" (p. 159)

Del rozamiento se dice que su causa es la naturaleza de las superficies en contacto.. Se explica que se disminuye bruñendo las superficies o introduciendo entre las superficies "alguna materia untuosa". Se añade que se sabe por experiencia que el rozamiento

depende del peso y de la naturaleza de las superficies en contacto y no de su área. Se expone también cómo se puede medir el coeficiente de rozamiento mediante un plano inclinado.

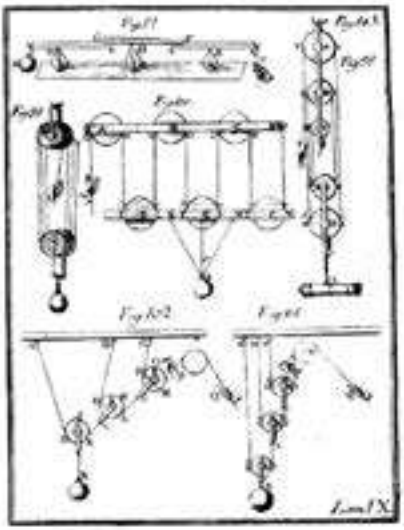
En toda esta parte Giannini muestra una preocupación mayor que en las anteriores por los resultados experimentales.

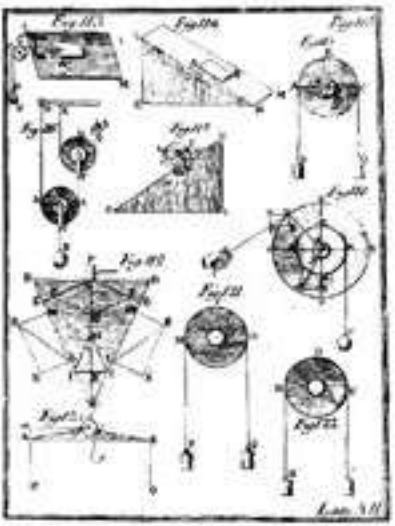
Se estudia también otro fenómeno que frena el movimiento que es la resistencia de las cuerdas a plegarse según una forma curva, que se denomina "Embarramiento". Se afirma que es mayor cuanto mayor es el radio de la cuerda y el peso que arrastra y menor el radio de la polea en la que se envuelve. En todos los casos se supone la resistencia es directa o inversamente proporcional a esas magnitudes.

Se estudia el efecto que puede tener su actuación sobre una polea inmóvil. En esta parte hay ejemplos numéricos de aplicación, con medidas en pulgadas y libras por ejemplo, lo que es bastante inusual en el libro. También se estudia el efecto del rozamiento en el deslizamiento de un cuerpo sobre un plano inclinado. Se estudia igualmente el efecto del rozamiento en las cuñas, los "peritroquios" y las roscas. Finalmente, se trata con algo más de detenimiento el rozamiento en las balanzas, por la importancia que tenía para "determinar la igualdad más precisa entre pesos" (p. 163).

En los apuntes del cadete Eslava esta materia se trata en el "Artículo 3º Del equilibrio de las Máquinas". El año 1781 se estudiaron todas las máquinas que aparecen en este libro, salvo el peritroquio. Pero no existe una sección dedicada a las máquinas compuestas, aunque algunos casos, como la composición de poleas, se estudian dentro del apartado dedicado a la máquina correspondiente. Tampoco estudiaron el rozamiento entre superficies, ni la resistencia a la torsión de las cuerdas.

Comparando con lo que explica Bails, lo que explica Giannini no es muy diferente de lo que aparece en los capítulos correspondientes de los *Elementos* (1780, v. IV, p. 340-467). Bails considera que "Cinco son las máquinas simples, es á saber, la Máquina funi-





cular, la Palanca, la Polea, el Torno, y el Plano inclinado" (p. 340). La llamada máquina funicular es un conjunto de cuerdas que sirven para llevar una fuerza de un punto a otro, u otros, por lo que se puede muy bien considerar que no es propiamente una máquina, como hace Giannini. Como en otros apartados de esta obra de mecánica, la diferencia principal está en que Bails no razona con trabajos virtuales como Giannini[550].

Hidrostática "Libro Segundo" (p. 187 - 288)

Este libro se divide en seis partes. En la primera se exponen las nociones generales y se definen los nuevos conceptos que se van a usar. En las tres siguientes se discute sobre el equilibrio de los

[550] Bezout (1797, v. IV, p. 199-438) tiene un apartado titulado "De l'équilibre et du mouvement dans les machines" (p. 199). Lo que dice Bezout es parecido a lo que trae Bails (1780, v. IV, p. 340-479), quien probablemente lo utilizó como referencia para escribir esta parte de su libro.

fluidos y de los sólidos introducidos en un fluido. El quinto trata del aire y en el último se describen varios tipos de bombas de agua y máquinas compresoras.

"Nociones generales" (p. 187)

Se definen conceptos como compresión, condensación, dilatación, rarefacción y elasticidad. Se dice que los fluidos se dividen en incompresibles, que son los que varían poco de volumen, como el agua, el vino o los metales fundidos; y comprensibles o elásticos, que son los que al presionarlos disminuyen el volumen como el aire. También se definen gravedad específica y densidad de un cuerpo, advirtiendo que son proporcionales.

La terminología utilizada por Giannini en la hidrostática es similar a la actual, salvo el término "presión", que se utiliza para designar la fuerza que hace un fluido, no la fuerza por la unidad de superficie, como se utiliza en la actualidad.

Giannini en este apartado se confiesa partidario de la teoría corpuscular de la materia:

> "Las partes que componen los fluidos son materiales aunque se ignora la pequeñez que tienen" (p. 191).

Pero no entra en discusiones filosóficas, y sólo lo tiene en cuenta en algunas explicaciones. Por ejemplo, para explicar la diferencia entre sólidos y fluidos se afirma que es debida a que la fuerza de adhesión entre sus partes es mucho mayor en los primeros que en los segundos.

"Del equilibrio de los fluidos contenidos en los vasos y tubos comunicantes de cualquier figura" (p. 193)

En esta parte se estudia un líquido que está en equilibrio en un recipiente. Primero se discute lo que sucede en un único recipiente y se concluye que los fluidos que están en equilibrio tienen su superficie horizontal, cualquiera que sea la forma del recipiente. Para demostrarlo se considera el líquido dividido en columnas

infinitesimales. Si una columna sube una altura infinitesimal, otra hará un descenso igual y se comprueba que para que el trabajo, o acción, sea nulo la superficie debe ser horizontal. Luego se trata el caso de dos tubos comunicantes llenos del mismo líquido, y, a continuación, lo que sucede si hay dos fluidos que no se mezclan en dos vasos comunicantes, demostrándose que sus alturas están en relación inversa a sus gravedades específicas.Todas las demostraciones se hacen por el principio de fuerzas vivas.

En un escolio se advierte que estas afirmaciones no son válidas en tubos capilares, que son "los que tienen sus diámetros no mayores de dos líneas y medias" (p. 200). En esos tubos el líquido se eleva más, salvo en el mercurio y los metales fundidos, que descienden en los capilares. Para explicar la capilaridad se dice que "La mayor parte de los Físicos atribuye la causa de los referidos fenómenos a una atracción particular que hay entre el vidrio y los fluidos" (p. 201).

"De las potencias de los fluidos sobre los fondos y paredes de los vasos que los contienen, y sobre los sólidos sumergidos en los mismos fluidos" (p. 203)

Este apartado está dedicado a estudiar la fuerza que sufre cualquier superficie que contiene un fluido. Se comienza con la que ejerce el líquido sobre una superficie infinitésima del fondo del recipiente. Para hallarlo se supone que el fondo del vaso es móvil, y se compara el trabajo que hace el peso de la columna de líquido que está sobre la superficie CD en un desplazamiento infinitesimal, y la fuerza que la mantiene, llegando a la conclusión que dicha fuerza es "igual al peso de un cilindro del mismo fluido que tiene CD por base y por altura NM" (p. 204). En la siguiente proposición se pide hallar "la presión que dicho fluido ejerce sobre una parte infinitésima CHDL de la superficie lateral del vaso" (p. 207). En los corolarios posteriores se aplica ese resultado a superficies finitas, concluyendo que la fuerza ejercida por el fluido es el peso de una columna de fluido que tiene de base la superficie y de altura la distancia del centro de gravedad de

dicha superficie a la superficie del líquido. La fuerza es perpendicular a la superficie considerada y se puede suponer que está actuando sobre el punto[551] proyección del centro de gravedad del fluido sobre la superficie considerada. Las demostraciones son siempre por el principio de los trabajos virtuales.

Se termina esta sección demostrando que las fuerzas horizontales debidas a la presión que actúan sobre un sólido sumergido en un líquido "se destruirán mutuamente" (p. 215).

En esta sección se ponen algunos ejemplos numéricos, con las longitudes en pies de Paris, y las presiones y pesos en libras. La densidad del agua se toma como 70 libras por pie cúbico.

"Del equilibrio de los fluidos y de los sólidos sumergidos en ellos; y del método para hallar las gravedades específicas de unos y otros con los usos principales que tienen estas determinaciones" (p. 217)

Se considera un cuerpo cilíndrico introducido en un líquido que está en unos vasos comunicantes. Suponiendo que el sólido introducido queda en equilibrio si tiene una parte sumergida en el líquido de altuha h, se demuestra haciendo un movimiento infinitesimal que se debe cumplir que h:H = G:g, siendo H la altura del cilindro, G la gravedad específica del sólida y g la gravedad específica del líquido. En los corolarios posteriores se deduce que si g=G, quedan al mismo nivel, si G<g parte del sólido quedará por encima de la superficie del líquido, y si g>G el equilibrio no es posible y se hunde el sólido. La proposición siguiente es el conocido principio de Arquímedes:

> "Si el sólido ALMC está sumergido en un fluido igualmente denso contenido en el vaso FG; la potencia vertical o gravedad de dicho sólido se disminuye en el peso de un volumen del mismo fluido igual al volumen del sólido que queda dentro del fluido" (p. 221).

[551] A ese punto le llama "centro de presión".

La segunda parte de este apartado está dedicada a las gravedades específicas de sólidos y líquidos. Para darlas se toma la del agua de lluvia como referencia. Se explica cómo es la balanza hidrostática, que es el instrumento utilizado para medir gravedades específicas. Esta balanza se distinguía por tener una caldera para depositar los sólidos o un globo de cristal que se introduce primero en agua y luego en el líquido cuya gravedad específica se quería conocer. En un escolio se describem los "Areómetros o pesalicores" (p. 229) que funcionaban con los mismos principios que la balanza hidrostática, pero permitían hacer las medidas más rápidamente.

Le sigue una tabla de las "Gravedades específicas de algunos sólidos" (p. 230-233) relativas al agua de lluvia. En la lista figuran en orden alfabético 62 productos sólidos, incluyendo el acero, varias maderas, minerales, "piedra de fusil", varios tipos pólvora, azufre y arena de río. A continuación está la tabla con "Gravedades específicas de algunos fluidos" (p. 233-234) en la que figuran 20 elementos, incluyendo aceites, vinagres, y vinos. Para el agua destilada, la gravedad es 0.992 y para la de lluvia 1,000. Se advierte al final que estas gravedades cambian con el calor y el frío[552].

En las últimas proposiciones de este apartado se resuelven varios problemas de aplicación, en los que se dan varios datos de un cuerpo, como la gravedad específica, el volumen, o el peso, y se piden los restantes. También se estudian problemas de mezclas de dos materiales, como el del "peso de la famosa corona del rey Hieron, en la cual el artesano mezcló plata con el oro por fraude" (p. 238).

En los apuntes de Eslava la hidrostática se estudia también en un nuevo libro "Libro Segundo Elementos de Hidrostática". Se

[552] Esta tabla es más completa que la que incluyó Giannini en la "Tabla de la proporción de diferentes cuerpos reducidos al volumen de un pie cúbico" del libro *Practicas de y Geometria Trigonometria* (1784). Además, se diferencian en que esta tabla está dada tomando como unidad la gravedad del agua de lluvia y la anterior está en libras por pie cúbico.

comienza estudiando la presión que ejerce un fluido homogéneo y en equilibrio sobre el fondo de un vaso. Se continúa con los vasos comunicantes, y la balanza hidrostática y se da una lista con la gravedad específica de 61 sólidos y 13 fluidos, que no siempre coinciden con los que aparecen en el libro. Pero este apartado es mucho menos extenso, que el correspondiente del libro y se puede decir que lo explicado fue sólo un resumen de lo que figura en el tomo IV.

"De las principales propiedades del Ayre deducidas de las experiencias y de la presión del ayre sobre las superficies" (p. 244)

En esta sección se estudia el aire, aunque en un escolio se dice que los resultados se pueden generalizar a "los vapores y las exhalaciones que se mezclan con el aire" (p. 251).

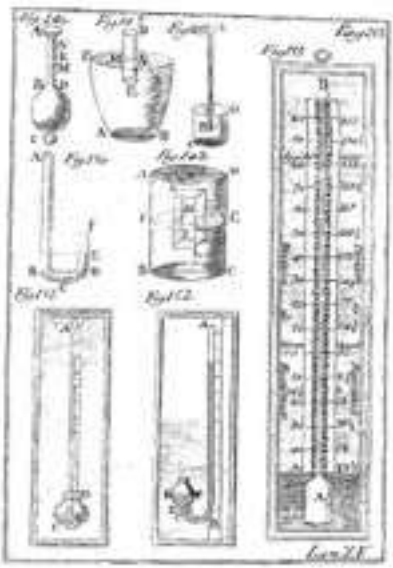
Giannini sigue en esta parte el orden contrario al que seguía en los apartados anteriores. En lugar de comenzar con una teoría matemática y deducir de ella cuáles van a ser los resultados experimentales, empieza exponiendo los resultados de varias experiencias y deduce de ellos unas fórmulas matemáticas.

La primera experiencia sirve para demostrar que el aire es un fluido pesado[553]. El experimento expuesto es parecido al que hizo Evangelista Torricelli en 1643. Se mete un tubo de 34 pulgadas lleno de mercurio en un vaso también lleno de mercurio y el mercurio del tubo baja hasta 27 ½ pulgadas. Se concluye que si baja a esa altura es por "la presión del aire sobre la superficie superior del mercurio" (p. 245).

"Experiencia II 297. El ayre se puede comprimir sensiblemente en la razón de los pesos que actúan sobre él" (p. 246). En este experimento se utiliza un tubo en forma de U cerrado por un

[553] "Experiencia I 295. El ayre es un fluido pesado que se equilibra como cualquier otro fluido" (p. 244).

extremo, que contiene aire se introduce por el lado abierto mercurio hasta que alcance una cierta altura. Se observa que la altura del mercurio es mayor en la parte abierta que en la cerrada y que si la altura del mercurio en ese lado se duplica, triplica etc. el volumen del aire del tubo cerrado se reduce a la mitad, tercera parte etc. Giannini concluye "luego el ayre se comprime en razón a los pesos que actúan sobre él" (p. 247). Se trata de una experiencia que ya propuso Robert Boyle[554] de 1660, aunque Giannini no menciona a Boyle, ni en la experiencia anterior a Torricelli.



La "Experiencia III 298. El ayre es un fluido elástico, y su elasticidad es igual a la fuerza que lo comprime" (p. 247). La experiencia es parecida a la anterior; pero en un corolario se enfoca desde otro punto de vista, afirmando que "la elasticidad del aire se aumenta o

[554] Robert Boyle (1627 – 1691) fue un físico, químico y alquimista inglés. Enunció la ley que relaciona el volumen y la presión de los gases. Participó en la creación de la Royal Society de Londres.

disminuye a proporción que se aumenta o disminuye / su densidad" (p.248-249) lo que es una formulación parcial e imprecisa de la que luego se conocerá como ley de Avogadro, enunciada en 1811, entendiendo con eso que la presión de un gas es proporcional al número de moléculas que hay en un volumen fijo. En un escolio se discute hasta donde se puede comprimir el aire. Giannini creía que debía existir un límite, aunque Hales[555] había llegado a reducir un volumen de aire a un espacio 1838 veces menor.

"Experiencia IV 302. El volumen del aire rarefacto por un grado de calor capaz de hacer ascuas al vidrio está con el volumen del mismo aire condensado por el frío del yelo como tres a uno" (p. 250) Sobre este experimento se explica la forma de hacerlo, añadiendo que si se tratara de comparar el volumen del aire en el frío del hielo con el que tiene en el calor del agua hirviendo sería como 2 a 3[556]. Esta experiencia llevaría a la ley de Jacques Charles[557] (1787), o de Gay-Lussac[558]; pero aquí no se menciona la temperatura.

La segunda parte de este apartado es la descripción de tres instrumentos que son importantes en el estudio de los gases: el barómetro, el termómetro y la máquina neumática.

"Del Barómetro" (p. 252) se dice que "sirve para conocer el mayor o menor peso del aire" (p. 252). Se describe cómo está formado y se comenta que a partir de las medidas realizadas durante los últimos

---

555 Probablemente se refiera al inglés Stephen Hales (1677-1761) que es famoso por sus estudios en fisiología. Fue el primero en medir la presión de la sangre, también estudió la presión de los gases.

556 Aceptando que a presión y masa constante la ley de los gases perfectos se reduce a $V = k \cdot T$, y con el cero absoluto a -273º, la razón sería de 373 a 273 es decir 1,366 aproximadamente en lugar de 1,5.

557 Jacques Charles (1746-1823) matemático, físico e inventor francés que fue uno de los primeros en hacer volar un globo y propuso la proporcionalidad entre el volumen y la temperatura de un gas, si las restantes condicones son iguales.

558 Joseph Louis Gay-Lussac (1778 – 1850) químico y físico francés que fue profesor de la École Polytechnique y de la Sorbonne. Se le conoce sobre todo por haber propuesto la ley de proporcionalida entre el volumen y la temperatura.

100 años se había concluido que la altura media de la columna de mercurio a nivel del mar es de 27 pulgadas y 10 ó 11 líneas.

"Del Termómetro" (p. 253) se dice que "sirve para conocer los grados del calor y frío" (p. 253). Se explica como se construye a partir de un tubo capilar que se acaba en un cilindro más ancho. Se llenan de mercurio y se pone en hielo y en agua hirviendo, marcando los niveles a los que llega el mercurio y se cierra el tubo. La graduación entre esos puntos puede hacerse "ya según el método del Señor Reaumur o ya sea según el del Señor Farenheit" (p. 254). Aunque no lo explica, en la figura puede verse que para el hielo fundente se escribe 0ºRe y 32ºF y para el agua hirviendo 80ºRe y 212ºF[559].

"De la máquina Pneumática" (p. 254) se dice que es "aquella por cuyo medio se quita o a lo menos se rarifica considerablemente el aire" (p. 254). Se describe con bastante detalle, explicando cómo tiene una campana de vidrio en la que se hace el vacío y un cilindro con su embolo que sirve para extraer el aire. Se expone igualmente otro modelo de máquina neumática con dos cilindros para que vaya más rápido[560].

En un escolio se explica que con esta máquina se solían hacer experimentos para lo que, en la parte de arriba, se ponía un gancho. Utilizándola, se había observado que cualquier animal al quitar el aire muere, que una vela encendida se apaga, o que

---

559 Farenheit publicó sus resultados y propuso su graduación en 1714, Reamur dio una primera idea de su escala en 1731. El grado Celsius, o centígrado fue propuesto por ese físico sueco en 1742. El grado Celsius, tomando el origen en el -273º es el grado Kelvin que es el aceptado en Sistema Internacional de unidades. De los dos que propone Giannini, el grado Reamur ha quedado en desuso y el grado Farenheit es una unidad de uso corriente en los países anglosajones, pero no se emplea en estudios científicos. No era así en el siglo XVIII cuando Reamur y Farenheit eran las escalas más populares en Europa, salvo, tal vez, en Suecia y los países nórdicos.

560 Una bomba de doble émbolo similar había sido construida ya por Francis Hauksbee el viejo (1666–1713) en 1712. Hauksbee fue discípulo de Boyle e instrumentista de la Royale Society.

la pólvora se consume sin estrépito, con mucho humo y dando un poco de luz azulada.

En una proposición posterior se trata de conocer la densidad del aire[561]. Se propone añadir en una balanza un vaso esférico de cobre que se pueda cerrar herméticamente. Se pesa con aire, se extrae el aire y se vuelve a pesar y, finalmente se pesa lleno de agua. La razón del peso del aire al peso del agua da la gravedad específica buscada. En un escolio se afirma que "el Señor Hauksbee de la R. Sociedad de Londres·" (p. 261) obtuvo para la gravedad específica 1 a 885 y que otros físicos han obtenido que al nivel del mar es 1 a 850.

También se halla la variación de la elevación del mercurio en el barómetro al aumentar la altura a la que se mide:

> "Proposición XXII 315 Dadas, la gravedad específica del aire al nivel del mar, y la altura del mercurio en el barómetro colocado al mismo nivel; determinar la altura X del mercurio en el barómetro colocado a cualquier distancia x de dicho nivel" (p. 263).

Para hallarla, se parte de que la fuerza del aire sobre una superficie AB es igual al peso de la columna de aire que tiene encima, esto es $AB\int Gdx$, integrando según la altura de la atmósfera. Si g es la gravedad específica al nivel del mar y b la altura del mercurio a ese nivel, y las gravedades específicas son inversamente proporcionales a las alturas, integrando se llega a que $X = b \cdot e^{-gx/b}$. En un escolio se advierte que estas fórmulas no son exactas porque la gravedad específica también varía con el frío y el calor, y se compara sus resultados con valores obtenidos experimentalmente. Se recomienda la obra de Luc[562] para profundizar en esta cuestión.

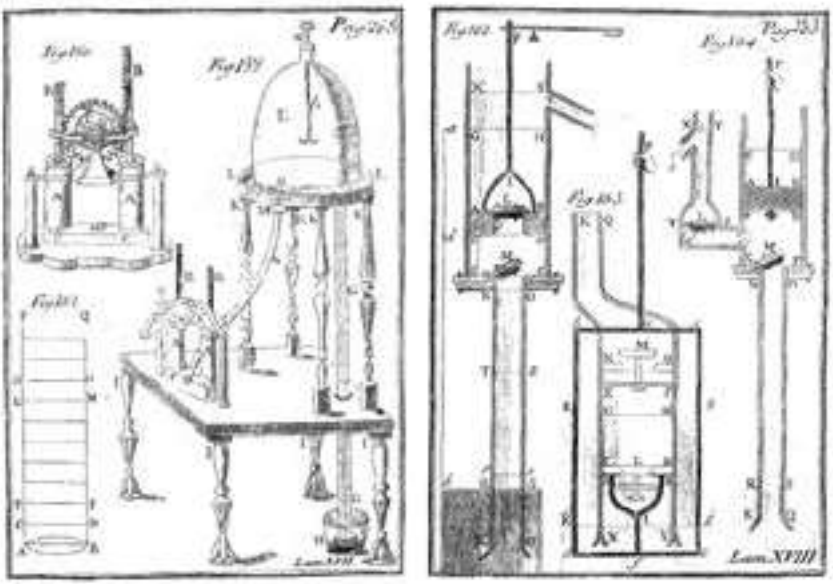
---

561 "Proposición XX 309. Determinar la gravedad específica del aire relativamente a la del agua de lluvia" (p. 260).

562 "Véase la grande / obra de M de Luc sobre los barómetros y termómetros" (p. 266/267). El geólogo y meteorólogo suizo Jean-André De Luc (1727-1817) publicó *Recherches sur les modifications de l'atmosphére* (1772). También fabricó varios barómetros. Vicente Alcalá Galiano, que fue muchos años profesor del Colegio de Artillería, sigue a De Luc en "De la Memoria sobre la construcción y uso de instrumentos meteorológicos" (1783) véase García Hourcade (2002).

"Del modo de elevar el agua con las Bombas atraente, impelente y compuesta, y de las potencias que necesitan para sostenerla en equilibrio: de la bomba de fuego, y de la máquina de compresión" (p. 269)

Se describen con cierto detalle las partes que tienen los tres tipos de bombas mecánicas y se explica cómo funciona cada uno de los aparatos con sus émbolos, cilindros y válvulas. En



estas bombas se hace un cálculo de la fuerza con la que se debe actuar para subir el agua, teniendo en cuenta su peso y el aumento de la presión del aire al disminuir su volumen. Se recuerda que la profundidad del agua debe ser de menos de 32 pies para que la presión atmosférica mantenga la columna de agua y que por el rozamiento y el peso del émbolo la fuerza a aplicar debía ser como un tercio mayor que lo que resulta del cálculo teórico.

La máquina más interesante de las bombas es la que utiliza el vapor de agua[563]. El aparato descrito tiene una caldera donde se calienta el agua. El vapor pasa a un tubo con dos émbolos. El vapor caliente desplaza al aire y cierra la válvula de entrada del agua. Al cerrarse la comunicación con la caldera se enfría el tubo. Entonces, la presión baja, la válvula superior se cierra y la de abajo se abre subiendo el agua. El proceso se repite para continuar sacando agua, de tal forma que con el "vapor de agua hirviendo alternativamente dilatando y condensando en el vaso EF, se elevará el agua" (p. 283). En un escolio se explica que con el fuego del agua sale "un fluido muy sutil y elástico", que es el vapor de agua. También se dice que Desaguliers[564] halló que el vapor de agua, a presión atmosférica, es 14.000 veces menos denso que el agua y 16 o 17 veces menos denso que el aire y que la presión del vapor es a la presión de la atmósfera como 39 a 32. Para saber más sobre estas bombas se aconseja "el Tratado de Física de M. Desaguliers", la "Arquitectura hidráulica de M. Belidor", o "la Hidrodinámica de M. Bossut" (p. 284).

Las últimas proposiciones de esta parte son sobre la máquina compresora de aire. Se explica que consiste en una campana donde se introduce el gas y una bomba atrayente con unas válvulas que no dejan salir el aire. El aire en la campana puede estar sometido a grandes presiones por lo que se trata, en particular, de la resistencia a la presión de los componentes del aparato. Se calcula el espesor que deben tener las paredes para soportar una presión dada, suponiendo que la resistencia a la ruptura es proporcional al espesor y a la tenacidad del material. Se añade que

---

563 "Proposición XXIX 331. Manifestar el modo, con que se eleva el agua por medio de la bomba a fuego" (p. 281).

564 John Theophilus Desaguliers (1683 – 1744) miembro de la Royal Society y ayudante de Newton en cuestiones experimentales. Mejoró el modelo de bomba de calor descubierta por Savery. Su hijo Thomas trabajó en el Arsenal de Woolwich, encargándose de perfeccionar la producción de cañones.

para conocer más sobre el tema se puede acudir a los escritos de "Los Señores Parente[565], Mariotte[566], Nollet y otros Físicos, han hecho diferentes experimentos para probar las tenacidades de las materias" (p, 288). En un escolio se pone un ejemplo[567] con los valores del cobre y plomo, cuyas tenacidades dice que van como 28 a 1.

En los apuntes de Eslava el estudio del aire figura como un apéndice de la hidrostática. En ese apéndice se explican los experimentos que van en el libro; se expone cómo funcionan el termómetro, el barómetro y la máquina neumática; se da el valor de la densidad del aire encontrado por Hauksbee; y la ley que da la variación de la presión con la altura. Por el contrario, no estudiaron en ese año la máquina compresora de aire.

Bails, por su parte, se extiende más en esta materia ya que dedica el tomo V de los *Elementos* únicamente a la hidrostática y la hidrodinámica. La hidrostática va de la p. 3 a la 102 y trata los temas de una forma más amplia, incluso más matemática, que Giannini. Los aparatos que se han comentado están tratados en el apartado

---

565 Es probablemente A. Parent, que publicó varios artículos sobre esta cuestión en las *Actes de l'Académie des Sciences*, por ejemplo « Sur la résistance des cylindres creux et solides » en 1701 y « Des résistances des tuyaux cylindriques pour des charges d'eau » en 1707, en los que se propone una tabla con las resistencias de los tubos de cobre y plomo.

566 Edme Mariotte (1620 - 1684), abad y físico francés. Estudió la compresión de los gases y llegó a descubrir la ley hoy conocida como ley de Boyle - Mariotte: a temperatura constante, el volumen de un gas es proporcional al inverso de la presión, cuando la temperatura no varía. Edme Mariotte fue un pionero de la física experimental, y uno de los impulsores de su estudio en Francia. Estudió también la óptica, las deformaciones elásticas de los sólidos y la hidrodinámica. Publicó, entre otros, *Traitté de la percussion ou chocq des corps* (1676), *Essays de phisique, ou Mémoires pour servir à la science des choses naturelles* (1679-1681).

567 Bails (1780, v.V, p. 27-28) pone dos ejemplos parecidos que dice estar tomados del libro de Parent.

"De algunos instrumentos y máquinas" (p. 545-604)[568]. En general se tratan más cuestiones y se dan más explicaciones que en el tomo de Giannini. Sólo en la balanza para medir gravedades específicas y el cálculo de dichas gravedades, se extiende más Giannini[569]. Por su parte Etienne Bezout en su *Cours de mathématiques a l'usage du Corps de l'Artillerie* no trata de la hidrostática[570].

Dinámica "Libro Tercero" (p. 289-496)

La dinámica se define como:

"377. Dinámica es la ciencia que trata del movimiento de los sólidos" (p. 299).

A ella se dedica el libro tercero, que es el más extenso y complicado de los tres que componen este volumen. Se comienza con unas nociones generales (p. 289-299), luego se sigue con cuestiones de cinemática, tratando del movimiento uniforme o uniformemente acelerado (p. 300-338). Luego se estudia el movimiento de una masa sometida a fuerzas variables, viendo en particular algunos problemas como el choque, o el movimiento de péndulos o el de cuerpos sometidos a muelles. También se estudian en general cuestiones como hallar la ley del movimiento de un cuerpo

---

568 Bails en la parte general no sólo trata del aire sino que añade una introducción sobre los fluidos elásticos y dedica más páginas (p. 65 – 83) al equilibrio de sólidos dentro del agua. En los instrumentos, aunque introduce más modelos de termómetros que Giannini, acepta como este las graduaciones de Farenhait y Reamur con preferencia por el segundo. Tampoco menciona la escala de Celsius.

569 Bails sólo le dedica las p. 58 - 61.

570 Al menos en la edición en cuatro volúmenes que se ha consultado. En el *Cours de mathématiques à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine* lo hace en la sección «De l'equilibre des fluides et des corps qui y sont plongés » (1770, v. IV, p. 365- 432), que trata de hidrostática. Incluye las propiedades del aire y las bombas para sacar agua, pero es menos extenso que el de Giannini o el de Bails.

sometido a un tipo de fuerzas concretas, por ejemplo centrípeta, o el problema contrario, conocida la trayectoria de un movil hallar la ley que sigue la fuerza actuante La última cuestión que se aborda es el movimiento de sólidos en un medio resistente (p. 472-496).

"Nociones Generales" (p. 289)

Se definen conceptos básicos en dinámica como trayectoria, o "espacio corrido", y velocidad, que es:

> "Velocidades son aquellas cantidades que son proporcionales con los espacios corridos con movimiento uniforme en igual tiempo" (p. 289).

Se dice que los movimientos pueden ser uniformes, uniformemente acelerado o uniformemente retrasado. Pero no se define el concepto de aceleración. A partir de la velocidad se define la cantidad de movimiento.

Es importante tener en cuenta que las magnitudes se relacionan diciendo que son "proporcionales con", no "iguales a", lo que lleva a indeterminaciones en las fórmulas. Podría ser un problema importante si se buscaran resultados numéricos en las aplicaciones; pero, Giannini busca dar leyes generales y no resultados concretos.

Se definen choques elástico e inelásticos. Se describen los péndulos y se dan sus características. En esta parte se llama proyectil al cuerpo que es impulsado por una fuerza inicial en una dirección cualquiera y luego sufre una fuerza constante. Se introducen las fuerzas centrípetas y centrífugas. Se define igualmente lo que es la resistencia del medio. Por las definiciones que se dan y el desarrollo posterior de este apartado se deduce que Giannini expone la dinámica de un cuerpo suponiéndolo reducido a un punto. No se introduce ni la velocidad angular, ni el momento de una fuerza, ni el momento de inercia de un cuerpo[571].

En este apartado no se dan explícitamente las tres leyes de la mecánica propuestas por Newton en *Principia* "Axiomas o leyes del movimiento" (Newton, 1987, p. 41-42) que tratan sobre la inercia,

[571] Bails (1780, v. IV, p. 6-7) las incluye.

la proporcionalidad entre las fuerzas y las variaciones de la cantidad de movimiento y de acción y reacción. Giannini parece inclinarse por autores continentales, como los Bernoulli que tienen una forma de hacer física más matemática que Newton. Pese a ello, la física que se explica es la de Newton, sólo que no está expresada de la forma habitual. Por ejemplo, se enuncia la ley de inercia diciendo que si una fuerza pone en movimiento un cuerpo, continúa con ese movimiento "a no ser que le saque de él alguna causa exterior" (p. 291). También dice que para comenzar el movimiento se necesita una fuerza[572].

"De los movimientos de los cuerpos, uniforme, acelerado y retardado; y del movimiento compuesto, uniforme y rectilíneo" (p. 300)

La parte dedicada a la cinemática comienza con el estudio del movimiento uniforme. Se obtiene que en ellos las velocidades son directamente proporcionales a los espacios recorridos e inversamente proporcionales a los tiempos utilizados. Los resultados se resumen diciendo que para dos móviles A (velocidad V, espacio S, tiempo T) y B (s, v, t), que se mueven con un movimiento uniforme se verifica:

$V : v = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$ (p. 302), o para las cantidades de movimiento:

$\frac{Q}{q} = \frac{S \cdot r \cdot M}{s \cdot T \cdot m}$ (p. 303).

Se encuentra que la velocidad, independientemente de que sea un movimiento uniforme o acelerado, se puede expresar como un cociente de diferenciales: $\frac{V}{v} = \frac{dS}{dT} : \frac{ds}{dt}$.

En la proposición IV se explica que para sumar las velocidades dadas a un móvil por dos fuerzas instantáneas que actuaron sobre él en direcciones distintas se debe utilizar la regla del paralelogramo.

572 A las fuerzas se les continúa llamando "potencias".

Se continúa con el movimiento uniformemente acelerado o retardado, que se define como aquel en que V:v = T:t. Se obtiene que para los espacios se verifica la relación S:s = ½ T^2 : ½ t^2 ó que S : s = V^2 : v^2.

En las páginas siguientes se aplica lo estudiado a la caída de graves. Se suponen dos experiencias. La primera es la que propuso Galileo

> "Experiencia I 404. Si de lo alto de una torre se deja caer un cuerpo, y se notan los espacios recorridos sucesivamente por el mismo cuerpo en tiempos iguales; se observará que son como la serie de los números naturales impares" (p. 320).

Se comentan los problemas prácticos de esta "experiencia" y se recomienda hacerla en un plano inclinado para anotar mejor los tiempos. En la "Experiencia II" (p. 322) se dice que el espacio que recorre un cuerpo que cae en las proximidades de la superficie de la Tierra es "16 pies ingleses por un segundo [...] o con más exactitud 15,0515 [pies de París] bajo el Ecuador" (p. 322) En un corolario se dan las velocidades que tendría el cuerpo al final del primer segundo: 32 pies ingleses o 30 pies y 2 pulgadas de París.

Se pide posteriormente para un cuerpo que se desplaza con un movimiento uniformemente acelerado "determinar el espacio que correrá el mismo cuerpo al final de cualquier tiempo" (p. 323). Para hallarlo se supone V = kT. Como V es proporcional a la derivada $V = \frac{ndS}{dT}$, integrando se obtiene que S = $k \cdot T^2/2n^2$ y para la velocidad V = $\sqrt{(2ks)}$. Si el tiempo se toma un segundo y k 32 pies ingleses, se tienen las fórmulas de la caída de graves.

Para dar una velocidad Giannini explica: "la velocidad dada de 96 pies, correspondiendo este espacio al que correría el cuerpo con movimiento uniforme en un segundo con dicha velocidad" (p. 325). En general, Giannini no consideraba velocidades instantáneas, dadas en pies por segundo y calculadas derivando,

sino que las velocidades las consideraba como espacios recorridos en un intervalo de tiempo conocido.

A estas proposiciones les siguen "por ser útiles en la práctica" (p. 325) dos tablas. En una van los "tiempos de los descensos" de 1 a 60 segundos y los "espacios corridos" en pies y pulgadas (francesas) en los segundos correspondientes (p. 326). En la otra figuran los "tiempos que gasta un cuerpo para adquirir cada velocidad", dados de 1 a 60 segundos, y "Espacios corridos uniformemente en un segundo en virtud de la velocidad adquirida" dados en pies y pulgadas[573].

Leyes generales que cumplen los cuerpos sometidos a fuerzas constantes o variables

En los dos apartados siguientes el autor se plantea obtener algunas normas gerales válidas para el movimiento de cualquier cuerpo sometido a una fuerza. Se comienza suponiendo que la fuerza es constante[574]. En ese caso, si parte del reposo, sus velocidades son proporcionales a P/M siendo P la fuerza constante y M la masa del cuerpo. Esto es una forma de dar la segunda ley del movimiento de Newton, que ahora se indica con $F = m \cdot a$. Pero Giannini no define aceleración y enuncia indirectamente la segunda ley del movimiento[575]. En las primeras proposiciones se obtiene que la velocidad adquirida por una masa M sobre la que actúa una fuerza constante P, durante un tiempo T, es proporcional a $P \cdot T/M$ y el desplazamiento es proporcional a la razón $P \cdot T^2/M$.

---

573 De nuevo está la falta del concepto de velocidad instantánea. Estas velocidades son las velocidades instantáneas en el segundo que se indica; pero están dadas como longitudes, pies o pulgadas y no pies/seg como se hace actualmente.

574 "Del movimiento rectilíneo de los cuerpos, a quienes están aplicadas potencias constantes" (p. 328).

575 Newton tampoco usó la aceleración para dar la ley: "Ley II El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y se hace en la dirección de la línea recta en la que se imprime esa fuerza" (Newton, 1987, p.41).

Se proponen dos experiencias sobre la caída de varios cuerpos de masas desiguales en el vacío o en un plano inclinado, de las que se deduce que la fuerza de gravitación es proporcional a la masa.

En la última proposición de esta sección se obtiene, como corolario, que si la fuerza es constante es dt proporcional a $\frac{mrdv}{p}$ y ds a $\frac{2mrvdv}{p}$. Como cualquier fuerza, por mucho que varíe, se puede suponer constante en un instante infinitesimal, estas expresiones se utilizan frecuentemente en los apartados posteriores.

En el siguiente apartado se introduce el estudio del movimiento de cuerpos sometidos a fuerzas variables[576]. Se toma como punto de partida el corolario anterior y parte de las igualdades infinitesimales p·ds = 2m·v·dv, y p·dt = m·dv para obtener integrando: $v^2 = \frac{\int P \cdot ds}{M}$ y $V = \frac{\int P \cdot dt}{M}$. Se advierte que el signo de igualdad se coloca "para comodidad del cálculo" solamente, porque sólo se había demostrado la proporcionalidad de las dos magnitudes.

En la proposición siguiente se aplican las fórmulas obtenidas a un caso sencillo "Si el centro C de la potencia atrae al cuerpo M en la razón de su distancia" (p. 343), se pide hallar la relación entre la velocidad y el espacio y entre el tiempo y el espacio. Para la velocidad se obtiene sustituyendo P e integrando $v = \frac{\sqrt{3as - s^2}}{\sqrt{2m}}$ donde a es la distancia inicial, s la distancia del punto en el momento que se estudia y m la masa. Sustituyendo ese resultado en $v = \frac{ds}{dt}$, se obtiene una expresión que al integrar daría un arco seno. Giannini prefiere hallarlo gráficamente y decir que el tiempo es "proporcional con el ángulo ACN"

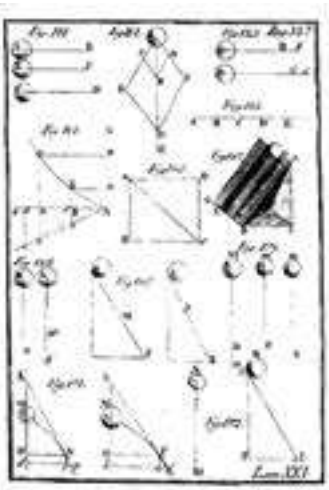
576 "Del movimiento de los cuerpos, a quienes están aplicadas potencias variables" (p. 339).

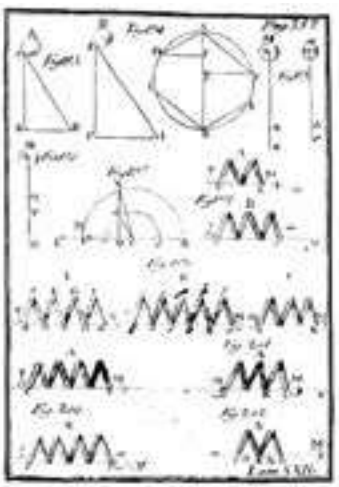
"Del Movimiento de los cuerpos en los que actúa la potencia de los elástros[577] o muelles, que median entre los mismos cuerpos" (p. 347)

Sobre el movimiento de masas sometidas a la actuación de un muelle se busca en primer lugar hallar la relación entre los tiempos o las velocidades de dos masas (M y m) sujetas a las fuerzas de dos muelles diferentes con un número de espiras (N y n) y una fuerza por espira (R y r) respectivamente, cuando recorren una distancia dada. Se llega a que

$$V : v = \frac{\sqrt{RN}}{\sqrt{M}} : \frac{\sqrt{rn}}{\sqrt{m}} \text{ y } T : t = \frac{\sqrt{NM}}{\sqrt{R}} : \frac{\sqrt{nm}}{\sqrt{r}}$$

Luego se suponen dos masas situadas en los extremos de un muelle y se encuentra que, a tiempos iguales, las velocidades son proporcionales a los inversos de las masas y que hay un punto que permanece en reposo. Finalmente se relacionan dos masas que están sujetas a la acción de dos muelles que forman un ángulo con





577 Supone que un muelle es una serie de "elastros" que parecen ser una vuelta de una espiral elástica "inmaterial" y con las vueltas "iguales entre sí", que al abrirse o cerrarse producen la fuerza. Bails (1780, v. IV, p. 302 y ss.) también usa ese término.

un tercer muelle que actuaría sobre un cuerpo colocado en el centro de gravedad de esas dos masas.

Del escolio final se explica que este apartado sirve de introducción al siguiente sobre choques de sólidos:

> "Escolio 456 La teórica de los elastros expuesta anteriormente suministra los principios aptos para determinar las leyes de la comunicación del movimiento en el choque de los cuerpos" (p. 358).

"Del movimiento de los cuerpos que se chocan" (p. 359)

En este apartado se estudia el choque de dos o tres cuerpos. Se consideran distintos casos y en cada uno se estudia el choque en general y luego las consecuencias que pueden deducirse si el choque es completamente elástico o parcialmente elástico.

En el primero se pide:

> "Proposición XXVII 457. Si dos cuerpos blandos o duros se mueven con movimiento uniforme, según la misma dirección AD, siendo la velocidad del primer cuerpo mayor que la del segundo, y si se dan las masas y las velocidades de dichos cuerpos antes del choque directo; determinar la velocidad con que se moverán después del choque" (p. 359)

Se supone que el movimiento de esos dos cuerpos se descompone en el del centro de gravedad de ambos, y en el de cada uno por separado respecto a dicho centro de gravedad. Por lo demostrado en el aparatado sobre muelles al chocar los movimientos "quedan equilibrados". Luego, se mantendrá el movimiento del centro de gravedad con velocidad: "$\frac{A \cdot V + B \cdot v}{A + B}$" (p. 360) o con notación actual: $\frac{m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B}{m_A + m_B}$.

En los corolarios se observa que la cantidad de movimiento se conserva, y se generaliza para el caso de dos cuerpos que chocan de frente.

En la proposición siguiente se trata en particular el caso del choque elástico en el que los cuerpos después del choque saldrán

"en direcciones contrarias" (p. 362) respecto al centro de gravedad. Encuentra esas velocidades y demuestra que en este caso también se conserva la cantidad de movimiento. Además se comprueba que en este choque la suma de las masas por las velocidades al cuadrado también se conserva[578]. En otra proposición se estudia el choque parcialmente elástico de dos cuerpos, suponiendo que se sabe que se recupera una fracción de la velocidad del choque perfectamente elástico. De nuevo muestra en un corolario que la cantidad de movimiento se conserva.

En las proposiciones restantes de este apartado se estudia el choque de tres cuerpos, obteniendo, de nuevo, primero el movimiento del centro de gravedad después del choque, y, después qué sucede con los cuerpos si el choque es perfectamente elástico o parcialmente elástico. Las demostraciones se basan en lo obtenido en el apartado anterior sobre la acción de muelles[579] y la conservación de la cantidad de movimiento es una consecuencia[580].

---

578 Actualmente se dice que se conserva la energía cinética. En el siglo XVIII se utilizaba el concepto de "vis viva" o "fuerza viva" introducido por Leibniz. La energía cinética, con el coeficiente ½, fue introducida por el francés Gustav Gaspar Coriolis (1792-1843), que fue director de la Escuela Politécnica y que es conocido sobre todo por la "fuerza de coriolis".

579 Esta idea de acudir a los muelles para explicar la cohesión de los sólidos y la forma de comportarse en los choques, se encuentra explicada en Dugas (1988, p. 241-242).

580 Este apartado sobre choques es mucho menos pedagógico que el introducido por Bails (1780, v. IV p. 136-169). Bails estudia los choques partiendo del principio de conservación de la cantidad de movimiento. No emplea los elastros en este apartado, aunque sí lo hace en los dedicados a las fuerzas vivas ("De las fuerzas vivas. Pruébase que son iguales al producto de la masa por la velocidad", p. 285; "Satisfácense los principales argumentos de los partidarios de las fuerzas vivas", p. 289; "Del principio de la conservación de las fuerzas vivas", p. 313). Por su parte, Giannini no entra en las explicaciones de Bails sobre la conservación del movimiento y las fuerzas vivas. Bezout por su parte (1797, v. IV. p. 1-18 y 22-30) comienza con el choque de cuerpos, aplicando el principio de la conservación de la cantidad de movimiento. Entra también en la discusión de las fuerzas vivas (p. 18-22), pero sin pronunciarse en un sentido u otro.

