

CONSTRUYENDO LA MODERNIDAD: NUEVOS DATOS Y ENFOQUES SOBRE LA INTRODUCCIÓN DEL CÁLCULO INFINITESIMAL EN ESPAÑA (1717-1787)

ELENA AUSEJO
FRANCISCO JAVIER MEDRANO SÁNCHEZ
Universidad de Zaragoza

Resumen

Este trabajo se estudia el proceso de introducción del cálculo infinitesimal en España, entendido como paradigma de la modernidad matemática en la Ilustración, en su entorno institucional, especialmente docente, haciendo particular hincapié en el grado de su implantación en términos de número de estudiantes, manuscritos disponibles y obras impresas. Este análisis transversal del cálculo en España reexamina los datos conocidos y aporta nuevas evidencias documentales que permiten cerrar la cuestión de la enseñanza del cálculo en la Academia de Ingenieros, replantearla en el entorno jesuita y fundamentar nuevas conclusiones sobre el papel de militares, jesuitas y civiles en este proceso. Para ello se ha extendido el análisis hasta 1787, al objeto de incluir tanto la aparición del primer texto en castellano de amplia difusión que trata el cálculo de manera extensa (los *Elementos de Matemáticas* de Bails) como la constatación oficial de la resistencia a la enseñanza del cálculo entre los ingenieros militares.

Abstract

This paper studies the introduction of calculus in Spain, as paradigm of the modernity of mathematics in the Enlightenment, in its institutional environment —especially its teaching. This process is analyzed in terms of number of students, available manuscripts, and printed works. This cross-sectional analysis of calculus in Spain uses known data and provides new documentary evidence, which enable to close the educational issue of calculus in the Engineering Academy, reconsider it in Jesuit colleges, and substantiate new conclusions on the role of military men, Jesuits, and civilians in this process. This analysis has been extended until 1787 in order to include both the first widely circulated text in Spanish that extensively included calculus (*Elements of Mathematics* by Bails) as well as the documentary evidence of resistance to the teaching of calculus among military engineers.

Palabras Clave: Matemáticas, España, Siglo XVIII, *Calculus*, Militares, Jesuitas, Benito Bails.
Keywords: Mathematics, Spain, 18th Century, Calculus, Military men, Jesuits, Benito Bails.

Recibido el 27 de noviembre de 2009 – Aceptado el 25 de enero de 2010

1. INTRODUCCIÓN

La Ilustración en Matemáticas viene definida por el nivel alcanzado en el dominio del nuevo cálculo diferencial e integral, que en España penetra de la mano de jesuitas y militares. «*Las matemáticas del siglo XVIII son el Cálculo Infinitesimal*». Esta aseveración que hace Hormigón [1990, p. 269] puede parecer exagerada, pero refleja lo que sucede en este siglo. La modernidad de una obra se contrasta con el uso que se hace del cálculo, y desde luego una obra en cuyo contenido no figure el cálculo puede asegurarse que es anticuada. Los cambios y nuevas propuestas se suceden a veces de forma simultánea. Las polémicas, las disputas no hacen sino favorecer un clima donde nada está a salvo de ser revisado y contestado.

Pero además el aspecto social pesa y mucho en esta historia. La llegada de los Borbones a España, su empuje al estudio de las ciencias y de las técnicas, con un intento por dar un impulso de modernidad a la sociedad española, marcará el estado y acontecer de la ciencia durante este siglo, aunque es imposible no distinguir diferentes etapas entre distintos monarcas. Acontecimientos políticos, económicos o incluso militares, cada uno de ellos con matices diferenciadores, modifican las condiciones inclinando la balanza de la ciencia en un sentido o en otro.

Se hace pues necesaria una periodización que, como todas¹, no dejará de ser subjetiva y, por supuesto, cuestionable. Se proponen tres etapas que van a venir marcadas por acontecimientos de diferente signo cuyo denominador común es la modificación sustancial de la estructura de estudio y difusión de las matemáticas en España.

La primera etapa comienza en 1717, fecha de la primera referencia documentada a un español estudioso de temas relacionados con el cálculo. Se trata de Francisco Argáiz de la Torre, que defenderá unas tesis sobre cálculo en la Universidad de Toulouse, bajo la dirección de un jesuita, el padre Jean Durranc. El periodo se cierra en 1767, fecha de la expulsión de los jesuitas de España, siguiendo el modelo de otros países. La salida de la Compañía de Jesús dará un vuelco en la estructura educativa, y por ende científica, que justifica el estudio separado de las situaciones antes y después de dicha expulsión.

En el aspecto interno se produce la consolidación del cálculo como parte fundamental de las matemáticas. Estallará, sin embargo, con fuerza la polémica sobre la fundamentación del mismo y los primeros intentos por darle una base sólida. Aparece Euler como figura emergente, que con su obra sobre los infinitos empezará a marcar una nueva tendencia en los planteamientos del análisis y su progresiva algebrización. También D'Alembert hará a finales de este periodo sus propuestas sobre el límite.

La segunda etapa abarca hasta 1814, año en que finaliza la Guerra de la Independencia, con sus desastrosas consecuencias en lo económico, en lo social y, por supuesto, en lo científico. Una guerra devastadora dejará mermado al país, que quedará al final de la misma radicalmente cambiado, pasando en cuanto a instituciones científicas una penuria de la que tardará décadas en recuperarse.

Aquí se produce el desarrollo de las posiciones de Euler y D'Alembert y aparece la figura de Lagrange, que lleva al extremo la propuesta de hacer del álgebra la base del cálculo.

En cuanto a la tercera y última fase, concluye en 1833, con el fallecimiento de Fernando VII y el final del periodo absolutista.

De lleno en este periodo surge la obra de Cauchy, quien con los planteamientos sobre la fundamentación del cálculo, expuestos en sus obras básicas y publicados alrededor de la década de los 20, pone el análisis en la línea que más tarde usará Weierstrass para darle la forma que imperará durante el siglo XX.

Pues bien, el presente trabajo cubre todo el primer periodo y se adentra en el segundo, intentando asegurar que están trabajadas todas las obras y referencias importantes y dejando sin citar aquéllas que no tratan el tema del cálculo diferencial, pero que pueden contener alguna noción referente a series, límites, infinitos e infinitamente pequeños. Y como no sólo con obras se desarrollan las matemáticas, el presente estudio se articula en el entorno institucional en el que los autores de las obras se desarrollaron, en un intento de dar una imagen fiel de cómo se produjo efectivamente la introducción del cálculo infinitesimal en España, especialmente, como es lógico, por la vía de su enseñanza, atendiendo también a las tendencias, sajonas o continentales, que intervienen en su introducción.

2. MILITARES

En la actualidad sigue vigente la referencia de Cuesta Dutari [1985] a las tesis leídas por Francisco Argáiz de la Torre en 1717 como primera prueba documental relativa a un español estudioso de temas relacionados con el cálculo infinitesimal. Argáiz de la Torre, pensionado en el Colegio de los jesuitas, defiende sus tesis en la Universidad de Toulouse bajo la dirección de Jean Durranc, jesuita profesor de matemáticas. Jesuita es pues una primera vía de penetración de la matemática infinitesimal en España, sobre la que volveremos más adelante.

Del estudio de las tesis se infiere que se sigue la línea continental, no hablando ni de fluxiones ni de fluentes. La corriente newtoniana tendrá, como se verá más adelante, seguidores en España. Aunque en la última parte del siglo la notación leibniziana será indiscutible en la matemática española, no sucederá lo mismo con las ideas asociadas al cálculo fluxional —movimiento, primeras y últimas razones,...—, que serán defendidas muy a finales del siglo como conceptos más rigurosos que los leibnizianos.