Péndulos y trayectorias mínimas

En el siguiente apartado se comienza estudiando el péndulo simple, para continuar con unos ejemplos de péndulos físicos[581] y terminar estudiando algunas curvas particulares como la isócrona o braquistócrona

La primera cuestión que se resuelve es hallar la velocidad que adquiere un cuerpo al caer en caída libre. Se parte de la fórmula Pds = 2mv·dv, siendo P=g fuerza con la que actúa la gravedad sobre el cuerpo. Si x es el espacio que ha caído el móvil, resulta v=√(gx)/√m. En un corolario se dice que como g es la fuerza de la gravedad "Si se supone g igual a m como sucede en los cuerpos terrestres" (p. 376) queda la velocidad √a con a la distancia bajada perpendicularmente. Giannini no se plantea obtener valores numéricos y prescinde de los valores constantes[582].

En la proposición siguiente se consideran dos péndulos simples que se mueven en arcos iguales y se quiere conocer la razón de los tiempos en su movimiento. Partiendo de muevo de la expresión p·ds=mv·dv y la p·dt = m·dv, se llega a que el tiempo que tarda en recorrer arcos iguales cada péndulo cumple que T: t = √(M·R)/√G: :√(m·r)/√g, siendo M y m las masas G y g las fuerzas gravitatorias y R y r las longitudes de los hilos de los que penden. En un corolario se dice que si M:m = G:g, lo que sucede si los dos péndulos se mueven en el mismo lugar, queda T/t=√R/√r. El periodo depende sólo de la longitud del hilo. Se añade que "Consta por las experiencias de M. Bouguer[583] en Paris [...] que un péndulo simple que tiene la longitud igual a 3 pies y 8,67 líneas, hace una oscilación en un segundo" (p. 378). En un escolio se explica como deducir de esta

581 "Del movimiento de los Péndulos" (p. 375).

582 Como mgx energía potencial perdida debe ser igual a ½ mv^2 energía cinética ganada, queda v = √2gx.

583 Se debe tratar de Pierre Bouguer (1698 - 1758) astrónomo y matemático francés, que participó con Jorge Juan y Antonio Ulloa en la expedición al Ecuador a medir el meridiano terrestre.

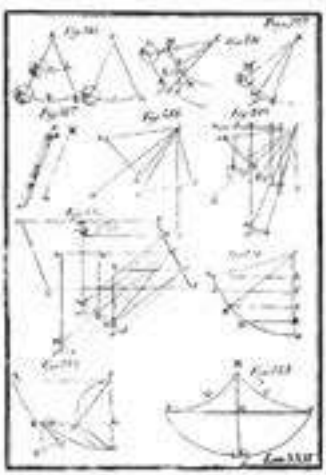
propiedad la relación entre las gravedades en dos puntos de la Tierra haciendo oscilar el mismo péndulo en los dos lugares.

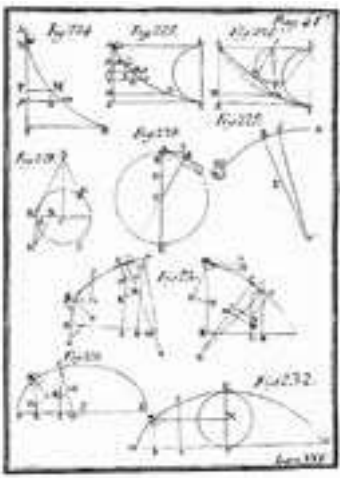
En las siguientes proposiciones se estudian los péndulos físicos formados por dos masas, o más que penden del mismo hilo, o que oscilan simultáneamente en un mismo plano de oscilación o en varios planos diferentes. Giannini no introduce el movimiento circular ni el momento de inercia[584] lo que alarga el estudio. Cuando se trata de un cilindro o de otros péndulos no puntuales se utilizan integrales[585].

En la proposición XLV se demuestra que el periodo de oscilación crece si el arco según el cual oscila la masa es más grande. También se añade que si los dos arcos son pequeños se pueden considerar isócronas.

A continuación se deja los péndulos para hallar la curva tautócrona, o isócrona de Bernoulli:

> "Proposición XLVI 502. Determinar la curva ABC, en que el cuerpo que se deje caer desde cualquier punto B de ella, llegue en igual tiempo a su punto inferior C" (p. 393).





584 Se considera que fue Euler quien introdujo el momento de inercia en la mecánica en su *Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum* (1760) (Dugas, 1988, p. 276-278).

585 El numerador es $\int z^2 dz$ y el denominador $\int z \cdot dz$

Se halla la componente de la gravedad tangente a la curva y se pide que sea proporcional a la distancia que falta por recorrer para que la curva sea tautócrona. Se obtiene $g \cdot dx/ds = n \cdot s$. Integrando en s, y obteniendo posteriormente la ecuación diferencial de la curva en los ejes x e y, se obtiene $dy = \frac{\sqrt{\frac{g}{2n} - x}}{\sqrt{x}} dx$ ecuación diferencial de la cicloide con $2R = g/2n$. En un corolario se explica que un péndulo en el que la masa describiera una cicloide sería isócrono.

La siguiente curva es:

> "Proposición XLVIII 505. Determinar la Curva isócrona[586] BMN, en la que ande un cuerpo B movido por la fuerza de la gravedad, de modo que en tiempos iguales, se acerque / igualmente a la horizontal" (p. 396-397)

Aplicando que en este caso $dx = dt$[587] a las ecuaciones del movimiento llega a la ecuación $dy\sqrt{x} = dx \cdot \sqrt{(x-1)}$, que integrando da como solución $y^2 = (4/9) \cdot (x-1)^3$. Es decir la parábola semicúbica. Finalmente se pide:

> "Proposición XLIX 506. Determinar la curva Braquistócrona AB por la cual un cuerpo A movido por la gravedad desciende desde un punto dado A a otro dado B en el mínimo tiempo" (p.398).

Es un problema clásico del cálculo de variaciones, que había sido resuelto por Johan Bernoulli, y otros matemáticos, a comienzos del siglo XVIII. Para determinarlo Giannini supone que se realizan unas

---

586 Giannini usa el término isócrona para la Isócrona de Leibniz, es decir una curva en la que una partícula que descienda siguiéndola, a causa de la gravedad, tiene velocidad vertical constante. Actualmente suele llamarse isócrona a la de Bermoulli, es decir a la curva tal que desde cualquier punto de ella un móvil sometido a la gravedad llega en el mismo tiempo al punto más bajo, es decir la cicloide. En este capítulo a la isócrona de Bernoulli se le ha llamado tautócrona para evitar confusiones.

587 En esta parte utiliza x para la distancia en la dirección vertical. Las igualdades en que aparece en un lado un tiempo y en el otro un espacio o en la misma línea "$v=\sqrt{x}$" con una velocidad y la raíz de un espacio no son raras en el libro de Giannini, que ve todas las magnitudes como segmentos, sin preocuparle la interpretación "física" o en la naturaleza de lo que hace.

variaciones infinitesimales, busca las condiciones para que el tiempo sea mínimo y, aplicando que la velocidad de caída es igual a la raíz cuadrada del espacio[588] descendido, y, simplificando, se llega a $dy = \frac{dx\sqrt{x}}{\sqrt{a-x}}$ que es otra forma de la ecuación diferencial de la cicloide.[589].

"Del movimiento libre curvilíneo de los cuerpos[590]" (p. 401)

En este apartado se estudia el comportamiento de varios móviles que tienen una trayectoria curvilínea. En algunos casos se conoce la ley que sigue la fuerza y se pide la ley que sigue la velocidad y la trayectoria. En otros se da la trayectoria, y se pide hallar el tipo de fuerza que actúa, y la velocidad.

Circular

El estudio del movimiento circular[591] comienza hallando la fuerza centrípeta que es la que hace seguir al movil una circunferencia. Se aplican las relaciones que se han encontrado al comienzo de este tercer libro entre Pds y mvdv y se llega a que la fuerza es $f=m\cdot v^2/2kr$[592]. En un corolario se dice que esta relación vale para cualquier curva en una porción infinitesimal si se toma r igual al radio de curvatura.

En la proposición LIII, dados dos cuerpos M y m, que se mueven en dos circunferencias de radios R y r sometidas a las

---

588 La expresión exacta sería $v = \sqrt{(2g\cdot h)}$

589 Comparando con lo que expone Bails (1780, v. 4, p. 175-183) la explicación de Giannini sobre péndulos es más amplia y más matemática. Bails deja el estudio de las curvas isócronas, tautócronas y braquistócrona para un apartado final "Resolución de algunas cuestiones de Dinámica" (p. 511-534) Además de estas curvas estudia la catenaria y la isócrona paracéntrica.

590 En este apartado Giannini sigue bastante de cerca el artículo de Vincenzo Riccati (1757 a).

591 Este aparatado resulta más sencillo en el libro de Bails (1780, v. IV, p. 186-194)

592 Es decir la fórmula de la aceleración centrípeta si se toma k=1/2, como sucedía en otras fórmulas. V. Riccati (p. 141) en su artículo no pone el 2·k y deja la fórmula "$m\cdot u^2/R$".

fuerzas F y f, se pide determinar la razón de las velocidades y de los periodos. De la fórmula obtenida para la relación entre fuerzas, radios, velocidades y masas, se halla $\frac{V^2}{v^2} = \frac{FR}{M} : \frac{fr}{m}$, y sacando la raíz se obtiene la razón entre las velocidades. Como el tiempo que tarda en dar una vuelta un móvil es igual a la longitud de la circunferencia entre la velocidad, se obtiene $\frac{T}{t} = \frac{\sqrt{RM}}{\sqrt{F}} : \frac{\sqrt{rm}}{\sqrt{f}}$. En un corolario se comenta lo que sucede si F=f ó F:f = R:r.

Fuerzas paralelas

En las siguientes proposiciones los cuerpos están sometidos a fuerzas paralelas[593]. En la primera se supone conocida la posición y velocidad inicial, y la trayectoria del móvil, y se piden las leyes que siguen la fuerza, la velocidad y el tiempo. Se acude a lo estudiado sobre el radio de curvatura en el tomo III del *Curso Matemático,* además de a las fórmulas generales de la dinámica obtenidas al comienzo de este libro para obtener la ecuación diferencial que cumplen estos móviles es $\frac{VQdy}{\sqrt{b^2v^2 - V^2Q^2}} = dx$, con x e y las coordenadas, V la velocidad inicial v la velocidad en el punto considerado y las constantes b y Q dependen de las coordenadas iniciales y la curvatura. En un corolario posterior se da otra fórmula semejante para la fuerza. Se continúa:

> "Se añaden los ejemplos siguientes para ejercicio de las fórmulas dadas anteriormente y se aplican las mismas fórmulas al movimiento de los proyectiles, o los cuerpos arrojados por morteros, cañones &c. [...] con tal que se prescinda de la resistencia del medio" (p. 411).

En realidad las aplicaciones a la balística se estudian en las dos proposiciones siguientes. De los ejemplos posteriores en el primero se conoce que la trayectoria es elíptica y se sabe que la fuerza es

[593] Esta proposición está en la "Pars Prima" del artículo de V. Riccati (1757 a, p. 142-146), al comienzo cuando se trata de generalidades. Giannini se extiende más en las explicaciones.

perpendicular al eje mayor de la elipse[594], se pide la ley que siguen las velocidades y la magnitud de la fuerza en cada punto. Aplicando las propiedades de la elipse y las fórmulas obtenidas en la proposición LIV se concluye que $f= (F\cdot a^3)/y^3$, siendo F y a la fuerza y la ordenada iniciales, e y la ordenada del punto en el que la fuerza es f. En el "Ejemplo II" se sabe que la trayectoria tiene un eje, que las fuerzas son perpendiculares a dicho eje y que las velocidades son proporcionales a la inversa de su distancia a dicho eje[595], en el "Ejemplo III" cambia que las velocidades son "como la inversa subduplicada / de las ordenadas al mismo eje" (p. 414-415). Es decir: $V : v = \frac{1}{\sqrt{a}} : \frac{1}{\sqrt{y}}$[596]. En el "Ejemplo IV" las velocidades son "como las ordenadas al mismo eje" (p. 416) En este caso se llega a $dx = \frac{aQ}{b} \cdot \frac{dy}{\sqrt{y^2 - \frac{a^2Q^2}{b^2}}}$ donde solo x e y son variables. Se afirma que esa ecuación diferencial es la "ecuación a la curva de los cosenos hiperbólicos" (p. 416). En el siguiente ejemplo las velocidades son "como la subduplicada de las ordenadas al mismo eje[597]" (p. 417) es decir $V:v = \sqrt{a}:\sqrt{y}$. En este caso resulta que la trayectoria es una parábola y la fuerza es constante y repelente. En el "Ejemplo VI" se tiene como dato la fuerza: "Las potencias en la razón directa de las ordenadas de la trayectoria[598]" En el último ejemplo se sabe que las fuerzas son inversamente proporcionales al cuadrado de la ordenada[599]. En estos ejemplos se observa que Giannini no cuida de la interpretación física de las variables ni de las constantes, por lo que no se puede conocer a qué problemas físicos podrían corresponder las hipótesis planteadas.

---

594 En el artículo de V. Riccati (1757 a, p. 147-148).
595 También está en V, Riccati (1757 a, p. 152).
596 Riccati (1757 a, p. 153) y el ejemplo siguiente en las 153-154.
597 Corresponde a V. Riccati (1757 a, p. 154-155).
598 V. Riccati (1757a, p. 155-159).
599 V. Riccati (1757a, p. 159-162).

Trayectorias parabólicas

Las proposiciones LV y LVI estudian el movimiento de cuerpos sometidos a fuerzas paralelas que siguen una trayectoria parabólica[600]. En la primera[601] se busca la velocidad y la fuerza que actúa sobre un cuerpo del que se sabe que la trayectoria es parabólica y la fuerza que actúa vertical, conocidos el origen A y la velocidad inicial V. Se emplean las fórmulas de un movimiento acelerado cualquiera y las propiedades de la parábola que se han demostrado en el volumen primero[602] del *Curso Matemático* para demostrar que sus velocidades son proporcionales a las raíces de las distancias a la directriz de la parábola y que la fuerza debe ser constante. Aquí Giannini no menciona el movimiento de las balas, pero pone en el dibujo un cañón en el origen del proyectil, para que quede clara su aplicación.

La proposición siguiente es el problema recíproco. "Si el movimiento de un proyectil o cuerpo arrojado A según la dirección AZ inclinada a la horizontal AX" está sometido a una fuerza f constante y perpendicular a una horizontal, se pide "determinar la Trayectoria" (p. 426). Utilizando los mismos métodos que en

---

600 Bails en *Elementos* tiene un apartado titulado "Del movimiento de los proyectiles, o cuerpos arrojados" (p. 195-202) Es más breve y más fácil de estudiar que este de Giannini. Presenta las ecuaciones que relacionan espacio y tiempo, y no espacio y velocidad, obteniendo una expresión sencilla "Será, pues, $x = V \cdot t \cdot \cos a$, é $y = V \cdot t \cdot \text{sen } a - \frac{1}{2} \cdot p \cdot t^2$" (1780, v. IV, p. 198). Bezout por su parte lo orienta de una forma mucho más práctica. En el apartado "Du mouvement des Projectiles dans le vide" (1790, v. IV, p. 128-153) analiza el tiro parabólico y trae las fórmulas del desplazamiento en función del tiempo (como Bails) y en "Du mouvement des Projectiles dans les milieux résistants" (1790, v. IV, p. 153-198) los tiros en un medio en el que la resistencia es proporcional al cuadrado de la velocidad. Incluye tres cuadros en que se comparan los tiros hechos en La Fère en junio de 1740 con los resultados obtenidos en el vacío o calculados con resistencia del aire.

601 Pone "Proposición LII" por error.

602 En ese volumen estudia las cónicas de forma geométrica. En el volumen segundo las vuelve a estudiar de manera algebraica. Giannini prefiere dar preferencia a las propiedades geométricas.

las proposiciones anteriores se llega a que la trayectoria es una "Parábola Apoloniana" (p. 427).

Se halla que en estos movimientos la amplitud[603] es "4LScACcA/ /r^2". Diferenciando y tomando dy=0 se obtiene que en ese punto la altura[604] es $L(CcA)^2/r^2$. A esta proposición le siguen seis corolarios en los que se explican algunas cuestiones sobre tiros parabólicos. Se obtiene, por ejemplo, que el alcance máximo es para el ángulo de 45º y vale 2·L y que para alcances menores se puede conseguir la distancia con dos inclinaciones complementarias. Algunos casos se pueden considerar como tiros sobre una superficie inclinada. Pero no haty ninguna cuestión que se se precise numéricamente[605].

Fuerzas centrales

Las proposiciones posteriores estudian varios casos de fuerzas centrales. Por ejemplo:

> "Proposición LVII 533. Si el cuerpo m sale del punto A según la dirección AZ, y atraído del centro F de la potencia, describe la trayectoria dada AB, determinar la velocidad [...] las potencias de que estará animado, y el tiempo que empleará para andar el arco AC[606]" (p. 433)

En esta proposición se utilizan coordenadas polares. Haciendo un desplazamiento infinitesimal, tomando para el radio de curvatura

---

603 Aunque parezca distinta es la misma fórmula que se indica ahora en los libros de física elemental porque A es la inclinación y L lo define como la distancia del punto de inicio a la directriz de la parábola, calculando con magnitudes físicas L es $v^2/2g$.

604 La fórmula utilizada en la física elemental es $h = v^2 \cdot sen^2A/(2 \cdot g)$. La razón es que el ángulo de inclinación se suele tomar respecto a la horizontal y Giannini lo toma respecto a la recta perpendicular luego el seno de esta fórmula es el coseno para Giannini.

605 El jesuita Cerdá en su *Leccion de Artillería* (1764, Barcelona) dedica varias hojas a poner cuadros con las fórmulas resumidas para alcances, máximas alturas etc. de las piezas que disparan sobre una superficie horizontal o inclinada, suponiendo tiros parabólicos, que son más fáciles de entender que lo que dice Giannini. Los jesuitas cuidaban más la pedagogía que él.

606 En V. Riccati (1757a, "Pars Altera", p.171-174).

"R = y·dy/dq siendo q = y·dx/ds" (p. 434), y aceptando el movimiento como localmente circular, se adaptan a este caso las leyes diferenciales encontradas para cualquier movimiento sometido a una fuerza variable. Se deduce que en este movimiento los tiempos son proporcionales a las áreas recorridas por el radio[607]. En los corolarios posteriores se obtienen las ecuaciones diferenciales de las trayectorias. A esta proposición le siguen seis ejemplos de aplicación en los que se conoce la trayectoria, la ley que siguen las fuerzas, o las velocidades y se piden los restantes datos[608]. Los ejemplos son complicados. En el cuarto[609], se utiliza la fórmula de Moivre, para simplificar las expresiones en $\cos^{n-1}$ que aparecen en el cálculo. Después de dar muchas vueltas, que ocupan siete páginas del libro, llega a la siguiente ecuación para la trayectoria:

$$\left(a^{\frac{m-n}{m}}+\sqrt{-1}\sqrt{y^{\frac{2m-2n}{m}}-a^{\frac{2m-2n}{m}}}\right)^{m}+\left(a^{\frac{m-n}{m}}-\sqrt{-1}\sqrt{y^{\frac{2m-2n}{m}}-a^{\frac{2m-2n}{m}}}\right)^{m}=$$

$$=(x-z\sqrt{-1})^{m-n}+(x+z\sqrt{-1})^{m-n}$$

Siendo $x^2+y^2 = z^2$. En este caso además de perderse el sentido físico del problema planteado, uno puede preguntarse por la

607 Esto viene a ser la segunda ley de Kepler. Al estudiar el movimiento ciecular también podría haber incluido el caso $F:f = (M/R^2) : (m/r^2)$, en cuyo caso quedaría $T^2:t^2 = R^3: r^3$, que es la tercera ley de Kepler, para circunferencias. Esas leyes son importantes en astronomía, y podrían estar incluidas en la información que debería darse a un cadete en el curso de Mecánica. Queda siempre la duda de si Giannini temía las críticas de la Inquisición o si es sólo consecuencia de su idea de que en el *Curso* sólo se explican matemáticas. Bails por su parte dedica en *Elementos* (1780, v. IV, p. 210) un apartado a las fuerzas centrales y advierte que se puede aplicar al movimiento alrededor del sol cuando son fuerzas inversamente proporcionales a la distancia al cuadrado.

608 En V. Riccati (1757a, p. 174-184).

609 Lo mismo en V. Riccati (1757a, p. 184-190).

utilidad docente de incluir este ejemplo de virtuosismo calculista en un tratado de matemáticas generales[610].

En otro ejemplo lo que se plantea es parecido al caso de movimiento de un cuerpo sometido a una fuerza central que estudió Giannini en *Opúsculos* (1780). También hay dos proposiciones que tratan del movimiento de cuerpos que tienen de trayectoria una cónica y están sometidos a una fuerza dirigida hacia uno de los focos[611].

"De los movimientos de los cuerpos en un medio resistente" (p. 472)

En el último aparatado del libro se estudia el movimiento de un sólido en un medio resistente. Primero se supone que sobre el cuerpo no actúa más que la viscosidad, y luego que opera además otra fuerza. Las cuestiones a encontrar en todas las proposiciones son las relaciones entre la velocidad y el espacio y entre la velocidad y el tiempo. En cada caso es diferente la ley que relaciona velocidad y resistencia del medio al movimiento. Por ejemplo la primera proposición es:

> "Proposición LX 550. Si un cuerpo tiene una velocidad dada en el principio de su movimiento rectilíneo en un medio resistente, y esta resistencia es la única fuerza que actúa en el mismo cuerpo; siendo la resistencia del medio proporcional con la velocidad del cuerpo, determinar las razones de la velocidad al espacio corrido y del tiempo a la velocidad" (p. 472)

Aplicando las ecuaciones diferenciales que se obtuvieron al comienzo del libro, y considerando la resistencia r como única fuerza, se tiene: $r \cdot ds = -2\, mv \cdot dv$ y $r \cdot dt = -mdv$. Como por hipótesis $r = n \cdot v$, las ecuaciones se integran con facilidad. Para la relación entre velocidad y espacio la solución es una recta y se observa que la velocidad

610 La fórmula está en el artículo de V. Riccati (1757a, p. 189). Pero, ese estudio puede tener interés en un trabajo de investigación para los *Comentarii* de la Academia de Bolonia. Lo que no tiene mucho sentido es incluirlo en un curso para cadetes de artillería.

611 En V. Riccati (1757a, p. 177-183).

se llega a anular. Para la relación tiempo velocidad se obtiene una dependencia de tipo logarítmico, de la que se deduce que se necesita un tiempo infinito para que la velocidad llegue a anularse.

Luego se supone que la resistencia del medio es proporcional a la velocidad al cuadrado y las integrales son algo más complicadas. Se obtiene que la dependencia entre la velocidad y el espacio es de tipo logarítmico y la relación entre velocidad y tiempo es de tipo hiperbólico. En la siguiente proposición la resistencia del medio se supone proporcional a una potencia q, cualquiera, de la velocidad. En este caso se discute la resolución de la ecuación diferencial que relaciona el espacio y la velocidad para $q>2$ ó $q<2$, obteniendo distintos tipos de parábolas y, resolviendo la ecuación que relaciona tiempo y velocidad se obtienen diferentes hipérbolas.

A partir de la siguiente proposición se supone que, además de la resistencia proporcional a la velocidad del cuerpo, existe una fuerza central constante. Se estudia sólo el caso de un movimiento rectilíneo. Aplicando la ecuación general de la dinámica se deduce $(p-n\cdot v)\cdot ds= -2\, mv\cdot dv$, que integrando da una relación de tipo logarítmico entre la velocidad y el desplazamiento. Se discute cómo hallar gráficamente la solución según sean la velocidad inicial, la fuerza y la resistencia que intervienen. Para la relación entre el tiempo y la velocidad el desarrollo es parecido.

En la "Proposición LXIV" se cambia la resistencia que ahora "es proporcional al cuadrado de la velocidad" (p. 481) La relación que se obtiene entre la velocidad y el espacio y la del tiempo y el espacio son de tipo logarítmico; Para obtener su solución se utilizan gráficas de curvas como la parábola, la hipérbola, o la tangente hiperbólica.

En la "Proposición LXV" (p. 485) el móvil está sometido a una fuerza directamente proporcional a la distancia a un punto, y la resistencia del medio es proporcional a la velocidad. De la ecuación general de la dinámica se deduce $(s-2b\cdot v)\, ds= -2v\cdot dv$, y se distinguen varias soluciones, según los valores del parámetro b. El resultado se

estudia gráficamente para conocer cual es la dependencia entre s y v. Para la relación entre los tiempos y las velocidades se parte de $v \cdot dt = ds$, donde se sustituyen los valores hallados para v y s, y se hace un cambio de variables para llegar a la integral, ser $t = \log_h z$. No parece que los casos estudiados por Giannini se puedan aplicar en la práctica.

Esta parte dedicada al movimiento en medios resistentes no se explicó en clase el año 1781. Tomás Eslava tiene en sus apuntes del "Libro Tercero Elementos de dinámica" sólo tres artículos, a los que preceden unas pocas definiciones. El "Artículo 1º Del movimiento uniformemente acelerado y retardado" ocupa las proposiciones del 1 al 9, En el "Artículo 2º "De los movimientos de diferentes cuerpos a quienes están aplicadas potencias constantes" se incluyen las proposiciones 10, 11 y 12. En este artículo no se estudia de forma especialmente destacada el movimiento parabólico de proyectiles. El artículo tercero sobre fuerzas variables tiene sólo dos proposiciones. La dinámica está muy resumida en estos apuntes. Frente a las 65 proposiciones que tiene el libro los apuntes sólo tienen 14.

Comparando con Bails se observa que dedica sólo un apartado al movimiento en medios viscosos: "Del movimiento de los cuerpos que se mueven en espacios ó medios resistentes" (p. 264-284) que no deja de ser complicada en su desarrollo matemático pero no tiene el dominio y el virtuosísimo de Giannini a la hora de resolver ecuaciones diferenciales o calcular integrales.

Bezout es más práctico que Giannini al estudiar la dinámica. En el libro IV plantea incluso cuestiones relacionadas con la práctica artillera. En los apartados "De la vîtesse que les projectiles peuvent recevoir par l'action d'un fluide élastique condensé, tel que l'air ou la poudre enflammée » (Bezout, 1797, v. IV, p. 72-80) y « De la force du recul dans les armes à vent ou à feu » (Bezout, 1797, v. IV, p.80-88), se estudia la balísitca interna. Giannini introduce todos los conocimientos necesarios para dar una base teórica suficiente a los cadetes, pero no introduce temas tan aplicados como los que estudia Bezout.

La falta de difusión en España del Curso de Giannini

Al terminar el estudio del *Curso Matemático* de Giannini conviene reflexionar sobre su escasa influencia en las matemáticas españolas. Esta obra fue un tratado original, comparable a otras que fueron más populares en España. Completo, riguroso, generalmente puesto al día, aunque no fuera muy didáctico, y en los últimos tomos falten alguna novedades, este tratado podría haber sido utilizado en muchos centros educativos además del Colegio de Artillería de Segovia. Pero no aparece citado o comentado en España por científicos de fuera del cuerpo de artillería y su difusión fue muy escasa. Resulta sorprendente que tuviera más eco en revista extranjeras, como el *Journal des Savants* o la *Gazzetta Universale,* que en revistas españolas, habiendo sido escrita en castellano.

Esa marginación tuvo, al menos, dos causas. En primer lugar cómo fue la renovación de la ciencia de los artilleros en España. En segundo lugar el carácter de Giannini y sus pocos contactos con los matemáticos españoles.

En los estudios sobre las ciencias en la Ilustración las enseñanzas impartidas en el Colegio de Caballeros Cadetes de Segovia suelen quedar bastante marginadas. No es casualidad. Cuando se habla de la militarización de la ciencia española[612] se piensa en la marina, en la que Jorge Juan y Antonio Ulloa, primero, y luego muchos otros como Tofiño, Ciscar, Mazarredo o Mendoza y Ríos influyeron en las ciencias españolas. También en los ingenieros militares que colaboraron en la arquitectura civil, y en la construcción de caminos, puertos, presas y canales por todo el reino, incluyendo las posesiones americanas[613]. Los artilleros se dedicaron a su profesión y a las ramas de la producción que el Rey les encargó, que eran las más próximas a su especialidad: la fabricación de pólvora, la

[612] Véase: Lafuente A. y Peset J.L. (1985)
[613] Véase Capel et al. (1988).

fundición de cañones de bronce o de hierro y la fundición de metales. En esas industrias la influencia de los artilleros fue muy importante. Pero, intervinieron poco en los círculos en los que se discutía de la mejora de la ciencia española.

La influencia directa del Colegio de Artillería en la vida cultural española fue escasa. Los artilleros quedaron, generalmente, al margen de las polémicas científicas que se dieron en España en esos años. Con la contratación del químico Proust pudo haber algo más de apertura. Pero las relaciones de la artillería con el químico francés tampoco fueron buenas.

La excepción fue el vínculo con la ciudad de Segovia donde la influencia científica del Colegio de Artillería fue más grande por su ubicación y porque varios profesores de dicho Colegio colaboraron con la Real Sociedad Económica de Amigos del País de la Provincia de Segovia[614].

El *Curso* de Giannini se hizo y se imprimió para los cadetes del Colegio de Artillería. Si esos cadetes no intervinieron en las disputas científicas al libro le fallaron sus principales propagandistas. Pero, además se vendió exclusivamente a los cadetes[615]. Fuera del Colegio sólo lo conocieron algunos personajes a los que el inspector de Artillería les regaló un ejemplar. La primera vez que se puso a la venta en público, como se ha dicho, fue en 1804. Se anunció en *Variedades de Ciencias, Literatura y Arte* (1804, v. 3 (13-18), p. 379) diciendo que el *Curso Matemático* de Pedro Giannini "Profesor Primero que fue" del Colegio de Segovia se vendía a 90 reales ejemplar.

Por otra parte, Pedro Giannini no hizo mucho para que su *Curso* se diera a conocer en España. Tenía un carácter retraído y poco sociable. Gazola lo consideró un aspecto positivo y, como se ha

---

614 Véase García Hourcade y Vallés Garrido (1992).

615 La tirada no fue escasa, como se ha comentado en el capítulo tercero. Fue de 1400 ejemplares por tomo de los que en 1794 se habían vendido ya unos 400 y regalado unos 30 (AGS GM 5759).

visto, escribía en 1774 a su corresponsal en Florencia: "Usted me dice que es recogido y misántropo, y que no se dedica y no ama otra cosa que no sean sus estudios, y eso es conveniente" (Lanuza, 1966, p. 74). En 1796 el jefe de artillería Colomera no era tan optimista y decía que "su genio raro" le causaba muchos problemas[616]. Sin lugar a dudas ese carácter no ayudó a que se conocieran sus obras. No se le han encontrado contactos con los matemáticos españoles de la época. La impresión que se deduce de su vida y de sus escritos es que, al menos en los primeros años, estaba mejor relacionado con los científicos italianos que con los españoles.

Pese a todo, el *Curso Matemático* de Giannini merece más laureles que los que se le han concedido.

[616] El conde de Colomera a Miguel José de Azanza el 21 de octubre de 1796. (AGS GM 5760.

Índice

Capítulo Décimo

LAS MATEMÁTICAS EN EL PLAN DE ESTUDIOS DEL COLEGIO

A comienzos del siglo XVIII, la artillería se consideraba una parte de las matemáticas. T. V. Tosca las incluyó en el tomo V de su *Curso Matemático* (1712) en la sección titulada "Tratado XVII De la Pirotechnia Arte Tormentaria o Artileria" (1757, v.V, p. 427-599); pero aceptando que la utilidad de las matemáticas puras en su estudio no era muy grande porque es muy difícil aplicarle los métodos propios de las ciencias exactas

Entre los tratadistas que procedían del ejército también se aceptaba que la artilería era parte de las matemáticas. Por ejemplo Fernández de Medrano dice en el prólogo de su versión de los *Elementos* (1688, s.p.) de Euclides que:

> "De la Mathematica pertenece al bien publico y en particular al militar, [...] la formacion de escuadrones, uso y manejo de la artilleria, geometria practica, Fortificacion y Geographia & c."

Pero, luego Medrano, como otros artilleros prácticos, trataba de evitar las matemáticas, limitándose a explicar las cuestiones imprescindibles para las aplicaciones prácticas. "Para que los terminos Mathematicos de que usa la Pyrotechnia [...] no causasen confusion a los curiosos pusè cuidado en omitirlos" como dice Fernández de Medrano en el prólogo de *El Perfecto Bombardero y Practico Artificial* (1691, s.p.).

Índice

Las dos corrientes consideran en teoría fundamentales las matemáticas. Sin embargo en la práctica se diferencian bastante en la forma de abordar su estudio. Con la primera orientación, más teórica, las matemáticas estudiadas eran muchas y con la segunda, más prácticas, más bien escasas. En los dos casos la artillería práctica que se enseñaba se basaba en la experiencia y no en las matemáticas.

En las décadas centrales del siglo XVIII en las academias de artillería se seguía un curso similar al de Tosca. El programa había sido preparado por ingenieros militares y cubría buena parte de las necesidades de los oficiales de artilería, incluso podía resultar excesivo para los arilleros prácticos, aunque fuera insuficiente para seguir los trabajos que aparecieron sobre trayectorias y balística interna, siguiendo la física de Newton.

A finales del siglo XVIII estaba claro que la artillería no era una parte de las matemáticas, pero que estas eran necesarias para dominar su técnica. No estaba tan claro cuántas matemáticas se debían estudiar. En el Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia se impartió un programa muy extenos y exigente de matemáticas. El *Curso de Matemáticas* de Giannini y los datos que se han comentado sobre las enseñanzas en el Colegio lo prueban. Incluso, se puede decir que en ningún otro centro de enseñanza en España se impartieron las matemáticas durante tantos años a un nivel semejante en ese siglo. Además era un programa que debían estudiar todos los cadetes, no estaba orientado hacia un pequeño grupo de alumnos aventajados.

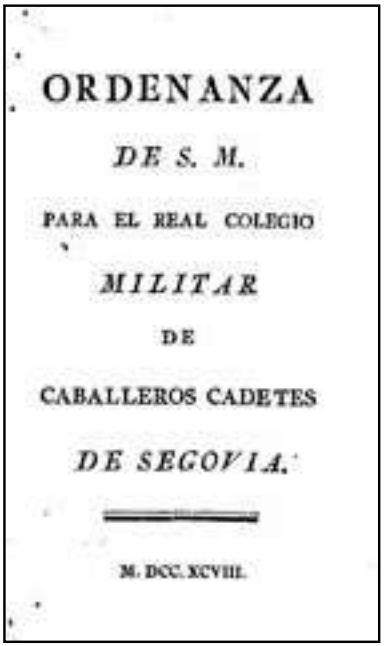
Un currículo en el que se daba tanta importancia a las matemáticas estaba alejado de las enseñanzas prácticas que se dabam a los artilleros y no podía ser del gusto de todos. Dos razones parece que apoyaron la pervivencia de un curso tan extenso: el Colegio de Segovia se planteó como un centro ilustrado donde debía recibir la mejor formación la nobleza dedicada a las armas; y la evolución de la artillería a la que cada vez más se le podían aplicar con más éxito las mstemáticas, la física y la química. Estas

razones no hubieran sido suficientes si no hubiera defendido la enseñanza de unas matemáticas avanzadas Giannini, con el apoyo de jefes del arma como Gazzola o Lacy.

El debate sobre el programa antes de la llegada de Giannini

Como se ha visto en el capítulo segundo, las Ordenanzas Reales (1768, p. 51) sólo decían sobre las materias a estudiar que el primer profesor debía preparar tratados de "Cálculo, Geometría, Mecánica, Hidráulica, Hidrostática, Fortificación y Artillería con algunos elementos de las demás facultades". Esa enumeración tan abierta daba mucha libertad al primer profesor. Antonio Eximeno quiso explicar la física de Newton. Eso defiende en la *Oracion qve en la abertvra de la Real Academia de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería* (Madrid, 1764) cuando insiste en la importancia de la teoría, y en particular ensalza a Newton, diciendo, por ejemplo, que "Newton, [...] con sólo su pluma forzó, digámoslo así, a la naturaleza a que le dijera la verdad" (Eximeno, 1764, p. 4), o cuando más adelante al poner como ejemplos de pensadores dice "en filosofía un Platón, un Sócrates, un Newton" (Eximeno, 1764, p. 20). Parece claro que quería enseñar una física avanzada, lo que implicaba que los cadetes conocieran previamente unas matemáticas extensas en las que se incluyera el cálculo de infinitésimos, o de fluxiones.

Antonio Eximeno estuvo de primer profesor los primeros años, cuando el Colegio estaba todavía organizándose. Los cadetes entraban muy jóvenes y su preparación matemática anterior era muy escasa. Por las actas de esos años, en particular de las reuniones para celebrar exámenes, no parece que se llegara a explicar en el último curso cálculo diferencial e integral ni la física de Newton. Las notas tomadas del curso de aritmética



ORDENANZA

DE S. M.

PARA EL REAL COLEGIO

MILITAR

DE

CABALLEROS CADETES

DE SEGOVIA.

M. DCC. XCVIII.

(50)

TITULO V.

Obligaciones del primer Profesor, y de los demas Profesores y Maestros.

ARTICULO PRIMERO.

EL primer Profesor de la Academia tendrá en todo lo que pertenece al régimen, y gobierno de ella el mando sobre los Profesores, Brigadieres, Sub-Brigadieres y Caballeros Cadetes; observando en todo las órdenes del Director, y las resoluciones del Consejo.

II.

Será la principal obligacion del primer Profesor instruir á los Caballeros Cadetes en las ciencias convenientes al desempeño de mi Real Servicio; para cuyo logro deberá poner su mayor esmero en arreglar y trabajar los tratados que se deben dictar y explicar en todas las clases de la Academia. Estos Tratados

explicado por Lasso de la Vega en 1764, que se han estudiado en el capítulo segundo, corroboran lo anterior. Su contenido es demasiado elemental para que pudieran explicar el siguiente curso cálculo diferencial, aunque en el prólogo se alabe "el gran genio de la naturaleza Isaac Newton".

En los documentos consultados no se han encontrado críticas a ese programa avanzado propuesto por Eximeno. La única crítica clara y explícita a que en el Colegio se siguiera una orientación científica renovadora como la propuesta en la *Oración* de Eximeno que se ha encontrado, procede de fuera de las fuerzas armadas y es más filosófica que práctica. El documento es una carta dirigida a

Eximeno por Luis Velázquez[617], marqués de Valdeflores en la que se oponía a que se utilizara la nueva ciencia para formar a los artilleros, manteniendo posiciones que se podrían calificar de volterianas[618]. No tuvo influencia en las enseñanzas del Colegio de Segovia, pero resulta interesante por ser un documento inesperado en el siglo XVIII español, que está en línea con las críticas de Voltaire a Saint-Auban, cuando le escribió:

> "Es necesario ser un gran físico, como lo es usted Señor, para ser un excelente asesino, pero ya era así en tiempos de Arquímedes"[619].

En su carta el marqués alaba a Eximeno como científico; pero le critica por aplicar la ciencia y la filosofía a la destrucción de la gente. Sobre el cálculo de alcances, le dice que no le gusta "hacer viajar la muerte por principios de geometría y de física". Sobre Newton comenta: "Porque Newton por la fuerza de su cálculo descubrió que en el movimiento de los graves las resistencias instantáneas son / como los cuadrados de las velocidades [...] el primero de los filósofos y por consiguiente de los hombres ha de ser contado entre los directores del asesinato?" Para él un general no era un gran matemático sino un gran verdugo y le llama a Eximeno "Demóstenes del homicidio".

Eximeno le respondió en un tono más comedido, diciéndole que lo que le contaba eran sofismas para charlar junto a la chimenea.

---

617 Luis Velázquez, marqués de Valdeflores (Málaga 1722-1772) Erudito y escritor, fue miembro de la Academia de Historia entre otras instituciones cultas. Especialista en epigrafía, participó en varias tertulias ilustradas madrileñas. Le protegió el marqués de la Ensenada. Cuando éste cayó en desgracia fue detenido, permaneciendo en prisión desde 1766 hasta 1772. Murió poco después de ser liberado.

618 Los documentos están en la BNM manuscritos "Fondos Barbieri" sign.: 14028 113.

619 "It is necessary to be a great physicist, as you are Monsieur, in order to be a fine murderer, but it was so in time of Archimede" (carta de Voltaire a M. J.A. Baratier de Saint Auban). Tomado de Steele y Dorland (2005, p. I). No se ha encontrado el original francés.

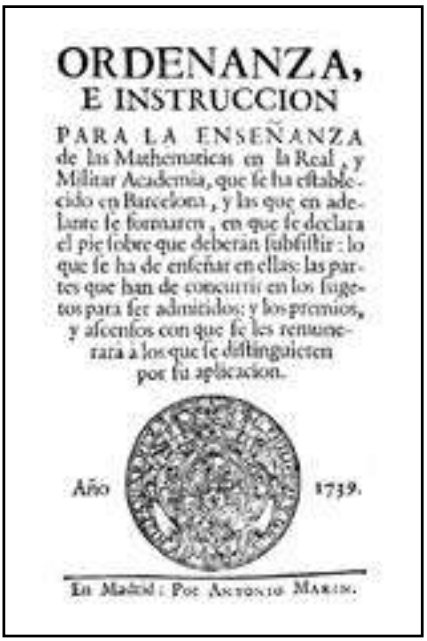
Marqués de Valdeflores. Óleo de Jaraba (Ayto. de Málaga)

El "genero humano que existe" hace guerras, y "le es por una fatal necesidad tan preciso el arte de la guerra como el cultivo de los campos" (f. 14 v.). El mundo sería mejor sin guerras, añade; pero no deja de ser bueno estar preparado para ellas. Además, le recuerda Eximeno que Voltaire o Rousseau tampoco fueron pacifistas. No pelearon en guerras; pero sí inflamaron las pasiones que las causan. Concluía dándole la enhorabuena por el título de marqués que le habían concedido.

Aunque no lo manifestaran, entre los oficiales destinados al Colegio de Artillería debía de existir una oposción a la orientación de Eximeno. Eso explicaría que después de su expulsión sus tratados parecieran excesivos a sus sucesores. En el Consejo del Colegio de 8 de abril de 1769 se expuso claramente esa opinión cuando se pidió a Gazola que nombrara un nuevo primer profesor, diciendo, entre otras cosas, que la materia a impartir en el Colegio no estaba bien determinada, porque "el curso del primer profesor pasado no quedó completo ni lo dejó su autor reducido en los términos a límites concisos a que deseaba reducirlo, por conocer estaba demasiado extenso para ser dictado en una Academia" (*Actas*, v. I, f. 119 v.).

Cuando Lasso de la Vega fue nombrado primer profesor de forma definitiva propuso que se siguiera un nuevo currículo, diferente al de Eximeno, que en carta al secretario de guerra Juan Gregorio Muniaín resumía en que "desde ahora en adelante deberemos enseñar el curso que se dicta en la Academia Militar del cuerpo de

ingenieros"[620]. Se ha visto en el capítulo primero que en Barcelona las *Ordenanzas* y la práctica de muchos años de clase bajo la dirección de Lucuce habían establecido para las matemáticas un programa elemental, pero completo y bien rodado, que había demostrado su utilidad. Pero, su contenido era insuficiente para proseguir estudiando la mecánica de Newton. Incluso, se le criticaba indirectamente en el curso de Cosmología al no aceptar el sistema copernicano, que se deducía de la nueva física. En Segovia, los apuntes del cadete Ruigomez, que se han comentado, con sus observaciones sobre cuerpos graves y leves o sus dudas sobre la vacuidad demostraban la pervivencia de la antigua física en este periodo.


ORDENANZA,
E INSTRUCCION
PARA LA ENSEÑANZA
de las Mathematicas en la Real, y Militar Academia, que se ha establecido en Barcelona, y las que en adelante se formaren, en que se declara el pie sobre que deberán subsistir: lo que se ha de enseñar en ellas: las partes que han de concurrir en los sugetos para ser admitidos: y los premios, y ascensos con que se les remunerará à los que se distinguieren por su aplicacion.

Año 1739.

En Madrid: Por Antonio Marin.

Al ser nombrado Vimercati primer profesor, se introdujo la aplicación del álgebra a la geometría y el cálculo diferencial e integral en el currículo. El programa quedó fijado, hasta 1804 en un curso preparatorio de aritmática, el tercer curso con geometría, trigonometríaa y cónicas, el segundo con algebra y su aplicación a la geometría y el primero con cálculo diferencial e integral y mecánica. No se han encontrado en el libro de *Actas* del Consejo críticas a esa ampliación del currículo del Colegio. De nuevo, no parece que todos en el Colego estuviesen de acuerdo con él. Pero todo lleva a pensar que Gazola apoyaba ese cambio. No

620 Se ha comentado en el capítulo segundo.

se ha encontrado ninguna carta del inspector en la que propusiera un currículo concreto de estudios; pero sus críticas a Lasso y su interés en buscar primeros profesores bien formados en las nuevas matemáticas, indican que quería que se explicaran unas ciencias exactas que pudiesen servir para luego estudiar la nueva física y su aplicación a la artillería, de tal forma que los oficiales pudieran entender los avances que se estaban produciendo en la pirotecnia. De ser esa la voluntad de Gazola todo se explicaría. El Colegio era una institución militar y, salvo que Carlos III opinara otra cosa, las *Ordenanzas* (1768, p.3) hacían responsable a Gazola del programa porque en el Colegio el "Director tendrá sobre todo [...] el mando privativo e independiente de otra autoridad que la mía".