Excepción hecha de las tesis defendidas por Argáiz, existe un periodo largo durante el que no se conoce ninguna referencia ni a publicación ni a enseñanza de temas relativos al cálculo infinitesimal en España. Habrá que esperar 35 años para encontrar nuevas pistas que muestran que la segunda vía de penetración del cálculo infinitesimal en España es militar.

La siguiente referencia de la que se tiene noticia son unas tesis defendidas por alumnos de Pedro Padilla, Director de la Academia de Guardias de Corps ubicada en Madrid [CUESTA DUTARI, 1985, p. 135], en 1752. Del buen nivel de los estudios da cuenta la buena consideración que tuvieron sus alumnos. Encontramos así a Gerardo Henay, que se presenta a los referidos ejercicios de 1752 y obtiene en 1768 el cargo de Director de la Real Academia de Guardiamarinas de Cádiz². Otro ejemplo es el de Carlos Calatayud, también presente en los certámenes, que es nombrado geógrafo en la expedición al Orinoco de 1754 [CAPEL, 1982, p. 245]. No obstante, el buen nivel científico impartido no impidió que el número de alumnos de la clase de *ciencias* fuera de tan sólo tres en 1758, lo que sin duda es uno de los motivos que explica su cierre en 1761.

Otra noticia de la misma época es la de un certamen en Cádiz, celebrado en la Academia de Guardias Marinas en 1754 [HERNÁNDEZ, 1980], donde se tratan los cálculos diferencial e integral. La llegada de Godin a la dirección del centro —desde 1751 bajo el mandato de Jorge Juan, compañero suyo en la expedición de La Condamine— empezaba pronto a dar sus frutos. Apenas un año después de la llegada del astrónomo académico francés salían ya los alumnos preparados en cálculo diferencial. Del análisis de los ejercicios que allí se resolvían se deduce que el nivel era bastante aceptable, abarcando los problemas más comunes que entonces se podían aprender en un libro de texto: fundamentos, métodos, aplicaciones a máximos, mínimos, tangentes, subtangentes, rectificaciones, áreas,...

La existencia de estos ejercicios públicos indica que el cálculo se enseñaba en estos centros con anterioridad a esta fecha de 1754. En el caso de la Academia de Corps de Madrid, su fundación data de 1750³, por lo que parece deducirse que los certámenes que se realizaron en 1752 fueron los primeros. Que su director, Pedro Padilla, conocía el cálculo diferencial parece claro, ya que escribió un texto en 1756 conteniendo dicho cálculo [PADILLA, 1756]. Dónde y cómo lo aprendió es un aspecto hasta ahora desconocido. Pedro Padilla era ingeniero y se había formado en la Academia de Matemáticas de Orán. La enseñanza de esta Academia se regía, como la de Barcelona y la de Ceuta, por las Ordenanzas de 1739. Puesto que es claro —como se verá más adelante— que ni en Barcelona ni en las otras academias que dependían de ella se enseñaba el cálculo diferencial hay que suponer que su formación fuera autodidacta, al menos en lo que al cálculo se refiere.

El caso de la Academia de Guardiamarinas es tal vez más fácil de explicar. La formación de Luis Godin en Francia facilitó sus conocimientos tanto de matemáticas

como de otras ramas científicas. La formación matemática de Jorge Juan también puede explicarse por su continua relación con la ciencia extranjera, tanto en la expedición al Perú que le dio la fama, como en los viajes que realizó por Europa en misiones de espionaje y captación de científicos y técnicos capacitados. En el caso del cálculo —que evidentemente conocía⁴—, se desconoce si lo aprendió en la propia Academia de Guardiamarinas o bien de forma autodidacta.

Sin embargo el primer texto escrito por un español donde se trata del cálculo infinitesimal es el libro de Pedro Padilla Arcos [1756]⁵, publicado entre 1753 y 1756, que compone un curso de matemáticas para militares. En su cuarto tomo habla *De los cálculos diferencial e integral o método de las fluxiones*, en un tono un tanto elemental tomado en buena parte de la obra de MacLaurin⁶ *Tratado de las Fluxiones* [MACLAURIN, 1742], bien en su versión inglesa de 1742, bien en su traducción al francés por el P. Esprit Pezenas de 1749. No obstante, no se limita a una mera traducción, pudiendo observarse una labor de asimilación de la obra del autor inglés. Otras referencias que parece haber manejado proceden de Wolf y del libro de las fluxiones de Newton⁷. Este último tomo del curso⁸ contará con la aprobación de Jorge Juan con fecha 18 de mayo de 1756, destacando su «claridad y buen orden» y afirmando: «es la obra más completa que en álgebra y geometría se ha dado a la luz en nuestro idioma»⁹.

Cabe destacar la inexistencia de las ecuaciones diferenciales, salvo las relativas a la integración, que marcan la diferencia entre los cálculos newtoniano y lebniciano. Maneja el cálculo fluxional, hablando en su Tratado V «*De las fluxiones*» y «*Del cálculo integral o método inverso de las fluxiones*». Existe pues una preferencia por la posición fluxional.

De las obras a las que tuvo acceso Padilla para la elaboración de su Curso hace una relación extensa Cuesta Dutari [1985, p. 133], en la que se pone de manifiesto que tuvo a su alcance las más importantes en lo relativo al cálculo hasta 1756, tanto libros y tratados como revistas. En palabras de Hidalgo [1991, p. 1957] «el aula de matemáticas poseía una de las mejores bibliotecas científicas de la época».

Resulta un tanto sorprendente que pese a la aprobación de Jorge Juan el texto de Padilla no tuviera una mayor difusión entre Academias y otras instituciones militares. Como se verá, más adelante se promovió un intento de elaboración de un texto en español que contuviera lo esencial de las matemáticas puras y mixtas, pero del texto de Padilla parece que sólo se produjo una reimpresión en 1807, lo que daría idea de su escasa repercusión.

Las cuestiones planteadas sobre la formación matemática de Pedro Padilla, ingeniero militar, conducen al análisis de las instituciones responsables de la educación de este nuevo cuerpo, a saber, las Academias militares, necesarias para formar técnicamente a unos oficiales que deben hacer frente a nuevos retos y que, junto con las escuelas de guardiamarinas, representan un esfuerzo destacado en el proceso de actualización de la formación de los ejércitos españoles.

Con la Ordenanza de 1718, al Cuerpo de Ingenieros del Ejército se le asignan funciones que incluyen temas de obras públicas y otros ajenos a su estricta condición de ingenieros militares. Esto muestra, como dice Capel [1988, p. 189], «la indigencia de la ciencia española y la debilidad —o incluso existencia— de las corporaciones profesionales que podían haber colaborado en dichas tareas».

Pero es que además se plantea el tema de la formación que hay que dar a un cuerpo sobre el que recaen tal cantidad de tareas. El aumento considerable del número de miembros, su disparidad en el acceso al cuerpo y, por consiguiente, en su formación, plantean el problema de los mecanismos de selección. Como consecuencia casi inmediata surge la idea de la creación de academias que unifiquen la formación y permitan un mayor control sobre el acceso a la categoría de ingeniero o artillero.

En 1720 se abre la Real Escuela Militar de Matemáticas de Barcelona, heredera de la Academia instalada en Bruselas bajo la dirección de Fernández de Medrano. La Academia recién creada debía formar tanto a ingenieros como a artilleros, aunque la realidad es que el centro estaba dominado por los primeros, lo que produjo no pocas fricciones entre los dos cuerpos.

Con un devenir irregular y con unas tensiones a las que no será ajeno su primer director, Mateo Calabro, la Academia prosiguió sus enseñanzas durante todo el siglo XVIII. Buena parte de su devenir se hizo, una vez destituido de su cargo Mateo Calabro, bajo la dirección de Pedro de Lucuze.

Bajo su dirección el centro gozó de gran fama. El mismo alcanzó gran notoriedad por las enseñanzas que allí se impartían, que eran obra directa suya. Un buen ejemplo de esta notoriedad y gran prestigio es el hecho de que será llamado en 1755 a Madrid para dirigir la Real Sociedad Militar Matemática con el objetivo de elaborar un texto para la enseñanza. Los ingenieros comenzaron entonces a alcanzar un estatus cada vez más consolidado, siendo llamados para multitud de encargos: construcciones civiles, solicitudes para ocupar cargos docentes en otros centros docentes civiles y militares, etc.,... Las Ordenanzas de 1739 serán de aplicación no sólo en la Academia de Barcelona, sino también en las que se crearon en Orán en 1732 y en Ceuta en el mismo año de 1739.

Para la enseñanza en esta Academia se establece que «el Director General, elegirá los tratados más útiles de las Matemáticas, ordenándolos con sucesivo método, para pronto aprovechamiento de los académicos, escribiendo las materias que se han de dictar, como doctrina suya que ha de ser quanto en la Academia se explicare» [CAPEL *et al.*, 1988, p. 224].

Aunque no han aparecido los cuadernos manuscritos de Lucuze, el hecho de que la enseñanza se desarrollara por el método de dictado y copia de las lecciones regulado en las Ordenanzas ha permitido reconstruir el contenido del curso a partir de los cuadernos manuscritos de alumnos que allí se formaron [CAPEL *et al.*, 1988, cap. 10]. Dividido en 8 tratados (Aritmética, Geometría elemental, Trigonometría y

geometría práctica, Fortificación, Artillería, Cosmografía, Estática y Arquitectura civil), en ningún momento aparece el cálculo, sin que por ello quepa desmerecer su contenido en cuanto a su similitud con las enseñanzas impartidas a ingenieros en el resto de Europa¹⁰. No obstante, bien el propio Lucuze, bien sus ayudantes, hubieron de tener nociones de cálculo infinitesimal, a juzgar por una obra publicada por ellos sobre la superficie del cono inclinado¹¹.

El nivel de las enseñanzas de la Academia de Barcelona¹² puede considerarse correcto en un primer momento. Sin embargo los grandes avances que se van a materializar en todos los frentes —tanto técnicos como científicos— irán produciendo un desfase entre lo que allí se enseñaba y lo que la práctica demandaba y, en este contexto, la ausencia del cálculo, elemento fundamental del cambio científico de la época, irá adquiriendo cierta notoriedad.

La cuestión de la posible enseñanza del cálculo diferencial e integral quedó planteada en la historiografía matemática española con las referencias al cálculo que Cuesta Dutari [1985, pp. 148-152] señalara en su transcripción del inventario de los papeles *privados* de Lucuze que se encuentran en Simancas (Legajo 3030)¹³. Pues bien, estas referencias se encuentran en legajos separados de los nº 17 y 18, «que comprenden 19 quadernos manuscritos, cada uno, relativos a las materias que se enseñan en la Academia de Barcelona», en este inventario fechado en Barcelona a 12 de marzo de 1790 y rubricado por Félix de Arriete, Director de la Academia de Ingenieros, y tres ingenieros militares más¹⁴ al objeto de transferir este fondo documental privado a esta institución por disposición testamentaria de Lucuze..

También en relación con la enseñanza del cálculo en la Academia de Ingenieros cabe señalar que en 1767, cuando cuatro cadetes del Real Colegio de Artillería de Segovia solicitan al conde de Gazola que al margen del curso se les enseñe «cálculo de fluxiones directo e inverso», Lorenzo Lasso, a la sazón profesor primario de dicho Colegio, responde a Gazola que no es partidario de una enseñanza de matemáticas superior para la formación de los artilleros, y pone por ejemplo la enseñanza que se da en la Academia de Ingenieros de Barcelona, donde sólo se imparte un pequeño curso pequeño [HIDALGO, 1990, p. 21]. Atendiendo a los cuadernos de apuntes disponibles esta introducción limitada del cálculo, que tendría cabida en el contexto de las anteriormente mencionadas variaciones puntuales y enseñanzas complementarias al Curso de Lucuze, sería posterior a 1761 y anterior a 1776.

Por otro lado Garma [1980, p. 66] hace referencia a una polémica entre Tadeo Lope y Aguilar¹⁵ y Juan Caballero¹⁶ sobre la enseñanza que se impartía en las Academias Militares. De dicha polémica se deduce que, según afirma Tadeo Lope, no se enseñaba el cálculo diferencial ni integral, siendo las enseñanzas que allí se impartían bastante escasas y elementales¹⁷.

Un nuevo documento de gran interés en relación con esta polémica lo constituye la *Defensa del programa de matemáticas para ingenieros impartido en las academias militares de Barcelona, Orán y Ceuta remitido por Miguel Taramas a Francisco de Zamora con motivo de la publicación del primer tomo de los Elementos de física teórica y experimental, del ingeniero Tadeo Lope (Barcelona, 14-IV-1787)* de Miguel Sánchez Taramas¹⁸, a la sazón director interino¹⁹ de la Academia, quejándose del trato dispensado por Lope en la obra citada en el título del documento. Este ingeniero militar se queja en su escrito de que las acusaciones vertidas sobre la poca validez de las enseñanzas que allí se imparten son infundadas. En algún apartado por el hecho de que sí que se enseñan en la Academia aspectos a los que Lope aludía como inexistentes²⁰, en otros porque no tienen ninguna relación con la instrucción militar que se pretende impartir²¹. Respecto del cálculo, afirma Sánchez Taramas que en ese momento está preparando un «resumen» del cálculo diferencial e integral, «para se pudiesen incorporar al curso». No obstante, asegura que la extensión y profundidad que parece querer introducir Tadeo Lope respecto a estos cálculos²² «no son precisamente conducentes à la obligación ni el desempeño militar de un Ingeniero», dejando este estudio para los que quieran profundizar en las matemáticas.

Asegura después que poca utilidad tienen esos estudios en la fortificación, construcción de edificios militares, ataque y defensa de plazas,... que según el director de la Academia de Barcelona se consigue «con las primeras equaciones del Álgebra». Concluye esta parte con una defensa del conocimiento matemático en general aseverando: «Ojalá que cada uno [de los ingenieros] fuese en lo primero [matemáticas] un D. Pedro de Lucuze, ò un D. Jorge Juan».

Así pues, queda claro que no se enseñaba nada de cálculo en la Academia de Ingenieros, como el propio director confirma.