El debate de 1782

Al morir Gazola, su sucesor como director del Colegio fue el conde de Lacy, nuevo inspector de artillería, que no tenía la relación estrecha con Giannini que tuvo su antecesor. La discusión larvada entre los partidarios de un currículo más amplio o menos amplio de matemáticas estalló cuando Lacy, preocupado por los resultados de los exámenes de diciembre de 1781, pidió al Consejo extraordinario del Colegio celebrado el 7 de enero de 1782, que se estudiara la forma de mejorar los resultados. Como se ha mencionado en el capítulo tercero, al consejo extraordinario asistieron el capitán y el ayudante de la Compañía de cadetes, Alejandro Ferrer y Joaquín Mendoza, el oficial más joven de dicha compañía, que era el teniente Tomás Morla, y los profesores primero y segundo, Pedro Giannini y Baltasar Ferrer. Este último era también capitán de artillería.

Al discutirse sobre las causas del retraso, uno de los puntos en los que las opiniones divergieron fue el programa de estudios del Colegio. Todos los miembros del Consejo, excepto Giannini,

pensaban que el aprovechamiento mejoraría "si el curso fuese menos abstracto y conciso; si se extendiere en aplicaciones prácticas que lo hicieran más ameno y comprensible, y al mismo tiempo se omitieran las teorías sublimes, y cálculos superiores" (*Actas*, v. II, f. 373 r). Sobre esta última cuestión decían que "resta saber si son esenciales para formar un buen oficial de artillería las expresadas teorías y cálculos". Añadían que en la artillería española había muchos oficiales excelentes que no sabían álgebra ni geometría sublime. Concluían diciendo que el objeto principal del centro era la formación artillera, y que, si ese fin podía lograrse sin esos estudios, era mejor no incluirlos. Además tanta matemática podía influir negativamente porque podía "causar un cierto hastío y tedio, que hacen confundir lo que es de una utilidad remota con lo que es esencial para el cumplimiento de su obligación" (*Actas*, v. II, f. 373 r.). Finalmente, proponían un programa alternativo que consistiría en:

> "Es pues nuestro sentir que en la Academia sólo se deberá dictar: en la 1ª clase aritmética sencilla, la geometría especulativa suficiente para fundar la práctica que debería enseñarse en la misma clase con la mayor extensión; en la 2ª clase unos principios de álgebra que se extendieran hasta la resolución de las ecuaciones de 2º grado y los de mecánica e hidrodinámica que tengan conexión con las máquinas e ingenios de la artillería; y que todos estos principios estuvieren desde luego aplicados y contraídos a las ciencias de artillería, de fortificación y de la guerra, para que así se vea desde luego su utilidad; finalmente en la clase de 3º se estudiará la artillería y fortificación procurando poner en práctica sus preceptos en cuanto sea posible" (*Actas*, v. II, f. 373).

Con ese currículo desaparecería el cálculo diferencial e integral, su utilización en la mecánica e incluso la aplicación del álgebra a la geometría.

Por su parte Giannini defendía el programa de estudios en vigor. Consideraba que esos malos resultados se habían producido

por una desafortunada acumulación de problemas puntuales. Sobre el programa de estudios afirmaba que:

> "El curso que se da a los caballeros cadetes es uniforme al que aprenden los cadetes de artillería en las escuelas de Francia y Londres y en otras partes con la diferencia que en dichas escuelas no entran sus individuos con tan cortas luces y conocimientos de matemáticas como en esta, donde la mayor parte viene sin la menor instrucción y muy niños, y sin embargo por el método de los estudios y diligencia de los profesores llegan en tiempo de tres años y a la edad de 15, 16 ó 17 los más de ellos a conseguir todos los conocimientos que forman un inteligente oficial de artillería" (*Actas*, v. II, f. 374 r).

Giannini no trata de justificar la inclusión de las diferenciales e integrales (o fluxiones y fluentes) diciendo que son necesarias para estudiar la física de Newton, e indispensables para analizar las trayectorias de los proyectiles en la atmósfera, la balística interna, la forma de producirse las explosiones de las minas o los procesos físicos que se producen al explotar la pólvora, que parecería la defensa más sólida. Se limita a decir que en Francia o en Inglaterra se daba un programa similar y que ese programa daba buenos resultados.

En Francia en las academias militares[621] existía un examen de entrada. Los privilegios de la nobleza no desaparecieron hasta la Revolución; pero, para entrar en el cuerpo de ingenieros los cadetes, además de ser nobles, debían pasar un examen de matemáticas desde tiempos de Vauban. A partir de 1756, la artillería francesa siguió el ejemplo de los ingenieros y la marina también lo hizo en 1764. Para los exámenes de entrada y las pruebas finales de cada curso las academias contaban examinadores que eran matemáticos prestigiosos. Bezout[622] fue el examinador para la marina y la artillería durante mu-

[621] Para la enseñanza en las academias de artillería francesas en el siglo XVIII véase R. Hahn "Cinquième partie, Les Écoles Militaires Chapitre I: L'enseignement scientifique aux écoles militaires et d'Artillerie" en Hahn et Taton (1986, p. 513-546).

[622] Véase Alfonsi (2010).

cho tiempo. En la ingeniería antes de la Revolución estuvo Bossut de examinador, en la artillería Laplace y en la marina Monge. En las escuelas de ingeniería, como l'École du Génie de Mézières fundada en 1749 y en la que Monge fue profesor, o en las de La Fère, Metz o Strasbourg para la artillería[623] se impartía un programa no muy distinto al que desarrollaba Giannini en Segovia. Bezout publicó el *Cours de mathèmatiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie* (1770) para los artilleros, y el *Cours de mathèmatiques à l'usage des gardes du pavillon et de la marine* (1764) para los guardia marinas, tratados de extensión similar a la del *Curso Matemático* (1779-1803) de Giannini, como se ha visto en las muchas comparaciones que se han hecho en los capítulos anteriores. Inmediatamente después de la Revolución de 1789, la preparación previa de los cadetes fue inferior, por la desorganización general; pero en el Reglamento de la escuela de Artillería de Chalons sur Marne aprobado el 12 de abril de 1792, ya se decía respecto a la parte teórica que los cadetes debían estudiar:

> "ART. 14. La teoría tendrá por objeto el estudio del curso de matemáticas adoptada para la instrucción de los alumnos de la artillería (Bezout) los elementos de fortificación y los de arquitectura civil"[624].

En 1794 se fundó la Ecole Polytechnique un centro famoso por la calidad de las matemáticas estudiadas[625] y la preparación de los oficiales mejoró. Por lo tanto puede afirmarse que en la formación militar francesa se daban unas matemáticas tan extensas y exigentes, o más, que las dadas en el Colegio de Artillería de Segovia.

En Inglaterra no hubo la misma evolución. En 1741 se abrió la Royal Military Academy de Woolwich para la preparación de ingenieros y artilleros. Al comienzo no hubo ningún examen de entrada. A partir de 1774 se instituyó una prueba en la que se

---

623 Véase Belhoste (2003).

624 « La théorie aura pour objet l'étude du cours de mathématiques adopté pour l'instruction des élèves de l'artillerie (Bezout), les éléments de la fortification et ceux de l'architecture civile. » Tomado de Le Puillon (1858, p. 81-83).

625 Véase Langins (1990).

preguntaba sobre rudimentos de aritmética y se pedía saber leer, escribir y algo de gramática. La formación de los oficiales ingleses fue más práctica que la de los franceses. Las matemáticas que se explicaban en la Academia no eran muy amplias. En 1741 se estudiaba aritmética, principios de álgebra y geometría con el segundo profesor, y trigonometría y cónicas junto con mecánica y geometría práctica, medición de distancias, nivelaciones etc. con el primero (Guggisberg, 1900, p. 264). En 1772 las clases se dividieron en dos niveles "Lower Academy" y "Upper Academy" cada una con cuatro cursos. En la academia inferior se impartían también materias de cultura general como la lengua francesa o latina, mientras que en la superior sólo daban dibujo matemáticas y fortificación o artillería. En el último curso del nivel superior, a partir de 1774, se daba algo de cálculo de fluxiones relacionándolo con el movimiento de proyectiles[626]. Las matemáticas que se explicaban a los cadetes ingleses no eran, por lo tanto, tan extensas como las de Segovia. El mismo Morla, que en ese Consejo de 1782 criticaba por excesivas las matemáticas explicadas en Segovia, en 1789, durante un viaje de espionaje por Europa[627], decía de Woolwich que "estudian en ella unos cortos elementos de Matemáticas, Chimia, y Física por lecciones escritas que dictan los profesores de estas ciencias" (Herrero 1992, p. 240).

Pero tampoco se puede ignorar que desde 1743 fue director del departamento de matemáticas de Woolwich el conocido matemático Tomás Simpson[628] (1741-1761) autor de *Treatise of Fluxions* (1737), *The Nature and Laws of Chance* (1740), o *A Treatise of Algebra* (1745), entre otros libros escolares o de investigación.

---

626 En la clase de matemáticas se explicaba "The laws of Motion and Resistance, Projectiles, and Fluxions" (Guggisberg, 1900, p. 29).

627 Se comenta en al capítulo undécimo.

628 Giannini recomendaba sus libros en el tomo II del *Curso Matemático*.

Su sucesor fue el famoso cartógrafo J. L. Cowley (1761–1773), "fellow" de la Royale Society, a quien siguió C. Hutton (1764–1807), que fue algún tiempo secretario de la Royal Society y publicó buen número de libros, entre ellos un manual para los cadetes de Woolwich titulado *A course of mathematics for cadets of the Royal Military Academy* (1798 -1801).

En resumen, la breve argumentación de Giannini tenía cierta base, pero no era muy concluyente.

Como se ha comentado en el capítulo tercero la decisión del conde Lacy no se hizo esperar. El 12 de enero se reunió el Consejo para conocerla (*Actas,* v. II, f. 374 v). En lo fundamental, apoyaba que se continuara con el curso de Giannini, incluso decía que se debía de dar después de la aritmética "la geometría elemental de Euclides", como hacía Giannini, no contentándose con una geometría elemental más informal como se había explicado en tiempos de Vimercati. Solamente le pedía a Giannini que la geometría práctica se incorporara por completo al curso de matemáticas. El orden de materias propuesto por Lacy se alejaba claramente de los rudimentos, o "geometría especulativa suficiente para fundar la práctica", que proponía la mayoría del Consejo.

La postura de Lacy puede explicarse por el carácter ilustrado del conde. Como Gazola, no sólo buscaba tener una artillería técnicamente adelantada, también quería unos oficiales ilustrados que fueran capaces de hacer avanzar la artillería y enaltecer a todo el reino.

La mayoría del claustro del Colegio no quería tantas matemáticas en los estudios de Segovia. Pero, no parece que en esas fechas se opusieran a que se impartiera la física de Newton. Analizando el *Tratado de Artillería,* que se publicó para los estudios de artillería del Colegio, se puede comprobar que al menos su autor, Morla, era partidario de seguir las enseñanzas de autores partidarios de Newton como Robins, D'Arcy o D'Antoni. Pero para la formación de los oficiales le parecía suficiente con que conociera

las conclusiones a que llegaban. Le parecía demasiado trabajoso que los cadetes lograran los conocimientos necesarios para entender sus obras. Para comprobar que es así se va a comentar lo que se explica en dicho *Tratado de Artillería.*

Tratado de Artillería de Morla[629]

En los tomos de este libro se explican muchas cuestiones prácticas sobre las piezas y sus partes, la fabricación de pólvoras, los trenes de artillería, la dotación de las plazas fuertes y de la artillería de campaña, o sobre la defensa y ataque de las plazas. Pero también se tratan algunas cuestiones de física o matemáticas al estudiar materias como la fabricación de pólvoras, la efectividad de los disparos, las trayectorias de las balas o la velocidad que tienen al salir del cañón.

Así al tratar sobre la composición de la pólvora se explican las opiniones que sobre su explosión tenían Hawksbee, Daniel Bernoulli, Juan Bernoulli, destacando que "Benjamín Robins fue el primero que escribió sobre esta materia con utilidad; su excelente obra intitulada Nuevos Principios de Artillería ha sido traducida a las principales lenguas de Europa y añadida por el gran Eulero" (t. 1, 1784, p. 3). También comenta los resultados experimentales obtenidos por Robins, Hawksbee y el italiano D'Antoni.

Al tratar de trayectorias, punterías o alcances en el libro segundo, Morla se muestra al tanto de las últimas investigaciones sobre la materia. Se comparan los alcances que se obtienen con

[629] *Tratado de artilleria para el uso de la Academia de caballeros cadetes del Real Cuerpo de Artillería: dividido en quatro tomos, que tratande las principales funciones de los Oficiales de este Cuerpo en Paz, y en Guerra* (3v. 1784, 1785, 1786 y uno de láminas en 1803).

las teorías de Galileo, desarrolladas por Belidor y los datos experimentales, obtenidos, entre otros, por D'Antoni, concluyendo que están lejos de coincidir. Morla opina que en este problema se ha avanzado mucho porque "varios de los más grandes geómetras de este siglo han emprendido este cálculo con éxito y sus resultados se han visto confirmados por los experimentos" (t. II, p. 342). Pero, pese a eso opina que ese cálculo "es absolutamente inútil en la práctica de la batería y de consiguiente debe omitirse en las Escuelas ¿Qué oficial podría por más instruido que esté en los cálculos superiores tener en una batería, tiempo y proporción para formar series integrales y aproximarlas / repitiendo esta operación a cada barril de pólvora y a cada mortero? Pero aun cuando esto fuera factible, el mayor o menor viento de una bomba, la diferencia de la atmósfera y otras muchas contingencias que después se especificará, sacarán erróneos sus cálculos y aún viciados para los que no estuviesen impuestos en ellos" (t. 2 p, 342-343). Morla concluye que "la única regla y medida que hay para arrojar las bombas con acierto es la práctica" (t. 2, p. 343), aunque insiste en advertir que no debe limitarse el oficial a una "práctica ciega", y se debe servir de la dinámica para conocer los límites y condiciones del tiro.

Sobre la fuerza de la pólvora (t. 2, p. 350) dice inclinarse por lo que dice Robins que considera que estaba apoyado en esa cuestión por D'Arcy y Euler.

Acerca de la resistencia de la atmósfera se dice que había dos opiniones diferentes, "para convencerse de esta aserción basta pasar la vista por las obras del celebre Belidor, las más arregladas, metódicas e instructivas de todas las de medio siglo ha existen sobre la artillería; y las de los señores Benjamín Robins, y Papacino D'Antoni, a quienes la artillería es acreedora del nuevo lustre y claridad que ha tomado la parte científica" (t. 2, p. 414) Aunque no se considera con autoridad para decidir a favor de alguno de ellos el se inclina por Robins, porque hizo sus investigaciones

conociendo los resultados de Belidor, y porque le apoyan los trabajos de D'Arcy y otros franceses, o el italiano D'Antoni[630].

En este apartado se citan los trabajos de Newton sobre la resistencia de un fluido ideal al movimiento de un cuerpo, de los que se dice "El gran Newton ha demostrado que en semejante fluido será la resistencia que experimenta una esfera la mitad de la de un cilindro que se mueva igualmente y que tenga la misma dimensión"[631] (t. 2, p. 423) Si el fluido se mueve y tiende a ocupar el espacio que está detrás del móvil la resistencia es menor y "según el mismo Newton esta resistencia es la cuarta parte de la primera" (t. 2, p. 424). Dice que si el movimiento es muy rápido se crea un vacío detrás y la resistencia puede ser cuatro veces mayor "según las leyes del caballero Newton" (t.2, p. 427). A continuación se comparan los resultados obtenidos con la hipótesis de que la resistencia es proporcional a la velocidad al cuadrado de Newton con los obtenidos en experiencias posteriores, concluyendo que "esta ley necesita de muchas modificaciones" (t.2, p. 427). Añade Morla que por los resultados de Robins, si la velocidad es muy grande, la resistencia es tres veces mayor que la obtenida por Newton y si la velocidad es pequeña Jorge Juan en su *Examen Marítimo* dice que la resistencia es proporcional a la velocidad.

Al tratar de la velocidad de salida de la bala, se propone el péndulo de Robins y dos tipos de ruedas que giran más o menos según la velocidad de la bala.[632]

---

630 "Antoni, que tal vez es el autor que ha escrito sobre la artillería con mayor sensatez e imparcialidad y el caballero de Arcy han adoptado por la mayor parte las aserciones de Robins, a quien sólo bastaría para hacerlo recomendable haberle anotado el gran Eulero. No obstante que el objeto de este tratado no de lugar a esta especie de disgresiones, hemos creído esencial hacer este sucinto cotejo de las obras de Belidor y Robins, por hallarse aquel a quien no seguimos más introducido y acreditado entre el común de los oficiales, sea por ser el más antiguo o por más sencillo claro y extenso" (Morla, 1785, t 2, p. 416).

631 Newton (1987, p. 388) en el libro II sección 7 proposición 34.

632 "Articulo XI De los alcances de las armas de fuego" (Morla, t. 2, p. 349-462).

Todos estos instrumentos y desarrollos requieren en su justificación de unas matemáticas avanzadas. Morla en su libro no utiliza las matemáticas para explicarlos. Las pocas veces que desarrolla algún cálculo son problemas sencillos como contar balas apiladas (Morla, 1785, v. II, p. 34-36) y se limita a dar las fórmulas para que los lectores las apliquen, sin justificarlas ni indicar un libro donde se estudia la cuestión[633]. Giannini no está mencionado en este tratado. De los cursos de matemáticas de la época sólo se ha visto citado el tratado de Bezout[634].

En general, Morla consideraba que no era necesario profundizar en cuestiones difíciles "porque el principal objeto de este tratado es dar a los jóvenes para quienes se escribe una sencilla y clara instrucción del modo con que pueden desempeñar las varias comisiones que estarán a su cargo algún día" (t. 1, p. XXVI).

Se puede concluir que Morla estaba bien informado de los últimos trabajos sobre artillería, de inspiración newtoniana, hechos por Robins, Euler, D'Arcy o D'Antoni. Pero no creía que el Colegio fuera un lugar oportuno para profundizar en esas cuestiones. Como dice en el prólogo del tomo I al comentar la parte dedicada a pólvoras: "Aunque sobre el objeto de este artículo se haya escrito después del célebre Robins muchas teorías muy sólidas y exactas que casi sujetan a cálculos fijos los espantosos efectos de la pólvora; me he creído obligado a prescindir de ella, por observar las órdenes superiores; porque de lo contrario sería preciso que ocupase este asunto un grueso volumen, y porque el principal objeto de este tratado es dar a los jóvenes para quienes se escribe una sencilla y clara instrucción del modo con que pueden desempeñar las varias comisiones que estarán a su cargo algún día" (t. 1, p. XXVI). Por

633 Para el Colegio de Segovia lo lógico hubiera sido citar el *Curso Matemático* de Giannini (1782, p. 603-605).

634 Por ejemplo en el tomo 2 p. 456 sobre alcances y 532 sobre velocidades de salida de las balas.

otra parte en esa reflexión se observa una fe en las matemáticas que no tenía Tosca que, como se ha comenatado, opinaba que "es muy dificultuoso sino imposible, reducir a reglas fijas la celeridad casi instantanea del fuego" (1757, v.V, p. 427).

Al margen del Colegio tampoco parece que en las diversas escuelas prácticas que existieron en Segovia se investigara sobre cuestiones de física matemática aplicadas a la artilería. Al menos no aparece ninguna experiencia citada en este *Tratado de Artillería*, ni se ha encontrado ninguna mención en ningún documento.

Las diferencias entre Morla y Giannini parecen referirse más a las matemáticas que debía conocer un oficial de artillería, que a las teorías que debían seguirse para mejorar en la pirotecnia.

Las nuevas críticas al programa de Tomás de Morla y de José Autran en 1796

La discusión sobre el contenido del curso de matemáticas del Colegio continuó latente. En 1796 volvió a aparecer con claridad cuando Giannini pidió un aumento de sueldo. El Inspector de artillería, que en ese año era el conde Colomera, pidió un informe a los tenientes generales Morla y Autran, como se ha visto en el capítulo tercero. En su exposición estos generales, además de criticar a Giannini y su *Curso Matemático* del que decían que "no pasa de regular", volvían sobre la necesidad de cambiar el currículo del Colegio de Segovia:

> "Que no pueden dejar de exponer cuan necesario hallan variar en Segovia el método de estudios y el plan introducido por Giannini. [...] Que el curso de matemáticas no debe ser para astrónomos sino para artilleros, que los cadetes no deben estudiar más de lo necesario a esta ciencia; y dedicarse a aplicar a ella sus principios. [...] Finalmente que son forzosos otros estudios en la Física, Chimia, Geometría, Historia, Moral, Fortificación, Artillería y Arte Militar, que les serán más útiles que los cálculos superiores" (AGS GM 5759).

Es decir vienen a pedir un nuevo programa en el que el peso de las matemáticas disminuya, y se introduzcan nuevas materias como la química, cuya utilidad era evidente, pero en Segovia se impartía después de acabados los estudios del Colegio. Sobre los cambios propustos en el programa, según dice una nota al margen del copista de la Secretaría de Guerra, se había decidido:

> "* Habiendo hecho presente el / conde de Colomera, que arreglando y perfeccionando los estatutos y prácticas establecidas en el Colegio Militar de Segovia, tanto sobre la instrucción de los cadetes, como sobre el gobierno interior y político de aquel establecimiento resultarían ventajas al servicio de S. M. se dignó V. M. resolver en el mes de noviembre de 1795 que no venía en hacer novedad en lo que pertenecía al Colegio de Segovia" (AGS GM 5759).

Es decir el Secretario de Guerra no quería comenzar en ese momento a discutir de la remodelación del Colegio de Artillería. Pero ahora el Inspector de la artillería Colomera era partidario de cambiar su funcionamiento y la alternativa no tardó en comenzar a elaborarse. Los trabajos concluyeron con el nuevo reglamento del Colegio de 1804.

El siglo XIX Reglamento de nueva constitución en el Colegio Militar de 1804

Finalmente, se publicó un nuevo reglamento en enero de 1804. En él se exigía que los profesores fueran militares, con lo que Giannini debía dejar el puesto[635]. Pero sus ideas en cuanto a la enseñanza de unas matemáticas avanzadas se mantuvieron en lo fundamental.

---

[635] Desde 1800 no se le menciona en las actas de las reuniones del Colegio que se han podido consultar. Es posible que estuviera dedicado a la escritura y publicación del último tomo de su *Curso Matemático*.

Se dividieron los estudios en dos ciclos, uno general, para todos los cadetes, y otro avanzado, sólo para los cadetes de un "talento superior". Este segundo se les impartiría después de acabar en el Colegio, siendo ya suboficiales. Ese ciclo superior parece ir en el sentido de simplificar los cursos del Colegio de Segovia, como proponían Morla y otros. Sin embargo, en el curso de matemáticas ordinario se introdujeron pocas novedades. Se reconoció una duración de cuatro años a los estudios, incorporando el curso supernumerario o de iniciación entre los cursos regulares[636]. Se comenzaba con la aritmética y unos rudimentos de álgebra. Idea que también estaba de acuerdo con la algebrización de las matemáticas que se produjo durante el siglo XVIII, y en contra de la idea de Giannini de basar todas las matemáticas en la geometría. Pero, el contenido del programa que se seguía era parecido al de Giannini:

> "Los Tratados del primer año deben ser los principios del Cálculo numérico y literal, Geometría especulativa y práctica, inclusa la Trigonometría plana" (*Reglamento,* 1804, p. 109).
>
> "Los Tratados del segundo año deben ser las Secciones cónicas, el Algebra, su aplicación á la Geometría, y la Fortificación" (p. 110).
>
> "El estudio del tercer año consistirá en los Cálculos diferencial é integral, Mecánica y Dibujo. La ocupación accesoria será la Geografía, Historia y Esgrima.
>
> Las ideas ya sublimes de estos cálculos acabarán de formar el espíritu de los Alumnos, particularmente cuando vean en su aplicación á la Mecánica ex- / plicada por ellos la ciencia del equilibrio y movimiento de los cuerpos, ó por mejor decir los principios y fenómenos de la Filosofía natural, y particularmente su aplicación á las máquinas, conocimiento esencialísimo al instituto de Artillería, con el cual tendrán la mayor conexión posible las explicaciones y ejemplos. La importante instrucción

636 El nuevo primer curso era el supernumerario y el tercero el primero con el reglamento anterior.

REGLAMENTO

DE NUEVA CONSTITUCION

EN EL COLEGIO MILITAR

DE CABALLEROS CADETES

DEL REAL CUERPO DE ARTILLERIA

ESTABLECIDO EN SEGOVIA.

MADRID EN LA IMPRENTA REAL

AÑO DE 1804.

PARTE SEGUNDA.

Plan de estudios.

ARTÍCULO 1.

El superior proceder de mis tropas en todas las prevenciones y acciones de la guerra no consiste solamente en el recto uso del valor y la fuerza: debe executarse por una poderosa y oportuna aplicacion de los principios de ciencia militar, sin cuya contraccion se malogran ó inutilizan las mas veces la misma fuerza y valor: esta verdad incontestable y general para todas mis Armas, se verifica principalmente en la Artillería: la aplicacion de su fuerza, siempre poderosa, y muchas veces decisiva, requiere principalmente distinguidos elementos de ciencia con que construir y perfeccionar sus máquinas, proyectar y executar sus operaciones. La grande obra de constituirse un sabio Oficial de Artillería, que llene sus funciones militares científicamente, necesita

del Dibujo militar y en parte civil dará descanso ó intermedio á estas materias, aun abstractas en su parte elemental" (p. 111-112).

El nuevo Reglamento tenía un nuevo plan de estudios que había que llevarlo a la práctica. El cálculo diferencial está incluido en él, aunque el legislador encuentra necesario, todavía, añadir un párrafo justificando su inclusión. El responsable debía ser el primer profesor, que no podía ser Giannini porque el reglamento fijaba que debía haber "un Profesor Primero que podía ser de capitán 1º a coronel inclusive" (p.132), condición que no cumplía Giannini.

Francisco Javier Datoli y Lassle[637]

El sucesor de Giannini fue Francisco Javier Datoli y Lassle hijo de José Datoli, napolitano, y María Lassle, sevillana. Su padre fue

[637] Sobre Datoli véase M. D. Herrero (1994), ó Fernández de Navarrete (Madrid, 1851, v. 1, p. 452). También AGM de Segovia Legajo D. 92.

también artillero, formó parte en la Real Sociedad Matemática de Madrid y fue jefe del departamento de Segovia. Francisco Datoli nació en Segovia y entró de cadete en el Colegio de Artillería el 7 de enero de 1779.

Fue un alumno de buenas notas, pero no sobresaliente. Debía de ir avanzado para su edad. En la reunión del Consejo del Colegio del día 7 de enero de 1782 el inspector Lacy preguntó qué alumnos de primero podían ser ascendidos a subtenientes. El Consejo presentó una relación y pidieron, en particular, que se incluyera a Francisco Datoli, aunque solo tenía 15 años, porque "su conducta aplicación y aprovechamiento eran acreedores a que se dispensara su corta edad y pequeña estatura" (*Actas*, v. II, f. 372 r). El 28 de enero de 1782 fue nombrado subteniente. Fue, por lo tanto alumno de Giannini y compañero de clase de Eslava.

En 1787 fue ascendido a teniente de artillería. En una hoja de servicios elaborado en 1788 (AGS GM 411 f. 295) se dice que había servido en la artillería de Castilla la Vieja, Andalucía, Ceuta, Orán y Valencia, por lo que parece que duró poco en sus primeros destinos. Por una hoja posterior (AGM de Segovia D 92) se sabe que se hallaba destacado en la plaza de Orán en el año 1786, cuando el bey de Mascarán se presentó y acampó delante de ella. Luego pasó a la fábrica de armamento de Orbaiceta en Navarra. Tenía ese destino durante la Guerra de la Convención y participó en la batalla de Monte Piñón resultando herido de gravedad. Estuvo en otras acciones de esa guerra y acabados los combates, en 1794, fue destinado a la fábrica de munición de Trubia y a la de armamento de Oviedo. Además, en 1797 estuvo en el Bierzo con su compañero Munárriz para ver las posibilidades de abrir una fábrica de armamento y fundiciones en esa región. Propusieron poner una ferrería en Somoza pero no les pareció sitio adecuado para la fábrica de armas.

Fue enviado en 1800 a Francia a la fundición de Creusot para que estudiara la utilización del carbón mineral en las fundiciones. Permaneció en dicha fundición desde el mes de agosto de 1800

hasta septiembre de 1801. Después fue destinado a Trubia donde trabajó de marzo de 1803 a enero de 1804, tratando de adaptar los hornos al carbón mineral. Pese a sus estudios en Francia y a la colaboración de Proust no tuvieron éxito.

A finales de 1803 finalizaron los trabajos en Trubia y fue destinado al Real Colegio de Artillería como Primer Profesor. El director era Baltasar Ferrer. Cumpliendo con una de sus obligaciones como primer profesor, Datoli comenzó a escribir un nuevo manual, que siguiera las instrucciones del nuevo reglamento porque[638]:

Empezó á Servir.
Los Empleos que tuvo.
Los ha Servido.
Total hasta fin de
Exercitos, y Cuerpos donde ha servido.
Funciones en que justifica haverse hallado.

"Habiendo variado el plan de estudios de dicho Colegio en virtud del expresado reglamento, se ha alterado el orden con que el Sr. D. Pedro Giannini escribió el Curso Matemático".

Al comienzo imprimió pequeños cuadernos para complementar al *Curso* de Giannini[639]. En 1807 comenzó a publicar su tratado: *Curso de matemáticas para el uso de los oficiales y caballeros cadetes del Real Cuerpo de Artillería*. Sólo pudo publicar el Tomo I

638 Para el funcionamiento del Colegio el año 1804 véase el informe mandado por Francisco Datoli a Baltasar Ferrer "Noticia de los asuntos que se han estudiado en el año de 1804 en la clase del primer año de la Academia de Caballeros Cadetes del real Colegio de Segovia, con arreglo al nuevo Reglamento". AGM de Segovia leg. 1º/1º/F-1287.

639 "Baltasar Ferrer" en AGM de S. 1º/1º/F-1287.

de Aritmética[640] (1807, Madrid, Imprenta Real) y el Tomo II de Algebra (1807, Segovia, Imprenta de Espinosa). Es posible que tuvieran preparados más tomos para imprimirlos; pero la Guerra de Independencia acabó con esa iniciativa.

En el primer tomo, Dátoli afirma que la obra ha sido escrita teniendo en cuenta las mejores publicadas, entre ellas "la del Señor D. Pedro Giannini, profesor primero que ha sido de este Colegio". Aunque más adelante se dice que:

> "Seguiremos en cuanto es adaptable a la constitución y objeto del citado Colegio, las reglas prescritas por los profesores y autores de mas experiencia, principalmente por el Señor de La Croix en su obra titulada Ensayo sobre la enseñanza en general y en particular de las Matemáticas.[641]"

Lo que no deja de ser normal porque el tratado de Giannini se estaba quedando anticuado y Lacroix era un autor posterior más pedagógico que fue muy seguido en su país y también en España. Sus libros se tradujeron al castellano y se utilizaron mucho durante la primera mitad del siglo XIX.

Datoli advierte en el prólogo que el libro está preparado para el curso normal, no para el de los más avanzados, porque el nuevo reglamento preveía dos niveles de estudios.

En el tomo I se explica lo que son números enteros, fraccionarios y decimales y las operaciones entre ellos. No define número negativo: "no se trata aquí de cantidades negativas por reservarlo para el álgebra" (p. 29). También se deja para más adelante la teoría de los decimales periódicos: "En la segunda parte del tratado de

---

640 *Curso de Matemáticas para el uso de los oficiales y caballeros cadetes del Real Cuerpo de Artillería, por Don Francisco Datoli teniente coronel del expresado Real Cuerpo, Profesor Primero de la Academia Militar de Segovia, socio de mérito de la Real Sociedad Económica de Oviedo, e individuo de la de Segovia. Tomo I. Aritmética. De orden superior Madrid en la Imprenta Real Año de l807.*

641 *Essaie sur l'enseignement en général, et sur celui des mathématiques en particulier, ou manière d'étudier et d'enseigner les mathématiques* (1805, Paris).

Álgebra se dará / la teoría de las decimales periódicas" (p. 191-192). Se explican las cantidades expresadas en "complejos", dando una lista de las unidades de Castilla y las relaciones entre ellas.

Se explica la regla de tres y se ponen varias aplicaciones habituales en los libros de aritmética como la regla de compañía, la de aligación, portes, taras, averías y seguros.

Varias cuestiones que se exponen en este volumen estaban explicadas en el tomo II del *Curso* de Giannini sobre álgebra. Pero la orientación es diferente. En este libro se incluye la aritmética elemental, que Giannini no explicaba porque suponía que los cadetes debían conocerla antes de entrar; pero que muchos de los candidatos la aprendían en el curso supernumerario que existió desde los primeros años del Colegio.

Datoli dice sobre el acceso al Colegio que "Para ser admitidos en el Colegio los Caballeros Cadetes se examinan del sistema de la numeración, y de las cuatro operaciones de sumar, restar, multiplicar y partir enteros"; sin embargo, como estudiaban con distintos libros, frecuentemente sin demostraciones y algunos sin maestro, lo conocían "imperfectamente" y este libro les servía para asegurar esos conocimientos. De ese párrafo se deduce que en 1807 algún tipo de examen de entrada se había instituido en Segovia.

Una cuestión elemental en la que se observa un cambio respecto al *Curso* de Giannini son las unidades. Se dan muchas unidades diferentes de España, de Francia, de Inglaterra y Portugal. Pero se dice también que "Por Real Orden 20 de enero de 1801 está mandado que en todos los reinos y señoríos de S. M. se usen unas mismas pesas y medidas que se han de llamar españolas." (p.117). Se añade que con ellas se debe medir en marina, guerra, hacienda, reales fábricas y comercio "y de las mismas se ha de usar en los escritos de Ciencias y Artes" (p. 117). Se completa la información con otras medidas que se usaban en España y en algunos países extranjeros y sus equivalencias. En Francia se dice que la unidad de longitud es el metro, y se explica su relación con la longitud del meridiano de

la Tierra, comentando el proceso de medir un arco de meridiano en Francia y las correcciones introducidas por la ampliación del arco hasta Barcelona hecha por Mechain y Delambre. Se da la equivalencia del metro en toesas y en medidas españolas[642].

En el Tomo II sobre el álgebra[643], se sigue también a Lacroix, como se advierte en el prólogo:

> "A fin de manifestar el método que hemos elegido para explicar los principios del álgebra, trasladaremos lo que acerca del particular expone el señor de Lacrroix en el Prólogo de su tratado[644] del cual es una traducción adicionada lo más de lo contenido en esta primera parte. Nos hemos valido del álgebra de dicho autor por el método, claridad y rigor matemático con que están tratados en ella todos los asuntos. (p. (5)).

Muchas frases de este libro son traducción literak del de Lacroix.
En el libro se estudian las operaciones con expresiones literales, las ecuaciones y su resolución. La ecuación, la define Datoli como "la igualdad de dos cantidades" (p.16), que es la misma definición que da Lacroix en su libro[645]. Pone reparos a la utilización de números negativos y dice en el prólogo sobre los números "imposibles o indeterminados, en cuyo número están también a lo menos con ciertos respectos, las cantidades negativas, como que en el fondo no son otra cosa que un medio de que se sirve el Algebra para eludir

---

642 No se ha podido comparar el libro de Datoli con la primera edición del *Traité élémentaire d'arithmétique, à l'usage de l'École centrale des quatre-nations*. Comparándolo con la de 1848, se diferencian en que en esa edición la introducción de Datoli no está y que en la parte dedicada a las medidas Lacroix se centra en la conversión de las antiguas medidas en medidas decimales.

643 *Curso de matemáticas para el uso de los oficiales y caballeros cadetes del Real Cuerpo de Artillería, por Francisco Dátoli, teniente coronel del expresado real cuerpo, profesor primero de la Academia militar de Segovia, socio de mérito de la Real Sociedad Económica de Oviedo e individuo de la de Segovia. Tomo II Álgebra. De orden superior. Segovia: En la imprenta de Espinosa. Año 1807*

644 En una nota al pie informa que es "Elémens d'Algèbre à l'usage de l'Ecole centrale des quatre nations par S. F. Lacroix".

645 "Une équation est l'egalité des deux quantités » (Lacroix, 1836, p. 15).

una contradicción" (p. (13)). Se tratan de evitar las soluciones y los valores negativos porque, según se dice, "La teoría de las cantidades negativas es una de las más importantes, y al mismo tiempo de las más espinosas del Álgebra"[646] (p.114).

También se menciona que "la expresión 0/0 es aquí el símbolo de una cantidad indeterminada" (p. 128) y se añade que en el cálculo diferencial se va a profundizar sobre esa cuestión. Sobre las cantidades divididas entre cero y los infinitos dice que "el infinito matemático es una idea negativa, porque resulta de la imposibilidad de asignar una cantidad capaz de resolver la cuestión"[647] (p.125).

No se incluye la resolución de las ecuaciones de tercer y cuarto grado. En opinión del autor, para las ecuaciones de grado superior, la resolución aproximada es "lo único que es de alguna utilidad en la práctica, porque las fórmulas que expresan las raíces de las ecuaciones literales del 3º y 4º grado están sujetas a excepciones muy embarazosas y conducen a cálculos por lo menos tan largos como los métodos de aproximación numérica" (p. (14)), idea que se sigue defendiendo. También se acerca a la forma actual en la forma de marcar el orden de las operaciones rechazando los sobrerrayados de Giannini o Vimercati porque "como las rayas están expuestas a extenderse más o menos de lo que es necesario, son un signo menos exacto que el paréntesis" (p. 62).

Los autores que se citan son posteriores a los que figuran en el álgebra de Giannini, apareciendo Bezout, Laplace, Legendre, Poisson, y Clairaut

Este libro está incompleto porque según dice Datoli al final:

"La precisión de arreglar el Tratado de Geometría a fin de empezarlo a imprimir en este año, no permite continuar por ahora la

646 "La théorie des quantités négatives étant à la fois une des plus importantes et des plus épineuses de l'Algèbre."(Lacroix 1836, p. 93).

647 "l'infini mathématique est une idée négative puisqu'on n'y parvienne que par l'impossibilité d'assigner une quantité que puisse résoudre la question"(Lacroix, 1836, p. 103).

impresión del álgebra; entre tanto se estudiará por el Curso del Sr. D. Pedro Giannini las principales propiedades de los logaritmos y el uso de las tablas para hacer las correspondientes aplicaciones a la Trigonometría, que es lo que necesitan los alumnos de las clases del primer y segundo año, además de lo aprendido en esta parte ya impresa del álgebra" (p. 440).

Los libros de Datoli son más pedagógicos y actualizados que los de Giannini. Pero Datoli sigue en sus tratados a Lacroix, muchas veces al pie de la letra. Giannini fue más original. Escribió su propio tratado. Incluso en las partes que están tomadas de Newton o de Vincenzo Ricati, añade ejemplos y les da una nueva reacción.

A diferencia de su antecesor Datoli era miembro de la Sociedad de Amigos del País de Oviedo y de la de Segovia. No era miembro, sin embargo, de sociedades extranjeras.

Francisco Javier Datoli fue ascendido a coronel de artillería en 1804. Participó en los preparativos de la sublevación del 2 de mayo de 1808 y colaboró en la peregrinación hacia el sur de los cadetes de Segovia tratando de huir de los franceses. Después de atravesar Portugal llegaron a Sevilla en 1809. En esa ciudad Datoli se encargó de organizar una fábrica de fusiles. No participó en la organización de una nueva Academia que acabó dirigiendo Mariano Gil de Bernabé. Desde junio de 1809 hasta la llegada de los franceses en 1810 Datoli buscó armeros, preparó y puso en marcha la producción, consiguiendo que se produjeran miles de fusiles en dicha fábrica.

El 1 de febrero de 1810 los franceses conquistaron Sevilla. Dátoli se quedó en la ciudad y aaceptó pasarse a las tropas de José I. El 19 de febrero de 1810 aparece en la *Gaceta de Madrid* (1810, v. 1, p. 205) que José I le había hecho Caballero de la Orden Real de España. Cuando volvían de Sevilla a Madrid una partida de guerrilleros les arrestó y Datoli fue fusilado (AGM de Segovia 1º/1º/F-1287).

Después de la guerra de independencia hubo un periodo con muchos cambios políticos, que influyeron negativamente en el fun-

cionamiento del Colegio. En 1819 se aprobó un nuevo reglamento en el que el cálculo diferencial se estudiaba en el cuarto año y desaparecían los estudios sublimes, o para avanzados; pero duró poco. En 1823 se divolvió el cuerpo de artillería, se cerró el Colegio y se devolvió a los cadetes a sus casas. Cuando en 1828 se pensó en publicar el nuevo curso de matemáticas que había escrito el artillero José Odriozola en el "Dictamen de la Junta Superior Facultativa del Real Cuerpo de Artillería acerca del curso de Matemáticas puras escrito por el capitán de la propia arma Don José Odriozola"[648] se decía que en el plan de estudio de 1819 se propuso utilizar los tratados de matemáticas de Lacroix y que les parecía que los redactados por Odriozola eran más adecuados. Además, con ellos se evitaba el estudio del curso de Vallejo para el cálculo diferencial e integral, lo que se necesitaba porque el tomo correspondiente de Lacroix todavía no había sido traducido.

Aunque el cálculo diferencial e integral no desapareció del programa, la forma de presentarlo evolucionó. Odriozola en el Tomo IV de su *Curso Completo de Matemáticas Puras* (1829), para el cálculo, sigue a Lagrange[649]. La mecánica pasó a ser una asignatura aparte para la que Odriozola escribió *Tratado elemental de mecánica* (Madrid, 1832, 2 v.) que tiene un apéndice en el volumen segundo en el que se estudia las nuevas ramas de la física: como el calor, la electricidad o el magnetismo. La artillería se mantuvo como una asignatura aparte, para la que escribió Odriozola un *Compendio de artillería* (1827)

---

648 Hoja de Servicios de José de Odriozola y Oñativia. Madrid, 24 de octubre de 1864. AGM de S.. Sección 1ª, Legajo O-106.

649 Sobre las matemáticas en las academias militares en la primera mitad del siglo XIX véase Ausejo y Velamazan (1993).

Índice

Capítulo Undécimo

LOS OTROS PROFESORES DEL COLEGIO DE ARTILLERÍA DE SEGOVIA DURANTE EL SIGLO XVIII

Giannini era el responsable de la asignatura; pero cada grupo de alumnos tenía su profesor encargado que era quien daba las clases. El éxito de la enseñanza de las matemáticas en el Colegio dependió en buena parte de la capacidad de sus colaboradores. En este capítulo se expone una breve biografía de los profesores que se han localizado.

Según las *Ordenanzas* de 1768[650] en el Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia había tres profesores, que se encargaban de las enseñanzas teóricas, fundamentalmente matemáticas, y unos oficiales de la compañía que se encargaban de la instrucción militar, la fortificación y la Táctica o artillería. Además debía de haber un maestro de dibujo, otro de lenguas, y otro de esgrima.

Pronto comenzaron a aparecer profesores ayudantes para sustituir a los profesores enfermos, o ausentes, para encargarse de los nuevos grupos cuando las clases se desdoblaban, o para la preparación de los

650 *Ordenanzas de S. M. para el Real Colegio Militar de Caballeros Cadetes de Segovia* (1768), títulos cuarto y quinto.

cadetes recién llegados que no sabían aritmética. Además en el Consejo del Colegio de 3 de noviembre de 1781 se recibió una orden del rey para que el número de alumnos del Colegio subiera de 60 a 100 y se propuso que para atender a un mayor número de cadetes se contrataran dos nuevos profesores titulares y más ayudantes. El número de profesores fue aumentando con el tiempo. Por ejemplo en una petición del comandante del departamento Miguel Cevallos al ministro de guerra Juan Manuel Álvarez fechada el 14 de agosto de 1799, se ennumeraba diez profesores y se pedían cuatro ayudantes más[651].

De esos diez profesores de 1799 siete estaban dedicados a las matemáticas. Los profesores encargados de los diversos grupos cambiaron bastante durante los veinticinco años que estuvo Giannini como responsable de las matemáticas en Segovia. Los profesores ayudantes mudaron más todavía. Además pasaban de un curso a otro, o cambiaban de matemáticas a fortificación, o volvían al Colegio diez o veinte años después de haberlo dejado. Por eso se ha preferido no mencionar únicamente los que impartieron con seguridad matemáticas, sino incluir los profesores que enseñaron en Segovia en esa época.

No se pretende dar ninguna información exhaustiva. De los personajes más conocidos se dará una referencia de los libros que los estudian mejor y se hará un extracto de lo que se dice en ellos. De los demás se informará de lo que se haya encontrado. No vale este capítulo para dar conclusiones detalladas; pero sí es suficiente para deducir unas características de los profesroes del Colegio durante el siglo XVIII.

La primera conclusión que puede adelantarse es que entre los discípulos de Giannini no salieron nuevos matemáticos. Cabría esperarse que con un profesor buen conocedor de la materia, que tenía una buena biblioteca a su disposición, y un ambiente de trabajo apropiado, salieran varios matemáticos famosos a lo largo de

651 Se ha comentado en el capítulo tercero (AGS GM 5761).

veinticinco años, pero no fue así. Todo parece indicar que los cientos de cadetes que salieron del Colegio de subtenientes[652] sabían matemáticas, muchas matemáticas para lo que se estilaba en España a finales del siglo XVIII. Pero no hay textos, trabajos de investigación o intervenciones en polémicas que indiquen que alguno de ellos se dedicara a las ciencias exactas de una forma creativa. La mayoría de los colaboradores de Giannini tuvieron una brillante carrera profesional como militares. Pero muy pocos se dedicaron a las ciencias y ninguno a las matemáticas.

Las biografías se van a ordenar cronológicamente por la fecha en que se les propuso para ocupar una plaza de profesor por primera vez. Se van a clasificar según quién fue el Primer Profesor que los propuso. Es decir, en este capítulo hay cuatro apartados que corresponden a:

Antonio Eximeno, nombrado el 9 de noviembre de 1763 y profesor efectivo desde la inauguración del Colegio el 16 de mayo de 1764 hasta la expulsión de los jesuitas el 3 de abril de 1767.