Más allá de la confirmación parcial de las críticas de Tadeo Lope, cabe destacar que este documento, rotulado como *Defensa del programa de matemáticas*, pone de manifiesto la existencia de una posición deliberada y motivadamente contraria a la introducción del cálculo en la Academia de Ingenieros, posición que es defendida en un proceso judicial ante la Corona. Las referencias de Sánchez Taramas al resumen que se está preparando en 1787 corroboran las referencias de Lorenzo Lasso al curso pequeño que se habría estado explicando en 1767 en el sentido de que en la Academia de Ingenieros seguía contemplándose una introducción del cálculo a lo sumo resumida, pero también denotan la inexistencia de material escrito correspondiente al curso pequeño referido por Lasso —contra lo reglamentado en las Ordenanzas de 1739 y 1751—, lo permite deducir que esta introducción del cálculo, de haber existido, hubo de ser necesariamente efímera. La ausencia de resumen disponible en la Academia en 1787 indica también que los cuadernos de cálculo de Lucuze inventariados en Simancas fueron efectivamente de uso privado.

Todo ello permite zanjar la cuestión de la enseñanza del cálculo en la Academia de Ingenieros en sentido negativo, pues lo cierto es que en la actualidad existe un sólo

dato, un único testimonio —el de Lasso— sobre el que conjeturar la posibilidad de la enseñanza del cálculo en un intervalo de 15 años sobre los 67 aquí considerados.

Durante este periodo se empieza a notar la necesidad de contar con un buen libro de matemáticas en castellano que facilitara el acceso de la mayor parte posible de público a los adelantamientos que se están llevando a cabo: «la escasez de obras utilizables en castellano para la enseñanza de materias científicas y técnicas en los centros militares era grande» [CAPEL *et al.*, 1988, p. 232]. Así, de manera casi simultánea en el tiempo, empiezan a producirse intentos inspirados por la Corona para lograr dicho texto. El Conde de Aranda, protagonista de estos intentos, aparece en la creación de la Sociedad Matemática Militar de Madrid y también posteriormente jugando un papel importante como inspirador de reformas en las enseñanzas de la Academia de San Fernando, en aparente complicidad con Jorge Juan como figura encargada de la materialización de estos planes e inquietudes.

En 1755, a instancias del Conde de Aranda, se crea la Sociedad Matemática Militar con el fin último de elaborar un tratado completo de matemáticas. Para este encargo se nombra a Lucuze como director de la referida Sociedad. Entre los informes presentados por los diferentes miembros de la Academia se constata la intención de incluir el cálculo diferencial e integral entre los tratados a componer.

El encargado de la parte relativa al cálculo es el ingeniero Antonio Córdova y en el índice del tratado de álgebra que piensa redactar se observa que están incluidos temas de análisis infinitesimal: cálculo de series y cálculo diferencial e integral [CUESTA DUTARI, 1985, p. 195]. Desconocemos las fuentes que pensaba utilizar y, por consiguiente, el enfoque que pensaba darle al texto²³.

No obstante, tanto las rencillas personales entre Lucuze y Carlos Lemaur²⁴ como la absoluta falta de operatividad de la Sociedad²⁵ provocaron su disolución en 1760 sin que ningún tratado saliera al público.

No se conoce ningún manuscrito ni cuaderno de la Sociedad, por lo que no sabemos exactamente qué se llegó a redactar, pero del inventario de obras relacionadas al cierre de la Sociedad, fechado en 1760 [CUESTA DUTARI, 1985, pp. 218-226], se deduce que existía en la Sociedad un buen número de libros y revistas, contándose entre ellos lo esencial de las matemáticas —y del cálculo diferencial— de entonces: obras de los hermanos Bernoulli, otras de Euler, D’Alembert, Agnesi, Belidor, Bougainville, MacLaurin, Wolf, ... De hecho, una comparación de este inventario con las obras usadas por Bails para el cálculo [ARENZANA, 1987, pp. 218ss.] nos da una idea de lo acertado de la biblioteca:

Libros citados por Bails	19
Libros coincidentes con los de la Sociedad	6
Libros no coincidentes por publicarse con posterioridad a su cierre	6
Libros no coincidentes y con publicación muy anterior a la vida de la Sociedad	1 ²⁶

Obras no citadas en la Sociedad pero que fueron editadas en tiempo muy próximo a la creación y desarrollo de la Sociedad (1755-1760) 6

Las referencias comunes son Bougainville, Clairaut, Cramer, L'Hôpital, MacLaurin y Walmesly.

3. JESUITAS

Ya hemos mencionado a los jesuitas como primera referencia documental a un español estudioso de temas relacionados con el cálculo infinitesimal, aunque en tierras francesas. En territorio español y en este periodo debe citarse, en primer lugar, el Colegio Imperial de Madrid²⁷ y su cátedra de Matemáticas, «en la cual siguieron centrandolo esencial de su esfuerzo científico también durante la primera mitad del setecientos» [CAPEL, 1982, p. 119]. La presencia de esta institución se iba a reforzar con la creación, en 1725, del Real Seminario de Nobles, adscrito a él. La relación entre ambos centros va a ser estrecha, dándose el caso de profesores que primero sirven en el Seminario y pasan luego a ocupar la cátedra de Matemáticas en el Colegio Imperial.

Los jesuitas contaban además con varias instituciones docentes en el territorio nacional, de entre las que cabe destacar, al margen de las ya citadas —ubicadas en Madrid—, el Colegio de Nobles de Cordelles, en Barcelona. Allí ejercerá como profesor de Matemáticas —desde la creación de la Cátedra en 1757 hasta su traslado a Madrid en 1765— Tomás Cerdá, algunos de cuyos discípulos formarán en 1764 la *Conferencia físico-matemática* que más tarde daría lugar a la Academia de Ciencias y Artes y Barcelona. Conviene destacar que la aprobación por el Real Consejo de la creación de la cátedra estuvo ligada a la condición de que su enseñanza no estuviera restringida a la nobleza, lo que va a situar a Cerdá en condiciones óptimas desde el punto de vista de la impronta de sus casi diez años de magisterio en Barcelona (las clases se iniciaron ya en el curso 1756-57, con anterioridad a la aprobación formal de la cátedra). De hecho, su influencia en el desarrollo de la ciencia en Cataluña en esta segunda mitad del siglo XVIII y la identificación de sus discípulos (seguros o probables) está razonablemente documentada [GASSIOT, 2000, pp. 125-130] y no parece descabellado admitir que su enseñanza incluyera también el cálculo infinitesimal, en razón de la documentación conservada en la Academia de la Historia, tema sobre el que volveremos más adelante.

No obstante, el criticismo surgido ya entre sus contemporáneos con respecto al nivel y calidad de la enseñanza de las matemáticas en el Colegio Imperial, ejemplificado los *Diálogos de Chindulza*, donde se ataca la labor del padre Wendlingen y, de paso, la de todo el Colegio Imperial, merece una revisión detallada de esta cuestión, especialmente cuidadosa con las fechas, habida cuenta de que el documento parece haber sido escrito en el otoño de 1761 [LANZ DE CASAFONDA, 1972, p. 25], esto es, a sólo 6 años de la expulsión de los jesuitas:

Con todos estos gastos y aparatos empezó el dicho Padre [Wendlingen] a enseñar en un castellano chapurreado las matemáticas, y con la novedad concurrieron al aula mozos muy hábiles, y aunque algunos asistieron por espacio de 3 años, ninguno aprendió más que los principios de la aritmética y geometría, porque no salieron de aquí, ni han salido en 14 años los Padres Catedráticos, ni han tenido ningunas Conclusiones públicas, ni aún sacado un curso siquiera de matemáticas. Y lo bueno fue que se puso al mismo tiempo, por orden de Fernando el VI, en el cuartel de Guardias de Corps, un maestro²⁸ seglar, y a pocos años sacó excelentes Ingenieros, mientras que los Padres enseñaron a sus discípulos los elementos de Geometría.