Lorenzo Lasso de la Vega, nombrado primer profesor interino el 8 de abril de 1767, que se mantuvo de forma irregular hasta noviembre de 1772.

Cipriano Vimercati, primer profesor desde el 8 de diciembre de 1772 hasta el 14 de enero de 1777.

Pedro Giannini, primer profesor desde el 30 de octubre de 1777, hasta 1803.

En 1804 fue nombrado primer profesor del Colegio de Artillería de Segovia Francisco Javier de Datoli, antiguo alumno del colegio.

Sobre los Primeros Profesores ya se ha tratado en los capítulos anteriores, en este se van a estudiar los restantes profesores del Colegio.

---

652 Como se ha comentado en el capítulo tercero Giannini había tenido 300 alumnos hasta septiembre de 1796, según dice en una petición de aumento de salario de esa fecha (AGS GM 5759).

Antonio Eximeno

Durante los primeros años del Colegio, formando equipo con Eximeno como profesores de matemáticas, estuvieron Lorenzo Lasso y Jorge Guillelmi. La vida de Lorenzo Lasso se ha comentado ya, porque más tarde fue primer profesor y sucesor de Eximeno. A continuación se va a resumir la biografía de Jorge Gullelmi.

Jorge Guillelmi de Andrade[653]

Jorge Juan Guillelmi de Andrade nació en Sevilla en 1735. Era hijo Lorenzo Nicolás Guillelmi (Bruselas, 1698), Caballero de la Orden de San Jorge, secretario de la embajada de España en Viena, y más tarde, juez militar de la Capitanía General de Andalucía en Sevilla.

Se incorporó al Regimiento de Infantería de Bruselas con sólo diez años. El año 1753 se mudó al Regimiento de Infantería de Ceuta, y en 1755 al de Flandes. El 5 de Febrero de 1757 se incorporó, como subteniente al Real Cuerpo de Artillería, al que siguió adscrito hasta su muerte. Según su hoja de servicio "Estudió matemáticas en la Academia militar de Barcelona su curso entero". En 1762 participó en la guerra contra Portugal.

En el año 1764 Gazola le nombró tercer profesor del Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia. Durante los primeros años, hasta la expulsión de Antonio Eximeno, se encargó de la tercera clase. Según figura en las Actas daba clase de cálculo y geometría elemental[654]. Fue el primero en plantear una cuestión que se arrastró en el Colegio durante todo el siglo XVIII, y que él conocía bien

---

653 AGM de Segovia, Caja 71 exp. 21 carpeta 1. Vigon (1947, v. 3, p. 448). También en *Diccionario histórico o Biografia universal compendiada*, (Barcelona, N Oliva, 1830-1834, 13 v.) está en v. 12, p. 45 y en A. Rabanal Yus, (1990, p. 264-265).

654 En el acta del 23 de septiembre de 1766, por ejemplo, se cita "La clase del tercer profesor Dn Jorge Guillelmi [...] se examinaron de una proposición de cálculo y de otra de geometría".

como profesor de los cadetes recién incorporados, la disparidad de niveles de conocimientos entre los cadetes recién admitidos[655].

Jorge Guillelmi asistió al Consejo extraordinario de 8 de abril de 1767 en el que Josef Datoli comandante del Departamento comunicó al Consejo el extrañamiento de Eximeno. En los nombramientos que se hicieron para cubrir su ausencia Jorge Guillelmi pasó a ser segundo profesor (*Actas,* v. I, f 79 r).

Ese mismo año el fundidor suizo Maritz se había trasladado a Sevilla para implementar en las fundiciones reales su nuevo método para fabricar cañones. Guillelmi fue enviado a colaborar en ese trabajo (Vigón, 1947, v. 2, p. 579). No se sabe la fecha en que dejó Segovia, pero a partir de septiembre de 1767 su nombre deja de figurar entre los asistentes al Consejo.

Vuelve a figurar en las *Actas del Colegio Militar* a partir del 20 de agosto de 1771. Lorenzo Lasso era Primer Profesor y él se encargaba de la tercera clase. En 1777 ascendió a capitán de artillería. Al margen de su trabajo en Segovia, fue nombrado académico honorario de la Academia de Buenas Letras de Sevilla el 29 de mayo de 1772.

J. Guillelmi Trampantojo

Entre 1779 y 1782 participó en el fallido asedio a Gibraltar. En 1782 estaba de nuevo en Segovia como teniente de la Compañía de Caballeros Cadetes[656]. El 12 de agosto de dicho año re-

[655] En la reunión del Consejo de 18 de febrero de 1767 planteó que en la clase inferior algunos alumnos "no estaban enterados de los primeros rudimentos de la Aritmética", mientras que otros ya los conocían.

[656] Probablemente desde el 7 de marzo, por lo que dice a Lacy en una carta que le escribió comunicándole que ya ha llegado a Segovia y ha ido a saludar al obispo (AGM de Segovia 71 - 21 - 1).

cibió la orden de sustituir a Morla en sus obligaciones segovianas. Para hacerlo tomó contacto con los "ramos del laboratorio de mixtos y sus adherentes, la 6ª compañía de este batallón y el cuidado de la clase de artillería que dicta el ayudante de ella el teniente Dn Juan de Arriada"[657].

En 1784 fue nombrado Teniente Coronel graduado de infantería y escribió al conde de Lacy, dándole las gracias y enviándole un dibujo en trampantojo[658]. En él Guillelmi representó el tablero de una mesa repleto de papeles dispersos y en desorden que, indirectamente, son un homenaje al conde de Lacy. El alarde de técnicas pictóricas que nuestra Guillelmi supera lo que puede esperarse de un dibujante aficionado[659].

Se mantuvo cierto tiempo como teniente de la Compañía de Cadetes, aunque a menudo estaba ausente por comisiones de servicio. A partir de octubre de 1784 coincide con su hermano Antonio que fue destinado a Segovia como ayudante de la clase de artillería.

En 1786, los tres hermanos Guillelmi, Jorge, Andrés y Juan, ingresaron en la orden de Santiago.

Por una resolución de 10 de abril de 1787 Jorge Guillelmi y Tomás Morla fueron enviados a hacer un viaje de estudios por Europa. El objetivo de la misión era informar a la Corona de los adelantos técnicos y científicos desarrollados en la industria, y en particular en la producción artillera[660].

El viaje comenzó por Francia, donde permanecieron de 1787 a 1789, principalmente en París. Luego continuaron por Inglaterra, Escocia e Irlanda. De allí pasaron a Alemania visitando Berlín, y Dresde, luego se trasladaron a Viena. Visitaron

---

657 Carta a Lacy en Segovia a 14 de agosto de 1782 (AGM de Segovia Caja 71 exp. 21 carpeta 1).

658 http://www.josedelamano.com/pages/guillemini.htm (23-XII-2011).

659 También hizo dibujo técnico. En 1774 se encargó de dibujar los planos de la fundición de cañones de bronce de Sevilla (Rabanal, 1990, p. 60, 61 y 264)

660 El viaje está ampliamente estudiado en Herrero (1992, p. 179-277).

varias fábricas, en particular fundiciones, pero también textiles. Entraron en minas de carbón y estudiaron las aplicaciones de las máquinas de vapor. Se informaron de la situación de la artillería inglesa y austriaca. En 1791 debía acabar su viaje, pero el rey, les ordenó continuarlo estudiando la industria militar de Holanda. Morla había pasado a Italia a cuidar su salud antes de volver a España, mientras que Guillelmi, que permanecía en Alemania, pudo recoger el aviso y se trasladó sólo a Holanda, volviendo a España el año 1792.

A la vuelta de su viaje por Europa fue nombrado comandante general de la artillería en el ejército de Navarra y Guipúzcoa. Participó en casi todas las salidas y acciones de la Guerra de la Convención, desde el principio de la guerra hasta el 6 de Junio de 1793, fecha en que fue herido de gravedad en la batalla de Castillo Piñón. No se recuperaba y durante los años 1795 y 1796 estuvo largos periodos tomando aguas termales en Sacedón, para lo que solicitó repetidos permisos a la dirección de la artillería.

Jorge Juan Guillelmi fue nombrado el 6 de julio de 1793 Mariscal de Campo de artillería y Teniente General el 4 de septiembre de 1795. El 5 de julio de 1797, fue destinado al puesto de Gobernador y Capitán General del Ejército de Aragón, lo que conllevaba la Presidencia de la Audiencia de ese Reino. En este cargo permaneció hasta el inicio de la sublevación antifrancesa en 1808.

Jorge Guillelmi, muy apegado a la legalidad, no quiso reconocer la autoridad de los sublevados y, menos aún, cederles las armas almacenadas en la Aljafería de Zaragoza. A Palafox le recomendó econocer la autoridad de José I. El 25 de mayo de 1808 el pueblo sublevado le obligó a entregar las armas. Fue retenido en la Aljafería, preso, pero también por su seguridad personal. Palafox le solía visitar, interesándose por su confort. Guillelmi estuvo en prisión hasta los primeros días de abril de 1809, cuando fue liberado por las tropas francesas, para morir poco después.

Lorenzo Lasso de la Vega

Lorenzo Lasso estuvo durante dos periodos de tiempo como primer profesor del Colegio. En la primera etapa se incorporó como profesor Manuel Zapatero. Al dejar el cargo, desde finales del año 1767 hasta 1769, se sucedieron diversos oficiales como profesores del centro. De esa época se ha localizado a Miguel Rubín de Celis, Tomás Morla, y Joaquín Mendoza. Luego cuando fue nombrado Lasso primer profesor definitivo nombraron con él a Manuel Rueda, Baltasar Ferrer e Isidoro Gómez para ayudarle. A continuación se va a comentar la vida de esos personajes.

Manuel Zapatero

Nació en Zaragoza, aproximadamente, en 1734[661]. En marzo de 1754 fue nombrado Subteniente de Artillería, en diciembre de 1756 ascendió a comisario extraordinario y en 1762 a teniente del tercer batallón del Real Cuerpo.

Participó en la toma de la fortaleza de Almeyda en la guerra hispano-portuguesa de 1762.

En 1767 debía estar destinado al Colegio de Segovia pues en la reunión del Consejo del 8 de abril de 1767, en la que se informó al claustro de la expulsión de Antonio Eximeno, Josef Datoli comandante del Departamento le nombró tercer profesor (*Actas*, v. I, f. 70 v.). No parece que durara mucho tiempo en el Colegio. En el acta del Consejo del Colegio de 11 junio 1767 figura que el tercer profesor pedía de nuevo ser sustituido. Eso quiere decir que nada más ser nombrado, pidió dejar el cargo.

Zapatero no figura en las actas a partir de junio. Se debió trasladar a Sevilla para colaborar con Maritz en la fundición de cañones (Vigón, 1947, v. 2 p. 579). Posteriormente no se ha encontrado

[661] Hoja de servicio (AGS GM 410).

ninguna relación de este oficial con la enseñanza militar.[662] Por su hoja de servicios se sabe que en 1769 ascendió a capitán y, en 1779, seguía en activo con esa graduación.

Miguel Rubín de Celis (1746-1799)[663]

Miguel Froilán Rubín de Celis, fue hijo de Pedro Rubín de Celis y de Juana Pariente. Nació en Llanes el 17 de octubre de 1746. Estuvo casado con su sobrina carnal María Josefa Rubín de Celis. Estudió en el Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia y fue nombrado subteniente en 5 de octubre de 1765. Junto a Tomás Morla y Nicolás Sopriani, fue uno de los cadetes más brillantes de la primera promoción. Los tres se quedaron en Segovia para mejorar su preparación y para ayudar en el Colegio.

Su compañero **Nicolás Soprani** participó brevemente en la enseñanza de Segovia. Debió ser nombrado oficial de la Compañía de cadetes pues aparece en las actas como secretario desde el 16 de febrero de 1766 hasta el 18 de julio de 1768, cargo que debía ocupar el oficial más joven de la Compañía. Pero no aparece como responsable de ninguna asignatura, aunque sí lo fue de las conferencias de repaso. Según Mª Dolores Herrero (1992, p. 55) al morir su padre solicitó un año de Real licencia. En julio de 1769, presentó un memorial solicitando el retiro de la carrera militar por tener que encargarse de la familia con su madre, seis hermanos y tres hermanas que debía cuidar

Volviendo a Miguel Rubín, fue nombrado profesor de forma interina en la reunión de 12 de noviembre de 1767 en la que el Consejo tuvo conocimiento de que Lasso de la Vega había dejado

---

662 Vigón (1947, v. 3, p. 593) menciona otros tres artilleros llamados también Manuel Zapatero, pero las fechas en las que enseñaron o estudiaron no son compatibles con este personaje.

663 Sobre la vida de este militar se ha publicado Gutiérrez, Ramón, 2007, *El árbol de hierro : ciencia y utopía de un asturiano en tiempos de la Illustración (1750-1800)* Oviedo, ed. Trea.

el Colego. En un comienzo debía encargarse de las conferencias, o clases de revisión para preparar los exámenes. Pero no debió de tardar en encargarse también de las clases del primer curso que habían quedado sin profesor por el permiso de Lasso de la Vega. No duró mucho Miguel Rubín en ese cargo pues en la reunión del Consejo del Colegio de 28 de mayo de 1768 se informó que por orden de Gazola había pasado a encargarse de esa primera clase su compañero de promoción Tomás Morla. Miguel Rubín debió ser también profesor de artillería, porque en una discusión habida en la reunión del Consejo de 8 de abril de 1769 sobre el contenido del curso de artillería, se dijo que Miguel Rubín había explicado los tiros por elevación utilizando el libro de Belidor (*Actas*, v. I, f. 120 r.).

Miguel Rubín dejó el Colegio y fue destinado a Málaga como subteniente de artillería. En 1769 se encontraba en esa ciudad. Frecuentó la tertulia que presidía la condesa de la Puebla del Marqués y, posiblemente, también la que se reunía en casa del abogado Luís de Peñaranda y Haro, tachado por sus conciudadanos de librepensador, o la que tenía por sede el domicilio del comerciante inglés Guillermo Leer, del que se rumoreaba en la ciudad que era francmasón y protestante.[664]

En 1770 fue destinado a Melilla. Allí siguió participando en varias tertulias. Además se manifestó públicamente como librepensador, lo que le valió un proceso de la Inquisición que comenzó con una primera denuncia en 1770 en Melilla y terminó en Cádiz con su encarcelamiento en febrero de 1776 y una condena en noviembre de 1776, en la que vestido con el sambenito tuvo que escuchar las conclusiones del tribunal, y abjurar "de vehementi". Cumplidos esos requisitos fue absuelto "ad cautelam" y se le condenó al

[664] Carlos Posac Mon, (1993) "Proceso inquisitorial de Miguel Rubín de Celis, oficial de la guarnición de Melilla (1770)" en: *Aldaba: revista del Centro Asociado a la UNED de Melilla*, n. 22, 1993, p. 167-183.

destierro de Madrid y de otras ciudades y a hacer quince días de ejercicios espirituales en la prisión de la Santa Inquisición.

Se trasladó a Cádiz, aproximadamente, en 1774. Probablemente fue también en esas fechas cuando pasó de la artillería a la marina. Era teniente de fragata cuando le condenó la Inquisición.

En 1779 Rubín de Celis, estuvo embarcado en un navío de la escuadra mandada por Miguel Gastón. A comienzos de diciembre hizo escala en la base naval francesa de Brest, y se le encomendó que adquiriese un lote de cañones para la flota de guerra y los correos que hacían la carrera de América. Además, debía obtener informes acerca de nuevos métodos de fundición de metales utilizados en diversas fábricas de armas del país vecino.

En 1782 fue destinado al Virreinato del Río de la Plata, que estaba gobernado por Juan de Vertiz, quien, informado de los amplios conocimientos de Rubín de Celis en el campo de la mineralogía, le encargó que explorara diversas regiones en busca de posibles yacimientos de hierro susceptibles de ser explotados. El 28 de septiembre de aquel mismo año emprendió viaje desde Montevideo para cumplir la misión encomendada, dándolo por terminado al llegar a Santiago del Estero el 2 de marzo de 1783. En esa expedición científica le acompañaron el ingeniero Pedro Antonio Cerviño y el militar Francisco Gabino Arias. Ese viaje es famoso porque descubrieron un gran meteorito en la región conocida como Campo del Cielo. Mientras realizaba una nueva prospección minera en la comarca de Potosí, famosa por sus yacimientos de plata, le llegó

DISCOURS

CITOYENS,

una Real Orden, por la que se le mandaba retornar a la Península. Cumpliendo ese mandato, en el otoño de 1785 embarcó en un navío que zarpaba con rumbo a España.

Al reintegrarse a la metrópoli dejó la Marina y se estableció en Cádiz con el propósito de dedicarse al comercio. Poco después y por razones no bien aclaradas, se marchó al extranjero, fijando su residencia en Bayona.

En el año 1789 al comenzar la Revolución Francesa seguía en esa ciudad. Miguel Rubín de Celis se manifestó en seguida ferviente partidario de los cambios revolucionarios. Escribió un folleto para defenderlos titulado *Discurso sobre una constitución libre* (Bayona, 1792) que también se publicó en francés. Murió en Francia en 1799.

Tomás Morla (1747-1811)[665]

Tomás Morla Pacheco nació en Jerez. Sus padres fueron Tomás Morla, escribano, y María Pacheco y Valle. Estudió las primeras letras con los dominicos en el Colegio de Santo Domingo en Jerez. Se incorporó al Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia en 1.764. Ingresó con el curso ya comenzado. Junto a los cadetes Miguel Rubín, Nicolás Sopriani y Fernando Barrenechea se presentó a un examen extraordinario para ir más rápido en los estudios. El 5 de octubre de 1765 15 cadetes fueron promovidos subtenientes, entre ellos estaba Morla. Aunque fue uno de los mejores alumnos de la primera promoción, ocupó el último lugar de la promoción por ser el último en incorporarse al Colegio.

Pese a haber acabado sus estudios, se quedó en Segovia, probablemente perfeccionando sus conocimientos. Estudió con seguridad física y matemáticas, pues en el acta del Consejo de 21 de Septiembre

[665] Sobre este autor véase Herrero (1992), de donde se ha tomado la mayor parte de la información que figura aquí.

de 1766 aparece que se examinó a Francisco Vallejo y Tomás Morla de "una proposición de geometría y otra de phisica" (*Actas*, v. I, f 44 r.)[666].

Morla fue uno de los artilleros de Segovia que se trasladaron a Pinto, para apoyar las tropas de Madrid, si fuera necesario, durante el motín de Esquilache, en 1766.

Después de la expulsión de Eximeno y el fracaso de la solución provisional consistente en promocionar a Lasso de la Vega y Guillelmi, se recurrió a los mejores alumnos de las primeras promociones y entre ellos a Morla. En la reunión del Consejo del Colegio del 28 de mayo de 1768 "se dio parte al Consejo como a 7 de mayo por orden del Excmo. Sr. Conde de Gazola director del Colegio había entrado a dictar en la clase primera en lugar del subteniente Dn. Miguel Rubín el subteniente Dn. Tomás de Morla" (*Actas*, v. 1, f 94 v.). La clase primera era la que debía impartir el primer profesor. No parece muy normal que se encargaran de las enseñanzas del primer profesor unos cadetes recién promocionados a oficiales. Pero Morla, a diferencia de los anteriores, trató de tomar iniciativas para mejorar el funcionamiento docente del Colegio.

En la reunión del Consejo de 26 de septiembre de 1768 se dividieron los cadetes en cuatro grupos de los que dos estaban a cargo de Morla y dos a cargo del Ayudante de la Compañía de Cadetes, que era Joaquín Mendoza. Morla se encargaba de las clases primera y última.

Como se ha visto en el capítulo segundo, Morla trató de fijar un programa para las enseñanzas del Colegio y pidió "que el Consejo determine qué tratados y en qué forma se deva continuar"[667]. Pero la mayoría del Consejo consideraba prioritario tener nombrado un primer profesor definitivo. Morla estaba cubriendo buena parte de

---

666 No fue una excepción. El 3 de julio de 1766 Sopriani se había presentado voluntariamente al examen geometría sublime, pese a que ya estaba firmando las actas de las reuniones del Consejo como Secretario del mismo.

667 Acta de la reunión del Consejo de 15 de noviembre de 1768 (*Actas,* v. 1, f. 103 v.).

las obligaciones del primer profesor, aunque en las actas aparece citado entre los asistentes como "Profesor interino Dn Thomas Morla". En la reunión de 20 de febrero de 1769 el Consejo pidió que se le diera un alojamiento en el Alcázar, como era obligatorio para los profesores.

Morla no prosiguió con sus clases porque la solución que adoptó finalmente la Secretaría de Guerra fue nombrar a Lorenzo Lasso primer profesor el 12 de septiembre y a Morla subteniente de la Compañía de Caballeros Cadetes el 15 de agosto de 1769.

Como oficial más joven de la compañía asistió como secretario a las reuniones del Consejo y redactó sus actas hasta finales de 1773 cuando se incorporó el subteniente Joaquín González. Algo antes, el 19 de Abril de 1773, Morla había sido ascendido a teniente.

A partir de 1774 Tomás Morla sustituía a Vicente de los Ríos, cuando éste no podía impartir sus clases de táctica. En adelante no se volvió a encargar de los cursos de matemáticas, dedicándose solamemte a la artillería y fortificación (Herrero, 1992, p. 72).

En 1779, al fallecer Vicente de los Ríos, Tomás Morla pasó a encargarse de las clases de táctica, como profesor ayudante del Colegio, asistiendo al Consejo cuando se examinaban sus alumnos. Como se ha comentado en el capítulo anterior participó en la discusión de enero de 1782 sobre el programa del Colegio, siendo uno de los mayores partidarios de dejar las matemáticas superiores fuera del curriculum.

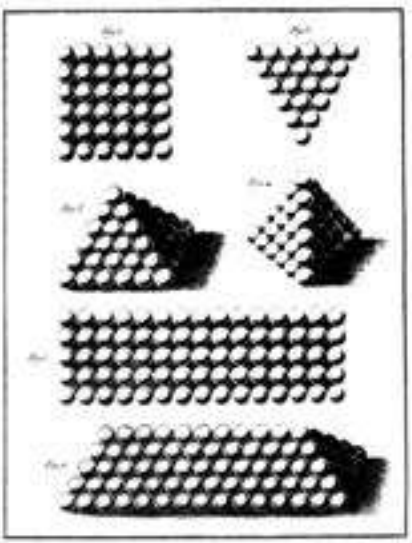
El Consejo encomendó a Morla en 1779 la escritura de unas "nociones de fortificación" para que se explicaran en el Colegio. Cuando murió Gazola en 1780, su sucesor, el conde de Lacy, encargó al Consejo que revisara los apuntes de Vicente de los Ríos con vista a imprimir un curso de artillería, y el Consejo delegó en Morla ese cometido. Este reelaboró, completó y modernizó los apuntes de clase escribiendo un libro titulado *Tratado de Artillería para el uso de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería* (Segovia, 4v.) El primer volumen se imprimió en 1784, el segundo en 1785,

el tercero en 1786 y el último con todas las láminas en 1803. En ese tratado en el tomo primero se discute de pólvoras, fabricación de cañones, cureñas, carruajes, cordaje, y puentes. En el segundo tomo sobre inventarios de material de artillería, fuegos artificiales y cohetes, alcances, escuelas prácticas y minas. El tomo tercero aborda cuestiones relacionadas con la artillería en campaña, viendo cómo se forma el tren de artillería, y en el asedio y la defensa de plazas.

El 10 de agosto de 1782 Morla dejó el Colegio para incorporarse a las tropas que sitiaban el Peñón de Gibraltar. De su actuación en dicho sitio se dice en su hoja de servicio que:

> "En el sitio de Gibraltar en el que además de sus comisiones ordinarias en las trincheras tuvo que mandar la Artillería de la flotante Tallapiedra de donde salió gravemente herido y las de dirigir una galería que con barrenos se formó, excavando el pie de la montaña desde la cueva de levante a la boca de la mina" (AGS GM 411).

TRATADO
DE ARTILLERIA
PARA EL USO DE LA JUVENTUD
DE CARAMELEROS CADETES
DEL REAL COLEGIO DE ARTILLERIA.
TOMO PRIMERO.



De vuelta en el Colegio 23 de mayo de 1783 se leyó una carta del conde de Lacy en la que "nombra S. E. al capitán D. Thomas de Morla por profesor de Táctica como lo fue Dn Vicente de los

Ríos" (*Actas*, v. II, f. 394 v.). Además el 25 enero de 1784 se le dieron los primeros 8.000 reales para la impresión del tomo primero de su *Tratado de Artillería*. Luego fue recibiendo nuevas cantidades y los tomos fueron saliendo impresos, salvo el tomo de láminas que costó más publicarlo. El 27 de febrero de 1785 se nombró una comisión con cuatro oficiales de la última promoción, Chenard, profesor de dibujo, y el propio Morla para dibujar las láminas de ese tratado. Pero el dinero no se consiguió hasta la época de Godoy. Ese cuarto tomo fue publicado en 1803[668].

En esos años Morla se encargó también de la mejora de la Escuela de Prácticas de Segovia. En 1781 se había creado un "Laboratorio de mixtos y práctica de minas" (AGS GM 567), que tardó en ponerse en funcionamiento. En 1784 se había ampliado con otras escuelas de entretenimiento de cañones y morteros y el Conde de Lacy pedía al conde de Gausa, ministro de hacienda, fondos "para atender en un año a los gastos de las tres escuelas de mistos, minas y entretenimiento de / cañones y morteros" (AGS GM 567). El 31 de agosto de 1785 Tomás de Morla dirigía la escuela de mixtos (pólvoras), Miguel Ceballos la de minas y Francisco Vallejo la escuela práctica de artillería (AGS GM 567).

Como se ha mencionado en la vida de Jorge Guillelmi, a comienzos de 1787 el conde de Lacy encomendó a Morla y Guillelmi la realización de un viaje por Europa para tener conocimiento de los avances que se habían producido en minería, fundición de cañones, artillería o en formación militar. Morla escribió unos *Apuntes Autógrafos* sobre ese viaje que se conservan en la Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia (Herrero, 1992, p. 182-277). El viaje comenzó en Barcelona de donde salieron a Francia. De su estancia en este país no hay buena información porque no se narra en los citados *Apuntes.* Permanecieron en dicho país de 1787

668 Hubo una edición parcial de las láminas en 1792 en la imprenta de la viuda de Ibarra.

a 1789, principalmente en París. Luego continuaron por Inglaterra, Escocia e Irlanda. Las observaciones tratan de agricultura, astronomía, fábricas de paños y botones, máquinas de vapor, además de las fábricas de arcabucería, las minas de carbón y la utilización del carbón mineral en las ferrerías, o la artillería y la Academia de Wolwich. Sobre esta academia dice Morla que tenía 64 cadetes, una clase espaciosa, bien diseñada con los asientos de los alumnos escalonados para que pudieran ver mejor el encerado y la mesa del profesor. De lo que se enseña decía "que estudian en ella unos cortos elementos de matemáticas", además de química y físicas; y que dictaban la artillería y fortificación "con auxilio de una multitud de modelos y diseños pertenecientes a estas dos ciencias"[669] Según Herrero (1992, p. 240) "El nivel de los estudios no le pareció adecuado, más bien "corto", suponemos que en comparación con el Colegio de Segovia".

De allí pasaron a Belgica continuando por Alemania. Visitaron las minas de Freiburg, estuvieron en Berlín, y Dresde para luego pasar a Praga y Viena. Morla quedó impresionado por la milicia prusiana. En su viaje a Alemania y Centroeuropa estudiaron fábricas, fortificaciones y la situación de la artillería. En 1791 acababa su viaje, pero el rey, les ordenó continuarlo para estudiar la industria con aplicación militar de Holanda. Morla había pasado a Italia a cuidar su salud antes de volver a España, por lo que no recogió el aviso y volvió a España, llegando a Barcelona el 8 de agosto de 1791.

De vuelta en España el conde de Lacy le dio un puesto en Barcelona para que revisara el funcionamiento de la fundición que existía en la Maestranza de artillería. En 1792 fue nombrado director de las fundiciones de artillería de Barcelona.

En 1793 comenzaron las hostilidades con Francia y Morla se incorporó como Cuartel Maestre General al ejército del Rosellón a las órdenes del general Ricardos. Muerto dicho general le

[669] Tomado de Herrero (1992, p. 240).

sustituyó el conde de la Unión, con quien Morla tuvo varios enfrentamientos. Sus consejos fueron despreciados por el general y el resultado fue desastroso. En 1795 fue destinado al frente de Navarra y Guipúzcoa, donde permaneció hasta el fin de la guerra.

Acabada la guerra en 1796 se le encargó que revisara las fortificaciones españolas de los Pirineos para ver su estado y qué mejoras podían introducirse. En 1797 estaba en la corte, donde aconsejó a Godoy en diversas materias relacionadas con la milicia. De esa época es la crítica a Giannini que escribió junto al general Autran y que se ha comentado en el capitulo tercero. También es de esa época la inspección de las fábricas de pólvora de Murcia y Zaragoza y la publicación de *El Arte de fabricar pólvora* (1800).

En 1800 fue nombrado gobernador de Cádiz y, tras una corta estancia en Madrid aconsejando a Godoy, pasó a ser Capitán General de Granada en 1803. En Granada combatió una epidemia de fiebre amarilla. Acabada esa epidemia vivió retirado cierto tiempo. Al producirse el levantamiento del 2 de mayo de 1808 le volvieron a poner como gobernador de Cádiz. La Junta de Sevilla le nombró también Capitán General de Andalucía. Apresó la escuadra francesa que estaba en Cádiz. Luego fue designado por la Junta Central Director General de la Artillería y miembro de la Junta Militar por lo que se trasladó a la capital. En diciembre de 1808 Napoleón llegó hasta Madrid y amenazó con arrasar la capital. La Junta de Defensa envió a Morla a parlamentar al cuartel general enemigo. Morla había preparado la resistencia con la intención de obtener ventaja en las capitulaciones y evitar un triunfo violento del enemigo. Pero no creía que fuera posible defender la capital con voluntarios sin formación. Napoleón recibió a Morla y firmó la capitulación de Madrid, quedando preso.

Más adelante aceptó colaborar con José I y fue nombrado miembro del Consejo de Estado, especie de senado nacional. En esa institución coincidió con otros conocidos militares como el marino José Mazarredo. El 6 de diciembre de 1811 murió en Madrid. Re-

cibió honores del rey José I, pero fue desposeído de sus bienes y de las distinciones concedidas en Cádiz por la Junta Central.

Además de los libros publicados, se conservan varios manuscritos muy extensos de Morla que podían haber sido los embriones de otros libros no publicados: "Reconocimiento de los Pirineos", "Memoria sobre la nulidad de las fortificaciones del Castillo de Figueras", "Noticias de la constitución militar prusiana", "Noticias de las piezas de artillería llamadas carronadas con planos figuras". No escribió ningún texto de matemáticas puras o aplicadas, ni parece que estuviera inclinado a su estudio[670].

Joaquín de Mendoza (1733-1809) [671]

Nació Joaquin de Mendoza y Hermiaga en la Ciudadela de Pamplona el 18 de marzo de 1733, hijo de Don Francisco de Mendoza, natural de Sevilla y D.ª Josefa Tomasa de Hermiaga, de Pamplona. Ingresó en el ejército en 1756. No se ha encontrado información de sus estudios. En 1764 era capitán de artillería y fue nombrado Ayudante Mayor de la Compañía de Caballeros Cadetes (AGS GM 409). Tuvo ese destino desde la apertura del Colegio en 1764 hasta 1789.

Como Ayudante Mayor estaba muy implicado en las labores docentes. Él era el encargado de instruir a los cadetes en los ejercicios militares. También debía explicarles las ordenanzas de artillería y las del ejército en general. En general, el Ayudante Mayor era el encargado de enseñar a los alumnos las cuestiones relacionadas con la vida militar; aunque también debía ayudar a los atrasados o torpes en sus estudios, por lo que no podía ser un lego en matemáticas. Era también el responsable de organizar las guardias o patrullas, llevar las altas y bajas de cadetes, y de cobrar y distribuir el dinero de los gastos

670 Como Napoleón, por ejemplo, que tiene un teorema de geometría elemental con su nombre, dicen que descubierto por él.

671 Sobre este militar y sobre todo sobre su último periodo como jefe de la plaza de Girona véase Noguer i Musqueras, Tomás, 1995, "El mariscal don Joaquin de Mendoza y de Hermiaga" en *Revista de Girona*, n.1 p.43-54.

ordinarios, o de "pan y prest". En esas tareas y en archivar los papeles de cuentas, certificados de noblezas y otros documentos, el Ayudante podía estar auxiliado por algún otro oficial.

A todos los oficiales les correspondía vigilar diariamente las salas, y asistir a las clases de lenguas y esgrima, para asegurar el buen comportamiento de los cadetes. Igualmente debían vigilar su actitud en la capilla, en el comedor y en las salidas al exterior. No se puede por lo tanto despreciar el papel pedagógico de los oficiales de la Compañía en general y en particular el del Ayudante Mayor. Pero las cuestiones matemáticas les eran generalmente ajenas.

Sin embargo, al comienzo, cuando el número de profesores fue escaso, algunos oficiales de la Compañía cubrieron las necesidades en los cursos de matemáticas. Cuando en el verano de 1768 Lasso y Guillelmi estaban en otros destinos; y habían dejado Segovia, también, los antiguos alumnos Sopriani y Rubín, Mendoza tuvo que encargarse de algunos grupos de matemáticas. En septiembre de 1768 aparece Mendoza en las actas, junto a Morla, dando las calificaciones de los alumnos. En los Consejos siguientes, hasta que el rey nombró de nuevo a Lasso primer profesor, Joaquín Mendoza se encargó de dos cursos, que, por lo que se dice en algunas actas, eran el segundo y el tercero.

No vuelve a aparecer como profesor de matemáticas, aunque sí fue profesor de Táctica en varias ocasiones por faltar el profesor titular.

Era uno de los miembros fijos del Consejo. En muchas reuniones ordinarias figura presentando las cuentas de "pan y prest". Frecuentemente, planteaba también cuestiones de funcionamiento del centro. Pero salvo ese periodo de 1768 a 1769 no intervino en los cursos de matemáticas.

Caso en 31 de mayo de 1784 con D.ª Paula de la Cruz y de Losas, en la parroquia de San Miguel, de Segovia.

De Segovia pasó destinado a Barcelona. Sirvió en las guarniciones de Palma, y en varias de Castilla la Vieja y la Nueva. Intervino en la guerra del Rosellón o de la Convención. En dicha guerra participó en un episodio difícil, que fue la rendición sin apenas lucha del

Castillo de San Fernando, de Figueras, en 1794. La guerra había comenzado el año anterior. Las tropas dirigidas por Ricardos habían conseguido varios éxitos y habían entrado en Rosellón. Pero cuando murió Ricardos en marzo de 1794, la guerra cambió de rumbo. El centro de la línea española fue roto por los franceses en noviembre y llegaron a sitiar el Castillo de San Fernando, de Figueras. En él se hallaba, accidentalmente, Mendoza, entonces Coronel de Artillería, y responsable de la artillería de la zona. La fortaleza tenía 9.000 defensores, 171 cañones y pertrechos de todas clases para resistir un largo asedio; pero el gobernador Andrés de la Torre prefirió rendir la plaza. Mendoza se opuso firmemente a esa rendición. Fueron llevados prisioneros a Francia y al final de la guerra se sometió a los oficiales a un consejo de guerra del que Joaquín Mendoza salió absuelto con todos los pronunciamientos favorables, siendo promovido al empleo de Brigadier con la antigüedad de 4 de septiembre de 1795.

En la invasión de Portugal de 1801 mandó las baterías que rindieron la Plaza de Campo Mayor, siendo nombrado, en esta campaña, Gobernador de la plaza de Olivenza. En 5 de octubre de 1802 ascendió a Mariscal, y fue nombrado Gobernador de la Plaza de Gerona. AI propio tiempo se le confirió el cargo de Corregidor de Gerona.

Al comenzar la invasión francesa, Joaquín Mendoza colaboró con las tropas francesas que iban, en teoría, de paso hacia Portugal. Pero no les cedió las fortalezas. En junio cuando el pueblo se sublevó, se mostró poco inclinado a repartir las armas entre civiles y las turbas la emprendieron contra él. Buscando apaciguar la situación acepto dimitir de sus cargos y que tomara la dirección de la plaza el segundo en el mando, el Teniente del Rey Julià de Bolibar. Acusado de afrancesamiento, no le dejaron participar en la defensa de Gerona durante el primer sitio. En abril de 1809 la Junta nombró al mariscal Mariano Álvarez de Castro para defender la plaza. Cuando en mayo los franceses comenzaron un nuevo sitio con más fuerzas Mendoza se ofreció de nuevo para colaborar en la defensa a cualquier nivel. Álva-

rez aceptó su colaboración y el 24 de agosto de 1809, cuando inspeccionaba la trinchera del baluarte de Sarracinas fue herido gravemente. El 10 de diciembre cayó la plaza en manos de los franceses y el 25 murió Mendoza a causa de sus heridas, cuando tenía 76 años.

Manuel Rueda (1730-1771)

Manuel Rueda Ávila[672] nació en Salamanca. Era hijo de Francisco González de Rueda y María Francisca de Avila. Fue bautizado el 27 de mayo de 1730. No se ha podido saber donde realizó sus estudios primarios. Entró de cadete del Regimiento de infantería de Burgos el 1 de junio de 1751.

Estudió en la Academia establecida en Cádiz a cargo del Cuerpo General de Artillería y participó en dos actos públicos de conclusiones de dicha Academia. "El uno en 28 de marzo de 1754 y el otro en 9 de julio de 1756, demostrando a la suerte en público las proposiciones que le cupieron entre más de 320 que comprendió el primero y pasadas de 400 que compuso el segundo"[673], según dice su hoja de servicios. Debía tener facilidad para el dibujo, y el 10 de marzo de 1755 pasó al cuerpo de artillería como Comisario Delineador del estado mayor. Ascendió a Comisario extraordinario el 31 de Julio de 1757.

El 11 de febrero de 1757 fue comisionado a la corte para formar parte de la Sociedad Militar de Matemáticas que se estableció en Madrid[674]. El director de la Sociedad, Lucuce, dice en un informe que a Manuel Rueda le correspondió preparar el tratado de aritmética. Según Lucuce, Rueda tenía ya preparada la parte dedicada a las operaciones con enteros y fracciones; la regla de tres y los

672 Sobre este militar véase Figueras (1991).

673 Hoja de servicio en AGS GM leg 409 f. 161.

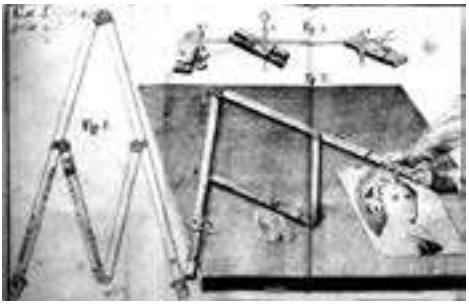
674 Sobre su actividad en la Real Sociedad Militar de Matemáticas se ha tratado en el capítulo primero y se puede ampliar en Cuesta Dutari (1985, capítulo XV)

problemas de aplicación de dicha regla; potencias y raíces; combinaciones y un "Libro XI De la aritmética de los infinitos", que sorprende teniendo en cuenta el nivel elemental del resto. Además, en Madrid midió, junto al ingeniero militar Fillera, miembro también de la Sociedad Matemática, el camino de Madrid al Pardo.

Al disolverse la Sociedad Militar de Matemáticas, en 1760, Manuel Rueda fue nombrado ayudante de la Academia de Artillería de Cádiz. A partir de 1760 Cádiz era la única Academia que dependía de Artillería (Carrasco y Saiz, 1887, p. 491-493). El director era el Comisario provincial Antonio Zini, que lo fue de la extinguida Academia de Artillería de Barcelona, y sus ayudantes eran los comisarios ordinarios Lorenzo Lasso y Manuel de Rueda, que habían pertenecido a la extinguida Sociedad Matemática establecida en Madrid. Esta Academia duró hasta la apertura del Colegio de Artillería de Segovia, al que fueron destinados Lasso y el profesor de dibujo de Cádiz Chenard; pero no Manuel Rueda. No se sabe donde estuvo destinado después de cerrarse la Academia de Cádiz hasta que le nombraron profesor de Segovia.

NSTRUCCION
PARA
GRAVAR EN COBRE,
Y PERFECCIONARSE
en el gravado à buril, al agua fuerte, y al humo,
CON EL NUEVO METHODO
de gravar las planchas para estampar en colores, à imitacion de la Pintura;
Y
UN COMPENDIO HISTORICO
de los mas celebres Gravadores, que se han conocido desde su invencion hasta el presente.
DEDICADA
A LA REAL ACADEMIA
DE SAN FERNANDO
POR DON MANUEL DE RUEDA,
Comissario Extraordinario del Estado Mayor de Real Artilleria.
Con Privilegio. Madrid por Joachin Ibarra. 1761.
Se hallará en la Librería de Manuel Ignacio de Pinto.

Estando de profesor en Cádiz, en 1761, publicó un libro sobre grabación titulado *Instrucción para grabar en cobre y perfeccionarse en el grabado a buril el aguafuerte y el huso. Madrid Joachim Ibarra*. La obra parece ser un encargo de la Academia de Bellas Artes de San Fernando a la que está dedicada. Según Eva Figueras Ferrer (1991, p. 171-173) la obra de Rueda está inspirada principalmente en el libro de Abraham Bosse *Traité des Manières de graver en taille douce et sur l'airin* (Paris, 1645), y también en Le Blon *L'art d'imprimer les tableaux* (Paris, 1756) y



en la parte que trata sobre el grabado del tomo VII de la *Encyclopedie* de Diderot y D'Alembert. En su opinión es la primera obra escrita en castellano que se dedica únicamente al grabado calcográfico. El libro ofrece muchas indicaciones y consejos prácticos para un grabador, explicando la utilización de diversos instrumentos auxiliares. Pero no estudia la geometría ni la base teórica de esos aparatos. Rueda parece ser buen conocedor de las matemáticas necesarias para su oficio, pero no un especialista en ciencias exactas.

En la reunión del Consejo de 14 de octubre se informó de que el rey, el 12 de septiembre de 1769, había nombrado a Lasso primer profesor y "para segundo el capitán Dn Manuel Rueda" (*Actas*, V. I, f. 128 r.). Rueda se desplazó rápidamente a Segovia pues en la reunión del Consejo de 5 noviembre 1769 ya figura entre los asistentes. El día anterior, 4 noviembre de 1769, Lorenzo Laso había enviado al inspector un documento "Sobre la materia que se va a dar", en el que se informaba que en el segundo curso, que debía corresponder a Rueda, se daría aritmética y geometría especulativa.

A partir de esa fecha Manuel Rueda participó en las reuniones del Consejo del Colegio hasta el 1 de julio de 1771, en que se dice en el Acta que el segundo profesor Manuel Rueda, estaba ausente por enfermedad. No vuelve a figurar en las Actas y ese mismo año antes del 24 de septiembre de 1771 murió en Madrid (AGS GM 564).

Índice

Baltasar Ferrer (1740-1810?)

Nació en Valencia y era hermano de Alejandro Ferrer que durante muchos años fue capitán de la Compañía de Caballeros Cadetes de Segovia. Baltasar Ferrer nació aproximadamente en 1740. En 1757 entró de cadete en el ejército. Hizo el curso de la Academia de Artillería de Barcelona, como lo certifica el primer profesor Antonio Zini en un documento de 7 de Junio de 1760 (AGM de Segovia 1º/1º/F-1287). El 22 de Julio de 1760 fue nombrado subteniente de artillería. Participó en toda la campaña de Portugal del año 1762[675]. En febrero de 1766 le nombraron subteniente de minadores y en abril de 1769 teniente de artillería.

Por una Real Orden de 12 de septiembre de 1769, el rey le nombró tercer profesor del Colegio de Segovia, al mismo tiempo que nombraba a Lorenzo Laso primer profesor. Debía estar destinado lejos de Segovia porque el 4 de noviembre de 1769 Lorenzo Laso escribía avisando que Baltasar Ferrer no se había incorporado, pero que esperaba que lo hiciera pronto (AGS GM 563).

Al abandonar Lorenzo Laso el puesto de primer profesor y sustiturle Cipriano Vimercati, a finales de 1772, Baltasar Ferrer pasó a ser segundo profesor.

Como segundo profesor se encargaba de las clases de álgebra. Se puede conocer en qué consistía el curso que impartía durante los primeros años por el manuscrito *Primera parte del Álgebra o Análisis Matemático*, que escribió en 1774 el cadete Felipe Silva y que se estudió en el capítulo segundo, en el apartado dedicado a la época de Vimercati. Esta *Algebra* es un curso moderno por su contenido, y por su notación y terminología. Aunque en algunas cuestiones complicadas, como las operaciones con imaginarios o las raíces de ecuaciones de grados superiores, pueda tener algunos fallos.

---

675 Hojas de servicio en AGS GM Leg. 410 fol. 131 y en AGM de Segovia 1º/1º/F-1287.

Por las actas de las reuniones del Consejo de ese año se puede saber que el curso se completaba con la aplicación del álgebra a la "geometría elemental y sublime", construyendo las curvas que corresponden a ecuaciones de primer y segundo grado, y estudiando las cónicas. Se estudiaban además otros lugares geométricos más complicados. Baltasar Ferrer, or lo tanto, debía tener un buen conocimiento de las matemáticas porque el programa era bastante completo.

A partir de marzo de 1776, cuando Giannini fue destinado a Segovia y hasta que tomó el cargo de Primer Profesor en octubre de 1777, Baltasar Ferrer se mantuvo como segundo profesor. Cuando, en enero de 1777, Vimercati dejó el Colegio de Segovia para dirigir la Academia de Ferrol, Baltasar Ferrer continuó en su puesto de segundo profesor; pero aumentando sus tareas porque pasó a encargarse de las cuentas del Colegio (*Actas*, v. II, f. 279 r .). En los años posteriores cuando se trata en el Consejo del Colegio del dinero dedicado a obras, muebles o libros, o de revisar las cuentas de la dotación del Colegio, Baltasar Ferrer aparece como responsable, mientras que Joaquín Mendoza lo era de los gastos corrientes.