También los *Diálogos* informan sobre la inexistencia de obra de referencia —de «texto», si se quiere— para la enseñanza de las matemáticas [LANZ DE CASAFONDA, 1972, p. 60] y extienden sus críticas al Seminario de Nobles [LANZ DE CASAFONDA, 1972, pp. 68-70]. Conviene recordar que Aguilar Piñal se pronuncia favorablemente respecto de la veracidad de los datos ofrecidos por Lanz de Casafonda en virtud de su condición de miembro del Consejo de Indias, que subvencionaba la enseñanza de las matemáticas [LANZ DE CASAFONDA, 1972, p. 163, nota 82]. También Simón Díaz [1992, pp. 231-236] documenta, en términos generales, el fracaso del ambicioso proyecto del Colegio Imperial. No obstante, disponemos de nuevos datos que permiten matizar, y en ocasiones corregir, estas apreciaciones por lo que a las matemáticas se refiere, además de indicios que parecen apuntar a la subsanación de estas deficiencias en la última década de permanencia de los jesuitas en España. En este sentido, tenemos constancia de la celebración de unos ejercicios públicos de Matemáticas en el Colegio Imperial bajo la dirección del P. Miguel Benavente [1762], en los que participan dos únicos colegiales, aunque no se trata en ellos el cálculo diferencial.

Por otra, es también constatable la impartición de docencia relativa al cálculo diferencial en el Real Seminario de Nobles, en razón de los certámenes publicados en 1760, bajo la dirección del Padre Esteban Bramieri, entre cuyos temas se encuentra el cálculo diferencial²⁹. Del análisis de estos ejercicios [ARENZANA, 1987, pp. 442-448] se desprende que la tendencia es claramente leibniziana y no solamente en la notación, sino también en los conceptos y desarrollos manejados —se habla claramente de diferenciales y se utiliza la notación diferencial de Leibniz—.

En este certamen, en el que participan dos únicos seminaristas, el cálculo diferencial es tratado en 25 proposiciones, que abarcan desde el modo de diferenciar hasta las aplicaciones a las curvas con los cálculos de subtangentes, tangentes, etc. Termina el apartado con las aplicaciones al cálculo de máximos y mínimos, sin que aparezca mención al cálculo integral.

Posteriormente, en 1764, se celebran unos *Ejercicios literarios o exámenes*, también con la participación de dos únicos seminaristas, en los que se contempla además el cálculo integral [ARENZANA, 1987, pp. 448-450].

Desde luego poca defensa cabe hacer de las habilidades matemáticas del Padre Wendlingen en lo que se refiere al cálculo diferencial, cuyas sutilezas se le escapan,

según se desprende del informe que en 1755 hace de la obra sobre la superficie del cono inclinado anteriormente citada, donde hace referencia a «términos superfluos como son infinitamente pequeños e iguales, porque siendo infinitamente pequeños no pueden menos de ser iguales» [CUESTA DUTARI, 1985, p. 184]. Sus únicas habilidades matemáticas constatables se encuentran en sus *Elementos de la Mathematica, escritos para la utilidad de los Principiantes*, publicados en cuatro volúmenes (1753-56) en los que, lógicamente, al estar escritos para principiantes, no se contempla el cálculo diferencial, sino Aritmética; Geometría práctica; Logarítmica, elementos de trigonometría plana y esférica; y Tablas de senos y tangentes.

No cabe decir lo mismo de Christian Rieger si nos atenemos al curso completo de matemáticas que se le ha venido atribuyendo que, como se verá más adelante, sí contempla el cálculo diferencial. Ahora bien, la llegada de Rieger a Madrid se sitúa hacia finales de 1760, por lo que cabe suponer que el anónimo detractor de los *Diálogos* no estuviera al corriente de las novedades introducidas en el Colegio Imperial.

Aún posterior es la llegada de Cerdá a Madrid (1765). De entrada cabe señalar que sólo dos años de actividad (hasta la expulsión de los jesuitas), con el Motín de Esquilache por medio, dejan un margen muy estrecho para su actuación docente, a diferencia de lo ocurrido en su etapa barcelonesa. Por otra, sus obras impresas son las que son, a saber, además de sus *Jesuiticae Philosophiae theses contenciosam* (Cervera, Josep Barber, 1753), las *Liciones de mathematica o Elementos generales de arithmetica y algebra para el uso de la clase* [CERDÁ, 1758], las *Lecciones de mathematica o Elementos generales de geometría para el uso de la clase* [CERDÁ, 1760] y la *Leccion de artilleria para el uso de la clase* [CERDÁ, 1764]. En ninguna de ellas aparece el cálculo infinitesimal. No obstante, los manuscritos conservados en la Academia de la Historia nos permiten establecer hipótesis razonablemente fundamentadas sobre su magisterio y sus proyectos de publicación.

Cuesta Dutari [1985, pp. 240-247] data documentalmente, mediante el estudio las *Jesuiticae Philosophiae theses contenciosam*, el conocimiento por parte de Cerdá de la geometría analítica y su desconocimiento del cálculo infinitesimal en 1753, inmediatamente antes de su formación en el Observatorio Real de Marsella con el Padre Esprit Pezenas.

Posteriormente, siendo ya catedrático en Barcelona, diversas referencias de las *Liciones* permiten no sólo conjeturar fundamentadamente su conocimiento del cálculo infinitesimal, sino que anuncian su proyecto editorial: bajo el epígrafe «A la juventud española» explica las bondades que para el aprendizaje se derivan del uso de libros de texto impresos y anuncia que las *Liciones* incluirán, además de aritmética y álgebra (en dos tomos), tres volúmenes adicionales que tiene ya dispuestos para su impresión, dedicados respectivamente a geometría y trigonometría, aplicación del álgebra a la geometría y curvas y, por último, método directo e inverso de las fluxiones «que otros llaman cálculo diferencial e integral». También anuncia que,

«allanados estos passos, segun vea la disposicion del Publico, proseguiré en las otras partes superiores». Al final del segundo tomo de las *Liciones* [CERDÁ, 1758, p. 237] vuelve a referirse al volumen dedicado a la aplicación del álgebra a la geometría y al «Methodo de las Fluxiones, que algunos llaman Calculo *Diferencial* è *Integral*, de que trataremos à su tiempo, según viésemos, que fuesen recibidos del Publico, estos nuestros primeros trabajos, emprendidos para contribuir en algo al bien, y lustre de nuestra España». Éstas son todas las referencias documentadas a los proyectos de publicación de Cerdá en 1758, pues ni del borrador de carta a Thomas Symson (sic) de 3 de junio de 1758³⁰ ni de las tres listas de libros³¹ que lo acompañan cabe deducir la concepción de un proyecto de enciclopedia, tratado o curso completo de matemáticas de mayor envergadura. En dichas lista se lee:

Tres ô quatro autores los mejores de Mechanica, Statica y Hydrostatica, Optica, Astronomia, Navegación, Architectura civil y militar (...) Todo esto con el fin de trabajar unos buenos tratados de cada parte de las Mathematicas para la clase, segun el methodo que se usa de enseñar en Anglaterra.

Está pues documentada la petición de referencias bibliográficas con fines claramente docentes, pero no expresa y manifiestamente orientados a la producción editorial.