Hasta 1787 aparece en las Actas de las reuniones del Consejo como segundo profesor. No se ha conseguido mucha información posterior de Baltasar Ferrer. Estudió química con Proust como lo atestigua un certificado del químico firmado en Segovia a 9 de octubre de 1792. (AGM de Segovia 1/1/F-1287).

En 1799 le nombraron subdirector de las fundiciones de Barcelona. Más tarde, en una fecha que no se ha podido determinar, fue nombrado jefe del departamento de Segovia y director del Colegio. Pero con anterioridad había sido nombrado para la Junta que valoraba las fortificaciones del Reino y residía en Madrid. Aunque no se incorporó a la plaza de Segovia siguió la evolución del Colegio, gracias a su correspondencia con Datoli, el sucesor de Giannini (AGM de Segovia 1/1/F-1287).

En 1805 le correspondía por antigüedad pasar a ser subinspector de artillería de Cartagena. Pero pidió dejar el puesto por no en-

contrarse con fuerzas para dirigir la artillería de la zona. Un poco más tarde, el 10 de abril de 1805 pidió permiso para retirarse a Barcelona con su hermano que era responsable de la artillería del departamento. Primero le concedieron cuatro meses de licencia, y luego se la prorrogaron hasta que, el 5 de abril de 1806, consiguió una licencia indefinida. En 1807 todavía figura en el *Estado Militar de España Año 1807* como director del Colegio de Segovia (p. 64) y como Mariscal de Campo (p. 14).

Tuvo un ataque que le dejó sin movimiento en el lado derecho del cuerpo y finalmente se le concedió la jubilación el 26 de noviembre de 1808[676]. En la concesión de retiro sigue figurando como "Jefe de Escuela del Departamento de Segovia y Director de Estudios de la Academia Militar de Artillería". No se ha podido saber la fecha exacta de la muerte de Baltasar Ferrer.

Participó como profesor de matemáticas en los escasos encargos que tuvieron en el Colegio de Segovia para valorar obras científicas. No publicó ningún libro.

Isidoro Gómez (1752-1805?)

Isidoro Gómez de Viana Díez de Movellan y Alonso nació en Perrozo, cerca de Potes el 23 de mayo de 1752. Sus padres fueron Francisco y María de familias hidalgas de la montaña cántabra (Cadenas, 1983, v. 5 p-181-183).

El 25 de Marzo de 1765 se incorporó al Colegio de Artillería de Segovia como cadete. Buen alumno. fue nombrado sub-brigadier y el 18 de Septiembre de 1770 salió de subteniente. En agosto de 1772 pasó a ser subteniente de minadores. Ese año el 22 de octubre Gazola propuso a Ricla que se nombrara, entre otros profesores, "Ayudante de la Academia Subteniente Isidoro Gómez"[677]. En

---

676 Firma el documento Fernando VII, en Aranjuez.

677 Carta de Gazola a Ricla "Sobre el arreglo de Profesores de Matemática en el Colegio Militar de Segovia" (AGS GM 564).

mayo de 1775 aparece entre los profesores que asistieron a los exámenes semestrales, luego ya debía estar encargado de alguna clase. Parece que en esta primera etapa era ayudante de Vimercati porque un año más tarde se dice en las actas:

> "En los días 29 de abril, 2, 4, 6 y 13 de mayo de 1776 celebraron en este Real Alcazar Consejos extraordinarios a los que asistieron el comandante interino Dn Bernardo Tortosa el capitán de la Compañía Dn Alejandro Ferrer el Ayudante mayor de la misma Dn Joaquín de Mendoza y el primer profesor Dn Cipriano Bimercati; igualmente asistieron a los exámenes de la clase de táctica Dn Tomás de Morla a los de la primera el ayudante de la Academia Dn. Isidoro Gómez y a los de la segunda el profesor Dn Pedro Ganini y todos con asistencia mía." (*Actas*, v. II, f. 265 v.).

En ese año se casó Isidoro Gómez con Joaquina María de Aguilar. Pidió la licencia el 16 de septiembre de 1776. Gazola dio su consentimiento y además respondió a las críticas del fiscal militar que decía que la futura esposa no tenía acreditada una renta anual de 3.000 ducados, diciendo que "dicha señora es de una familia de las más ilustres de Segovia".[678]

El 16 de noviembre de ese año de 1776 es ascendido a teniente. En las actas de esos años aparece como encargado de los cadetes de la tercera clase. Cuando se dividió el curso en dos grupos, por ser demasiado numeroso, se encargó del grupo de los avanzados. En el año 1779, Isidoro Gómez explicó los seis primeros libros de los *Elementos* de Euclides durante el primer semestre y completó las materias del primer volumen del *Curso Matemático* de Giannini[679] en el segundo. En los años posteriores de 1780 a 1786, de los que se puede obtener in-

---

[678] Por el expediente correspondiente a este matrimonio AGM de Segovia 1º/1º/G-2417, se pueden conocer los bienes que aportaba la mujer.

[679] "Clase tercera Primera división Se ha examinado de los libros 6º 11º y 12º de los Elementos de Euclides, de la trigonometría y secciones cónicas" (Actas, v. II, f. 334 r).

formación por las *Actas,* las materias de las que se examinaron sus alumnos fueron parecidas.

Como consecuencia de la instrucción de 3 de noviembre de 1781 ordenando aumentar el número de cadetes del Colegio hasta 100, el consejo pidió que se nombraran dos profesores y propuso a Isidoro Gómez y Vicente Galiano, dando preferencia a Gómez. El 16 de dicho mes, el conde de Lacy aceptó que los dos fueran nombrados profesores y que se cogiera un ayudante más. Isidoro Gómez fue nombrado profesor titular del Colegio a comienzos de 1782,

Fue socio de la Real Sociedad Económica de los Amigos del País de la provincia de Segovia, al menos, desde 1785 pues figura en la lista de socios de las *Actas y memorias* (1785, Segovia p. 419) en ese año y en los posteriores. En 1793 no sólo era socio, era también Presidente de dicha Sociedad Económica de Amigos del País. También se relacionó con otras iniciativas científicas, por ejemplo aparece como suscriptor de *Memorial literario instructivo y curioso de la Corte de Madrid*, (1786, Madrid, v. 7 p. 558).

El 20 de febrero de 1785 fue nombrado capitán de artillería. Más tarde pasó a ser segundo profesor. En 1792 figura en varios documentos con ese puesto (AGS GM 5759). El año 1794 Isidoro Gómez tuvo que actuar algún tiempo como comandante interino. Este puesto interino le supuso un exceso de trabajo y se dirigió al Inspector conde Campo Alange el 8 de marzo de 1794 pidiendo que se le liberara del encargo de llevar las cuentas de pan y prest, como hacía Ferrer:

> "Teniendo a mi cuidado la enseñanza del Álgebra a los caballeros cadetes de este Real Colegio Militar y la comandancia interina de este Departamento, no me queda lugar para correr con la inversión y cuenta del fondo de dotación del mismo Colegio" (AGS GM 5759.).

El inspector aceptó su petición y el 19 de mayo de 1794 pasó a encargarse de ese fondo de dotación al capitán Joaquín González.

Participó en la comisión que, por encargo del Inspector de artillería Colomera, juzgó en 1795 el funcionamiento de la cátedra de Proust. Isidoro Gómez votó con la mayoría a favor de que Proust cumpliera con lo ordenado (Gago, 1990, p. 20-28).

Entró como Caballero en la Orden de Carlos III por decreto de 27 de septiembre de 1793. Pese a su influencia en 1797 tuvo problemas para conseguir que su hijo Ramón entrara de cadete en el Colegio por la cantidad de recomendados reales e hijos de altos cargos del ejército que había en las listas, como se ha comentado en el capítulo tercero. El inspector Colomera le mandó su petición de plaza preferente al ministro Álvarez, añadiendo "juzgo merecedor a la gracia" y consiguió una resolución favorable[680] y Ramón entró en el Colegio[681].

En el año 1799 Isidoro Gómez volvió a ser, al menos en los meses de junio y julio, comandante interino de la artillería de Segovia. Como tal dirigió a la superioridad una petición para que se aumentara la dotación del Colegio, y presidió el Consejo ordinario de 21 de junio de 1799. En el Consejo de agosto ya se había reincorporado el comandante del departamento Miguel Cevallos. Isidoro Gómez participó ese año en las discusiones para contratar nuevo profesor de francés, recomendando a un clérigo huido de la Francia revolucionaria apellidado Le Roux (AGS GM 5761).

En 1799, cuando Miguel Cevallos escribió a Juan Manuel Álvarez el 14 de agosto sobre el "número de ayudantes que por mí y a solicitud del primer profesor de la Academia de

---

680 "El Rey ha resuelto que Dn Ramón Gómez pretendiente aprobado para el Colegio de Segovia entre en él" 25 de abril de 1797 dirigido al inspector de artillería. Todo la información está en AGS GM 5760.

681 En esas fechas la inspección respondió a las críticas de un teniente coronel de dragones que no conseguía que entrara su hijo que: "Hay ciento ochenta pretendientes en la lista, 16 con gracia especial de preferencia, además de los que tienen de constitución por ser hijos de militares" (AGS GM 5760).

Matemáticas de este Colegio Dn Pedro Giannini se tienen propuestos" Isidoro Gómez es de los pocos profesores que aparecen sin ayudante y se propone que lo sea Pedro Velarde. En una comunicación adjunta, Giannini explicaba que le faltaba ayudante porque el que tenía había pasado a encargarse de un curso de aritmética.

En 1802 figura de nuevo Isidoro Gómez como comandante interino en el Acta del Consejo extraordinario de 5 de febrero de 1802 y en el del celebrado el 10 de abril (AGM de Segovia 2º/8º/ Leg. 37).

Según Pérez Ruiz (1960, p. 62) Isidoro Gómez fue el profesor que más tiempo estuvo trabajando en el Colegio: 29 años.

Para 1808 Isidoro Gómez estaba jubilado o había muerto. En el *Estado militar de España* de ese año no figura como cargo del departamento de Segovia o del Colegio Militar. En el número de 1803 figuraba como coronel de artillería y en 1804 como director de la Maestranza de Segovia. El año siguiente ese cargo lo ocupa Gregorio Rodríguez. Luego Isidoro Gómez murió o se jubiló en 1804 ó 1805.

Oficial de artillería, casado con una segoviana de buena familia, fue miembro de la Real Sociedad Económica de los Amigos del País, de la Orden de Carlos III, y mucho tiempo profesor de matemáticas del Colegio de Artillería de Segovia. Sin embargo no publicó ningún escrito sobre las matemáticas y sus aplicaciones. Parece el complemento a un Pedro Giannini, que no era militar, no perteneció a las sociedades científicas españolas y era poco sociable, pero estaba muy interesado en las teorías matemáticas.

Alejandro Ferrer, Pedro Chenard y Vicente de los Ríos

En esta época algunos profesores y oficiales de la compañía ocuparon puestos importantes en el Colegio, pero no se relacionaron con la enseñanza de las matemáticas, que se sepa. De los más conocidos se van a dar algunas informaciones sobre sus vidas en este apartado.

Alejandro Ferrer

Era hermano de Baltasar Ferrer. Alejandro[682] era también valenciano. Nació en 1731, entró de cadete en 1748 en el regimiento de Numancia y en octubre de 1751 pasó a ser subteniente de artillería. Continuó su carrera profesional en la artillería y en junio de 1763 se le nombró teniente de caballeros cadetes. En noviembre de 1765 fue ascendido a capitán de la Compañía de caballeros cadetes. Continuó en el cargo, al menos, hasta 1786. A continuación fue comandante de artillería de Alicante y acabó su carrera de jefe del Departamento de artillería de Barcelona, cargo en el que seguía en 1805.

En el Colegio no ejercióde profesor, aunque tuvo que sustituir a Lasso en 1771 en los exámenes de Abril por enfermedad de éste.

Pedro Chenard

Pedro Chenard[683] nació en Santander en 1730 aproximadamente. Entró en la artillería de comisario delineador en julio de 1755. Fue profesor de dibujo en la Academia de Matemáticas y Artillería de Cádiz y al cerrarse pasó al Colegio de Segovia, siempre como profesor de dibujo. Participó en el asedió de Almeyda en la guerra contra Portugal de 1762. Fue ascendiendo de forma regular y en 1780 era capitán de minadores del cuerpo de artillería. Participó en la elaboración de la colección de minerales de la Escuela de Química[684]. También colaboró en la elaboración de las láminas para el *Tratado de Artillería* de Morla. Fue nombrado teniente coronel en 1788 y en 1808 era brigadier.

Vicente de los Ríos

Vicente de los Ríos (1732-1779)[685] estudió en su casa con preceptores y luego en los dominicos en Córdoba. Con 20 años

---

682 Hoja de servicios en AGM de Segovia 1º/1º/F-1273.

683 Hoja de servicios en AGS GM 410.

684 A. Díez Herrero, "Apuntes históricos sobre la colección de minerales, rocas y fósiles en la Academia de Artillería de Segovia" en: *Llull*, v. 28, 2005, p. 383-413.

685 Sobre la vida y la obra de V. de los Ríos véase L. Vidart, (1889), muy documentada, pero también demasiado encomiástica.

entró como socio honorario a la Real Academia Sevillana de Buenas Letras. En dicha Academia leyó un discurso titulado "Idea de la naturaleza y curso de los cometas escrita con motivo del aparecido el año 1769".

DISCURSO
SOBRE
LOS ILUSTRES AUTORES,
Y INVENTORES
DE
ARTILLERIA,
MADRID.

Estudió matemáticas en la Academia de Artillería de Cádiz y fue promovido a subteniente de artillería en julio de 1760. Participó en la campaña de Portugal en 1762. Entró como subteniente de la Compañía de Caballeros Cadetes de Segovia en julio de 1763.

Por los comentarios que hace en su *Discurso sobre los ilustres autores e inventores de Artillería que han florecido en España* (Madrid, 1767) no parece que fuera ignorante en cuestiones de matemáticas. Conocía la obra de Benjamín Robins, y los intentos anteriores de encontrar la trayectoria de un proyectil en un medio resistente realizados por Wallis, Newton, Huygens, Bernoulli y Taylor. Incluso advierte que Tomás Cerdá lo iba a estudiar en su tratado de matemáticas[686].

En su *Discurso para la abertura de la Escuela de Táctica de Artillería* (Madrid, 1773) expone sus opiniones sobre la ciencia en la artillería diciendo que en el arma había mucho artífice y poco artista,

[686] V. de los Ríos (1767, p. 48). Se refiere a la nota que pone el jesuita Cerda (1764, p. 114-117) avisando de un tomo de su curso de matemáticas en el que se discutiría del movimiento de un proyectil en un medio resistentes y dando algunos resultados.

que los prácticos podrán dominar la "práctica actual de la facultad [...] pero sin otro auxilio jamás acertarían a salir de la esfera de su práctica para adelantarla y mejorarla". Opina que "El principal móvil y la base fundamental de este arte es la pólvora, por consiguiente el conocimientos físico de su naturaleza y de la velocidad y fuerza de su inflamación en diferentes cantidades debía ser la primera piedra de este basto edificio" (p. 28-29). Más adelante pide que se tenga ingenio:

> "Para sujetar al cálculo las cosas que son demasiado menudas o muy complicadas, la Física no puede ser sólida sin la geometría, ni esta útil si no se aplica a la Física, para lo cual es menester a más de las ciencias separadas la de unirlas y combinarlas mucho más para superar a ambas" (p. 34).

Todos los comentarios indican que de los Ríos, como Eximeno o Gazola buscaba una artillería basada en las matemáticas más avanzadas.

Cipriano Vimercati

La mayoría de los oficiales que se habían incorporado con anterioridad al claustro siguieron con Vimercati. El Colegio comenzó a tener un funcionamiento regular. Los ayudantes nuevos que aparecen son menos, y suelen ser antiguos alumnos del Colegio. Se han recogido los nombres de Juan de Arriada, Antonio Guillelmi Rafael Pessino y Juan Treviño.

Juan de Arriada (1758-1838?)

Juan de Arriada nació en Melilla en 1758, en una familia de tradición militar. El 24 de diciembre de 1771 entró como cadete en el Colegio de Artillería de Segovia[687].

[687] Hoja de servicio en AGS GM leg. 410.

En diciembre de 1775 fue nombrado subteniente. Debió ser profesor ayudante de los alumnos de aritmética porque en el acta del Consejo de 23 de mayo de 1777 se informa que le sustituye en su tarea docente Vicente Galiano. Como este oficial se dedicó a dar clases de esa materia durante varios años, se puede suponer que Juan de Arriada, al comienzo, daba clases en el curso preparatorio.

Luego debió colaborar en la enseñanza de la artillería, pues en el Consejo Ordinario de 9 de mayo de 1779 se propuso que el subteniente Juan de Arriada sustituyera a Vicente de los Ríos durante su ausencia y Vicente de los Ríos era profesor de "Táctica", o sea artillería.

Aparece en varios Consejos extraordinarios posteriores, seguramente para colaborar en los exámenes de evaluación de sus alumnos. En todos figura como profesor de Táctica. En diciembre de 1781, el Consejo decidió que Juan de Arriada diera la Táctica y Morla la fortificación; pero éste se excusó y se encargó de esa materia Clavería. El 16 febrero 1784 se informó al Consejo del nombramiento de Juan de Arriada como nuevo segundo ayudante: No debió durar mucho tiempo en ese empleo porque en el Consejo del 20 marzo de 1784, según se informa en el libro de *Actas*, Lanueba sustituía a Juan de Arriada en el puesto que ocupaba en la Compañía. [688]

Juan de Arriada debía mantenerse en contacto con otros centros donde se hacía ciencia moderna en España. Por ejemplo aparece como suscriptor de *Elementos de Física Teórica y experimental* de Joseph Aignan Sigaud Lafond. (1787, V. I, p. 360)

En el año 1794 volvía a estar en el Colegio como primer Ayudante de la Compañía, encargado de las cuentas de pan y prest, de la preparación de los alumnos para los exámenes y de las clases de artillería. Aparece en las Actas de las reuniones del Consejo de ese año, dando la situación de los fondos de dotación y en

[688] La información proviene de *Actas* (v. II, f. 287 v., f 321 r., f 352 r., f 370 v., f 408 v., f 411 r.).

particular el dinero conseguido con la venta del *Tratado de Artillería* de Tomas Morla. Esta segunda estancia de Juan de Arriada terminó el 7 de diciembre de 1796 cuando fue nombrado capitán de la quinta compañía (AGS GM 5759).

No se ha podido establecer con seguridad su participación en la Guerra de la Convención, ni en las campañas contra Portugal. El año 1803 era teniente coronel de la quinta compañía de Segovia y tenía adquirido el grado de coronel[689]. El año siguiente fue ascendido a vocal de la Junta de Estado Mayor de artillería[690]. Pasó, más tarde, a ser director de la Junta de Artillería de Sevilla.

En 1808 se incorporó al ejército del general Castaños. Participó en las campañas de Bailén, formando parte del Cuartel General. Combatió posteriormente en Navarra y estuvo presente en la retirada a Cuenca y en Santa Cruz de Mudela.

En 1808 ascendió a brigadier. El año siguiente, el 18 de junio, fue nombrado coronel de artillería[691]. En 1810 pasó a ser Director general interino de Artillería. Estando en ese cargo tomó la iniciativa de trasladar la Academia Militar de San Fernando a las Islas Baleares.

Parece que fue hecho prisionero por los franceses. En *Estado Militar de España*, (1812, p. 37) o en el *Kalendario Manual y Guía de Forasteros de Madrid* (1813, p. 238 y p. 222) aparece en la lista de brigadieres del ejército como preso[692].

Fuera porque fue hecho prisionero, o porque sus ideas políticas no coincidían con las de la restauración de Fernando VII, permaneció en Francia hasta 1820. Al volver a España, en noviembre de 1820, juró la Constitución ante el cónsul de España en Bayona; pero no consiguió que le reintegraran en el ejército.

---

689 *Estado Militar de España* (1803, p. 64 y 66).

690 *Estado Militar de España* (1804, p. 62).

691 *Diario de Madrid* 3 de julio de 1810 p. 10.

692 Ponen "Juan de Arriada P.". Poco antes se advierte que: "La letra P. indica los que se hallan prisioneros en Francia según las noticias que han podido adquirirse sobre materia tan obscura".

Al no conseguir la reincorporación se colocó como administrador de la finca que en Frigiliana (provincia de Málaga), poseían los duques de Fernan Nuñez[693]. El 4 de enero de 1826 fue rehabilitado como brigadier de Infantería, y fue purificado definitivamente el 2 de julio de 1827.

No se ha conseguido mucha información de los últimos años de su vida. En el periódico *Eco del comercio* (edición de Madrid), del lunes 1 de junio de 1835 (nº. 397, p. 4) aparece en las noticias de Granada que el Capitán General de la región le había nombrado jefe provisional de la Comisión Militar que por R.O. se había formado para combatir los delitos de "infidencia a las leyes" y bandolerismo.

Tampoco se ha podido determinar la fecha en que murió. Juan de Arriada aparece en la lista de brigadieres en el *Estado Militar de España* de los años 1836 (p. 25) y 1837 (p.24) con antigüedad de 1808. No sería demasiado arriesgado suponer que murió en 1838, o en todo caso antes de 1840.[694]

Antonio Guillelmi de Andrade (Sevilla, 1766-Sevilla 1827)

Era hermano de Jorge Juan Guillelmi[695] que fue también profesor del Colegio de Segovia y se ha comentado con anterioridad. El 24 de diciembre de 1771 entró de caballero cadete de artillería en el Real Alcázar de Segovia. Las notas que obtuvo durante sus años de estudio fueron muy buenas.Visto el libro de Actas hay que añadir que eran mejores en matemáticas que en táctica. Como sucedía con los buenos alumnos fue nombrado

---

693 AHN, Sección Nobleza Fernannuñez, C. 1403, D. 7-11 No se ha consultado.

694 Varios datos se han tomado de la página web www.tubiografia.com.ar/ que no tiene referencias y no han podido ser comprobados; pero en general lo que se dice en ese lugar coincide con lo que sale de los archivos y revistas, por lo que se ha dado por bueno.

695 Otro hermano Juan Guillelmi fue también artillero. Estuvo destinado en las fundiciones de Sevilla y luego en América en Santo Domingo, La Habana y Caracas (Rabanal, 1990, p. 265-266).

sub-brigadier de la Compañía de Cadetes el 12 de octubre de 1774. Terminados sus estudios fue ascendido al empleo de subteniente de artillería el 25 de diciembre de 1775. No salió hacia otros destinos, sino que permaneció en Segovia[696].

No se ha podido saber cuando se le nombró profesor ayudante. Pero en la reunión del Consejo del Colegio de 21 de noviembre de 1777, cuando el recientemente nombrado Pedro Giannini propuso que se abriera un curso de aritmética para los cadetes recién incorporados o pretendientes que vivían en Segovia fuera del Colegio, dijo, según consta en el acta:

> "Se determinó el lunes próximo se comenzase con el Ayudante de profesor Dn Antonio Guillemi y en atención a esto propuso dicho profesor que para el aprovechamiento de los caballeros Pretendientes que iban a empezar la clase convenía se les arreglaran las horas de su estudio no obstante estar fuera del Colegio y presentó una distribución diaria que habiéndose aprobado se les hizo saber y copiar a cada uno para su inteligencia y cumplimiento, advirtiéndoles que de su inobservancia resultaba no ser admitido" (*Actas*, v. II, f. 296 v.).

Durante dos años cumplió con sus tareas como profesor de aritmética para los alumnos que acababan de incorporarse y asistió a los Consejos extraordinarios en los que se examinaban sus discípulos[697]. Dejó el Colegio porque fue nombrado para trabajar en las fundiciones militares de La Cabada en abril o mayo de 1779, según dijo Giannini en el Consejo Ordinario de 9 de mayo de 1779, cuando pidió un sustituto.

Estando destinado en La Cabada fue nombrado el 19 de septiembre de 1780 subteniente de la compañía de minadores del primer batallón del Real Cuerpo de Artillería. Durante su estancia en La Cabada, según sus hojas de servicio, descubrió que los cañones

---

696 Hoja de servicio en AGM de Segovia 1º/ G-4235.

697 Por ejemplo aparece en los exámenes de los días 5, 7, 8, 9 y 13 de octubre de 1778 como profesor ayudante.

de hierro "no revientan en trozos improvisamente como se creía en Europa, que era efecto característico de ellos, sino es que manifiestan con anticipación su quebranto; demostrando el modo fácil y seguro de conocerlo y valuarlo, y evitando de consiguiente sus estragos contra los hombres y el estado." (AGM de Segovia, 1º/ G-4235.).

Ese mismo año en el mes de octubre solicitó el destino del Campo de Gibraltar "por anhelar al primer honor de su carrera" pero el conde de Lacy se lo negó, diciendo que era más útil en la "Fábrica de Artillería de Yerro colado de La Cabada". En 11 de mayo de 1782 le nombró S. M. teniente del cuerpo de artillería y el 1º de enero de 1783 capitán de infantería por su mérito y servicios.

Cuando La Cabada pasó a depender de la Marina, Antonio Guillelmi fue destinado al ejército que combatía en Menorca. Allí participó en el ataque al castillo de San Felipe hasta su rendición.

En el año 1784 sirvió a las órdenes del Antonio Barcelo mandando una lancha obusera en los ocho ataques que se dieron a Argel. También participó en el sitio de Gibraltar.

Luego Antonio Guillelmi volvió a estar destinado, ahora como oficial de la Compañía, en el Colegio de Segovia. En la reunión del Consejo de 28 octubre 1784 se comunicó a sus miembros que Antonio Guillelmi sustituía a Eslava como ayudante de Táctica. Participó en los tribunales de los exámenes celebrados los días 8, 9, 11 y 14 de julio de 1785 y 20, 21, 22, y 23 de diciembre de 1785.

No se ha podido saber cuando dejó el Colegio en esta segunda estancia. Probablemente durante el año 1786. El 31 de mayo de 1787 el rey le nombró Gobernador Militar de la plaza de Puerto Cabello en Venezuela cargo que conllevaba los de Subdelegado de la real hacienda, y teniente justicia mayor para dicha plaza y su jurisdicción.

Antes de partir para América Antonio Guillelmi había sido armado caballero de la Orden de Santiago el 11 de septiembre de 1786. Además el 17 de junio de 1787 se le nombró censor para juzgar del mérito de los opositores a dos cátedras de matemáticas del

Real Colegio de San Telmo de Sevilla cuyos ejercicios de oposición se celebraron en los Reales Estudios de San Isidro en Madrid.

Goya Retrato del Infante D. Antonio

En 1793, por orden de S. M., preparó una escuadra de seis navíos y dos fragatas en Puerto Cabello. Por su actuación en esta cuestión recibió las más altas recomendaciones y elogios del comandante general de la escuadra D. Gabriel de Aristozaval. En diciembre de 1796 regresó a España con real licencia para recobrar su salud. En el juicio de residencia que le hicieron al volver a España fue declarado buen ministro del Rey.

El 22 de enero de 97 se le confirió la Sargentía Mayor del Campo de Gibraltar con el sueldo de teniente coronel de infantería. En ese destino, además de ocuparse de cuestiones militares, principalmente durante la guerra con Inglaterra, tuvo que proteger la región de la epidemia de fiebre amarilla que en 1800 padeció Cádiz, Sevilla y Málaga, y otras regiones limítrofes, logrando que el Campo de Gibraltar se librara de ella.

En 10 de febrero de 1805, se le confirió el gobierno de Ocaña y su partido, que era territorio de la orden de Santiago, y desempeñó ese cargo hasta que el 27 de noviembre de 1807, fue nombrado por S. M. Secretario de Cámara del Sr. Infante D. Antonio[698].

En 1808 el infante D. Antonio tuvo que partir con el resto de la familia real hacia Bayona y terminó exilado en Valençay como su sobrino Fernando VII, de quien era feroz partidario. Guillelmi se quedó en Madrid, encargándose de los asuntos del Infante, hasta

[698] Antonio Pascual de Borbón y Wettin (1755 - 1817), infante de España, hijo de Carlos III y hermano menor de Carlos IV de España y Fernando IV de Nápoles. Presidente de la primera Junta Suprema y claro partidario del absolutismo.

que el 3 de enero de 1809 se fugó disfrazado de arriero, dejando abandonado cuanto tenía. Se refugió en Sevilla donde acababa de llegar el Gobierno español, y permaneció en dicha ciudad hasta que, con motivo de la entrada de los franceses en Andalucía, pasó el gobierno a Cádiz a cuya plaza se trasladó, y en la que permaneció todo el año de 1810. A principios de 1811 Guillelmi pasó a las islas Canarias con licencia temporal de la Regencia, y en mayo del año siguiente volvió a Cádiz que seguían atacando los franceses.

El año 1813 se trasladó a Madrid con el gobierno provisional. Continuó como secretario de cámara del infante D. Antonio hasta su fallecimiento en 1817. Cuando murió el Infante Guillelmi pidió reincorporarse al ejército, y terminó destinado al ejército de Sevilla. Pasó la purificación el 8 de febrero de 1826. Pero no pudo tener más ocupaciones porque falleció en Sevilla el 16 de febrero de 1827 (AGM de Segovia 1º/ G-4235).

Rafael Pesino (1756-1810)

Rafael Pessino Pessino nació en Barcelona el 24 de diciembre de 1756. Era hijo de José Pessino, que fue segundo profesor de la Academia de Matemáticas y Artillería de Barcelona desde que se abrió el establecimiento en 1752 hasta su desaparición en 1762. Después dirigió la Escuela Práctica de artillería de Barcelona y estuvo al frente del departamento de Segovia (AGS GM 407). En 1771 Rafael entró como caballero cadete en el Colegio de Artillería (AGM de Segovia P. 1937). En 1775 acabó sus estudios y se quedó en el colegio como profesor ayudante.

No se ha podido saber de qué asignaturas se encargó los primeros años. En 1779 seguía en el Colegio porque en el consejo extraordinario de 25 de junio de 1779 en el que los profesores titulares y ayudantes pidieron ir a la guerra estuvo presente (*Actas*, v. II, f. 323 v.). Más adelante aparece como ayudante de Chenard el profesor de dibujo. Por ejemplo, el 3 de octubre de 1781 se le concedieron 50 reales de gratificación por su trabajo como Ayu-

dante de Dibujo. Todavía no debía estar muy definido quién debía ocupar el cargo, pues en la siguiente reunión de 3 de noviembre se pidió a Chenard que eligiera un ayudante entre Pesino y Lanueba. Chenard eligió a Pesino que aparece como profesor de dibujo en las menciones posteriores. Chenard continuó como profesor titular bastantes años[699], pero luego le sustituyó Rafael Pesino. El 23 de mayo de 1787 se le propuso para sustituir alguna de las vacantes dejadas por Fernando Barrenechea, José Guillelmi, Joaquín González y Luis Alava que no impartían dibujo (AGS GM 568), pero no debió ser elegido. Consta que continuó en el cargo al menos hasta el 20 de julio de 1799 fecha en la que figura firmando las notas de dibujo del los alumnos del colegio (AGS GM 5761). Siendo profesor del Colegio fue ascendido en 1782 a teniente, en 1788 a capitán y en 1800 a coronel de artillería. En 1802, aproximadamente dejó el Colegio y fue destinado a Zaragoza.

En 1790 se había casado con la zaragozana doña Joaquina Rudesinda Romeo Vicente. El 30 de abril de 1803, estando destinado en Zaragoza escribió a Godoy un oficio en el que entre sus méritos dice que:

> "Inmediatamente de haber salido para alférez mis jefes me hicieron el honor y distinción de elegirme para profesor del mismo establecimiento en donde he permanecido 27 años instruyendo a sus alumnos, no obstante haber representado por tres veces solicitud ir a campaña por verme atrasado y que mi salud se deterioraba por el trabajo diario de la Academia".

Y añade:

> "A más, Excelentísimo señor me hallo con siete hijos que el mayor no ha cumplido aún nueve años. Hago presente a V. E. que el corregidor militar y político Cinco Villas del Reino de Aragón, el teniente coronel graduado don Ignacio Asensio, se halla desahuciado y sin

[699] Al menos hasta finales de 1787, cuando terminan las anotaciones del libro de actas del Colegio que se conserva.

ninguna esperanza; si Dios dispusiese el llevárselo para sí, he de deber al magnánimo corazón de V. E. me conceda ese Corregimiento"[700].

Consiguió el cargo de Corregidor ese mismo año y todavía lo era en 1808 cuando el levantamiento del 2 de mayo[701].

Palafox trató de organizar la resistencia a los franceses en Aragón y le contactaron para que colaborara. Pero Rafael Pesino se mostró reacio. El día 13 de junio fue arrestado por los sublevados. Acusado de informar a Napoleón y a Murat, y de haber entregado la comarca a los franceses, fue condenado a muerte. Fue ejecutado en Zaragoza junto a la Puerta de Sancho el día 26 de julio del mismo año 1808[702].

José Treviño

También se ha encontrado como profesor ayudante encargado de los alumnos que todavía no habían comenzado los estudios a José Treviño. Promovido a subteniente en 1773, estuvo en los exámenes de 2,4, 6, 7, 9 10 y 11 de mayo de 1774, para encargarse de sus alumnos. Participó en el sitio de Gibraltar como teniente y en 1782 fue propuesto para ascender a Capitán (Vigón, 1947, v. 3, p. 573).

---

700 Tomado de *Las Cinco Villas de Aragón durante la Guerra de Independencia Española* de Ramón Guirao Larrañaga (Zaragoza 2007, p. 57) editado por la Asociación Cultural Los Sitios de Zaragoza.

701 Aparece como Comendador de las CincoVillas en *Kalendario manual y guía de forasteros* (1804, Madrid, Imprenta Real) y Gobernador de las Cinco Villas los años 1807 y 1808 en el mismo periodico.

702 Fue un suceso bastante sonado del que se conserva noticia en muchos escritos, por ejemplo el de Ramón Guirao Larrañaga (Zaragoza 2007) citado más arriba o *La justicia en los sitios de Zaragoza* de Pedro Jesús Altaba Cosín y José Antonio Pizarro Pizarro que se puede consultar en http://www.asociacionlossitios.com/IIIpremiolossitios.htm#numero32 (1-IV-2011).
Una discusión sobre la justicia de la condena se puede ver en Alcaide Ibieca (1830, v. 3, p. 178-180). No se han consultado los autores que opinaban que la condena era injusta y rebate Alcaide.

Pedro Giannini

Mientras Giannini fue primer profesor del Colegio se incorporaron muchos nuevos profesores. Todos los localizados habían estudiado en el Colegio de Artillería. Si durante la primera década los oficiales de la Compañía de cadetes tuvieron que cubrir puestos de profesor de matemáticas, en esta época sucede lo contrario; varios profesores de matemáticas pasaron a encargarse provisionalmente de las plazas de oficiales de la Compañía de cadetes.

Diego Martínez de Córdoba Contador y Lobatón (1754- 1833)

Era hijo del Diego Martínez Contador regidor perpetuo de Cádiz, ciudad en la que nació el 5 de febrero de 1754.[703] Entro en el Colegio de Cadetes de Artillería de Segovia el 24 de diciembre de 1771. Fue un buen estudiante y le nombraron sub-brigadier en 1773 y brigadier en 1774. Brilló más en matemáticas que en artillería. Terminó sus estudios y fue nombrado subteniente el día de Navidad de 1775.

DON DIEGO MARTINEZ

En el consejo extraordinario del día 4 de marzo de 1777, al que asistió el profesor D. Pedro Giannini "por tratar asuntos pertenecientes a clase" (*Actas*, v. II, f. 282 v.), se discutió sobre la tercera clase "del cargo del teniente D. Isidoro Gómez" de la que se dijo que "es demasiado nueva componiéndose de 33 caballeros cadetes y 4 artilleros distinguidos" y que en ella, como era habitual en el primer curso, había "desigualdad

[703] Expediente de la orden de Carlos III de su hijo Carlos Luis Martínez Contador y Silva, en Cadenas y Vicent (1985, v. 8, p. 80-81). También la hoja de servicio en AGM de Segovia 1º/1º/C-3247.

en el aprovechamiento" por la diferente formación que traían. Se propuso dividirla en dos grupos "en uno los sobresalientes y buenos" y en el otro "con todos los restantes" (*Actas*, v. II, f. 283 r.). El consejo aceptó la propuesta y encargó a Isidoro Gómez del grupo de avanzados y propuso al subteniente Diego Contador para los atrasados.

Diego Contador no duró mucho en el cargo. Dejó la artillería y pasó a la marina en enero de 1778. En 1783 ascendió a teniente de navío e ingeniero. En 1784 era brigadier de ingenieros de la Armada.

En 1794 era gobernador de Ferrol y solicitó permiso para casarse con Teresa de Silva Pantoja. Se casaron en Aranjuez el 17 de febrero de 1794.

En 1797 participó en la junta que preparó la defensa de Ferrol. En 1800, cuando empezaron los ataques ingleses y el asedio, Diego Contador estaba con permiso. En 1801 estaba de nuevo en su puesto y consiguió que se burlara el bloqueo inglés, haciendo conducir cereales por vía marítima desde Santander y Requejada a Vivero y desde este puerto a Ferrol por vía terrestre.

Consta que Diego Martínez Contador siguió ejerciendo como gobernador de Ferrol hasta 1808. Ese año fue destinado a Cartagena. En 1814 fue ascendido a general. Falleció el 30 de julio de 1833.[704]

Vicente Alcalá Galiano (1757 - 1810) [705]

Vicente Alcalá Galiano nació en Doña Mencía (Córdoba),en

---

[704] José López Hermida, 2005, "Breve historia de la batalla de Brión" en *ARFAGA* Año II, nº 4 Diciembre 2005. También "Don Diego Martínez de Cordoba y Contador" en *Revista de historia naval* 1994, 12, nº 45, p. 81-82, donde se dice que fue profesor de mecánica y cálculo en Segovia, lo que no coincide con lo que dicen las actas.

[705] Para ampliar esta información ver *Memorias de D. Antonio Alcalá Galiano publicadas por su hijo* (Madrid, 1886) ó Vicente Alcalá Galiano *Sobre la economía política y los impuestos* (Segovia 1781-1788), reeditado en Segovia, en 1992 por la Biblioteca de Ciencia y Artillería de Segovia con un estudio preliminar de José Manuel Vallés Garrido.

una familia de tradición militar. Su padre Antonio llegó a ser mariscal de campo. El hermano mayor, José María, entró en la infantería y murió en 1794, siendo coronel, cuando combatía en la guerra contra Francia. Vicente fue el segundo hijo de la familia. El más conocido es el tercero Dionisio que fue marino, participó en la expedición de Malespina alrededor del mundo y murió en la batalla de Trafalgar al mando del navío Bahama en 1805. El cuarto Antonio estudió derecho y llegó a ser alcalde del crimen en la chancillería de Valladolid y consejero de hacienda, muriendo en 1826. Antonio fue el más próximo a Vicente.

Vicente debió hacer sus primeros estudios en las Escuelas Pías de Cabra y continuó en el Colegio de la Purísima Concepción de ese municipio, también dependiente de los escolapios.

El 15 de noviembre de 1770 fue admitido como Caballero Cadete en el Real Colegio de Artillería de Segovia (AGM de Segovia 1º / A-1045). Fue un alumno sobresaliente. Terminados sus estudios el rey le nombró subteniente de artillería el 5 de Octubre de 1774. Poco después, en el Consejo celebrado el 23 de octubre de 1774 fue propuesto como Ayudante del Colegio. No aparece como profesor en los años inmediatos posteriores. Probablemente porque se encargaba de dirigir el estudio en las conferencias, o de hacer sustituciones puntuales. En la reunión del 23 de mayo de 1777 se le nombró para sustituir a Juan Arriada y, a partir de esa fecha, comienza a figurar en las actas de los Consejos extraordinarios en los que se evaluaba a los cadetes. [706]

El curso que impartía Vicente Alcalá-Galiano esos años era el de iniciación, consistente en aritmética y elementos de geometría. Ese

[706] Por ejemplo, en el celebrado los 5, 7, 8, 9 y 13 de octubre de 1778 asistieron, además de los profesores miembros del Consejo, "el profesor de dibujo D Pedro Chenard y los ayudantes de la Academia D Tomás Morla, Dn Isidoro Gómez, Dn Vicente Galiano y Dn Antonio Guillelmi" (*Actas*, v. II f. 311 r). de igual forma aparece en los consejos posteriores (24 y 30 de diciembre de 1779; y 5 y 10 de enero de 1780; 17, 18 y 19 de agosto de 1780; 22 y 23 de diciembre de 1780 y 19, 20, 21 23 y 24 de julio de 1781.

nivel se lo repartía con Isidoro Gómez, desde que se propuso en el Consejo de 22 y 23 de diciembre de 1780 que los alumnos de aritmética se dividieran en dos grupos y que uno continuara con la geometría por la mañana y. el otro, acabara la aritmética por la tarde; de uno se encargaría Gómez y del otro Galiano.

Al mismo tiempo Vicente Alcalá-Galiano continuó ascendiendo en su carrera militar y el 19 de Septiembre de 1780 era teniente de artillería. Su trabajo fue reconocido por el inspector de artillería conde de Lacy, quien "informado del tiempo que el Ayudante de la Academia D. Vicente Galiano desempeñaba este encargo le aumentó la gratificación que obtiene por él hasta 120 reales mensuales, en atención a su actividad y esmero en el cuidado de su clase", según se dice en las actas del Consejo celebrado el 17 de septiembre de 1781 (*Actas*, v. II, f. 364 r.).

Cuando en noviembre de 1781 se recibió la orden de aumentar hasta 100 el número de cadetes del Colegio, Isidoro Gómez y Vicente Galiana fueron nombrados profesores titulares. Ese año Gómez y Galiana habían tenido a su cargo los dos grupos de tercero en los que se daba geometría, trigonometría y cónicas.

Vicente Alcalá-Galiano continuó como profesor del Colegio de cadetes de artillería hasta finales de 1788[707]. Su carrera militar se desarrolló con normalidad. El 6 de Abril de 1784 ascendió a capitán graduado. Desde su entrada en el Colegio de cadete hasta el final de la hoja de servicios que se ha consultado, el 31 de diciembre de 1786, Vicente Alcalá.Galiano no dejó de estar destinado en el Colegio

[707] En el libro de actas figura que Alcalá Galiano participó, al menos, en las reuniones de evaluación de los cadetes de 15, 18, 20 y 22 de diciembre de 1781; 3 y 5 de agosto de 1782; 16, 17, 20 y 22 de diciembre de 1782; 19, 20 y 22 de diciembre de 1783; 19, 20, 21 y 22 de julio de 1784; 17, 18, 20, y 24 de diciembre 1784: 8, 9, 11, y 14 de julio de 1785; 20, 21, 22 y 23 de diciembre de 1785; 15, 17, 18, 19 y 20 de julio de 1786; el especial de 1 de noviembre de 1786 para examinar a los cadetes que tenían que recuperar; el de 19, 20 y 21 de diciembre de 1786, y el de 13, 16, 17 y 18 de julio de 1787.

de Artillería de Segovia. No se quedó mucho tiempo más, porque fue llamado a Madrid como ayudante del superintendente general de hacienda del reino, conde de Lerena. Este nombramiento debió ser en noviembre de 1787, por lo que comunicó a la Sociedad de Amigos del País (Vallés, 1992, p 36).

Dejó la artillería y fue nombrado Comisario de Guerra del ejército el 20 de octubre de 1787[708]. A partir de ese nombramiento abandonó el Real Colegio de Cadetes de Artillería de Segovia.

Para explicar el paso de Alcalá Galiano de la artillería a la hacienda se debe de tener en cuenta su actuación en Real Sociedad Económica de los Amigos del País de la Provincia de Segovia. Creada el 12 de diciembre de 1780, con la aprobación de Carlos III, Alcalá Galiano colaboró con ella desde el comienzo. Fue un elemento activo dentro de dicha sociedad, ocupando el cargo de segundo secretario desde 1781. Escribió varios artículos en la revista *Actas y Memorias de la Real Sociedad Económica de los amigos del País*. Pasó a ser primer secretario en 1785 y se mantuvo en su cargo hasta que en septiembre de 1789 lo dejó por llevar tiempo residiendo en Madrid. Le sustituyó el también artillero y profesor de matemáticas del Colegio Juan Munárriz.

En sus escritos en las *Actas y Memorias* su principal centro de interés es la imposición, la hacienda pública y la economía. Sobre esa materia publicó "Sobre la industria en general, y sobre los medios de promoverla en esta provincia" (*Actas y memorias*, 1785 v. I, Segovia, 55- 73), "Sobre la economía política" (*Actas y memorias*, 1785 v. I, Segovia, 223-267), "Sobre los nuevos impuestos" (*Actas y memorias*, 1786, v. II, Segovia, 181 - 200) y "Sobre la necesidad y justicia de los tributos, fondos de donde deben sacarse, y medios

[708] La nota que lo dice en la hoja de servicios es bastante difícil de leer Esa feche es sólo una de las posibles. No puede ser 1789 (Vallés, 1992, p. 25), porque Vicente Alcala Galiano ya aparece como Comisario de Guerra en *Estado Militar de España* (1788, p. 17), sin embargo no aparece en la lista de la edición de 1787.

LA METEOROLOGÍA
APLICADA Á LA AGRICULTURA.
MEMORIA PREMIADA

Vicente Alcalá Galiano "Sobre las enfermedades del trigo" y "Sobre los Nuevos Impuesto" en *Actas y Memorias de la Real Sociedad Económica de Amigos del País* 1786, 2, y la portada de traducción de la *Meteorología* de Toaldo

de recaudarlos" (*Actas y memorias*, 1788 v. IV, Segovia, 268- 358)[709]. Junto con otros escritos menores sobre economía, impuestos, agricultura o educación.