Pues bien, del proyecto en cinco tomos sólo llegó a la imprenta el tomo dedicado a geometría y trigonometría dos años después [CERDÁ, 1760], se desconoce si por falta de recursos económicos, en razón de una previsión de falta de público suficientemente formado o, simplemente, por no estar los dos restantes listos para su impresión. Si atendió, en cambio, Cerdá a la publicación de un curso de artillería [CERDÁ, 1764] que, al hilo de la creación de la nueva Academia de Artillería de Segovia, dedica y ofrece a Félix Gazola, Inspector General del Real Cuerpo de Artillería, con el ruego de que promueva la creación de un nuevo establecimiento en el que se «puedan emprehender los Tratados Fundamentales de las Mathematicas con aquella universalidad, y extensión, que ya la Profundidad de esta Ciencia, ya el Conocimiento de la Fisica, ya el Adelantamiento de las Artes, ya finalmente el mismo mayor progreso de los tres Establecimientos Militares necessitan», sin olvidar citar su contribución al desarrollo matemático nacional con la impresión de «algunos Libros Elementales». En esta obra hace además una referencia al «Tomo septimo de mis Obras, que tengo dispuestas para la Prensa» [CERDÁ, 1764, p. 114]³², que puede identificarse con sus *Elementos Generales de Mechánica* (Ms. de la Real Academia de la Historia, Col. Cortes 9/2788 - 676), en los que se utiliza cálculo diferencial.

En forma manuscrita se conserva además un *Tratado de astronomía* (Ms. de la Real Academia de la Historia, Col. Cortes 9/2792 - 680), actualmente editado [CERDÁ, 1999] y, del proyecto en cinco tomos, la Aplicación del Álgebra a la Geometría (Ms. de la Real Academia de la Historia, Col. Cortes 9/2793 - 681). Sin embargo, las referencias a su curso de cálculo infinitesimal siguen siendo confusas.

Por una parte, Cuesta Dutari [1985, pp. 250-252] se refiere al «ejemplar más acabado» del Cálculo de Fluxiones como traducción de *The Doctrine and Applications of Fluxions containing (besides what is common on the subject) a number of new improvements in the theory and the solution of a variety of new, and very interesting, problems in different branches of the mathematics* de Thomas Simpson (Londres, 1750)³³. Por otra, Garma [1988, pp. 105-110] afirma haber encontrado el cálculo fluxional, confusamente mezclado con el curso completo de matemáticas atribuido a Rieger³⁴.

Pues bien, lo que en estos momentos³⁵ puede identificarse en la Real Academia de la Historia mediante el uso del catálogo de Agustín Udías Vallina (Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2000) *Manuscritos Matemáticos del Colegio Imperial de Madrid. Biblioteca de la Real Academia de Historia — Colección de Cortes*, bajo la signatura 9/2792 — 680, en lo relativo al cálculo diferencial e integral, es el *Curso completo de Matemáticas que parece ser del P. Rieger* y parte del Cálculo de Fluxiones de Cerdá.

El Curso de Rieger se compone de 15 grupos de cuadernos (referencias 1 a 16 del catálogo de Udías), 13 numerados del 1 al 5 (aritmética, álgebra, geometría analítica, *Adiciones a la astronomía de la Caille dichas por el P^o Rieger*, geografía) y del 7 al 14 (trigonometría esférica y proyecciones estereográficas; anotaciones a la óptica de Mr. De la Caille; máquinas en general; instituciones cronológicas; hidrostática, aerometría e hidráulica; *Introducción fácil al Algoritmo de las fluxiones*; Anotaciones y adiciones a la mecánica del Mr. De la Caille; Tratado de la trigonometría plana de de la Caille), más dos cuadernos adicionales sin numerar (Instituciones mecánicas, 8 capítulos en 40 páginas; e *Institutiones mechanicae*, 120 páginas cuya cubierta de identificación como cuaderno N^o 16 se encuentra entre las referencias 32 y 33 del catálogo de Udías).

Respecto de la autoría de este Curso, cabe advertir que ya en la página 21 del Tratado de aritmética se dice: «explicaba esto muy bien mi hermano el P. Christiano Rieger», por lo que cabe suponer que escribe otro autor cuya letra, por cierto, coincide con la de la *Introducción fácil al Algoritmo de las fluxiones*. También el subtítulo del cuarto cuaderno, *Adiciones a las Instituciones Astronómicas que dictó el P. Rieger el año 1763*, sugiere una autoría alternativa a Rieger. No obstante, al final del noveno cuaderno aparece una referencia a las minas del Tirol que vuelve a emparejar el Curso con el austríaco Rieger. En estas condiciones, se dibuja la hipótesis de un autor próximo a Rieger, acaso colega o discípulo, que transcribe, reelabora y completa sobre la base de los cursos dictados por Rieger. La figura más próxima parece ser el padre Miguel Benavente, jesuita, profesor de matemáticas en el Colegio Imperial de Madrid, académico de mérito y honor en arquitectura de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando desde 1763 y traductor del latín al castellano de los *Elementos de toda la Arquitectura civil* de Rieger (Madrid, Joachin Ibarra, 1763), a su vez también académico de mérito y honor en arquitectura desde

1761³⁶. De hecho, la escritura del manuscrito del Curso coincide con la de la carta de Benavente conservada en la Real Academia de la Historia, Col. Cortes 9/2806 - 693, entre los ítems 6 y 7 del catálogo de Udías³⁷.

En cuanto a la *Introduccion fácil al Algorithmo de las fluxiones*, se trata de un texto elemental de 28 páginas en siete capítulos de orientación íntegramente fluxional: *De la naturaleza è investigacion de las fluxiones* (hasta §13), *Del modo de sacar la fluxiones de las cantidades que se propongan* (hasta §27), *Uso de las fluxiones para tirar las tangentes* (hasta §35), *Aplicacion de las fluxiones à la solucion de problemas de maximis et minimis* (hasta §60), *Del methodo inverso de las fluxiones ó de la manera de determinar las fluentes de la fluxiones dadas* (hasta §63), *Uso de la fluxiones para hallar las Areas de la Curbas* (hasta §68) y *De la aplicación de las fluxiones para hallar el contenido de los solidos* (hasta §73).

El texto, que cita el «De methodus fluxionum» de Newton en la página 4 (al margen), contiene ya en su primera página, nada más empezar el primer capítulo, una declaración expresa de no utilización de los infinitésimos en virtud de las dificultades «metafísicas» que se plantean en «estos cálculos»:

Para evitar algunas dificultades methaphisicas, que hacen en estos calculos acerca de elementos infinitamente pequeños, no usaremos aqui otras ideas, ni principios, sino los que se infieren claramente de la doctrina elemental de la geometria, y del movimiento.

También en la Colección Cortes de la Biblioteca de la Real Academia de la Historia, bajo la signatura 9/2806 — 693 (ítem 10 en el catálogo de Udías), se identifica un texto de cálculo diferencial en latín de 42 páginas (en cuarto) hasta ahora no mencionado en la historiografía matemática. De nuevo desde una perspectiva totalmente fluxional se abordan los siguientes contenidos:

- I. De Compositione et Resolutione Virium (pp. 1-3)
- II. *De Descensu Corporum Gravium* (pp. 3-12)
- III. *De Potentiis Eorumque Indicibus* (pp. 13-14)
- IV. *De Algorithmo Fluxionum* (pp. 15 - final).