También tradujo varios libros extranjeros, *Memoria sobre los diferentes modos de administrar la electricidad y observaciones sobre los efectos que estos diversos métodos han producido* (Segovia 1786) traducción de la obra de Mauduit; *La meteorología aplicada a la agricultura* (Segovia, 1786) traducida de la obra de José Toaldo. y *Ideas sobre la naturaleza, forma y extensión de los socorros que conviene dar a los enfermos en una ciudad populosa* (Segovia, 1787) traducida del francés. También escribió una *Memoria sobre la construcción y uso de los Instrumentos Meteorológicos* (Segovia, 1783) [710]

Como se puede constatar, en esta primera etapa, aunque profesionalmente fuera artillero y profesor de matemáticas, sus inte-

[709] Los textos económicos de Vicente Alcalá Galiano están reeditados por José Manuel Vallés Garrido, en Alcalá Galiano (1992),

[710] Reeditado por Juan Luis García Hourcade (2002). Ese libro contiene además una introducción sobre el inicio de la meteorología en España de García Hourcade.

reses eran muy diversos y se inclinaban más bien por la economía y las ciencias útiles.

Como funcionario de hacienda trabajó primero para el conde de Lerena. Con su sucesor en el cargo Diego Gardoqui, fue oficial de la secretaria de hacienda. Al dejar Gardoqui el cargo, Galiano pasó a ser Director General de Rentas. Alcalá Galiano mejoró la recaudación, pero las deudas públicas siguieron siendo grandes. Con sus sucesores trabajó como funcionario, primero oficial de la secretaría de Hacienda, y luego consejero de la misma

A comienzos de la guerra de independencia el ministro de hacienda era Azanza amigo de Alcalá Galiano, que le nombró Tesorero General, por lo que Alcalé Galiano intervino más en política. Acudió a Bayona y firmó la Constitución de Bayona. Volvió a Madrid, pero no simpatizó con José I y en febrero de 1809 huyó de Madrid dirigiéndose a Sevilla junto con su hermano Antonio. Aunque había firmado la Constitución de Bayona la Junta Central le repuso como Tesorero. Murió en Cádiz en 1810.

No se puede decir que Alcalá Galiano se dedicara a investigar en matemática, pero no debió de ser ningún ignorante en ella. Las relaciones que tuvo con Giannini fueron buenas, como se ha visto en el capítulo tercero. Ya se han mencionado en dicho capítulo los comentarios elogiosos que Alcalá Galiano hacía de él. Parece que existió cierta amistad entre Alcalá Galiano y Giannini. Alcalá Galiano era también bastante retraído, como Giannini. Su sobrinio dice de él que:

> "Por algún tiempo era quien más podía en su ramo, y habría sido de hecho ministro, si no le hubiesen malquistado con la corte ciertas rarezas, porque a un tiempo era cortesano en lo sumiso, e independiente en lo censor de los desórdenes de sus días, señalándose por lo íntegro, a la par que por lo encogido y falto de mundo"[711].

[711] *Memorias de D. Antonio Alcalá Galiano* (1886, p. 257), tomado de Vallés (1992. p. 19).

Luis Pesino

En el acta de la reunión del Consejo del 19 de septiembre de 1778, en la que se discutió de la preparación de los exámenes y se dice que asistieron "los Ayudantes de la Academia Dn Tomás Morla y Dn Luis Pecino" (*Actas*, v. II, f.309 v.). Se ha encontrado un Luis Pesino que estaba en el Colegio en esas fechas, pero todavía no había acabado sus estudios.

Era hijo de José Pesino y de María Anna Pesino Fernández Maldonado y hermano menor de Rafael Pesino que fue primero profesor ayudante y luego titular del Colegio Militar de Artillería de Segovia. Debió de nacer el año 1762[712] e ingresó como cadete de Artillería en el Colegio de Segovia, en junio de 1776. De estudiante fue brigadier. Ascendió a subteniente el 26 de septiembre de 1780.

Luis Pesino posteriormente se dedicó a las fundiciones. Ascendió a teniente el 4 de septiembre de 1785 y a capitán de infantería el 14 de enero de 1789. Se casó en 1794 con María de la Concepción Butler y Melgarejo, hija de Pedro Butler, comerciante de Sevilla, y de Ana Melgarejo, natural de Sevilla. Debía de estar destinado en la Fundición de Sevilla, de la que fue director de 1796 a 1803. Posteriormente, fue nombrado teniente coronel de artillería en 1803[713]; y comandante de Sanlúcar de Barrameda, en 1805.

Su comportamiento durante la Guerra de Independencia está poco claro. Al llegar los franceses a Sevilla, en febrero de 1810, salió de la ciudad con otros oficiales, aunque volvió por orden del general Miranda. Tuvo la desgracia de caerse del caballo, lo que le produjo una fractura, que le impidió salir de nuevo de la ciudad. El marqués de Almenara, el general que mandaba la Artillería de José I, y Gonzalo

---

712 Hoja de servicios en AGS GM 411 f. 300. También la información proviene del artículo de A. Gil Novales en la página web http://mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=pesino-pesino-luis (3-IX-2012) Algunos datos, por ejemplo la fecha de nacimiento son erróneos, otros no se han podido confirmar. En los que se han confirmado se pone la nueva referencia.

713 Tomado de *Gaceta de Madrid* (1803, p. 709).

O´Farrill trataron de atraerlo a su partido. Entregó la Maestranza, y se hallaba en ella cuando la visitó José I. Algunos pretenden que por no querer incorporarse al ejército colaborador fue licenciado el 10 de febrero de 1810. Sin embargo en el *Diario de Madrid* de 2 de junio de 1810 se dice que José I nombraba a Luis Pessino coronel de artillería. Tampoco está claro qué hizo después de terminada la guerra. Debió de ser expulsado del ejército por colaborar con los franceses, pero recurrió para ser readmitido. En el *Diario de Madrid* de 30 de octubre de 1815 (p. 532), ahora obediente a Fernando VII, aparece en el apartado "Noticias particulares de Madrid" el siguiente aviso:

> "Teniéndose algunas noticias que existen en esta plaza D. José Chacho capitán de dragones, graduado de teniente coronel, y D. Luis Pessino coronel que fue de artillería, sin que se sepa la casa de su habitación, y siendo necesario recibirles una declaración, de orden del Excmo, Sr, Capitán General de esta provincia, se les avisa por este periódico para que se presenten al efecto en el alojamiento de S. E. al ayudante de plaza que esté de guardia".

Por lo que en 1815, Luis Pesino había dejado de ser oficial y, al parecer, seguía vivo. Según Gil Novales siguió expulsado del ejército hasta 1831 año en el que pasó a ser coronel retirado.

Atilano Fernández

Nació en Borja hijo de Fermín Fernández natural de Magallón y Ramona Fernández de Heredia de Borja (Cadenas, 1995, v. 7, p. 13-14). Fue nombrado subteniente en 1778 y el año siguiente Giannini propuso en la Junta de 25 de abril de 1779, que se le nombrara ayudante para suplir enfermedades y ausencias de los titulares[714]. Para el 9 de mayo le había llegado el nombramiento, pues "el primer profesor hizo presente que habiéndole venido el destino para La

[714] "El primer profesor Dn Pedro Giannini sería conveniente nombrar al subteniente Dn Atilano Fernández para Ayudante de la Academia para que supliere en las enfermedades y ausencias de ella" (Actas, v. II, f 320 v).

Cabada al subteniente Antonio Guillemi [...] que tenía a su cargo la clase de Aritmética pasase a dictar en ella el ayudante de la Academia Dn Atilano Fernández" (*Actas*, v. II, f. 321 r.). A partir de ese momento aparece como profesor ayudante y asiste a las pruebas de sus alumnos en las convocatorias de exámenes semestrales posteriores. El 16 de noviembre de 1781 fue propuesto como profesor del grupo de aritmética con una gratificación de 50 reales al mes.

En la Junta de 25 de junio de 1779 solicitó ir a la guerra como el resto del claustro del Colegio y le fue negado ese destino como a los restantes profesores.

No se ha podido saber cuando dejó el Colegio. Figura en varias Actas hasta el año 1787.

En el año 1789 fue nombrado caballero de la orden de Santiago (Cadenas, 1995, v. 7, p. 13-14). En ese momento era capitán graduado y teniente del cuerpo de artillería.

Fue miembro de la Real Sociedad Económica de los Amigos del País de Segovia. En la lista de socios de las *Actas y Memorias* de 1785 figura como teniente de artillería y profesor de matemáticas del Colegio de Cadetes de Segovia. Sin embargo en la de 1792 aparece como caballero de Santiago y capitán; pero no como profesor de matemáticas, por lo que puede suponerse que entre 1787 y 1792 le dieron otro destino.

La última noticia que se ha conseguido de este oficial es de 1801, fecha en la que residía en Cintruénigo (Navarra) y se le concedía la naturalización en ese reino[715]. De Cintruénigo procedía su abuela paterna.

Francisco Javier Fernández

Era natural de Zafra en Extremadura. Estudió en Segovia y fue promovido a subteniente en 1778. En el libro de Actas aparece que

[715] En "Ser navarro naturalizaciones" de Conchi Ainciburu *Antzinako* (Diciembre 2007, p.18).

en la reunión del Consejo de 9 de mayo de 1779 se propuso a Francisco Javier Fernández para sustituir a Atilano Fernández, que pasaba a Aritmética, como encargado de las sustituciones. No se ha podido saber si llegó a trabajar de profesor ayudante. Si lo hizo, pronto dejó el Colegio, y en su vida posterior no se relacionó con la enseñanza. Fue coronel jefe de la artillería de la plaza de Cádiz desde abril de 1807 hasta junio de 1808, y, ascendido a brigadier coronel. Fue jefe de dicha plaza, de nuevo, desde marzo de 1810 hasta septiembre de 1811. Luego pasó a la dirección general de la artillería del tercer ejército. Acabada la Guerra de la Independencia siguió ascendiendo hasta alcanzar el grado de teniente general, o mariscal de campo, según los autores. Murió el año 1834 con setenta y tres años de edad[716].

José María Cienfuegos Jovellanos (1763-1825)

Nació en Oviedo el 1 de febrero de 1763, hijo de Baltasar González de Cienfuegos, quinto conde de Marcel de Peñalba, y de Benita de Jovellanos y Ramírez, hermana de Gaspar Melchor Jovellanos. Entró en el Colegio de Artillería de Segovia en septiembre de 1777 y en julio de 1780 había terminado sus estudios y conseguido el nombramiento de subteniente. Fue un alumno brillante y aficionado a las matemáticas[717].

Según consta en las *Actas* (v. II, f. 350 r), en la reunión del Consejo de 21 de diciembre de 1780:

---

[716] Vigón (1947, v III, p. 419) y Adolfo Barredo de Valenzuela (1998) *Nobiliario de Extremadura* (v. 3, p.32).

[717] Sarrailh (1992, p. 464) cita una carta de Melendez a Jovellanos, el politico, escrita en Segovia el 14 de agosto de 1778, en la que cuenta que ha recibido la visita del joven José María Cienfuegos, sobrino de Jovellanos y alumno de la escuela militar: "el otro día estuvo en mi cuarto y me demostró, que quise que no quise, un principio de geometría, aunque yo le decía que no entendía una palabra de sus líneas y su algarabía... Propúsome después otro para que yo se lo demostrara; y yo efectivamente no entiendo una palabra. Me reía infinito y lo hacía desesperar con esto".

> "El primer profesor Dn Pedro Giannini presentó necesitaba dos oficiales más para la Academia, [...] y que le parecen a propósito los subtenientes Dn Josef Paredes y Dn Josef Cienfuegos".

Petición que repitió en la Junta del 18 de enero de 1781. Cienfuegos debió de encargarse de las sustituciones porque no aparece como profesor encargado de un grupo de alumnos en la reunión extraordinaria para celebrar los exámenes del mes de julio de 1781, mientras que Paredes sí que figura.

Su destino como profesor de matemáticas no debió de durar mucho porque participó en la expedición contra los ingleses, que concluyó con la conquista de Menorca en 1782. Cienfuegos combatió en la toma del Castillo de San Felipe y, terminada la guerra en la isla, se trasladó al Campo de Gibraltar para colaborar en el sitio.

En los años siguientes fue ascendido a teniente de artillería en 1783 y a capitán en 1793. Ese año Cienfuegos se incorporó a las tropas del general Ricardos para pelear en la frontera de Cataluña. En 1794, cuando la guerra se torció para las tropas españolas, José Cienfuegos participó en la defensa de Bellegarde, que había sido conquistada por el general Ricardos el año anterior. Fracasaron, la plaza se rindió a los franceses y Cienfuegos fue hecho prisionero. Firmada la paz fue liberado en agosto de 1795.

Ascendió a teniente coronel y fue destinado a Algeciras y Cádiz. En diciembre de 1797 volvió al Colegio de Caballeros Cadetes de Segovia, ahora como primer teniente de la Compañía de cadetes. Al proponerlo para ese cargo, el conde de Revillagigedo, inspector de artillería, escribía a 2 de noviembre de 1797 que: "Por la falta que había de oficiales del Real Cuerpo de artillería de mi cargo para atender las ocurrencias del servicio por la guerra con Francia" no estaban cubiertas todas las plazas de los oficiales de la Compañía de cadetes, problema que se había resuelto "tomando el arbitrio de que lo fuesen algunos de los profesores de matemáticas, continuando con este impor-

tante encargo". Añadía que pese al celo de estos oficiales se necesitaba proponer nuevos oficiales "a fin de evitar los indispensables inconvenientes". Como se ha comentado, en lugar de las carencias de profesores de matemáticas de los primeros años del Colegio, al final del siglo lo que faltaba eran oficiales para la Compañía (AGS GM 5760).

En las actas de algunas reuniones del Consejo aparece como "el capitán interino y primer teniente José Cienfuegos"[718]; pero no fue ascendido oficialmente hasta 1804.

En 1806 abandonó Segovia para incorporarse a su nuevo destino como responsable de la fábrica de armas cortas de Oviedo y de cañones de Trubia. El 14 de mayo de 1806, el mismo día en que se firmó el nombramiento, solicitó permiso para casarse con su sobrina María del Carmen Argüelles y Cienfuegos.

En 1808, cuando tuvo noticias del levantamiento en Madrid, se puso a las órdenes de la Junta General de Asturias. Fue jefe de la artillería de la región y teniente general del ejército de Asturias. Más adelante fue Gobernador de La Coruña y Comandante de la Artillería de Galicia. En 1812 se incorporó al ejército de Extremadura, siempre como responsable de la artillería. De allí pasó a Cádiz y participó en la ofensiva final hasta la expulsión de los franceses de la Península.

---

[718] Actas de la reunión de Consejo ordinario 21 de junio de 1799 o del 16 de agosto 1799 o el extraordinario de los 17, 19 y 20 de julio (AGS GM leg5761). Otros años la oficialidad del Colegio estaba más completa y aparece solamente como primer teniente (Acta del Consejo de 10 de abril de 1802 y AGS GM leg. 5760).

En 1814 fue nombrado miembro del Consejo Supremo de Guerra y en enero de 1815 fue nombrado Gobernador de Cuba. No llegó a la Isla hasta el año siguiente y permaneció en Cuba hasta 1819. Su estancia fue muy apreciada tanto en la faceta militar como la civil. Facilitó el comercio de la isla con otros países y fundó la localidad que él bautizó Fernandina y ahora se llama Cienfuegos. Se preocupó por el problema de la esclavitud y mejoró la lucha contra la piratería.

Llegó de vuelta a España en 1820. No simpatizaba con los liberales que estaban en el poder y sufrió cierta marginación. En 1823 con la vuelta del absolutismo fue nombrado miembro del Consejo Supremo de Guerra y el 1 de octubre de 1823 Director y Coronel general del Real Cuerpo de Artillería. En 1825 empeoró su salud y solicitó ser relevado del cargo. Poco después de que le dieran el cese, el 29 de abril de 1825 falleció en Madrid.[719]

José Paredes

Este militar aparece, en ocasiones, como José García Paredes o José María García Paredes[720]. Se sabe que acabó sus estudios y fue nombrado subteniente en 1780. Debió ser uno de los mejores alumnos de su promoción pues en la reunión del

---

[719] Para ampliar la información sobre Cienfuegos véase Francisco de Borja Cienfuegos-Jovellanos (2004) *Memorias del artillero José María Cienfuegos Jovellanos (1763-1825).* Gijón, Fundación Jovellanos. También Vigón (1947, v. 3, p. 443 y otras menciones que se citan en ese lugar) y en internet http://www.1808-1814.org/persones/cienfuegos.html (30-III-2011)

[720] Vigón (1947, v. 3, p. 513) dice que acaso sea el mismo José Paredes y José García Paredes. En los libros y periódicos consultados puede aparecer con un nombre u otro, pero con el mismo grado y el mismo destino. Incluso en algunos sitios aparece con un apellido en una página y con otro en otras. Por ejemplo en *Estado Militar de España Año 1816* aparece como mariscal de campo y jefe de escuela "Josef García de Paredes" (p.18 y 85). Jefe de escuela "Mariscal de Campo José Paredes", pero el Jefe de escuela del departamento de Sevilla es "José María de Paredes" (p. 93).

Consejo de 21 de diciembre de 1780 "El primer profesor Dn Pedro Giannini" le propuso como profesor ayudante.

Paredes comenzó a dictar la aritmética, y asistió a la junta extraordinaria para exámenes celebrada los días 19, 20, 21 23 y 24 de julio de 1781 a la que asistieron "los ayudantes de la Academia Dn Isidoro Gómez, Dn Vicente Galiano y Dn Josef Paredes cuando les corresponde por sus respectivas clases" (*Actas*, v. II, f. 360 v.). No duró mucho en el puesto pues no asistió a más exámenes.

Todos los datos posteriores que se han conseguido sobre este militar lo relacionan con puestos de mando en los regimientos y no parece que volviera al Colegio. De 1787 a 1791 debió estar destinado en Canarias[721]. Después debió pasar a La Coruña. En 1808 era teniente coronel del cuarto regimiento y pertenecía al departamento de A Coruña. Cuando se produjo el levantamiento contra los franceses se puso a las órdenes de las Juntas y participó en las batallas de Ríoseco (el 14 de julio de 1808) y de Medellín (el 28 de marzo de 1809)[722]. En 1811 era brigadier y coronel de artillería en A Coruña, formando parte del quinto ejército o ejército de la izquierda. Ese año debió de ser ascendido a mariscal de campo. Continuó en su destino en Galicia hasta finales de 1815 o comienzos de 1816[723].

En septiembre de 1815 se produjo en Galicia el pronunciamiento del mariscal Juan Díaz Porlier. Josef Paredes no se adhirió y formó parte de la comisión que organizó Fernando VII para normalizar la situación tras su fracaso. Fue propuesto como defensor de Porlier, pero evitó esa responsabilidad, aduciendo que como miembro de la comisión mencionada no podía encargarse de ello.

Le fue concedida la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, distinción militar y orden de caballería creada en 1814 por Fernando

---

721 Juan Tous Meliá (2000) *Guía histórica del Museo Militar Regional de Canarias* (Santa Cruz, p. 114).

722 Vigón (1947, v. 3, p. 434, 513).

723 En *Estado Militar de España Año* 1811 también en el de 1812

VII para premiar a aquellos militares que se habían distinguido en la Guerra de la Independencia. En 1816 había dejado Galicia y era jefe de la Escuela de artillería de Sevilla[724].

Posteriormente debió de jubilarse. En la revista *Estado Militar de España* de los años siguiente sólo figura como "Caballero de la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo desde 1815". En el año 1821 deja de figurar por lo que puede suponerse que murió en 1820 ó 1821.

Tomás Eslava

Fue otro oficial que estuvo poco tiempo como profesor de matemáticas. Nació en Tudela al rededor de 1763. En la reunión del Consejo celebrada el 9 de abril de 1778 se le admitió en la clase preparatoria y el 8 de enero de 1779 entró en el Colegio de Artillería de Segovia como cadete. Fue un buen alumno que obtuvo sobresaliente en todos los exámenes. En 1781 cursó el primer curso, como se sabe por los apuntes de clase que se han comentado en los capítulos 8 y 9. El 28 de enero de 1782 fue nombrado subteniente. En la reunión del Consejo del Colegio de 3 de febrero de 1782 fue propuesto ayudante:

> "En consecuencia de lo determinado en el Consejo celebrado el 16 de noviembre del año próximo pasado, propuso el Primer Profesor para Ayudantes de las clases a los subtenientes Dn Tomás Eslava, Dn Juan Munarriz y Dn Cándido Elgueta" (*Actas*, v. II, f. 375 v.).

No debió tener clase propia pues en los exámenes, posteriores no aparece entre los ayudantes convocados. En la reunión de 24 de enero de 1783 se discutió de la situación de las clases de táctica y fortificación, que no habían tenido profesor nombrado desde la muerte de Vicente de los Ríos y que estaban sin el profesor interino, Tomás Morla, porque había sido destinado al sitio de Gibraltar. Giannini propuso para explicar fortificación al Ayudante

[724] En *Estado Militar de España Año* 1816.

Candido Elgueta y para artillería Tomas Eslava. El Consejo estuvo de acuerdo, pero sólo hasta que "se puedan destinar a estas clases profesores que con mayor ciencia y experiencia las dirijan" (*Actas*, v. II, f. 391 v.), pues eran dos materias esenciales para la formación de los artilleros. Finalmente el 23 de mayo de 1783 Tomás Morla fue nombrado para encargarse de la artillería. Tomás Eslava continuó como ayudante de Morla un año más. Para octubre de 1784 debió haber abandonado el Colegio porque en la reunión del Consejo del 28 se leyó una carta de Lacy que decía que Antonio Guillelmi debía sustituir a Eslava como ayudante de táctica.

Después de 1784 se pierde la información de este militar. Por su hoja de servicios se sabe que estuvo destinado primero en Navarra y luego en Alicante[725].

Durante la guerra de Convención era comandante de la Real Fábrica de Eugui en Navarra[726]. Las tropas francesas atacaron la zona y quemaron la fábrica en agosto de 1794. Eslava continuó en Navarra hasta el 22 de diciembre de 1794, fecha en que le concedieron un pasaporte para trasladarse a Barcelona, a cubrir el puesto que había dejado libre Navarro Sangran en las fundiciones (AGS GM 5759).

Se han encontrado algunos datos que indican que murió en su Tudela natal durante la Guerra de la Independencia. Por una parte Luis María Marín Royo[727] comenta una Sesión extraordinaria del Ayuntamiento de Tudela celebrada el día 2 de junio de 1808, para tratar de una solicitud de ayuda de Palafox, en la que participó el "capitán Tomás Eslava". Por otra parte en el artículo de Carmelo

---

[725] AGS GM 411 f. 329, la hoja está cerrada en 1788.

[726] Diverso documentos en lel Archivo de los Duques de Osuna en la Sección de Nobleza del Archivo Histórico Nacional, que no se han podido consultar (Osuna CT 203 D 83-95, Osuna CT 369 D 5 y otros).

[727] Luis María Marín Royo *La francesada en Tudela seis años de saqueos y ruina* (2008, p. 18-19, nota 13). http://historiadetudela.es/0701.pdf (1-IV-2011)

Viñas-Mey (1924, p. 109, nota 2)[728] se cita entre los represaliados por los funcionarios que colaboraron con los franceses en Navarra a "D. Tomás Eslava, capitán retirado de artillería" a quien grabaron con 3000 reales en las contribuciones "cuyo exorbitante desembolso le produjo, en concepto general, la muerte, igualmente que a su infeliz mujer".

Juan Manuel Munárriz e Yrairoz

Nació en Estella en 1763[729]. El 12 de marzo de 1778 fue aceptado como pretendiente y comenzó sus estudios en el mes de enero de 1779 como cadete. Fue un buen alumno Cuando el 15 de septiembre de 1780 el inspector de artillería pidió una lista de los cadetes más aprovechados para dales un premio, Munárriz fue uno de ellos. Poco antes, el 4 de septiembre, había sido nombrado subbrigadier. Tanto en los exámenes de julio de 1781 en los que se examinó "de todo el cálculo diferencial e integral" como en diciembre que fueron "del Tratado de Mecánica" tuvo de nota sobresaliente[730].

TRATADO ELEMENTAL
DE QUÍMICA,
TRADUCIDO AL CASTELLANO
TOMO I.
MADRID EN LA IMPRENTA REAL.
año de 1798.

El 28 de enero de 1782 fue nombrado sub-teniente y, en la junta del Consejo de 3 de febrero de 1782, vista la necesidad de

728 Viñas-Mey, Carmelo (1924) "Nuevos datos para la historia de los Afrancesados". En: *Bulletin Hispanique*. v. 26, n°1, 1924. p. 52-67, 26 nº 4 p. 323-338, 1925 v. 27 nº 2 p. 97-130.

729 Se dice en algunos escritos que nació en 1761. De la hoja de servicios consultada (AGS GM 410 f. 326) se deduce que nació en 1763. Parece difícil que le dejaran entrar en el Colegio en 1778 habiendo nacido en 1761.

730 *Actas* (v. II, f. 361 r. y f. 369 r.) Francisco Datoli, que fue compañero de clase, fue bueno en ese examen.

ampliar el claustro de profesores porque se iba a incrementar el número de cadetes, Giannini lo propuso como profesor ayudante *(Actas*, v. II, f. 375 v.).

Juan Manuel Munárriz permaneció como profesor muchos años. Giannini debía confiar en él pues cuando tuvo que ausentarse el año 1784, se dice en las actas de la reunión del Consejo del Colegio de 20 marzo de 1784 que "el Primer Profesor hizo presente dejaba encargada su clase durante su ausencia al Ayudante de la Academia D. Juan Munarriz" (*Actas*, v. II, f. 411 r.). Por otra parte, su cometido habitual era el de profesor de uno de los grupos de geometría y como tal solía asistir a los exámenes.

Munárriz fue socio e impulsor de la Sociedad Económica Segoviana de Amigos del País. Comenzó la colaboración en 1788. Participó en varias comisiones sobre reglamentos de fábricas y ordenanzas de gremios y se le nombró segundo secretario. Luego pasó a ser también bibliotecario. En 1801 fue nombrado presidente, cargo para el que fue reelegido varias veces. Se dedicó a la botánica, y ayudó a García de la Huerta con la edición de su libro *Discurso físico-anatómico sobre las plantas*. Se interesó también por otras muchas cuestiones como los precios del vino y del grano, la valoración de los libros de aritmética y geometría que llegaban a la Sociedad, los mecheros Rumford o la producción de loza blanca[731].

En 1787 fue ascendido a teniente. El año 1786 Luis Proust fue contratado para dar clases de química a los oficiales recién ascendidos a sub-tenientes y al público en general. En 1792 comenzaron las clases. Munárriz fue el profesor que mayor interés mostró por la química. Colaboró con Proust en sus clases. Tradujo el *Tratado de química* de Lavoisier en 1794, cinco años después solamente de su publicación en Francia. Escribió para los *Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia,* un artículo "Sobre la purificación del cristal de tártaro" (v. 2, 1795, p. 89-103). También tradujo del francés,

[731] Tomado de García Houcade y Valles Garrido (1992, p. 64-67).

completándolo, el *Arte de fabricar el salino y la potasa* (Segovia 1794). Parece que el año 1793 ó 1794 dejó de dar clases de Geometría en el Colegio para dedicarse exclusivamente a la química.

Cuando se produjo el enfrentamiento entre Proust y el inspector de artillería, Colomera, por la forma en que el francés daba las clases en la Casa de Química de Segovia. Munárriz fue el único de la comisión[732] formada para juzgar su comportamiento que defendió a Proust. La mayoría dijo que Proust debía respetar el reglamento, justificar los gastos y reconocer la autoridad del jefe de la artillería. Munárriz, sin embargo, aunque desaprobó los modos utilizados por Proust en la respuesta a Colomera, decía que a Proust no se le podía mandar como si fuese un militar. Además el poco adelantamiento en las clases de química lo achacaba a la falta de interés de los alumnos que se "figuraron que con solo oír las lecciones llegarían a conseguir toda la instrucción que apetecían". En su opinión "jamás se pueden esperar grandes progresos en la Química de los oficiales que cabalmente se destinan a ella, unos muchachos que acaban de salir del colegio, donde han estado tan atareados al estudio y con tanta sujeción, al verse en libertad, apenas se les pasa por la imaginación abrir un libro en mucho tiempo" y añadía que "Al 2º año de residencia en este departamento, por lo regular, se les destina a otro, y así no debe extrañarse salgan sin los menores conocimientos sobre el asunto" (Gago, 1990, p. 24 - 25). Observaciones muy interesantes porque indican que en el Colegio se daba una disciplina y un ambiente de trabajo estricto y que en él se estudiaba y se aprendía[733], aunque luego no lo hicieran con Proust.

Esta dedicación a la Química hizo que Munárriz no se ocupara de sus clases, pero al mismo tiempo siguió siendo el titular de uno de los grupos de Geometría del tercer curso. Cuando en 1799 Proust se tras-

---

[732] Estaba formada por el brigadier M. Ceballos, el Coronel J. González, el Comisario I. Gómez, el Profesor de Matemáticas P. Giannini, y el Capitán J. M. Munarriz.

[733] Ayuda esto a entender el éxito que tenía el Colegio a finales del XVIII,y la lista interminable de peticiones que tenía para entrar como cadete.

ladó a Madrid, Munárriz también lo hizo, sin dejar su plaza. Giannini se encontró con que de los profesores más expertos le faltaban: Elgueta destinado a la fábrica de pólvora de Murcia, Diego Navarro con un empleo provisional en Alicante, y Munárriz, dedicado a la química. Se quejó al inspector diciendo que Munarriz "ha estudiado ya la química bajo la dirección del mismo profesor por el espacio de seis años"[734]. Munárriz no sólo estudiaba con Proust, también trabajaba en cuestiones relacionadas con las fundiciones. En 1797 estuvo en el Bierzo para ver si podía instalarse una fábrica de armamento y una fundición en la zona de Somoza en el Bierzo leonés, zona que había estado estudiando su compañero Francisco Dátoli. La fábrica no se abrió en esas fechas, pero por una R. O. de 6 de abril de 1805 se encargó al "brigadier coronel Munárriz" el establecimiento en la Merindad de Somoza de una "fábrica de hierro estirado" (Vigón, 1947, t. II, p. 503). La construcción comenzó en julio de 1807. Sobre esta región escribió unas "Apuntaciones para la historia natural y política del Bierzo y descripción de la merindad de Somoza en el reino de León" (Vigón, 1947, t. III, p. 322)[735].

Antes de volver al Bierzo, estuvo algún tiempo en el Colegio de Segovia, pues en el Acta de la reunión del Consejo de 5 de febrero de 1802 se le encuentra de nuevo como tercer profesor del centro (AGM de Segovia 2º / 8ª – 37). Según algunos autores de 1802 a 1804 fue profesor de química en el Colegio de Artillería de Segovia[736]. Parece más probable que como tercer profesor impartiera matemá-

---

[734] AGS GM leg. 5761 Informe de Giannini de 10 de agosto de 1799.

[735] Sobre esta cuestión véase Severo Gómez Núñez (1925) "El general de artillería Don Juan Manuel Munárriz y la siderurgia del siglo XVIII en la región del Bierzo", en: *Boletín de la Real Sociedad Geográfica* (1925, 4º Tr., p. 385-464)

[736] Francisco Aragón de la Cruz 1991, "Aproximación a la biografía de Dn. Manuel Munárriz Militar ilustardo, fines del siglo XVIII principios del XIX *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* v. 3, p.1469-1482. Murcia, ed. SEHCYT. Este dato en p. 1475. Respecto a esta cuestión Pérez Ruíz (1960, p. 332) dice "Es lamentable el error del general Aranaz sobre Munarriz, el cual nunca fue profesor de Química en el Colegio", parece más fiable la información de Pérez Ruíz.

ticas, aunque es posible que tratara de poner en marcha de nuevo el Laboratorio de Química de Proust, que no dependía del Colegio.

Vernet dice en su *Historia de la Ciencia Española* (1976, p. 179) que Louis Proust en España "sólo tuvo un discípulo el capitán Juan Manuel Munárriz". En todo caso Juan Manuel Munárriz fue uno de los mejores químicos de España de esa época. Además de los libros antes mencionados publicó *Suplemento á la traduccion castellana de los Elementos de química de J. A. Chaptal […] tomado de la tercera y ultima edicion de París* (Madrid, 1801).

Al comenzar la Guerra de Independencia las tropas francesas tomaron el Bierzo y destruyeron todo lo que se había construido de la fundición. Juan Manuel Munárriz, estableció una nueva fundición junto al río Lor, en un paraje inaccesible de la sierra de Caurel, en Lugo, la cual aprovisionó de metal a las tropas españolas e inglesas de la zona. Terminó la guerra de brigadier y mayor general de artillería del 5º ejército. En 1813 seguía como Brigadier y mayor general del 6º ejército[737]. El año 1815 volvió a estar destinado como primer profesor en el Colegio Militar de Segovia. Ese año era director de la escuela el brigadier D. Joaquín Ruíz de Porras y había además "seis profesores y cinco ayudantes, todos oficiales"[738].

Munarriz preparó, corrigiendo y completándola, la segunda edición del *Tratado de artillería* de Tomás Morla. Fue nombrado académico honorarios de la Real Academia de San Fernando en 1814.

Con la llegada de los liberales Munárriz ascendió a Mariscal de Campo, le concedieron la gran cruz de San Hermenegildo y le nombraron jefe de la artillería de Cataluña[739]. Posteriormente aceptó cargos de mayor responsabilidad en el Principado, hasta llegar a ser jefe político de la región de febrero a junio de 1821 y de diciembre de 1821 a mayo de 1822. A partir del 9 de septiembre de 1822 Munárriz

---

737 *Guía Política de las Españas para el año 1813*, Cadiz Imprenta nacional, p. 295.

738 En *Estado Militar de España*, Año 1815, p. 97.

739 *Estado Militar de los ejércitos de la Monarquía española*, 1820,p. 18, 27, 91.

pasó a ser Director y Coronel General del cuerpo de artillería, hasta el 4 de julio de 1823 fecha en que le sustituyó Miguel Ricardo de Álava, por no haber querido trasladarse a Cádiz con los restos del gobierno liberal después de la invasión de los Cien Mil Hijos de San Luís.

Cuando la invasión, según Vernet (1998, p. 222-223), solicitó del ministro de la Guerra:

> "permiso para evacuar el Alcázar de Segovia en caso de que se aproximaran «los fanáticos defensores del despotismo» y poner así a salvo la biblioteca e instrumental científicos que contiene. Su oficio (8 de febrero de 1823) no sólo refleja la ideología del autor, sino que también precisa que «en el día en que el colegio se halla con una biblioteca rica por el número y calidad de las obras que la componen, un gabinete perfectamente surtido de máquinas de física y de instrumentos matemáticos y un laboratorio de química, dotado por com-/ pleto de lo que se necesita...>>".

En 1823 fue expulsado del ejército y tuvo que sufrir el proceso de purificación que en su caso duró cuatro años. Falleció en Sevilla en 1831.

Domingo Bengoa

En la reunión del Consejo de 16, 17, 20 y 22 de diciembre de 1782 el primer profesor pidió dos ayudantes más para completar el plan aprobado por el inspector conde de Lacy de aumentar hasta 100 el número de cadetes y propuso a los sub-tenientes Domingo Bengoa y Vicente Reina; pero aceptaba que no se incorporaran hasta que hubiera suficiente número de oficiales en los cuarteles. La guerra contra Inglaterra tenía prioridad y no se disponía de mucho personal. En la reunión de 24 de enero de 1783 se leyó una carta del inspector diciendo que no se podían hacer esos nombramientos.

De Domingo Bengoa se sabe que era hijo de un oficial del cuerpo, José Joaquín de Bengoa (1723 -1775) nacido en Vitoria, pero de familia originaria de Arechavaleta. Domingo nació en San Sebastián el 2 de mayo de 1764. Era el hermano mayor de esa familia. Otro

hermano, Juan, estudió también en Segovia y fue más activo en cuestiones matemáticas o científicas. Domingo Bengoa, a veces se escribe Vengoa, se dedicó a la administración del ejército. Era oficial de la Secretaria de Guerra y teniente coronel de artillería en 1801 cuando ingresó en la orden de Alcántara. Seguía en ese puesto en 1802 cuando se casó su hermano[740] y continuaba en ese destino en 1808[741].

No se ha conseguido ninguna información sobre el otro subteniente propuesto Vicente Reina.

Otro ayudante de quien no se ha conseguido más información, es Joaquín Caballería que en el libro de *Actas* aparece mencionado en la Junta de 28 de junio de 1785, porque le encargaron la clase de Aritmética[742].

Cándido Elgueta Hernández (1763-1826)

Nació el 4 de septiembre de 1763 en Murcia. Su padre Joaquín Elgueta Mena fue regidor de Murcia. Sus antecesores estaban ligados a esa región, pero no fueron militares. Entró de cadete en Murcia a los once años. El 9 de abril de 1778 fue admitido en el curso preparatorio en Segovia, y como cadete en el Colegio de Artillería el 7 de Enero de 1779[743]. Fue un buen alumno. Le nombraron brigadier en septiembre 1780 y en el año 1781 obtuvo sobresaliente tanto en el examen de cálculo diferencial e integral de julio como en el de mecánica de diciembre.

Recibió el nombramiento de Subteniente el 28 de enero de 1782. En la reunión del Consejo del 3 de febrero de 1782, se le propuso para profesor ayudante (*Actas*, v. II, f. 375 v.). A partir de ese año, hasta 1787 cuando se termina el libro de actas, Cándido

---

740 Cadenas (1956, p. 27) y AGM de Segovia leg. 1727.

741 *Estado Militar de España Año* 1808.

742 Probablemente sea el Joaquín Caballeria que aparece en Vigón (1947, t. III, p. 376). Pero de él sólo se dice que fue promovido a subteniente en 1785.

743 AGM de Segovia 1º / 3ª / 196-3, donde está el expediente matrimonial, el de purificación y varias hojas de servicio.

Elgueta figura como profesor ayudante en las reuniones extraordinarias para exámenes de los cadetes.

Entró en la Orden de Santiago, como caballero, el año 1784.

En la reunión del Consejo de 14 de marzo de 1785, se comunicó que el segundo profesor, Baltasar Ferrer, debía ausentarse y para sustituirle "de acuerdo con el Primer Profesor D. Pedro Giannini ha nombrado el Consejo al Ayudante de la Academia D. Cándido Elgueta" (*Actas*, v. II, f. 427 v.). El 30 de abril siguiente Elgueta solicitó seguir encargándose de las clases de fortificación, que eran su anterior empleo, para que no estuviera parada mientras él se encarga de la clase segunda.

En ese mismo año de 1785 se discutió en la reunión del 14 de junio de un enfrentamiento que hubo entre Cándido Elgueta y Mariano Gil, todavía cadete, por una desobediencia de Gil, que acabó arrestado. En esa reunión Elgueta reconocía que le faltaba autoridad: "que su clase estaba en muy mal estado, que no le obedecían, que le ponían los letreros en el encerado, que creía que quedarían muy mal en el próximo examen" (*Actas*, v. II, f. 429 v.-430 r.). Resulta extraño que no aparezcan más a menudo en las actas observaciones de este tipo. Los profesores ayudantes eran frecuentemente subtenientes con buenos expedientes que habían aprendido las matemáticas, la fortificación o la artillería en el Colegio, pero nadie les había enseñado pedagogía. Los cadetes eran adolescentes o jóvenes que estudiaban en un internado muy estricto. Sus edades no eran muy diferentes. Elgueta reconocía tener problemas de disciplina, lo que tiene dos lecturas, por una parte la pesimista: no tenía la autoridad o la mano izquierda necesaria para llevar adelante las clases. Por otra parte, la optimista: tenía consciencia de la importancia de la disciplina y la voluntad de aprender, pues si no hubiera podido ocultar o minimizar el problema. Todo parece indicar que resolvió sus dificultades pues se mantuvo de profesor del Colegio hasta 1804.

Durante esos años fue ascendiendo a teniente del Real Cuerpo de Artillería, en octubre de 1787, y a capitán del mismo cuerpo

el 11 de enero de 1789. No se han podido determinar las materias que estuvo impartiendo desde 1786 hasta 1794 año en el que aparece como "segundo teniente y tercer profesor Dn Candido Elgueta"[744]. En mayo de 1793 había sido nombrado teniente de la compañía de cadetes y continuó simultaneando ese puesto con las clases de geometría.

En 1794 Elgueta había sido ascendido a Capitán de artillería y en 1795 a teniente coronel de infantería. Seguía siendo profesor de geometría por los documentos encontrados[745]. En 1796 elaboró junto al primer profesor P. Giannini un *Catálogo de los libros e instrumentos del Real Colegio Militar de Artillería de Segovia*[746]. Durante los primeros años del siglo XIX Elgueta siguió ocupando una plaza de profesor del Colegio. En el Acta del Consejo extraordinario de 5 de febrero de 1802 se dice que asisten el segundo y el tercer profesor Cándido Elgueta y Juan Munárriz. Lo mismo se dice en el Acta del Consejo de 10 de abril de 1802. Giannini no asistió a esas reuniones (AGM de Segovia 2º / 8º - 37).

De todas formas no siempre dio Elgueta clases de Geometría. En 29 Septiembre 1794 escribió al inspector de artillería, conde de Campo Alange, pidiendo el ascenso a teniente coronel y, entre sus méritos, decía sobre las materias que había explicado:

> "Candido Elgueta caballero de la orden de Santiago, teniente de la Compañía de Caballeros Cadetes y profesor de Matemáticas de la Academia del real Cuerpo de Artillería a las órdenes de V. E. con el mayor respeto dice que lleva quince años de servicios en la referida Academia en la que ha arreglado el Tratado de Fortificación y lo ha enseñado siete años; tres años la clase de Álgebra y cinco la de

---

744 Acta del Consejo extraordinario de 17 de junio de 1794 (AGS GM 5759).

745 Así por ejemplo, en una carta de Miguel Cevallos a Juan Manuel Álvarez de 14 de agosto de 1799, sobre la falta de profesores en el colegio se dice de las clases que "la primera / de geometría al cargo del profesor el Capitán dn. Cándido Elgueta sin ayudante" (AGS GM 5761).

746 Se conserva manuscrito en la Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia.

Geometría, trigonometría y secciones cónicas con las prácticas correspondientes" (AGM de Segovia 1º/ E – 251).

Además estuvo en la comisión de las obras del Real palacio de Ríofrío.

El año 1798 se casó con la segoviana Manuela Pérez Cortés[747].

Cándido Elgueta continuó su carrera militar ascendiendo a coronel el 5 de Octubre de 1802. Estuvo destinado en el Colegio hasta el 21 de Septiembre de 1804, fecha en que pasó a ser subdirector a la Fábrica de Pólvora de Murcia. No pudo trasladarse por enfermedad y, finalmente, se incorporó a su nuevo destino el 21 de agosto de 1806. En 1809 fue ascendido a coronel de artillería y le nombraron director de la Fábrica de Pólvora.

Durante la Guerra de la Independencia, Elgueta fue acusado en Murcia de no actuar con suficiente determinación a favor de los sublevados y prefirió trasladarse a Valencia a colaborar en la defensa de esa ciudad. Sirvió de Ayudante General, y se encargó de la maestranza y de reforzar las fortificaciones de la plaza, con la aprobación del jefe de ella el mariscal José Cano Sureda, durante la defensa de Valencia contra los ataques del General francés conde de Suchet en el año de 1810. Por orden de 8 de Octubre de 1810 pasó a la comandancia de Alicante, y, finalmente, el 24 de febrero de 1812 fue destinado a Canarias de Comandante del Departamento. Desde que salió de Segovia Elgueta estaba enfermo por lo que no podía actuar siempre como debía y había recibido críticas por ello.

En Canarias su salud empeoró y pidió el traslado a la Península. Finalmente el 21 de diciembre de 1819 le nombraron jefe del departamento de artillería de Badajoz. A lo largo del año 1820 escribió varias cartas explicando que no podía viajar por la falta de barcos, por las incursiones de los piratas o por sus problemas de

[747] En el Archivo General Militar de Segovia se encuentra el voluminoso expediente de su casamiento.

salud. La auténtica razón debía ser la que daba el jefe de Canarias Juan Erdova a García de Loygorri en una carta de 24 de marzo de 1821 en la que aconsejaba que Candido Elgueta pasara al retiro y explicaba que tenía a la mujer imposibilitada de moverse por enfermedad grave "de la que morirá". El 22 de mayo de 1821 Elgueta solicitó quedarse en Canarias como brigadier de cuartel, dejando la artillería porque se encontraba muy enfermo y su mujer también. Se lo concedieron el 29 de julio del mismo año.

Se mantuvo en esa situación hasta su muerte en 1826. Pese a estar en el cuartel de Santa Cruz, sin ningún encargo especial, tuvo que someterse al proceso de purificación. Parece que en el caso de los militares canarios el proceso se alargó por las dificultades de comunicación. Finalmente recibieron las certificaciones en octubre de 1826 y Uriarte el jefe militar de Canarias escribió al "Exmo. Sr. Presidente de la Junta de Purificación de Generales, brigadas y coroneles" que no había podido remitir a Cándido Elgueta su certificado "por haber fallecido antes de su recibo" (AGM de Segovia 2º / 8º - 37).

Antonio de La Nueva

No se ha encontrado mucha información de este oficial. Fue promovido a subteniente en 1780. En noviembre de 1781, como se ha mencionado, se pidió al profesor de dibujo Chenard que eligiera un ayudante entre Pesino y La Nueva, escogiendo a Pesino. Pero, La Nueva aparece varias veces en las actas de las reuniones del Consejo del Colegio. Probablemente se dedicó a suplir ausencias en dibujo, fortificación y artillería. No se ha podido saber si La Nueva trabajó además como ayudante en los seminarios de estudio vespertinos.