Bien diferente y de mucho mayor calado y enjundia es el texto de Cerdá, para el que se ofrece en apéndice la correspondencia entre el índice ofrecido por Cuesta Dutari [1985, pp. 250-252], el tratado de Simpson y los manuscritos conservados en la Real Academia de la Historia (Col. Cortes 9/2792 — 680) con referencia a los ítems del catálogo de Udías. Se advierte así que el índice ofrecido por Cuesta Dutari sería una traducción incompleta del tratado de Simpson, en la que faltarían las Secciones XI y XII de la Primera Parte y la Sección IX de la Segunda Parte:

Of the Use of Fluxions in finding the Centers of Gravity, Percussion, and Oscillation of Bodies (Parte I, pp. 202-227)

Of the Use of Fluxions in determining the Motion of Bodies affected by centripetal Forces (Parte I, pp. 228-274)

The Use of Fluxions in determining the Attraction of Bodies under different Forms (Parte II, pp. 445-479).

No obstante, la gran novedad que presenta el manuscrito de Cerdá reside en su notación leibniziana, pese mantenerse en la órbita de influencia de la escuela inglesa en la que se había formado —su maestro, el P. Pezenas, fue traductor de la obra de MacLaurin al francés—. A este respecto, indica³⁸:

En este calculo Diferencial hacen las operaciones como en el Methodo Directo de las Fluxiones, y salen los mismos Resultados (...)

(...) Siguen por lo comun el Methodo de los Infinitesimos los Alemanes, los Italianos, los Franceses (...)

(...) me parece más el caso seguir el método de las Fluxiones, que siguen comunmente los Ingleses con su autor Newton

Esta reelaboración «leibniziana» del tratado de Simpson, que sin lugar a duda requiere y merece un estudio detallado en profundidad, coloca a Cerdá en la línea de Bramieri y justifica la dilación en la puesta a punto final del que debería haber sido el quinto volumen de sus Lecciones de Matemática.

En estas condiciones Gassiot [CERDÁ, 1999, pp. XXV-XXVIII] apunta la posibilidad de que la Astronomía fuera enseñada en Barcelona 1760 y asegura [GASSIOT, 2000, p. 131] tanto la enseñanza del álgebra aplicada a la geometría como la del cálculo infinitesimal. Para esta última sería suficiente la traducción de Simpson, como lo fue la de Benjamin Martin para la astronomía, sin perjuicio de que Cerdá hubiera proyectado, acaso emprendido, la redacción de un texto más ambicioso, o simplemente hubiera optado por priorizar sus esfuerzos en la línea de las matemáticas *mixtas*, de mayor utilidad social inmediata. Un balance de cuatro volúmenes impresos y cuatro manuscritos en una década es más que notable en la España de la época, incluso con la ayuda de la traducción. No obstante, sólo podemos focalizar su entorno de influencia en Cataluña, sin que tengamos elementos de juicio para valorar el alcance de su breve etapa madrileña.

4. LA INTRODUCCIÓN DEL CÁLCULO INFINITESIMAL EN ESPAÑA (1717-1767)

La incapacidad demostrada por las universidades para asimilar las nuevas ideas científicas que se estaban generando, su defensa a ultranza de las posiciones escolásticas y la escasez de fondos para mantener cátedras de física o matemáticas apartarán durante muchos años a la universidad de la enseñanza de estas ciencias. Todos los

intentos para introducir su enseñanza en los estudios universitarios, y en definitiva para reformar unas enseñanzas que no eran útiles³⁹ a los planes de la Corona, fracasarán a lo largo de buena parte del siglo XVIII. Esto hace que la mirada de los gobernantes se dirija a unos estamentos que, por una parte, no tienen las trabas *históricas* que tiene la Universidad y, por otra, mantienen unos intereses más proclives a la ciencia moderna. Esta opinión es mantenida por Lafuente y Peset cuando escriben:

Al comenzar el nuevo siglo, sólo quedan dos instituciones que pudieran canalizar la nueva ciencia. Nos referimos, claro está, al ejército y a la compañía, que se prestan a solucionar problemas muy acuciantes —la formación de técnicos y la educación de élites—, contando con un apoyo decidido [LAFUENTE y PESET, 1988, p. 32].

Pues bien, por lo que al cálculo infinitesimal y, por ende, a la modernidad matemática se refiere, el balance que presentan las instituciones castrenses en este periodo es francamente modesto. Podemos documentar su enseñanza en la efímera Academia de Guardias de Corps y en la de Guardias Marinas de Cádiz, pero nos consta su ausencia en la Academia de Artillería⁴⁰ y podemos ya asegurar de manera prácticamente definitiva el fracaso de su introducción en las Academias de Ingenieros que, a diferencia de los marinos, tuvieron mayores dificultades para apreciar la vertiente aplicada del nuevo cálculo. De hecho, podemos identificar posiciones manifiestamente contrarias (Lorenzo Lasso, Juan Caballero, Sánchez Taramas, Carlos Lemaury) a su introducción en el contexto de un debate internacionalmente recursivo en la historia de la formación de los ingenieros a partir de este momento, a saber, el de su educación matemática. Así, el fracaso de la también efímera Sociedad Matemática Militar en la elaboración de un tratado completo de matemáticas, cálculo infinitesimal incluido, deja el periodo con un primer y único texto de cálculo, el de Pedro Padilla.

No obstante, también cabe constatar algunos avances significativos en el proceso de introducción del cálculo diferencial en España: apoyo institucional, personalizable en el tándem Conde de Aranda-Jorge Juan, que sin embargo sólo obtiene resultados en la Armada, el entorno de influencia directa de Jorge Juan; bibliografía actualizada institucionalmente accesible (en la Academia de Guardias de Corps y en la Sociedad Matemática Militar); impulsores instruidos (aunque fracasados en sus intentos de producción editorial, como Tadeo Lope y Antonio Córdova). Particularmente destacable es la figura de Jorge Juan, artífice de la renovación y mejora del plan de estudios de la Academia de Guardiamarinas de Cádiz y autor de textos para la misma (*Compendio de Navegación*, 1757), fundador del Observatorio Astronómico de Cádiz, importador de científicos extranjeros (Godin), impulsor de nuevos libros de texto (Padilla), posible artífice de la formación de la biblioteca de la Sociedad Matemática Militar [CAPEL, 1988, p. 368, nota 30]. Especialmente relevante es la preocupación institucional por la enseñanza y, más concretamente, por la producción de libros de texto, a la sazón un problema también pendiente en el contexto internacional. En el siglo XIX no será difícil hallar inspiración exterior, fun-

damentalmente francesa, en lo relativo a libros de texto para la formación matemática de diferentes colectivos, pero en el XVIII el concepto mismo de libro de texto estaba en elaboración. Así se explica la inicial preferencia por los enfoques de posición fluxional, que parecen haber querido evolucionar en sentido leibniciano de la mano de los jesuitas.

Desde el punto de vista de las transferencias culturales, es importante destacar la apropiación de textos ingleses (MacLaurin, Simpson) en un contexto socio-político y cultural tradicionalmente considerado bajo el influjo francés, un dato a tener en cuenta en la revisión del supuesto declive de la matemática británica dieciochesca que, al menos en España, no parece haber sido percibido como tal.