En 1782 estaba peleando en el sitio de Gibraltar, donde ascendió a teniente (Vigón, 1947, v. III, p. 504). En 1783 estaba de nuevo en el Colegio de Segovia, porque en la reunión de 23 de mayo se propuso, con el "parecer del Primer Profesor Dn Pedro Giannini", que sustituyera a Eslava. El 6 de noviembre del mismo año se le escogió

como sustituto de Cándido Elgueta en la clase de fortificación. En la reunión del Consejo de 20 marzo de 1784 se informó de que La Nueva sustituía como oficial de la Compañía de cadetes a Arriada. Aparece en las actas de los Consejos extraordinarios para exámenes de julio y septiembre de esos años. Pero a partir del año 1785 deja de figurar. Probablemente porque fue destinado a alguna fundición. Se vuelve a saber de él en 1806, año en que era teniente coronel y director de la Fábrica de Armas de Toledo (Vigón, 1947, v. 3, p. 504).

En 1808, cuando la invasión napoleónica, Toledo fue tomado por las tropas francesas. Antonio de La Nueva no se desplazó a Sevilla. Se quedó en la ciudad, colaborando con los franceses[748]. No se ha encontrado más información de él, pero en el *Estado Militar de España* de 1808 aparece entre los "Jefes empleados en este Departamento", referido al Departamento de Segovia el "Teniente coronel D. Antonio La Nueva" (p. 74). Sin embargo no se encuentra en los ejemplares correspondientes a los años 1811, 1812 ni 1815, por lo que se puede suponer que murió durante la guerra o fue expulsado por colaborar con los invasores.

Antonio de Arriada

De Antonio Arriada se ha conseguido muy poca información. Al parecer el 29 de marzo de 1787, fue propuesto como profesor de táctica por una comisión de la que formaba parte Tomás Morla. En el Consejo extraordinario celebrado los días 13, 16, 17, y 18 de julio de 1787 asistió a los exámenes de sus alumnos. Pero, posteriormente, no vuelve a aparecer en las actas.

En 1789 fue ascendido de capitán a teniente coronel[749]. Tal vez, en ese momento fue destinado a otro lugar. Vuelve a aparecer Antonio

---

748 Juan L. Calvó (2006) *Noticia de Fábricas y Personajes Relacionados con la Producción de Armas Blancas, 1750-1950.* p. 8. En http://www.catalogacionarmas.com/articulos.asp (1-IV.2011).

749 *Mercurio Histórico y Político* (1789, p. 78).

Arriada en varias Actas de 1794 como Ayudante del Colegio[750]. No se ha podido determinar si permaneció en Segovía, o si tuvo otros destinos desde 1787 hasta 1794.

En 1796 figura Antonio de Arriada entre los oficiales de la "Secretaria de Estado y del Despacho Universal de la Guerra de España e Indias". En ese puesto permaneció entre los años 1796 y 1800[751].

Diego Navarro Sangrán (1767-1816)

Nació en Valencia el 26 de mayo de 1767. Sus padres fueron el coronel del cuerpo de artillería D. José Antonio Navarro y Ferrández, natural de Añón, y doña Isabel Sangrán y Lizarraga, hija del general de artillería D. Diego Sangrán. Fue hermano de José y Joaquín Navarro Sangrón, que también fueron famosos artilleros. José llegó a Mariscal de campo y fue jefe de Estado Mayor de artillería con Godoy. Emigró con él, no volviendo á España. Joaquín fue Teniente General y jefe de E. M. del General Castaños en la batalla de Bailén.

Diego Navarro Sangrán ingresó en el Colegio de Segovia en febrero de 1782. Era un alumno sobresaliente que terminó los estudios y fue nombrado subteniente en enero de 1786. En la Junta celebrada el 29 de marzo de 1787, una comisión en la que estaba Tomás Morla decidió nombrar a Diego Navarro profesor ayudante con un complemento de 50 reales en el sueldo. No aparece en el libro de *Actas* del Colegio como participante en las reuniones extraordinarias del Consejo para exámenes por lo que probablemente se encargaba de sustituciones y de dirigir los estudios.

No debió de estar mucho tiempo en el Colegio. En 1789 consiguió el grado de Teniente de Infantería y en 1791 el de teniente del

750 Se encuentran en AGS GM 5759.

751 *Estado Militar de España* (1796, p. 6, 1798, p. 6, 1800, p.7). También en el *Kalendario Manual y Guía de Forasteros de Madrid en Madrid* (1796, p. 60, 1798, p. 61, 1799, p. 59, y 1800. p. 59).

Real Cuerpo de Artillería. Peleó en la Guerra de la Convención participando en el sitio de Bellegarde, en la batalla de Trullás y en todos los enfrentamientos posteriores.

A finales de 1794 volvió a ser nombrado profesor del Colegio de Artillería de Segovia, encargándose de la táctica artillera. Ascendió a capitán de artillería y teniente coronel de infantería mientras estuvo de profesor en el Colegio.

Participó también en la guerra contra Portugal, en 1801, como Ayudante del Comandante General de la Artillería D. Francisco Vallejo. No debió de volver a Segovia. En 1803 dejó la artillería para ejercer como gobernador militar y político de San Felipe, es decir de Xátiva. Estaba al frente de esa comarca cuando tomó posesión del trono José I. Diego Navarro dejó Xátiva para incorporarse a las tropas de Palafox en Zaragoza. Participó en el primer asedio teniendo un comportamiento admirable, que le valió el que Palafox le concediera el 29 de junio de 1808 el grado de Brigadier de los Reales Ejércitos. Se trasladó a Madrid donde participó en la defensa cuando la campaña de Napoleón. Cayó preso de los franceses con Morla, pero no colaboró con los ocupantes. Pese a ello fue purificado y tuvo un juicio que duró hasta 1817. Quedó absuelto de todos los cargos pero él no pudo saberlo ya que había muerto el año anterior[752].

Juan Bengoa (1767-1804)

Era hijo de José Joaquín de Bengoa (1723 -1775) también artillero. Su hermano mayor Domingo también estudio en Segovia y se ha mencionado antes porque fue propuesto en 1782 para ser profesor ayudante. Juan nació en Bayona (Francia) donde su padre estuvo

[752] Para saber más sobre Diego Navarro Sangrán se puese consultas Alonso Juanola,Vicente "Los uniformes y los retratos de los hermanos Navarro Sangrán". En: *Revista de Historia militar* (2010, nº 107, p. 11- 40.Vigón (1947, v. 3, p. 501) dice que prisionero de los franceses fue llevado Niza donde murió en 1812, versión que también aparece en otros escritos. La explicación que parece más aceptable es la del profesor Alonso Juanola que explica y justifica mucho más sus afirmaciones.

temporalmente destinado. No se ha conseguido información de su estancia en el Colegio de Segovia. Terminados sus estudios, fue nombrado ayudante y en una carta de 24 de junio de 1789 agradecía la gratificación concedida por el encargo. Fue nombrado teniente de artillería el 8 de noviembre de 1791 (AGS GM 411).

Tomó parte en la guerra de la Convención en 1792. Posteriormente, fue de nuevo profesor ayudante del Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia. En el Consejo ordinario de 20 de junio de 1794 se informó que Juan de Bengoa había sido destinado a Orbaiceta en el ejército de Navarra, y en el de 23 de julio (AGS GM 5759) se trató sobre las gratificaciones que se le debía. En 1797 estaba destinado en Badajoz, posteriormente debió de estarlo en Mallorca. El 14 de abril de 1800 Juan Bengoa pasó de Mallorca a Navarra por haber sido nombrado subdirector de las fábricas de Eugui y Orbaiceta[753]. En enero de 1800 fue nombrado capitán de artillería. Dejó Orbaiceta para ir a la guerra contra Portugal en 1801, pero volvió a estar en la fábrica el año 1802.

De vuelta de Portugal, fue aceptado en la orden de Alcántara. Bengoa era entonces comisario de guerra y subdirector de las

[753] Según Txapar, Malli (2011) *Historia de la Real Fábrica de Municiones de Orbaizeta* (Pamiela, Pamplona) a Juan Bengoa se le encargo la reconstrucción de la fábrica de Eugui, destrozada en la guerra de la Convención. Entre los años 1802 y 1804 redactó el *Reglamento de las Funciones de los dependientes de los respectivos ramos de las Reales Fábricas de Orbaizeta y Eugi*. (Archivo General de Navarra fábricas caj. 19 caja 37410 y Caj. 26 caja 37417)

fábricas de municiones. Solicitó casarse con María Josefa Sesma, natural de Corella. Se lo concedieron el el 28 de julio de 1802[754].

En mayo de 1803 recibió el nombramiento del rey de teniente coronel de infantería. Poco después, 28 de enero de 1804, se resolvió que el teniente coronel Juan Bengoa capitán del 5º regimiento del real Cuerpo de artillería pasase al departamento de Segovia, con el encargo de ser segundo profesor de la Academia de Caballeros Cadetes. No estuvo mucho tiempo en ese destino. Antes de acabar el año 1804 murió.

Fernando Barrenechea

El militar al que cubrió la "vacante por muerte" de Irineo Larraga en 1787, fue uno de los quince cadetes de la primera promoción que fueron ascendidos a subtenientes el 5 de octubre de 1765. Aparece en algún acta anterior por haberse presentado a un examen extraordinario para avanzar más rápido, junto a Rubín de Celis, Sopriani y Morla (Pérez, 1960, p. 100-101). Ascendió a teniente y participó en el sitio de Gibraltar en 1782 (Vigón, v. 3, p. 361). Fue miembro de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País y Académico de Honor de de la Real Academia de Bellas Artes de la Purísima Concepción de Valladolid. No se ha conseguido más información sobre su actuación en el Colegio.

Irineo Larraga

Se le propuso en la reunión del Consejo de 23 de mayo de 1787 (AGS GM 569) para cubrir la"vacante por muerte de Fernando Barrenechea" y la de José Guillelmi salido "a viajar en países Extranjeros" parece que no ejerció de profesor sino de oficial de la Compañía de cadetes. Aparece en las actas de 18 octubre de 1787 como secretario. Era, por lo tanto, el oficial más joven de la Compañía. Había sido

[754] La documentación de la licencia de matrimonio en AGM de Segovia Leg. B1727.

promovido a subteniente en 1774 y propuesto para teniente durante el sitio de Gibraltar (1782) según Vigón (1947, v. 3, p. 464). En 1788 ascendió a capitán de artillería[755]. Fue destinado, provisionalmente, a Vizcaya en 1794 y definitivamente a Navarra en septiembre de 1795 (AGS GM 5759). Combatió a los franceses en la Guerra de Convención[756]. No parece que estuviera relacionado con las matemáticas, aunque permaneciera cierto tiempo en el Colegio.

Mariano Gil de Bernabé e Ibáñez (1767-1812)

Nació en Báguena (Teruel) e ingresó como Cadete en el Colegio de Artillería en 1782. En el Colegio fue un cadete movido y molesto, pero con buenas notas. Tanto en 1782 como en 1783 fue un alumno de sobresaliente. Sin embargo, como se ha comentado, tuvo un enfrentamiento en 14 de junio 1785 con Cándido Elgueta porque se negó a recoger una llave que ese profesor le pedía, aduciendo que estaba de guardia. Mariano Gil tuvo dos semanas de arrestado por desobediencia, pero el Consejo no le puso mayores castigos porque "Mariano Gil ha sido hasta ahora de sobresaliente conducta y buena aplicación" según consta en el libro de *Actas* (v. II, f. 429 v. - 430 r.). Cuando estaba terminando los estudios tuvo otro percance. El 30 de diciembre de 1786, el capitán de la Compañía informó que tres días antes alguien había roto las ventanas de la despensa y entrado en ella y que "habían faltado dos perniles" (*Actas*, v. II, f. 462

755 En *Mercurio de España Enero 1788* Tomo I, p. 60.

756 *Mercurio de España junio 1794*, p. 269.

r.). Se sospechaba de los cadetes que habían concluido la artillería. Los día 2, 3, 4 y 5 de enero de 1787 fueron interrogados y se arrestó a cinco en su cuarto, entre ellos a Luis Daoiz y Mariano Gil, que estaban en la misma clase.

En 1787 fue nombrado subteniente, con el número dos de su promoción. Fue destinado primero al Departamento de Barcelona, tres años después, en 1790, volvió al Colegio como profesor ayudante. No se ha obtenido una información completa de su actividad en el Colegio. Se debió ausentar para tomar parte en la Guerra de la Convención, pero el resto del tiempo hasta 1800 estuvo destinado en Segovia. Parece que no se dedicó a las matemáticas. Por ejemplo, en la reunión del Consejo de 20 de octubre de 1794, se dice que Mariano Gil pasaba a ser ayudante de Juan de Arriada, profesor de Táctica o artillería (AGS GM 5759). En 7 de febrero de 1795 Cevalllos escribía al Conde de Campo de Alange diciendo que se había visto obligado a nombrar al habilitado Dn Mariano Gil como encargado de la fortificación. En enero de 1796, en otra carta de Cevallos a Campo Alange se informa de que Mariano Gil se encargaba de la artillería. Más adelante Mariano Gil aparece como el sustituto de Diego Navarro en la clase de Artillería (AGS GM 5761). Por ejemplo en la carta de Pedro Giannini en 1799 pidiendo que se complete el claustro de profesores se dice:

> "Igualmente estando ausente el Profesor de Artilería Dn Diego Navarro y supliendo su ayudante Dn Mariano Gil se necesita otro ayudante" (AGS GM 5761).

En agosto de 1799 Mariano Gil pidió 200 reales de gratificación porque hacía las veces de titular. En el Consejo se vio que había obstáculos para concederselo y se propuso que Mariano Gil pasara a ser 2º profesor.

Ascendió a Teniente en 1792, casándose el mismo año con Petra Ramos de Billamizar, con la que tuvo nueve hijos. Su carrera militar se desarrolló con normalidad y en 1800 fue nombrado capitán y en

1802 capitán 1º. Alrededor de 1800 debió dejar el Colegio. Pero fue destinado de nuevo y permaneció en Segovia hasta 1808. Ante la invasión francesa, un grupo de profesores encabezados por el teniente coronel Gil de Bernabé y alrededor de cincuenta cadetes realizaron una dura y penosísima marcha a través de España y Portugal que acabó en Sevilla, tres meses y medio más tarde, para huir del control francés. En Sevilla se reanudaron las clases en Marzo de 1809[757]. Gil de Bernabé fue nombrado coronel de artillería. Tuvieron que replegarse a Cádiz en 1810 por el empuje de los franceses y él reorganizó la Academia Militar en San Fernando. La Academia se mantuvo en ese lugar hasta su traslado a la Isla de Menorca ordenada por la Regencia en marzo y realizada en agosto de 1810, con un paso previo en Mallorca. Luego volvió a Palma de Mallorca desde octubre de 1812, de donde se trasladó de vuelta al Alcázar de Segovia en Octubre de 1814. Pero Gil Bernabé no realizó todos esos desplazamientos. Falleció en la Isla de León el 23 de agosto de 1812 a los 44 años de edad[758].

Antonio Elgueta

Fue promovido a subteniente en 1789. Participó en la guerra de la Convención y estuvo en 1795 en la contención de la ofensiva francesa hacia Miranda de Ebro[759]. Se sabe que volvió al Colegio de Segovia porque en la reorganización de los oficiales de la Compañía que hizo el conde de Revillagigedo el 2 de noviembre de 1797 se dice que en el puesto de Teniente Ayudante se incorporaba Manuel Gutiérrez, pasando a "suelto"

---

757 Véase M. Dolores Herrero, 1995 "El Real Colegio de Artillería de Segovia en la Guerra de la Independencia" en: *Militaria. Revista de Cultura Militar*, n.7. UCM, Madrid.

758 José Ramón Ortiz de Zárate y Ortiz de Zárate (2007) "La Academia Militar de la Isla de Leon: Enseñanza y Guerra." Conferencia dada en la Sociedad los Sitios de Zaragoza en: http://www.asociacionlossitios.com/academiaisladeleon.htm (1-IV-2011).

759 En *Mercurio de España Julio de 1795*, p. 359.

Antonio Elgueta (AGS GM 5760). La condición de suelto se debía a que había sido destinado a la fábrica de pólvora de Murcia. En el informe de Giannini de 14 de agosto de 1799 pidiendo que se cubrieran las ayudantías se dice: "En este concepto, habiendo sido destinado a la Real Fábrica de Pólvora de Murcia Dn Antonio Elgueta Profesor que fue de la clase de Fortificación, y habiendo pasado a ocupar esta plaza el profesor de aritmética Dn José Bergara..." (AGS GM 5761).

Vuelve a aparecer el teniente coronel Antonio Elgueta en la organización de la Escuela Militar de Mallorca en 1812 (Gómez Vizcaino, 1991, p. 45) y, después de la Guerra de la Independencia fue director de la fábrica de pólvora de Murcia de 1814 a 1817 (Vigón, 1947, v. 3, p. 412). No se ha encontrado información posterior.

Manuel Gutiérrez

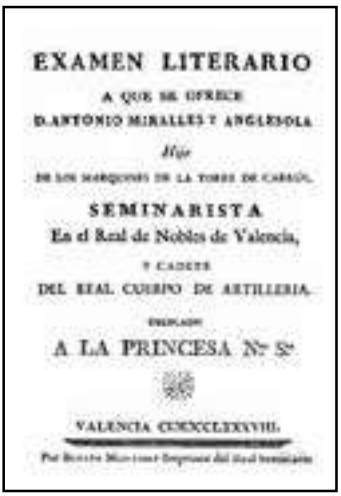
Promovido a subteniente en 1789 Fue uno de los oficiales que junto a Luis Proust se desplazó para volar un globo aerostático el 3, 5 y 6 de noviembre en Segovia, y el 14 de noviembre de 1792 delante del rey (Vigóm, v. 2, p. 576. v. 3 p. 44). Se incorporó al Colegio como teniente ayudante en 1797 en lugar de Antonio Elgueta. No se ha encontrado información posterior.

Antonio Miralles y Anglesola (1774-post 1831)

Nacido en Valencia, era hijo de los marqueses de la Torre de Carrús, familia noble originaria de Elche, pero implantada en Valencia. Estudió en el Real Seminario de Nobles de Valencia. Allí le enseñaron religión, latín, retórica y cultura clásica, que completó, por tener pensado entrar en el ejército, con una formación matemática básica. Después de estudiar tres años en el seminario de Nobles de Valencia, con catorce años, fue admitido como cadete en el Colegio de Segovia. Antes de dejar Valencia se presentó a un examen público cuyo contenido fue publicado en un folleto de cincuenta y un páginas con el título:

Examen literario a que se ofrece D. Antonio Miralles y Anglesola hijo de los Marqueses de la Torre de Carrús, Seminarista en el Real de Nobles de Valencia, y Cadete del Real Cuerpo de Artillería. Dedicado a la Princesa Nra. Sra. Valencia MDCCLXXXVIII. Por Benito Monfort, Impresor del Real Seminario

Este folleto tiene interés porque muestra la formación que podía recibir un cadete que, al final del siglo, asistía a uno de los centros de enseñanza que se fueron abriendo después de la expulsión de los jesuitas. En el prólogo "Al Lector", se afirma que "Los presentes exercicios, exceptas las matemáticas, comprehenden los tratados, que se mandan enseñar a los Seminaristas por el plan de los estudios de este Real Seminario". Se añade que se examina "igualmente los tratados de Matemáticas, en que ha procurado instruirse, por satisfacer su inclinación a este tan importante estudio, y sin haber dejado de la mano el otro, que hasta ahora le ha sido el principal" (p. II). En el reparto de materias por apartados se puede ver el contenido de las clases a las que había acudido Antonio Miralles: "Religión" (p. 3-12), "De la Esfera y Globo" (12-14), Geografía (p. 14-15), Lengua francesa (p. 15), Gramática latina (p. 15), Retórica (p. 16), De la Poética (p. 16), De la Mitología (p. 17-18). Era una formación humanística, con mucho peso todavía de la religión y del latín.


EXAMEN LITERARIO
A QUE SE OFRECE
D. ANTONIO MIRALLES Y ANGLESOLA
Hijo
DE LOS MARQUESES DE LA TORRE DE CARRÚS,
SEMINARISTA
En el Real de Nobles de Valencia,
Y CADETE
DEL REAL CUERPO DE ARTILLERIA.
DEDICADO
A LA PRINCESA Nr Sr
VALENCIA CIↃIↃCCLXXXVIII.

La parte dedicada a las matemáticas[760], titulada "De las matemáticas" (p. 23-51) se divide en: "Aritmética" (p. 23-25), "Álgebra" (p. 25-31), y "Geometría" (p. 31-51). En la geometría las partes eran

[760] Las matemáticas no estraban en el currículo habitual del real Seminario, según se dice en el prólogo.

"De las líneas" (p. 32-42), "De las Superficies" (p. 43-46), "De los Sólidos (p. 46-49) y terminaba con la "Trigonometría" (p. 49-50), "Geometría Práctica" (p. 50-51) y las "Secciones cónicas" (p. 51). La aritmética y la geometría plana se estudian con una extensión razonable. Las restantes partes se dan con menos amplitud y de las secciones cónicas no parece que hubiera estudiado más que unas definiciones y alguna propiedad elementales. En varias frases del folleto da la impresión de que el profesor que redactó las cuestiones no era un matemático experto, pues aparecen afirmaciones incomprensibles como "Una recta es perpendicular a otra, siempre que dos puntos de la primera distan igualmente de otros dos puntos de la segunda" (p. XXXIII).

Con unos estudios previos como los de Antonio Miralles el curso preparatorio de aritmética no era necesario. La preparación inicial de los cadetes mejoró desde la apertura del Colegio de Artillería de Segovia en 1764 hasta la última década del siglo.

Antonio Miralles se incorporó al Colegio a finales de 1788 o comienzos de 1789. Fue promovido a subteniente en 1793. No se tiene buena información de los destinos que tuvo al terminar sus estudios, pero consta que en 1799 era teniente y estaba de ayudante de Giannini por una carta de Cevallos en que se dice:

> "Que la clase de cálculos y mecánica lo está a cargo del profesor Dn. Pedro Giannini, y asiste a su explicación el Ayudante y teniente del cuerpo Dn. Antonio Miralles"[761]

Para poder sustituir a Giannini en sus cursos cabe suponerse que Miralles tenía muy buena formación matemática.

En 1804, cuando pasó a ser primer profesor Francisco Datoli Antonio Miralles era profesor del Colegio y el responsable del

[761] Carta que el responsable del Colegio Miguel Cevallos dirigió al responsable de la artillería real Juan Manuel Álvarez, conde de Colomera, el 14 de agosto de 1799 (AGS GM 5761).

grupo de primero, que continuaba estudiando geometría.[762]. Datoli lo criticó por haber seguido el libro de Giannini en las explicaciones en lugar de los apuntes del nuevo profesor principal (AGM de Segovia 1º/1º/F-1287). En carta dirigida al primer profesor el 21 de julio de 1804 Miralles decía que "si me he extendido algo más enseñando algunas demostraciones del Tratado del Sr, Dn Pedro Giannini, estas han sido en muy corto número y después de haberles hecho patente las del apéndice[763]".

De su comportamiento posterior se sabe que participó en la batalla de Rioseco y en la defensa de Logroño y San Fernando durante la Guerra de la Independencia (Castrillo Mazeres, 2000, p. 102). Acabada la guerra, fue coronel director de la Fundición de Sevilla (1815-1824) (Vigón, 1947, v 3, p. 489-490). En 1823 desobedeció la orden de destruir el armamento de la maestranza, al acercarse las tropas francesas y las piezas salvadas se emplearon contra el Ejército constitucional en la toma de Cádiz. En 1823 quedó disuelta la junta superior facultativa de artillería, el coronel Antonio Miralles fue el primer vicepresidente al organizarse de nuevo en 1825. En 1831 fue nombrado Director del Real Museo (R. O. 5 marzo 1830) (Castrillo Mazeres, 2000, p. 102).

José Bergara y Rengel (1772-1847)

Nació en Málaga. Fue admitido en el Colegio de Artillería de Segovia y salió como subteniente en 1792 (Vigón, 1947, v 3, p. 366). Ascendió a teniente en 1795. En el informe de Giannini sobre las necesidades de profesores de 14 de agosto de 1799 se dice sobre él que:

> "Las demás clases están servidas por sus respectivos profesores, y es a saber, las dos divisiones de Geometría, la clase de Fortificación y

762 AGM de Segovia 1º/1º/F-1287, "Noticia del aprovechamiento de las clases fin diciembre 1804". Añadir el nuevo "primero" era el antiguo "tercero".

763 Es decir los apuntes preparados por Datoli para explicar en clase, mientras se imprimía su *Curso*.

la de Aritmética por los profesores Dn Cándido Elgueta, Dn Juan Munarriz, Dn José Bergara y Dn Francisco Oyarzabal / los cuales no tienen ayudante En este concepto, habiendo sido destinado a la Real Fábrica de Pólvora de Murcia Dn Antonio Elgueta Profesor que fue de la clase de Fortificación, y habiendo pasado a ocupar esta plaza el profesor de aritmética Dn José Bergara..." (AGS GM 5761).

Es decir comenzó encargándose de la aritmética y luego pasó a la fortificación.

Ascendió a capitán segundo en 1802 y a capitán primero en 1803. En 1804, cuando Datoli ya había tomado el puesto de Profesor Primero continuaba dando clases en el Colegio. En una "Noticia del aprovechamiento de las clases fin diciembre 1804" (AGM de Segovia 1º/1º/F-1287) aparece José Bergara como profesor de la "Clase supernumeraria". No debió de estar muy a gusto en Segovia pues según cita M.D. Herreros (1990, p. 228): "D. José Vergara en un informe que dirigió al Director General de Artillería sobre las recompensas a los profesores, argüía: <es bien trabajosa la práctica de enseñar; y es mas obligado a residir en un país muy destemplado (Segovia), que no ofrece la menor distracción social>".

En 1810 vuelve a ser citado José Bergara por su papel como jefe de la expedición para organizar la Academia de Artillería en Menorca[764]. Como se ha visto, Juan de Arriada, Director General Interino del Real Cuerpo de Artillería, propuso restablecer el Colegio en las Islas Baleares, y un decreto del Consejo de Regencia de 24 de marzo de 1810 ordenó que así se hiciera. El Gobernador de la isla buscó un edifico apropiado para el Colegio y el 11 de octubre de 1810 salió de Cádiz la fragata Lucia, que llegó a Palma de Mallorca el 30 del mismo mes con alumnos y profesores de la academia. La epidemia de viruela que padecía la isla de Menorca,

[764] Vigón (1947, v. 2 p. 425), Cayetano Miró Valls (2003) "La Artillería y Mallorca". En: *Memorial de Artillería* diciembre de 2003, p. 37-59, y Gómez Vizcaíno (1991, p 44).

hizo que el Colegio se mantuviera en Palma, ocupando el que había sido el convento-colegio de los padres jesuitas, Montesión, hasta que, el 16 de enero de 1811, se consideró la epidemia desaparecida y embarcaron rumbo a Mahón. En esa isla se instalaron en el Colegio en Villacarlos, bajo la dirección del Teniente Coronel D. Joseph Bergara, hasta que el 6 de febrero de 1811 el Consejo de Regencia dispuso que el Colegio volviera a Palma de Mallorca, nombrando Director del mismo al Coronel D. Joaquín Ruiz de Porres.

De la última etapa de su vida, Vigón (1947, v. 3, p. 363) dice que no le ascendieron a brigadier por falta de méritos en campaña y que "su caso, por notorio, halla apoyos en el Director General, pero es en vano". Cita a Carrasco para explicar que es un ejemplo "del calvario de los hombres instruidos y aplicados, que por el mero hecho de distinguirse, quedan postergados a los que valen menos, y cuyas hazañas podría ejecutar cualquier hombre de honor". Fue de nuevo director del Colegio (mayo de 1822 a octubre de 1823). Debió ser un liberal notorio pues lo mantuvieron impurificado hasta 1835. Fue nombrado Mariscal de Campo en 1836 y murió en Málaga en 1847.

José Guerrero de Torres (1779-1841)

Probablemente nació en Guayaquil (Castrillo Mazeres, 2000, p. 102). De este profesor los datos se han recogido de diversas fuentes y no siempre resultan concordantes[765]; pero en resumen se puede decir que estudió en el Colegio de Segovia y fue nombrado subteniente en el año 1799, siendo el número uno de su promoción, que fue también la de Pedro Velarde. Fue nombrado ayudante al terminar sus estudios ya que el 14 de agosto de 1799 Miguel Cevallos escribía al inspector Juan Manuel Álvarez, diciendo que la clase del segundo

[765] Las fechas del nacimiento y muerte están tomadas de Emilio Montero Herrero, 2003, "Los Artilleros y la Real Academia de las Ciencias" En: *Memorial de Artillería* diciembre de 2003, que dice que fue profesor Primero y Director del Real Colegio de Artillería y, de 1829 a 1832, Director de la Fábrica de Pólvoras de Oviedo

grupo de geometría "está al cargo del Ayudante el subteniente dn. José Guerrero, sin otro alguno que supla sus faltas académicas" (AGS GM 5761). No se sabe cuando dejó el Colegio, pero en los documentos de 1804 consultados ya no figura entre los profesores. Durante los años 1806 y 1807 se le encargó, junto a Luis Daoiz, de recoger información sobre la historia de la artillería española.

En 1808 estaba en el ejército del marqués de la Romana que ocupaba Dinamarca a las órdenes de Napoleón. Colaboró en la preparación de la vuelta a España de las tropas para incorporarse al bando que combatía contra José I. Parece ser que fue descubierto cuando trataba de coordinar la vuelta y fue hecho prisionero. Estuvo tres años en Francia hasta que logró huir en 1812 y volvió a España[766].

En 1816 fue enviado a la isla de Santa Elena, formando parte de una comisión, nombrado por Fernando VII para colaborar en la vigilancia de Napoleón. Al parecer era un políglota capaz de hablar en cinco idiomas. Después acompañó al príncipe Francisco de Paula[767] en sus viajes por Europa.

En 1820 fue nombrado coronel. Fue el primer director del Ateneo Español, creado ese año. En 1821 fue escogido para formar parte de la Junta Superior Facultativa. Pese a ello parece que consiguió pronto la purificación y en 1827 fue ascendido a Brigadier. De 1829 a 1832 dirigió la fábrica de pólvoras de Murcia. En 1833 se le encargó la refundición del famoso tratado de Artillería de Moría y en el 1836 fue nombrado Director del Museo del Ejército.

En los últimos años de su vida fue uno de los miembros fundadores de la Real Academia de Ciencias Naturales de Madrid (1834-1847),

---

[766] Castrillo Mazeres (2000, p. 102-103) y en José Maria Queipo de Llano Ruiz de Saravia *Historia del levantamiento, guerra y revolución de España*, (1835, v. 2, p. 81), que narra como llamó traidor a Juan Kindelan, un oficial español que escogió defender a José I, y salvo su vida gracias al conde Bernardotte.

[767] Francisco de Paula Borbón (1794-1865) hijo menor de Carlos IV. Aficionado a las artes fue miembro honorario de la Academia de Bellas Artes de San Fernando.

antecesora directa de la actual Real Academia de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales[768]. Es significativo que Guerrero perteneciera a la sección de "Ciencias Fisico- Matemáticas", como el matemático José Mariano Vallejo, y no a la de "Físico-Químicas". No llegó a formar parte en la Academia de Ciencias cuando se creó en 1847, por lo que puede suponerse que murió antes de ese año.

José Córdoba y Figueroa

Fue promovido a subteniente en 1799. El 26 de septiembre de 1799 Pedro Giannini propuso a José de Cordova como profesor ayudante con una gratificación de 50 reales de los fondos del Colegio. En una "Noticia del aprovechamiento de las clases fin diciembre 1804" José Córdoba aparece como responsable del segundo grupo de geometría. Como Miralles, fue criticado por el nuevo primer profesor Francisco Datoli porque seguía utilizando los libros de Giannini en materias para las que Datoli ya había impreso nuevos apuntes. El 21 de julio de 1804 le escribía José Córdoba al primer profesor diciendo que, si bien "es cierto me he valido del curso de Sr Dn Pedro Giannini", eso "solo ha sido en los párrafos 132 y 134" (AGM de Segovia 1º/1º/F-1287).

En 1808 era ya capitán y colaboró activamente con la preparación del levantamiento de Daoiz y Velarde (Vigón, 1947, v. 3, p. 30). Siguió las peripecias del Colegio y en Febrero de 1809 estaba en Sevilla y en octubre de 1810 entre los que se embarcaron para Menorca (Pérez Ruiz, 1960, p. 140, 147).

De su actividad posterior sólo se ha podido saber que en 1821 servía en la Secretaría de la Dirección General. Nombrado coronel,

---

768 Emilio Montero Herrero, 2003, "Los Artilleros y la Real Academia de las Ciencias" En: *Memorial de Artillería* diciembre de 2003, que se centra en la Real Academia definitiva, o Gomis A. et al. "Noticia histórica de la Real Academia de Ciencias Naturales de Madrid (1834-1847)" En *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias : San Sebastián, 1 al 6 de octubre de 1984.*

fue jefe de la artillería de la plaza de Cádiz (1823-1824). Más tarde fue director interino del Colegio (de febrero de 1834 a enero de 1835) y en 1836 capitán segundo de la compañía de caballeros cadetes. (Vigón, 1947, v. 3, p. 398).

Pedro Velarde y Santillán (1779 – 1808)

Nació en Muriedas, en Cantabria. A los catorce años ingresó como cadete en el Real Colegio de Artillería de Segovia. Alumno brillante fue brigadier y terminó como número 2 de su promoción, siendo nombrado subteniente el 11 de enero de 1799. Se quedó en Segovia, como ayudante de Isidoro Gómez en las clases de álgebra[769].

En 1801 fue destinado al ejército que operaba en Portugal. El 12 de julio de 1802 ascendió al grado de teniente y el 6 de abril de 1804 al de capitán. El 1 de agosto de ese mismo año volvió como profesor ayudante al Colegio de Artillería de Segovia. Le destinaron a esos puestos porque se apreciaban sus conocimientos científicos, pero el hubiera preferido un destino más activo. Así lo dice en una carta a su compañero de curso Pascual Antillón el 15 de junio de 1806 "¡Qué bien haces en tener paz profunda con las *x, k* y n! Lo mismo haría yo si me dejasen obrar á mi gusto" y más adelante: "añades que calcule é integre hasta convertir la paga en un tesoro. Efectivamente que eso es lo que hay que hacer, pero, amigo, Newton y Giannini se quedaron mucho más atrás, y yo voy á retaguardia y sumamente lejos de tan respetables señores"[770].

Dejó el Colegio el 1 de agosto de 1806, fecha en la que fue nombrado Secretario de la Junta Superior Económica del Cuerpo de Artillería, y se trasladó a Madrid para incorporarse al Estado Mayor. Las circunstancias de la invasión francesa hicieron que

---

769 Carta de Miguel Cevallos a Juan Manuel Álvarez 14 de agosto de 1799; "La de Algebra lo está al cargo del segundo profesor el teniente coronel dn. Isidoro Gómez con su ayudante el subteniente dn. Pedro Velarde" (AGS GM 5761).

770 Pérez de Guzman y Gallo, Juan (1908) *El dos de mayo de 1808 en Madrid*, p. 330.

cambiara su inicial simpatía por Napoleón por una firme voluntad de acabar con las fuerzas invasoras. Participó en la organizacion del levantamiento y el 2 de mayo tomó el mando del Parque de Artillería de Madrid, muriendo en los enfrentamientos de ese día, como es bien sabido.

Ignacio López Pascual

Miguel Cevallos pidió al ministro de guerra el 14 de agosto de 1799 que se incorporara como profesor al colegio Ignacio López que estaba destinado en Galicia. El rey aceptó la petición (AGS GM 5761). Ignacio López nació en Zaragoza en 1776. Terminó sus estudios en Seovia en 1798. Fue profesor ayudante de fortificación hasta 1803, año en que pidió permiso para atender a su familia. En 1808 volvió al servicio activo y cuando los franceses sitiaron Zaragoza era capitán y uno de los tres oficiales de artillería con plaza en esa ciudad. Colaboró en la defensa y se encargó de la maestranza y la fabricación de pólvora. Ese año colaboró también en la defensa de Canfranc. En 1809 estuvo al mando de una batería en la batalla de Alcañiz. Continuó peleando en la Guerra de Independencia hasta su muerte en la Isla de León, en 1810, siendo brigadier del ejército, ayudante de estado mayor y capitán de artillaría[771].

Tomás Anillo

Nació en Meruelo (Cantabria) en 1778 y murió en Barcelona en 1853. En 1793 ingresa como cadete en la Academia Militar de Artillería de Segovia. En 1798 fue nombrado subteniente y destinado en Galicia. Miguel Cevallos pidió al ministro de guerra el 14 de agosto de 1799 que se incorporara al Colegio de Segovia y el rey

[771] Información tomada de Vigón (1947, v. 3 p. 39, 40, 53, 54, y 470). Tambien en: http://artillerialossitiosdezaragoza.blogspot.com.es/2008/02/d-ignacio-lopez-pascual.html (1-IX-2012)

aceptó la petición (AGS GM 5761). En 1802 fue nombrado teniente de maestranza en el 1º Departamento y en 1803 es ascendido a capitán. Fue destinado a Buenos Aires. En Junio de 1806 defendió Buenos Aires contra los ingleses cayendo prisionero hasta junio de 1807. Luego combatió las fuerzas independentistas en Argentina y Uruguay y fue hehco prisionero de nuevo. Se fugó y regresó a España en 1821. Contario a los liberales fue deportado a Ibiza. En 1823, acabado el trienio liberal Fernando VII le envió a Murcia, de director de fábrica de pólvora. De allí pasa en 1824 a ser comandante interino de Valencia y luego a Santander como Comandante del Arma. Fue director del colegio de cadetes de Alcalá de Henares, y de la Maestranza de Barcelona. En 1843 se incorporó al levantamiento contra el regente Espartero y tomó parte en la defensa de Sevilla[772].

Francisco Oyarzabal[773]

De la década de 1790 y los primeros años del siglo XIX, es más difícil conocer la historia de los oficiales que aparecen como ayudantes del Colegio de Segovia por la proximidad de la Guerra de Independencia que todo desordenó. De Francisco Oyarzabal, se sabe que nació en Rentería (Guipúzcoa). En enero de 1787 entró como cadete al Colegio de Segovia, en febrero de 1791 le ascendieron a brigadier de la compañía de cadetes y en 1792 a subteniente. Poco después se incorporó al ejército que peleaba en Navarra en la guerra de Convención. Estuvo dos años luchando en ese frente. Se encargó, siguiendo órdenes de Francisco Dátoli, de inutilizar la fábrica de Eugui para que no pudiera ser aprovechada por los franceses. Luego retrocedió a defender la línea establecida en Bergara. En 1795 ascendió a teniente de artillería.

Desde el 1º de enero de 1796 hasta 1804 fue ayudante y profesor del Colegio de Segovia. En 1799 era ayudante de Isidoro

---

772 http://www.meruelo.es/personajes.htm (1-IX-2012).

773 Hoja de servicio en AGM de Segovia O 313.

Gómez en la clase álgebra y pasó a encargarse de la aritmética[774]. En 1803 comenzó a tener problemas con su oído derecho. El 18 de octubre de 1803 escribía solicitando un permiso para curarse en su pueblo tomando las aguas de Cestona, porque desde julio tenía un ruido en el oído, y, pese a ello, "ha continuado trabajando en escribir la geometría que se debe enseñar en los cinco regimientos de dicho real cuerpo, cuya comisión se le dio junto con el capitán primero del mismo cuerpo D. José Bergara". Pero con el trabajo había empeorado su salud y el oído le impedía "el mejor desempeño de sus clases". Después de ese permiso, que le fue concedido el 16 de noviembre, no volvió a trabajar correctamente. En julio de 1802 había ascendido a Capitán segundo y en 1803 a capitán primero. En 1804 fue destinado a Sevilla y permutó su plaza por una de Barcelona. Siguió solicitando permisos porque su salud no mejoraba. Falleció en Barcelona el 3 de mayo de 1806.

Manuel González y Juan Herrera

De los profesores Manuel González y Juan Herrera que aparecen el año 1804 en la "Noticia del aprovechamiento de las clases fin diciembre 1804" enviada por Francisco José Datoli a Baltasar Ferrer no se ha conseguido ninguna información. Se encargaban de la "Clase de preparación" para los "individuos que han principiado el curso después del nuevo reglamento" y del algebra en la "Clase de individuos que habían empezado antes del nuevo reglamento".

---

[774] AGS GM 5761. Carta de Miguel Cevallos a Juan Manuel Álvarez 14 de agosto de 1799 e informe de Giannini sobre necesidades de profesores de 14 de agosto de 1799 que dice que "En este concepto, habiendo sido destinado a la Real Fábrica de Pólvora de Murcia Dn Antonio Elgueta Profesor que fue de la clase de Fortificación, y habiendo pasado a ocupar esta plaza el profesor de aritmética Dn José Bergara y a esta resulta el ayudante de la clase de álgebra Dn Francisco Oyarzabal por disposición del Sr conde de Revilla-Gigedo, quedó vacante una ayudantía para dicha clase de álgebra servida por el profesor segundo Dn Ysidoro Gómez".

A modo de resumen

Además del primero profesor, que como jefe de departamento fijaba lo que se debía estudiar, en el Real Colegio de Caballeros Cadetes de Segovia enseñaban matemáticas una serie de profesores que fueron desde los tres iniciales hasta la docena que pudo haber a final del siglo. Entre los que se encargaron exclusivamente de las matemáticas y los que pudieron dar dibujo, fortificación o artillería, se han podido encontrar unas cincuenta personas. Durante todo el periodo se cuidó que el primer profesor fuera un buen matemático. Si en el cuerpo de artillería no había ningún oficial suficientemente capacitado, se escogió algún matemático que no fuera militar. Pero para cubrir las plazas de segundo o tercer profesor o de profesor ayudante se escogió siempre a un artillero.

Al comienzo los profesores titulares procedían de las Academias de Artillería de Cádiz o Barcelona, o habían estudiado en la Academia de Matemáticas de Barcelona dependiente de los ingenieros. Tenían una sólida experiencia y unos conocimientos amplios de matemáticas, pero no conocían, o, al menos, no dominaban los nuevos cálculos diferencial e integral y la física de Newton. En esa etapa, comenzaron a entrar como ayudantes los mejores alumnos de las promociones salientes del mismo Colegio, para cubrir las necesidades que se planteaban. Además oficiales que estaban a cargo de la formación militar, como Joaquín Mendoza o Alejandro Ferrer, se vieron obligados a encargarse también de la enseñanza de las matemáticas.

En las etapas en las que los Primeros Profesores fueron Vimercati o Giannini, todos los nuevos profesores habían sido alumnos del colegio. Habitualmente, después de haber terminado sus estudios con buenas notas eran propuestos como ayudantes. Comenzaban como asistentes en los estudios de la tarde, como sustitutos de los profesores ausentes o encargándose de los cursos de aritmética que se daban a los nuevos cadetes o candidatos a cadetes. Más tarde,

podían llegar a ser profesores titulares u oficiales de la Compañía de Cadetes. Era muy frecuente que los profesores salieran destinados a fundiciones, Antonio Guillelmi a la Cabada, Luis Pesino a Sevilla, Tomás Eslava a Orbaiceta, Juan Bengoa a Eugui, Dátoli al Bierzo. También a fábricas de pólvora. Unos pocos pasaron a cargos administrativos, como Antonio Arriada o Domingo Bengoa, o a la Armada como Vimercati, Contador o Rubín. También fueron pocos los que hicieron viajes al extranjero para obtener información, como Morla, Juan Guillelmi, o Rubín de Celis.

Aunque eran muy corrientes los cambios entre los profesores del Colegio de Artillería o que pasaran a ser oficiales de las distintas compañías o a ocupar cargos técnicos, siempre hubo un núcleo estable de profesores que permanecieron muchos años mientras estuvo Giannini. Estuvieron mucho tiempo enseñando en Segovia Baltasar Ferrer, Isidoro Gómez, Juan Manuel Munarriz, Cándido Elgueta, o incluso Vicente Alcalá Galiano, que estuvo diez años, impartiendo cursos de matemáticas. Algo parecido sucedió en dibujo con Pedro Chenard y Rafael Pesino y en puestos claves de la Compañía como el de Capitán que ocupó muchos años Alejandro Ferrer o el de Ayudante Mayor con Joaquín de Mendoza.

La labor de Giannini estuvo arropada por la de otros profesores; pero de ninguno se puede decir que se dedicara a las matemáticas. Algunos, como Baltasar Ferrer o Isidoro Gómez, fueron durante muchos años profesores de esa materia, y se podrían considerar matemáticos, pero fueron sobre todo militares. Pocos dejaron la artillería, y sólo Vicente Alcalá Galiano dejó el ejército para dedicarse a otro quehacer científico, técnico o profesional. Ninguno trató de investigar en ciencias exactas. Giannini no logró que nadie se interesara seriamente por las matemáticas que a él le importaron tanto.

Hay dos casos de profesores de matemáticas del Colegio que se dedicaron a las ciencias. Uno es Vicente Alcalá Galiano que desde 1774 hasta 1788 fue profesor ayudante de aritmética, geometría y cónicas y luego abandonó la artillería por la hacienda. El otro fue

Juan Manuel Munárriz que fue profesor desde 1782 hasta 1802 al menos. Pero Munarriz desde que Proust llegó a Segovia estuvo más volcado a la química que a sus clases de geometría. La Guerra de Independencia cortó sus actividades científicas. Posteriormente se dedicó al ejército y a la política.

Del Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería salieron militares, como es normal; pero su formación en Segovia les dio una preparación suficiente para enfrentarse con los problemas científicos y técnicos propios del arma a finales del siglo XVIII. Los que trabajaron como profesores ayudantes tenían una buena formación matemática; pero no les entusiasmaba la asignatura.

El paradigma de los profesores de esta última etapa es el sucesor de Giannini. Francisco José Datoli, formado en el Colegio, fue destinado a fábricas de armas y de municiones, y a viajes de formación, y espionaje, al extranjero. Ocupó varios puestos técnicos. Pero, pese a no haberse dedicado a las matemáticas, cuando le nombran primer profesor estaba al tanto de la evolución de las ciencias exactas y pudo hacerse cargo del puesto sin problemas. Reconoció la labor de Giannini y la importancia de las matemáticas en la formación militar. Sin embargo, no mostraba un entusiasmo especial ni por las matemáticas ni por Giannini.

ESCRITOS LOCALIZADOS DE PEDRO GIANNINI

LIBROS[775]

(1773) *Opuscula Mathematica dedicata regiae celsitudine Petri Leopoldi Archiducis Austriae, Principis Realis Hungriae ac Bohemiae Magnis Ducis Heturiae. Parmae ex Typographia Regia, 1773.*

(1780) *Opúsculos matemáticos que contienen: I. Las demostraciones de las principales propiedades de la Cisoide II. La solucion analítica de un Problema de Mecánica III. Una nueva especie de Trayectorias. Por D. Pedro Giannini Profesor Primero del Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería, Socio de la Academia del Instituto de Bolonia & c. Con Licencia. En Segovia en la imprenta de D. Antonio Espinosa. Año 1780 .*

(1779) *Curso Matematico para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artilleria. Por Don Pedro Giannini, Profesor*

[775] De estos libros el *Curso* se puede consultar en formato pdf en Google books (http://books.google.es/), y en la librería Digital Hispánica de la Biblioteca Nacional (http://bibliotecadigitalhispanica.bne.es/); en otro formato en la Biblioteca Digital de la Junta de Castilla y León (http://bibliotecadigital.jcyl.es/). También se puede acceder desde Europeana. *Opusculos* (1780) está al menos en la Biblioteca Digital Hispánica (1-IX-2012) y *Opuscula* en Google books (1-IX-2012)

Primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bolonia & c. Tomo I Madrid MDCCLXXIX. Por D. Joachin Ibarra, Impresor de Cámara de S.M. y de dicho Real Colegio Militar. Con superior permiso.

2ª Edición

(1803) *Curso Matemático para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artilleria. Por Don Pedro Giannini, Comisario de Guerra de los Reales Exércitos, Profesor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bolonia, de la Real Academia de Ciencias de Lisboa & c. Tomo I. Segunda edición Revista y corregida por el mismo autor. Valladolid MDCCCIII. En la imprenta del Real Acuerdo y Chancillería, por Arámburu y Roldán. Con superior permiso.*

(1782) *Curso Matemático para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artillería. Por Don Pedro Giannini, Profesor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bolonia & c. Tomo II. Segovia MDCCLXXXII. En la oficina de Don Antonio de Espinosa. Con superior permiso.*

(1795) *Curso Matemático para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artillería. Por Don Pedro Giannini, Comisario de Guerra de los Reales Exércitos, Profesor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bolonia, de la Real Academia de Ciencias de Lisboa & c. Tomo III. Segovia MDCCXCV. En la Oficina de Don Antonio de Espinosa. Con superior permiso.*

(1803) *Curso Matemático para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artillería. Por Don Pedro Giannini, Comisario de Guerra de los Reales Exércitos, Profesor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bolonia, de la Real Academia de Ciencias de Lisboa & c. Tomo IV. Valladolid. M.DCCCIII. En la imprenta del Real Acuerdo y Chancillería, por Arámburu y Roldán. Con superior permiso.*

(1784) *Practicas de Geometría y Trigonometría con las tablas de Logaritmos de los números naturales hasta 20.000, de los Senos, Cosenos & c. artificiales de todos los minutos de un Quadrante de Circulo, de los Pesos, Medidas y Millas de las Ciudades principales, & c. Para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artillería. Por Don Pedro Giannini, Profesor primero de dicho Colegio, Socio de la Academia del Instituto de Bolonia & c. Segovia MDCCLXXXIV. En la oficina de Don Antonio Espinosa. Con superior permiso.*

TEXTOS EN LIBROS DE OTROS AUTORES

"lustrísimo viro Petro Camponanesio Petrus Giannini..." en:

SAVÉRIEN, ALEXANDRE (1775) *Historia de los progresos del entendimiento humano en las ciencias exactas y en las artes que dependen de ellas, a saber: La Arismetica, Algebra, Geometria, Astronomia, Gnomonica, Cronologia, Navegacion, Optica, Maquinaria, Hydraulica, Acustica y Música, Geografía, Arquitectura civil, Arquitectura militar, Arquitectura naval; con un compendio de la vida de los Autores más célebres que han escrito sobre estas ciencias . Compuesto en francés por Monsieur Savérien y traducida al castellano por don Manuel Rubin de Celis. Madrid Imprenta de D. Antonio Sancha. Año 1775. A costa de la Real Compañía de impresores y libreros del Reyno* [776]. Nota en el prólogo, p. XIII-XIV.

MANUSCRITOS (Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia)

GIANNINI, PEDRO y GUIGLIEMI (1784) *Catálogo de la Biblioteca del Real Colegio de Artillería: año 1784.* Manuscrito firmado

Se puede consultar en muchas bibliotecas, por ejemplo la Biblioteca Nacional de Madrid o la Biblioteca Pública de Segovia.

el 20 de septiembre de 1784. 76 p. En este trabajo se ha usado la forma castellana del apellido de Jorge Guillelmi, en lugar de Guigliemi.

GIANNINI, PEDRO y GONZÁLEZ, JOAQUÍN (1790) *Catálogo de los libros e instrumentos del Real Colegio Militar de Artillería de Segovia: año 1790.* Manuscrito firmado el 5 de marzo de 1791. 116 p.

GIANNINI, PEDRO y FERRER, ALEXANDRO (1791) *Catálogo de la Biblioteca del Real Colegio de Artillería: año 1794.* Manuscrito firmado el 31 de octubre de 1791. 116 p.

GIANNINI, PEDRO y ARRIADA, JUAN de (1794) *Catálogo de los libros e instrumentos del Real Colegio Militar de Artillería de Segovia: año 1794.* Manuscrito firmado el 31 de octubre de 1794. 64 p.

GIANNINI, PEDRO y ELGUETA, CÁNDIDO (1796) *Catálogo de los libros e instrumentos del Real Colegio Militar de Artillería de Segovia: año 1796.* Manuscrito firmado el 17 de octubre de 1796. 94 p.

GIANNINI, PEDRO y CIENFUEGOS, JOSÉ (1798) *Catálogo de los libros e instrumentos del Real Colegio Militar de Artillería de Segovia: año 1798.* Manuscrito firmado el 21 de noviembre de 1798 72 p.

BIBLIOGRAFIA

Manuscritos

ARCHIVO GENERAL DE SIMANCAS. GUERRA ANTIGUA (AGS GA)

GUERRA MODERNA (AGS GM). Legajos 408, 409, 410, 435, 411, 563, 564, 565, 567, 570, 5759, 5760, 5761.

ARCHIVO GENERAL MILITAR DE SEGOVIA (AGM de Segovia) 1º/1º/ C-3247, 1º / 1º / F-1287, 1º / 1º/ G-2417. 1º / 3º /196-3, 2º / 8-37, 1º / G- 4235, 1º / L-40.

ARCHIVO GENERAL MILITAR DE MADRID (AGM de Madrid) Colección de documentos del AGS transcritos por José Aparici (Aparici)

BIBLIOTECA DE LA ACADEMIA DE ARTILLERÍA DE SEGOVIA (BAAS)

BIBLIOTECA NACIONAL MADRID (BNM) "Fondos Barbieri" Papeles referentes al P. Eximeno, mss. 14028 110-132.

(1765-1787) *Actas del Colegio Militar de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería* 2 v. BAAS. Signatura: 39-5-89 y 39-5-90.

(1745) *Ordenanzas de Nápoles Instrucciones sobre el pie en que deberá subsistir la Academia y escuela de Matemática,* en: AGS GM legajo 569.

(1763) *Instrucción de lo que su Magd. manda observar sobre las circunstancias que deven concurrir en la admisión de sugetos para la Compañía de Cavalleros Cadetes del Rl. Cuerpo de Artillería destinada en el Departamento de Segovia.* BAAS. mss en "Documentos anteriores a la creación del Colegio".

(1764-1765) *Elementos mathematicos para el uso de la Real Academia de Caballeros Oficiales y Cadetes del Rl. Cuerpo de Artillería*, mss. BAAS. Signatura: 56-13-25218

(1768) *Libro Primero: Aritmética,* mss. en el Alcázar de Segovia.

(1828) *Dictamen de la Junta Superior Facultativa del Real Cuerpo de Artillería de Segovia acerca del Curso de Matemáticas Puras escrito por el Capitán de la propia arma José Odriozola*. En su Hoja de Servicios AGM de Segovia Sección 1ª, Legajo O-106.

ESLAVA, T. (1781) *Elementos de los cálculos diferencial è integral* Tudela de Navarra. Biblioteca Pública Yanguas y Miranda, sign.: FA 35/537.

RUIGOMEZ, F. (1771) *Estática Caballero Cadete Francisco Ruigómez año 1771,* mss. en el Alcázar de Segovia.

SILVA, F. (1774) *Primera parte del Álgebra o Análisis Matemático para la instrucción y uso de los cavalleros cadetes del Real Cuerpo de Artillería que se educan en la Militar Academia de Segovia,* mss. Colección particular.

Impresos

(1693) *Escuela de Palas o sea Curso Mathematico dividido en XI tratados*. Milan, imprenta Marcos Antonio Pandulpho Malatesta. Atribuido a J. Chafrión.

(1739) *Ordenanza, e instrucción para la enseñanza de las Mathematicas en la Real, y Militar Academia, que se ha establecido en Barcelona*. Madrid, Antonio Marín.

(1742- 1796) *Giornale de' Letterati*. Florencia, Paolo Giovanelli; Pisa, A. Pizzorno.

(1760) *Conclusiones Mathematicas, defendidas en el Real Seminario de Nobles en presencia de las Magestades Cathólicas los Reyes, Ntros. Señores, (que dios guarde) por Don Leandro Carrillo, cadete de Reales Guardias Españolas, y Don Edmundo Sarsfield, conde de Kilmalock, […] presididas por el padre Estevan Bramieri, de la Compañía, de Jesús*. Madrid, Joaquin Ibarra

(1762) *Reglamento del nuevo pie en que Su Majestad manda se establezca el Real Cuerpo de Artillería.* Madrid, Antonio Marín.

(1768) *Ordenanza de S.M. para el Real Colegio Militar de Caballeros Cadetes de Segovia.* Madrid, Joachin Ibarra.

(1768) *Ordenanzas de S. M. Para el regimen, disciplina subordinación y servicio de sus exercitos*. Madrid, Antonio Marín, 2v. Se utiliza la reedición facsimil 1999 Valladolid, Lex Nova.

(1776- 18..?) *Estado Militar de España* Madrid Imprenta Real (1776-1808). Cádiz (1811, 1812). Madrid de nuevo (1813-...?).

(1784- ?) *Actas y Memorias de la Real Sociedad Económica de los amigos del País de la Provincia de Segovia.* Segovia, Antonio Espinosa.

(1784-1830) *Mercurio de España.* Madrid, Imprenta Real.

(1804) *Reglamento de nueva constitución en el Colegio Militar de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería establecido en Segovia.* Madrid, Imprenta Real.

(1731-1791) *De bononiensi scientiarum et artium Instituto atque Academia commentarii* . Bolonia, Laelii a Vulpe. 7 v. En:

http://amshistorica.cib.unibo.it/diglib.php?inv=1

Le Journal des Sçavans. Paris, Académie des inscriptions et belles-lettres, 1665 - ?. http://gallica.bnf.fr/

Novelle letterarie pubblicate in Firenze. Florencia, Stamperia granducale 1740-?

(1911) *Estudio Histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejercito […] por una comisión redactora*. Madrid, Establecimiento Tipográfico Sucesores de Ribadeneyra. 2 v.

(1992) *La Casa de la Química: ciencia, artillería e ilustración.* Madrid, Ministerio de Defensa.

ABAT, B. (1763) *Amusements philosophiques*. Amsterdam y Marsella, Jean Mossy.

ALAVA Y VIAMONT, D. (1590) *El Perfecto capitan instruiido en la disciplina militar y nueva ciencia de la artillería.* Madrid, Pedro Madrigal. Reedición 1994, Madrid, Ministerio de Defensa.

ALCAIDE IBIECA A. (1830) *Historia de los dos sitios que pusieron á Zaragoza en los años de 1808 y 1809 las tropas de Napoleon*. Madrid, imp. Burgos, 3 v.

ALCAIDE R. y CAPEL H. (2000) "El Curso de Cosmografía de Lucuce en las Academias de matemáticas militares: el problema de los textos científicos y el desarrollo de la ciencia española del siglo XVIII, *Geo-Crítica,* Textos electrónicos nº 1

ALCALÁ GALIANO, V. (1992) *Sobre la economía política y los impuestos (Segovia 1781-1788) Edición y estudio preliminar: José Manuel Vallés Garrido.* Segovia, Biblioteca de Ciencia y Artillería de Segovia.

ALFONSI, L. (2010) "L'enseignement scientifique et technique au XVIIIe siècle dans les écoles des Gardes de la Marine : le rôle essentiel d'Étienne Bézout (1730–1783)", en: http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/44/40/44/PDF/Alfonsi-article_enseignement_v2.pdf (20-VI-2011)

ARIAS, I. (2002) *Ciencia e Ilustración en las lecturas de un matemático: la biblioteca de Benito Bails.* Granada Universidad de Granada.

ARRIGHI, G. (1995) "Pietro Giannini (sec. XVIII) matematico di Pescia" en: *Atti del Convegno su personaggi nella storia della Valdinievole : Buggiano Castello, 25 giugno 1994*. p. 145-162.

AUSEJO E. y VELAMAZÁN M. A. (1993) "De Lagrange a Cauchy: el cálculo diferencial en las academias militares en España en el siglo XIX". *Llull* 16 (30), 327-370.

BAGNI G. T. (1993) *Vicenzo, Giordano, Franceso Riccati e la matematica del settecento*. Treviso, Teorema

(1997) "Un matematico trevigiano del settecento:Vincenzo Riccati (1707-1775)", en *Cassamarca* 16, XI, 1, 61-65

BAILS, B. (1776) *Principios de Matemàtica de la Real Academia de San Fernando*, Madrid, Joaquin Ibarra. 3 v.

(1779-1804) *Elementos de matemáticas.* Madrid, Ibarra. 10 v. uno en dos tomos.

BAILS, B. y CAPMANY G. (1772) *Tratados de Mathematica, que para las escuelas establecidas en los regimientos de infantería, por particular*

encargo de su Inspector General el Exc. Sr conde de O'Reilly. Madrid, Ibarra.

BALAGUER E. y JIMÉNEZ E. (eds.) (1995) *Ejército, ciencia y sociedad en la España del antiguo régimen*. Alicante, Juan Gil-Albert.

BALBASOR, F., (1726), *La Campana de Manfredonia. Tratado Mathematico en que se resuelven las incógnitas proposiciones de la dimensión del círculo en diferentes partes iguales, la Triseccion del Angulo, asi Rectilineo como Curvilíneo; la de dos medias proporcionales […]. Sevilla, J. F Blas de Quesada.* Se ha utilizado la reedición de 2007 (Sevilla Extramuros).

BELHOSTE B. (2003) "Historique des classes préparatoires", en: *Colloque Démocratie, classes préparatoires et grandes écoles*, Paris, École Normale Supérieure 16 y 17 mayo 2003.

BELIDOR M. (1725) *Nouveaux Cours de Mathématique à l'usage de l'artillerie et du genie.* Paris, Charles-Antoine Jombert. 2ª edición ampliada 1757 mismo editor.

BERNOULLI, D. (1738) *Hydrodynamica.* Basile, Deckeri.

BEZOUT, E. (1764-1767) *Cours de mathèmatiques à l'usage des gardes du pavillon et de la marine*. Paris, 6 v.

(1788-1797) *Cours de mathèmatiques à l'usage du Corps Royal de l'Artillerie.* Paris, Richard. 4 v. 1º ed. 1770.

BLONDEL, N. F. (1683) *L'art de jetter les bombes.* Paris, Nicolas Langlois.

BONOLA, R. (1923) *Geometrías no euclidianas. Exposición histórico-crítica de su desarrollo. Traducción del italiano Luis Gutiérrez del Arroyo.* Madrid, Calpe.

BORREGUERO GARCÍA, E. (coord.) (1988) *Los Artilleros del real Colegio de Artillería en el Alcázar de Segovia durante el reinado de Carlos III.* Segovia, Patronato del Alcázar.

BOSCOVICH, R. (1754) *Elementorum Universae Matheseos, T, II Algebram Finitam* Roma, G. Salomon.

BOYER, C. B. (1992) *Historia de la Matemática*. Madrid, ed. Alianza Universidad. 2º edición en castellano, 1º inglesa 1968.

(1959) *The history of the Calculus and its conceptual development*. Reedición Dover Nueva York. 1º ed. 1949.

BRACHO BUSTAMANTE, P. A. (1764) *Tratado de artillería y bombardería: para instrucción de los artilleros*. Lima, Imprenta Real.

CADALSO (1772) *Los eruditos a la violeta*. Madrid, Sancha. Firma como Joseph Vazquez.

(1790) *El buen militar la violeta*. Sevilla, Imprenta Mayor.

CADENAS Y VICENT, V. de y CÁRDENAS PIERA E. de (1956) *Caballeros de la Orden de Alcántara que efectuaron sus Pruebas de Ingreso durante el Siglo XIX*. Madrid, Hidalguia.

(1977-1996) *Caballeros de la Orden de Santiago, siglo XVIII*. Madrid, Instituto Salazar y Castro. 9 v.

(1983) *Extracto de los expedientes de la Orden de Carlos III: 1771-1847*. Madrid, Instituto Salazar y Castro. 13 v.

CAJORI, F. (1993) *A history of mathematical notations*. Reprint de Dover de Nueva York. 1º edición 2 v. 1928, 1929.

CAPEL, H., SÁNCHEZ, J. E. y MONCADA O. (1988) *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares del siglo XVIII*. Barcelona, Serbal-CSIC.

CARRASCO y SAYZ, A. (1887-1888) "Apuntes sobre los sistemas y medios de instrucción del cuerpo de artillería" en: *Memorial de Artillería* serie III vol.XVI, 1887, p.392-408, p.609-616, vol. XVII p.421-433, p. 544-556, p. 622-643, p. 733-750, vol. XVIII p.49-61, p. 153-169, p. 259-264, vol XX p. 56-72, p.299-303, p.465-496, p. 591-618.

CASSANI, José, 1705, *Escuela Militar de fortificación ofensiva y defensiva*. Madrid, Antonio Gonçales de Reyes.

CASTRILLO MAZERES, F. (200) "La Historia del Museo del Ejército en sus hombres", en *Militaria, Revista de Cultura Militar* 2000, 14, p. 95-111.

CERDA, T., (1758) *Liciones de mathemática, ó elementos generales de arithmética y álgebra*. Barcelona, Suria. 2 v.

(1760) *Lecciones de mathematica o elementos generales de geometria*. Barcelona, Suria.

(1764) *Lección de Artilleria para el uso de la classe*. Barcelona, Suria.

CHAIX, J. (1801) *Instituciones de cálculo diferencial e integral*. Madrid, Imprenta Real.

CISCAR, G. (1800) *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la naturaleza*. Madrid, Imprenta Real.

COBOS BUENO, J. M. y FERNÁNDEZ-DAZA, C. (1997) *El Calculo infinitesimal en los ilustrados españoles: Francisco de Villalpando y Juan Justo García*. Cáceres, Universidad de Extremadura.

CHASLES, M. (1837) *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes de la géométrie*. Bruselas, Hayez.

CUESTA DUTARI, N. (1985) *Historia de la invención del Análisis Infinitesimal y de su introducción en España*. Salamanca, Universidad de Salamanca.

DÁTOLI, F. (1807) *Curso de Matemáticas para el uso de los oficiales y caballeros cadetes del Real Cuerpo de Artillería […] Tomo I Aritmética*. Madrid, Imprenta Real.

Curso de Matemáticas para el uso de los oficiales y caballeros cadetes del Real Cuerpo de Artillería […] Tomo II Álgebra. Segovia, Espinosa.

D'AYALA, M. (1847) *Napoli Militare*. Nápoles, dell'Iride.

DESCARTES, R. (1886) *La Géométrie*. Paris. A. HermanXIX. Reedición Jacques Gabay 1991. El original de 1637, apéndice del *Discours de la Méthode*.

DUGAS, R. (1988) *A history of mechanics*, New York, Dover. 1ª ed. 1955 en francés.

EUCLIDES / CLAVIUS (1607) *Euclidis elementorum libri XV*. Francfurt Hoffman. 2 v. 1ª edición 1574 Roma.

EUCLIDES / KRESA, J. (ed.) (1689) *Elementos Geometricos de Euclides, los seis primeros Libros de los planos, y los onzeno, y dozeno de los Solidos. Con algunos selectos Teoremas de Archimedes*. Bruselas, Francisco Foppens.

EUCLIDES / FERNANDEZ DE MEDRANO, S. (ed.) (1728) *Los Seis Primeros Libros, Onze, y Doze, de los Elementos Geometricos del Famoso Philosopho Euclides Megarense*. Amberes, Viuda de Henrico Verdussen. 1ª edición 1688.

EUCLIDES / GRANDI, G. (1740*) Elementi Geometrici Piani, e Solidi di Euclide*. Florencia, Tartini y Franchi

EUCLIDES / SIMSON (1756) *Euclidis Elementorum libri priores sex item undecimus et duodecimus ex versione latina Federici Commandini*. Glasgow, Foulis.

EUCLIDES / SIMSON (1784) *Los seis primeros libros, y el undecimo, y duodecimo de los Elementos de Euclides traducidos de nuevo sobre la version latina de Federico Comandino conforme a la fiel y correctisima edicion de ella publicada modernamente por Roberto Simson profesor de matematica en la Universidad de Glasgow é ilustrados con notas criticas y geometricas del mismo autor.* Madrid, Ibarra

EUCLIDES / PUERTAS Mª. L. (1991-1996) *Elementos.* Madrid, Gredos. Biblioteca Clásica. 3 v.

EULER, L. (1736) *Mechanica sive motus scientia analytice exposita*. San Petersburgo, imp. de la Academia. 2 v,

(1748) *Introductio in Analysin Infinitorum. Auctore Leonhardo Eulero Professore Regio Berolinensi, & Academiae Imperialis Scientiarum Petropolitanae Socio. Tomus Primus. Lausannae, Apud Marcum-Michaelem Bousquet & Socios.* (facsimil 2000, Sevilla, ed. SAEM Thales y RSM, con *Introducción al Analisis de los Infinitos* tradución por J.L.Arantegui y notas A.J.Duran).

EXIMENO A. (1764) *Oracion qve en la abertvra de la Real Academia de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería […] dixo El Padre Antonio Eximeno.* Madrid, Sánchez.

(1789) *De Studiis Philosophicus et Mathematicis instituendis.* Madrid, Imprenta Real.

(1796) *Del origen y reglas de la música.* Madrid: Imprenta Real,

FEDERECI, D. M. (1790) *Commentario sopra la vita e gli studi del Conte Giordano Riccati, nobile trivigiano*. Venecia, Coleti.

FEIJÓO, B. (1774) *Cartas eruditas y curiosas*. Madrid, Real Compañía de Impresores. 5 v. 1ª edición 1747-1760.

FERMAT P. (1989) *Précis des oeuvres mathématiques de Pierre Fermat*. Paris, J. Gabay. Facsímil de la edición de E. Brassinne, en 1853.

FERNANDEZ DE MEDRANO, S. (1687) *El Ingeniero:* Bruselas, Lamberto Marchant. 2 v.

(1699) *El Perfecto Artificial, Bombardero y Artillero. Que contiene los Artificios de Fuegos Marciales, Nuevo Uzo de Bombas, Granadas y practicas de Artilleria, y mosquete & c.* Bruselas, Lamberto Marchant.

FERNÁNDEZ NAVARRETE M. (1851) *Biblioteca Marítima Española, obra póstuma*. Madrid.Viuda de Calero. 2 v.

FIGUERAS (1991) *Estudi crìtic-analìtic de la bibliografia Espanyola sobre la tècnica del gravat calcogràfic.* Tesis doctoral Barcelona UAB

FIRRUFINO, J.C. (1648) *El Perfeto Artillero Theorica y Pratica*. S. l., s. i. Las tasas están firmadas en 1648 por lo que probablemente fue esta la fecha de publicación y no 1642 como aparece en la portada.

FRAGA, X. A. (2008) "Vimercati, un matemático no Ferrol da ilustración". *Ferrol Análisis*. 23, p. 20-23.

GAGO BOHORQUEZ, R. (1990) "Luis Proust y la Cátedra de Química de la Academia de Artillería de Segovia", en: Proust, Louis, 1990 (1791) *Anales del Real laboratorio de Química de Segovia*. Segovia Antonio Espinosa, reedición facsimil.

GARCÍA CAMARERO, E. y E. (1970) *La polémica de la ciencia* española Madrid, Alianza.

GARCÍA HOURCADE, J. L., y VALLES GARRIDO, J. M., (1989) *Catálogo de la Biblioteca del Real Colegio de Artillería. I Fondos Científicos.* Segovia, Academia de Artillería.

(1992) "La Sociedad Económica Segoviana de Amigos del País y la proyección civil del Real Colegio de Artillería de Segovia", en*: La Casa de la Química: ciencia, artillería e ilustración,* Madrid, Ministerio de Defensa, p. 57-72.

GARCÍA HOURCADE, J. L., (2002) *La meteorología en la España ilustrada y la obra de Vicente Alcalá Galiano.* Segovia, Biblioteca Ciencia y Artillería.

GARMA PONS, S. (2002) "La enseñanza de las matemáticas", en: *Historia de la Ciencia y la Técnica en la Corona de Castilla* v. 4, p. 311-346. Salamanca, Junta de Castilla y León.

GATTO, R. (2010) *Libri di Matematica a Napoli nel settecento. Editoria, fortuna e diffusiones delle opere*. Roma, Edizioni di Storia e Letteratura.

GODOY ÁLVAREZ DE FARIA, M. (1836-1842), *Cuenta dada de su vida política por Don Manuel Godoy, Príncipe de la Paz; ó sean Memorias críticas y apologéticas para la historia del reinado del señor D. Carlos IV de Borbón*. Madrid, Sancha; Gerona, Vicente Oliva), 6 v.

GOMES TEIXEIRA, F. (1905) *Tratado de las curvas especiales notables*, Madrid, imp. La Gaceta.

GÓMEZ VIZCAÍNO, J. A. (1991) "El colegio de Artillería de Segovia en las Islas Baleares", en: Separata *Cuadernos de Historia Militar* p. 43-51

GRANDI, G. (1746) *Sectionum conicarum synopsis,* en *Andreae Tacquetr Societatis Jesus Trigonometria plana [...] Sectionis Conicae Guidonis Grandi*. Venecia Joseph Bertella. Es probable que existan ediciones anteriores.

GUGGISBERG, F. G. (1900) *The shop, the story of the Royal Military Academy*. Londres, Cassel and co.

GUZMAN M. y GARMA S. (1980) "El pensamiento matemático de Antonio Eximeno", *Llull*, 3 nº1, 3-38.

HAHN, R. y TATON, R. (1986) *Écoles techniques et militaires au XVIIIe*. Siècle. Paris, Hermann.

HEATH, T. (1921) *A History of Greek Mathematics*. Oxford, Clarendom Press, 2 v. Reedición ed. Dover, New York, 1981.

HEINE BARNETT, J. (2009) "Mathematics goes ballistic: Benjamin Robins, Leonhard Euler, and the mathematical education of military engineers", *BSHM Bulletin: Journal of the British Society for the History of Mathematics*, 24(2), 92 - 104.

HERRERO FERNÁNDEZ DE QUESADA Mª D.(1990) *La enseñanza militar ilustrada El Real Colegio de Artillería de Segovia*. Segovia, Academia de Artillería.

(1992a) *Catálogo de la Biblioteca del Real Colegio de Artillería de Segovia. II. Fondos artilleros y de fortificación*. Segovia, Academia de Artillería.

(1992) *Ciencia y milicia en el siglo XVIII. Tomás Morla artillero ilustrado*. Segovia, Patronato Alcázar de Segovia.

(1994) "El Artillero segoviano Francisco Javier Datoli", *Memorial de artillería* diciembre 1994, p. 88-96.

HIDALGO, E. (1990) "La etapa fundacional de la Academia de Artillería de Segovia: 1764-1779", en J. Fernández Pérez, I. González Tascón (eds.) *Ciencia, técnica y estado en la España ilustrada*, Zaragoza, MEC y SEHCyT, p. 13-29.

(1995) "Esplendor geométrico y sentido común en la artillería del siglo XVIII". en: Balaguer Emilio y Jiménez Enrique (eds.) *Ejército, ciencia y sociedad en la España del antiguo régimen*, p. 533-542.

HORMIGÓN M. (1994) *Las Matemáticas en el siglo XVIII*. Madrid, Akal.

ISLA, J. F. (1846) *Historia del famoso predicador fray Gerundio de Campazas, alias zotes* Madrid, P. Madoz y L Sagasti, 2 v.1ª edición 1758 – 1768.

JUAN J. (1757) *Compendio de Navegacion para el uso de los cavalleros Guardias-Marinas*. Cadiz, Academia de los mismos Cavalleros.

(1771) *Examen Marítimo.* Madrid, Manuel de Mena. 2 v.

(1774) *Estado de la Astronomía en Europa*. Madrid, imp. Gazeta.

JUAN J. y ULLOA A. (1748) *Observaciones astronómicas y físicas hechas en los Reinos del Perú*. Madrid, Juan de Zuñiga. Reedición 1773.

LACROIX, S. F. (1805) *Essaie sur l'enseignement en général, et sur celui des mathématiques en particulier, ou manière d'étudier et d'enseigner les mathématiques*. Paris,

(1848) *Traité élémentaire d'arithmétique, à l'usage de l'École centrale des quatre-nations.* París, Bachelier. 20º edición. 1º en 1797.

(1836) *Elémens d'Algèbre à l'usage de l'Ecole centrale des quatre nations.* París, Bachelier. 16º edición. 1º en 1797.

LAFUENTE A. y PESET J.L. (1985) "Militarización de las actividades científicas en la España ilustrada", en: Peset J.L. et al *La Ciencia Moderna y el Nuevo Mundo.* Madrid, CSIC, p. 127 – 147.

LAFUENTE, A. y SELLÉS, M. (1988) *El Observatorio de Cádiz (1753-1831)*. Madrid, Ministerio Defensa.

LANGINS, J. (1990) "The «Ecole Polytechnique» and the French Revolution: merit, militarization and mathematics", *Llull* 13 (24), 91-106.

LANUZA, F. de (1966) "Para la historia del Colegio de Artillería de Segovia. *Estudios Segovianos*, XVIII (52), p. 61-76.

LE PUILLON M. T. (1858) *Esquisse historique sur les Écoles d'Artillerie pour servir à l'histoire de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie*. Metz, Rousseau-Pallez.

L'HOSPITAL, G. F. A. de (1696) *Analyse des infiniment petits, pour l'intelligence des lignes courbes.* Paris, Imprimerie Royale.

LORIA, G. (1950) *Storia della Matematiche.* Milan, Ulrico Hoepli 2º edición.

LUCUCE, P. (1773) *Disertación sobre las medidas militares, que contiene la razon de preferir el uso de las nacionales a las forasteras.* Barcelona. Francisco Suria y Bargada.

MACLAURIN, C. (1796) *A Treatise of Algebra in Three Parts*, Londres, Wingrave. 6ª edición, 1º en 1748.

MARCELO RODAO, G. de (2000) "El Laboratorio de Mixtos y la Escuela Práctica de Artillería en la ciudad de Segovia (siglos XVIII- XX)" *Estudios segovianos* nº 100, p.. 155-234.

MARCOS BURRIEL, A. (1758) *Informe de la ciudad de Toledo al Consejo de Castilla sobre igualación de pesos y medidas.* Madrid Joachin Ibarra. Atribuida a Marcos Burriel, impresa como un informe oficial sin firma. Existe una reedición facsimil 1991, Toledo, Diputación Provincial.

MASSA-ESTEVE, M. R.; ROCA-ROSELL, A.; PUIG-PIA, C. (2011) "'Mixed' mathematics in engineering education in Spain: Pedro Lucuce's course at the Barcelona Royal Military Academy of Mathematics in the eighteenth century" in: *Engineering Studies*, v. 3, nº 3, 233-253

MIRALLES y ANGLESOLA A. (1788) *Examen literario a que se ofrece D. Antonio Miralles y Anglesola hijo de los Marqueses de la*

Torre de Carrús, Seminarista en el Real de Nobles de Valencia, y Cadete del Real Cuerpo de Artillería. Valencia, Benito Monfort.

MORA M. S. de; MASSA-ESTEVE M. R. (2008) "On Pedro de Lucuce's Mathematical Course: Sources and Influences" En: Hermann Hunger, Felicitas Seebacher, Gerhard Holzer (eds.) *Styles of Thinking in Science and Technology. Proceedings of the 3rd International Conference of the ESHS* Vienna. OAW y ESHS, p. 835-844. E-book.

MORENO GONZÁLEZ, A. (2002) "La Física Moderna", en: *Historia de la Ciencia y la Técnica en la Corona de Castilla*, v. 4, p. 347-401.

MORLA, T. de (1784-1786) *Tratado de Artilleria para el uso de la Academia de caballeros cadetes: dividido en quatro tomos: que tratan de las principales funciones de los oficiales de este cuerpo en paz, y en guerra / escrito por don Tomas de Morla*. Segovia, Antonio Espinosa. 3 v. 2ª edición corregida 1816.

(1803), *Laminas pertenecientes al Tratado de artilleria que se enseña en el Real Colegio Militar de Segovia / escrito por don Thomas de Morla*. Madrid, Imprenta Real.

MUÑOZ CORVALÁN, J. M. (Coord.) (2004) *La Academia de Matemáticas de Barcelona*. Barcelona, Ministerio de Defensa.

NAVARRO BROTONS, V. (1985) *Tradició i canvi cientific al País Valenciá modern*. Valencia, ed. Tres i quatre, Eliseu Climent editor.

NAVARRO LOIDI, J. (2006) *Las Ciencias Matemáticas y las enseñanzas militares durante el reinado de Carlos II*. Madrid, Ministerio de Defensa. 2 v.

(2008) "The Leccion de Artillería of Tomás Cerdá and the renovation of the Spanish artillery", en: Hermann Hunger, Felicitas Seebacher, Gerhard Holzer (ed.) *Styles of Thinking in Science and Technology. Proceedings of the 3rd International Conference of the ESHS*. Viena, OAW y ESHS, p. 879-890. E-book.

(2011) "Francisco Balbasor, La Campana de Manfredonia y las Academias de Artillería españolas a comienzos del XVIII", en: Cobos Bueno, José M.; et al. (ed.) *X Congreso de la Sociedad*

Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. 2008 (e-book 2011) Badajoz, SEHCyT. p. 465-475.

(2012) "La enseñanza del álgebra en el Real Colegio de Caballeros Cadetes de Artillería de Segovia en la etapa de Cipriano Vimercati (1772-1777)", en Urkia, J. M. (ed.) *XI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas.* San Sebastián-Donostia, RSBAP. p. 397-410.

NEWTON, I. (1769) *Universal Arithmetick*. Londres, Johnston. 1ª ed. en latín 1707

(1987) *Principios matemáticos de la Filosofía natural (Estudio preliminar, traducción y notas de Antonio Escohotado)*. Madrid, Tecnos. 1ª edición en latín en 1687.

ODRIOZOLA, J (1827-1829) *Curso Completo de Matemáticas Puras*. Madrid, Imprenta que fue de García, 4 v.

(1832) *Tratado elemental de Mecánica*. Madrid, Imprenta de Villaamil. 2 v.

OTAÑO, N. (1943) *El P. Antonio Eximeno. Estudio de su personalidad a la luz de nuevos documentos.* Madrid, Talleres Farga.

PADILLA Y ARCOS, P. (1753-1756) *Curso militar de Matemáticas, sobre las partes de esta ciencia, pertenecientes al Arte de la Guerra*. Madrid, Antonio Marin. 4 v.

PAPPO (1970) "Colección matemática", en: Vera, *Científicos griegos*. v. II, Madrid, Aguilar, 925-1015.

PARDO CANALÍS, E. (1987) *El padre Eximeno Profesor Primario del Real Colegio de Artillería de Segovia*. Segovia, Patronato Alcazar de Segovia.

PÉREZ RUÍZ, P. A. (1960) *Biografía del Colegio-Academia de Segovia* Segovia, Academia de Artillería.

PÉREZ VILLANUEVA, J. (1987) *El Conde Félix Gazzola, primer director del Real Colegio de Artillería: un italiano en la Ilustración española*. Segovia, Patronato del Alcázar de Segovia.

PORTUGUÉS, J. A. (1765) *Colección General de las Ordenanzas Militares*. Tomo VI Artillería. Madrid, Antonio Marín.

PROUST, L.ouis, (1990) *Anales del Real laboratorio de Química*

de Segovia o colección de memorias sobre las artes, la artillería, la historia natural de España y Americas, la docimastica de sus minas & c. Segovia, Biblioteca de Ciencia y Artillería. Reedición facsimil de la edición de 1791-1795. Segovia Antonio Espinosa.

PUIG ADAM, P. (1967) *Curso Teórico Práctico de Ecuaciones diferenciales, aplicado a la física y a la técnica* Madrid, Biblioteca Matemática. 10º edición, 1ª ed. 1950.

RABANAL YUS, A. (1990) *Las Reales fundiciones españolas del siglo XVIII.* Madrid, EME.

REYES GÓMEZ, F. de los; VILCHES CRESPO, S. (2003) *La labor editora de la Academia de Artillería y su incidencia en Segovia.* Segovia, Biblioteca de Ciencia y Artillería.

REYNEAU Ch. R. (1736) *Analyse démontrée.* París, Quillau. 2ª edición con comentarios de Varignan. 1ª edición 1708

RICCATI V. (1757a) "De motibus liberis, et curvilineis in vacuo", en: *De bononiensi scientiarum et artium Instituto atque Academia commentarii*, v. 4, p. 139 – 198.

(1757b) *Opusculorum ad res physicas & mathematicas pertinentium.* Bolonia, Instituto de Ciencias. 2 v .

RICCATI, V.y SALADINI, G (1765-1767) *Institutiones Analyticae.* Bolonia, Santo Tomás de Aquino. 2 v.

RIOS,V. de los (1767) *Discurso sobre los ilustres autores e inventores de Artillería que han florecido en España desde los Reyes Cathólicos, hasta el presente.* Madrid, Joachin Ibarra.

(1773) *Discurso para la abertura de la Escuela de Táctica de Artillería.* Madrid, Joachin Ibarra.

ROBINS, B. (1742) *New Principles in Gunnery.* Londres, J. Nourse.

RUEDA, M. (1761) *Instrucción para grabar en cobre y perfeccionarse en el grabado a buril el aguafuerte y el huso.* Madrid, J. Ibarra.

SÁNCHEZ RECIENTE, J. (1733) *Tratado de Artillería, theórica, y práctica* s. l., s. i.

(1742) *Tratado de trigonometría plana general.* Sevilla Imprenta Recientes.

SARRAILH, J. (1992) *La España ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII*: México, Fondo de Cultura Económica.

SAVÉRIEN A. (1775) *Historia de los progresos del entendimiento humano.* Madrid, ed. Sancha. Traductor M. Rubín de Celis.

SELLÉS, M.; PESET, J. L. y LAFUENTE, A. (1988) *Carlos III y la ciencia de la Ilustración,* Madrid, Alianza.

SIMON DIAZ, J. (1992) *Historia del Colegio Imperial de Madrid*. Madrid, Instituto de Estudios Madrileños. 1ª ed. 1959.

SIMSON, R. (1776) "Apollonii Pergaei De Sectione Determinata", en: *Roberti Simson, M. D. Matheseos Nuper in Academia Glasguensi Professoris Opera Quaedam Reliqua.* Glasgow, Foulis.

STEELE, B. D. (1994) "Muskets and Pendulums: Benjamin Robins, Leonhard Euler, and the Ballistics Revolution", en: *Technology and Culture*, 35 (2), 348-382.

STEELE B. D. y DORLAND T. (eds.) (2005) *The Heirs of Archimede.* Cambridge (Massachusets), ed. MIT.

TENA. (1983) "La física experimental en la Universidad española de fines del siglo XVIII y principios del XIX: la Universidad de Valencia y su Aula de Mecánica y Física Experimental", *Llull.* 6, (10-11), p. 165-190

(1991) *La Física ilustrada.* Madrid, Akal

TORTOLINI, B (1865) "Sugli archi di cicloide (ordinaria, allungata ed accorciata)", en: *Annali di matematica pura ed applicata*, v. 7, p. 211-215.

TOSCA, T.V. (1757) *Compendio Mathematico, en que se contienen todas las materias mas principales de las Ciencias, que tratan de la Cantidad. Que compuso el doctor Thomas Vicente Tosca*. Valencia, Joseph Garcia. 9 v. 1ª edición 1707-1715.

VALLÉS J. M. (1992) "Estudio Preliminar" en: Alcalá Galiano, Vicente *Sobre la economía política y los impuestos (Segovia 1781-1788).* Segovia, Biblioteca de Ciencia y Artillería.

VER EECKE P.(1923) *Les Coniques d'Apollonius de Perge* . Bruges, ed. Desclée, De Brouwer et cie.

(1933) *Pappus d'Alexandrie La Collection Mathématique*. 2 v. París - Bruges, Desclée, De Brouwer et cie.

VERA, F.(1970) *Científicos Griegos.* Madrid, Aguilar. 2 v.

VERNET, J. (1998) *Historia de la Ciencia Española*. Barcelona, Alta Fulla. Facsimil de la primera edición de 1976.

VIDART, L. (1889) *Vida y escritos del teniente coronel capitán de artillería Don Vicente de los Ríos.* Madrid, Imp. del Cuerpo de Artillería.

VIGÓN SUERO-DÍAZ, J. (1947) *Historia de la Artillería Española*. Madrid, C.S.I.C., 1947. 3 v.

WOLFF, Ch. (1743) *Elementa Matheseos universiae. Tomus primus* Paris, Carolum Jombert.

Índice

OTRAS PUBLICACIONES DE LA BIBLIOTECA DE CIENCIA Y ARTILLERÍA

- Catálogo de la biblioteca dieciochesca del Real Colegio de Artillería de Segovia: T.I. Fondos científicos / Juan Luis García Hourcade, José Manuel Valles Garrido, (1989).
- La enseñanza militar ilustrada el Real Colegio de Artillería de Segovia / María Dolores Herrero Fernández-Quesada, (1990).
- Discurso físico-anatómico sobre las plantas / Luis García de la Huerta; estudio preliminar, edición y notas a cargo de José Manuel Valles Garrido y Juan Luis García Hourcade [edición facsímil], (1990).
- Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia / por L. Proust ; [introducción] Ramón Gago Bohórquez [edición facsímil], (1990).
- Catálogo de la biblioteca dieciochesca del Real Colegio de Artillería de Segovia : T.II. Libros de Artillería y Fortificación / María Dolores Herrero Fernández-Quesada, (1992).
- Sobre la economía política y los impuestos : Segovia, 1781-1788 / Vicente Alcalá Galiano ; estudio preliminar de José Manuel Valles Garrido [edición facsímil], (1992).
- Real Cédula de S.M. y Señores del Consejo, por la cual se aprueban los Estatutos de la Real Sociedad Económica de la Ciudad de Segovia / introducción por José Manuel Valles Garrido [edición facsímil], (1996).
- El legado artístico del exconvento de San Francisco / Diego Quirós Montero, (1997).
- Catálogo de los fondos históricos de los siglos XVI al XIX en la Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia / Guadalupe de Marcelo Rodao, (2001).
- Catálogo de los fondos geográficos y afines de los siglos XVI al XIX en la Biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia / Guadalupe de Marcelo Rodao, (2001).
- La meteorología en la España ilustrada y la obra de Vicente Alcalá Galiano / Juan Luis García Hourcade [edición facsímil]. (2002)
- La labor editora de la Academia de Artillería y su incidencia en Segovia (1764-1900) / Fermín de los Reyes Gómez, Susana Vilches Crespo, (2003).

Índice

- Las ciencias naturales (química y mineralogía) y el Colegio-Academia de Artillería de Segovia: 1839-1928 / Juan Manuel Moreno Yuste, (2006).
- Los usos de la historia. Autores y obras históricas del XIX español en la Biblioteca de la Academia de Artillería / Marcelino Vaquero Ferreiro, (2007).
- Ciclo de conferencias: Conmemoración bicentenario "2 de mayo"/ Varios autores, (2008).
- El Alcázar de Segovia en la época de los Colegios (1764-1862). Distribución, usos, nomenclatura y obras / Ubaldo Martínez- Falero del Pozo, (2011).
- La enseñanza y las investigaciones en química y metalurgia desarrolladas en el Real Colegio de Artillería de Segovia en el siglo XVIII / Antonio Aguilar Escobar, (2011).

La BIBLIOTECA DE CIENCIA Y ARTILLERÍA es una colección impulsada por diversas instituciones segovianas con el fin de recuperar y dar a conocer una parte importante de la actividad intelectual en la Segovia del siglo XVIII.

Pedro Giannini fue de 1777 a 1803 responsable de los estudios académicos del Real Colegio de Artillería de Segovia, y encargado de la enseñanza de las matemáticas. Nacido y formado en Italia, fue al mismo tiempo una persona introvertida y poco sociable, un profesor responsable y un matemático distinguido. No es fácil saber algo sobre su vida personal; pero sí se conoce mucho de sus actuaciones. Por eso este libro se centra principalmente en su labor como Primer Profesor del Real Colegio de Caballeros Cadetes y en las matemáticas que enseñó.

Profesor riguroso y poco amigo de simplificaciones didácticas, no lo tuvieron fácil los cadetes con Giannini. Pero gracias a eso la artillería española pasó de ser un arma basada en el empirismo y dependiente de los ingenieros militares en las enseñanzas teóricas a ser un arma fundamentada en la ciencia más avanzada.

Indirectamente, este libro ayuda también a entender cómo la ciencia europea llegó en el último cuarto del siglo XVIII en abundancia a Segovia.

BIBLIOTECA DE CIENCIA Y ARTILLERÍA.
SEGOVIA