En cuanto a la enseñanza impartida por la Compañía de Jesús, sólo cabe constatar que, indudablemente, su expulsión truncó los planes de modernización que pudieran estar implementándose, pero también que las cuatro décadas transcurridas entre estos frustrados planes y las tesis de Argaiz no sitúan a los jesuitas en la vanguardia del conocimiento matemático en España. Es más, según Valverde [2007, pp. 102-103] no cabe hablar de una política de la Orden encaminada al fomento del conocimiento científico-técnico. Así, su influencia en la introducción de la matemática moderna en España es mínima: incorporados al tren del cálculo diferencial sólo en la década final de su presencia en el país, con un público muy reducido (sólo nos consta la existencia de cuatro estudiantes en el nivel matemático superior), no publican sus textos de cálculo diferencial, que quedan manuscritos. El balance de su influencia es, también en este caso, bien modesto⁴¹.

Así pues, en el medio siglo transcurrido entre 1717 y 1767 la enseñanza del cálculo consigue introducirse en España en el Seminario de Nobles —acaso también en el Colegio de Nobles de Cordelles— y en la Armada, pero no en las armas facultativas del Ejército (ingenieros y artilleros) ni en la universidades; además, se publica en España un único libro de texto de cálculo. En estas circunstancias cabe valorar el mérito de los resultados frente a las resistencias, pero no hablar de una plena introducción del cálculo en este periodo —ni siquiera en los entornos de jesuitas y militares— ni dar al país por incorporado al tren de la modernidad matemática, y mucho menos identificar a militares y jesuitas en su conjunto como artífices de esta incorporación.

Estos hechos no vienen sino a confirmar que también en Matemáticas la incorporación de España al proceso ilustrado empieza a producirse en la segunda mitad del siglo XVIII, de manera que hasta el reinado de Carlos III no comienzan a cosecharse los primeros resultados efectivos. Así pues, lo mejor estaba por llegar. Volver a empezar, aunque no desde cero, con la puesta en marcha de los colegios y seminarios dejados tras la expulsión de los jesuitas va a favorecer la aparición de una serie de profesores e instituciones que van a dar un nuevo aire a la enseñanza de las ciencias en España y que permitirán un cierto florecimiento de las matemáticas en el siguiente periodo, hasta la Guerra de la Independencia.

5. LOS TEXTOS DE MATEMÁTICAS DE BENITO BAILS

Una vez expulsados los jesuitas y cerrada la Real Sociedad Matemática Militar sin que se pudiera lograr la elaboración de un buen libro de matemáticas en castellano, se intenta por otra vía. Esta vez la elegida es la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. El Conde de Aranda, consiliario⁴² desde 1757, en un informe a la Academia, propone la reforma de las enseñanzas de Arquitectura que allí se impartían, haciendo especial hincapié en la importancia de contar con buenos libros de texto en castellano⁴³. Esta propuesta es retomada más tarde, y en la Junta Particular del 17 de enero de 1759 el Secretario de la Academia, Don Ignacio de Hermosilla y Sandoval, expresa al Viceprotector la necesidad de dotar a la Sección de Arquitectura de un método propio de enseñanza ordenado y diferenciado del utilizado por pintores y escultores. Hermosilla

considera forzoso que los estudiantes de Arquitectura estudien y memoricen la doctrina, no solo de lo que es propiamente Arquitectura sino de la Geometría, Aritmética y Perspectiva y demás partes de las matemáticas que sean necesarias.⁴⁴

Estas propuestas fructificarán definitivamente en la creación de dos cátedras de Matemáticas en la Academia, bajo inspiración de Pedro Cermeño⁴⁵ y, sobre todo, de Jorge Juan. Las cátedras se otorgan a Francisco Subirás⁴⁶ y Benito Bails en 1768. El primero no llegó de hecho a incorporarse nunca a la plaza, ya que fue nombrado director del Real Seminario de Cordelles de Barcelona.

Cabe destacar cómo la tarea encomendada a Bails era, al margen de atender las clases, la elaboración de un texto de matemáticas en castellano bajo la dirección de Jorge Juan. Este encargo inicial se ve aumentado al solicitársele la elaboración de dos obras de características distintas: un gran tratado de matemáticas, los *Elementos* [BAILS, 1772-1783], y una obra más elemental y concisa, los *Principios* [BAILS, 1776]⁴⁷. La Academia no pretendía que Bails elaborara un tratado original: lo que se le pide, además de manera expresa, es que traduzca y resuma de las mejores obras que haya en ese momento en Europa.

Esto mismo se había intentado en 1759 con el encargo a los directores de arquitectura⁴⁸, quedando como único fruto un *Tratado de Geometría y Aritmética* de José de Castañeda, quien ya había elaborado unas cartillas para el aula de geometría que fueron supervisadas por la Sociedad Matemática Militar [CUESTA DUTARI, 1985, p. 209]. Su tratado es sometido también al examen por una comisión de la propia Academia. Entre sus miembros se encuentran el mismo Jorge Juan, el padre Miguel Benavente o Mariano Lleopart⁴⁹, quienes lo descalifican por la cantidad de errores que contiene. Con fecha de 14 de abril de 1768 se acuerda no aprobar los mencionados textos.

En el encargo hecho en 1759 quedaban claros los objetivos que se pretendían con el texto a redactar. Se quiere que se componga extrayendo y resumiendo lo que se

considerara conveniente para la formación del arquitecto de textos ya consagrados como, por ejemplo, los de Tosca, Wolfio o Belidor:

hay tanto escrito en todas las Matemáticas de cuya jurisdicción es la Arquitectura, que por más que sudase el gran talento de nuestros profesores, no podría darnos ni doctrina ni aún método que no se halle en los innumerables libros que en todas lenguas se han publicado desde más ha de dos años [...] supongamos que en el curso del Padre Tosca, en el de Belidor o en el de Wolfio,...⁵⁰

Así pues el encargo que se le hace a Bails —una vez fracasado el intento de elaborar el texto en la Real Sociedad Matemática Militar de Madrid— es el de, en resúmenes, copiar y traducir para obtener un buen libro en castellano⁵¹. El encargo es tomado por Bails con diligencia y rápidamente se suceden las comunicaciones a la Real Academia donde Bails va dando cuenta del plan de sus obras, así como de las diversas partes que va redactando. Todo el material es puesto bajo la supervisión de Jorge Juan.

Con fecha 26 de diciembre de 1769 tenía ya preparado un plan de trabajo que incluía un *Curso Grande* y un *Curso Pequeño de Matemáticas*. El *Curso Grande* quedaría como sigue⁵²:

- Una Aritmética: Cuatro reglas.
- Tratado de Algebra: Hasta la Ec. de 2º grado. Proporciones y progresiones.
- Geometría elemental: Un Euclides de buena mano.
- Doctrina de los logaritmos. Tomada de Keil.
- Tratado de Analysis: Ecuaciones de 3º y 4º grado. Sacado de Clairaut, Reineau, Ricati, Euler y Simpson.
- Teoría de las curvas algebraicas, secciones cónicas, construcción de ecuaciones. Sacado de Euler, L'Hôpital, Ricati y Cramer.
- El Cálculo Diferencial. Sacado de Euler, L'Hôpital.
- El Cálculo Integral. No sabe de quien lo tomará pero apunta a MacLaurin, Bernoulli, Euler y Jaquier.
- Un tratado de curvas mecánicas.
- La mecánica o dinámica e hidrodinámica según los principios de Newton tomada de Jaquier, Clairaut, Bernoulli, Euler, D'Alembert.
- La Óptica según los Principios tomada de Smitz, Clairaut, Euler, Lambert, Bouguer.
- La Astronomía de LaLande y Newton.

Todo ello dará 6 Tomos en 4º y al final irá un tratado de Arquitectura Hidráulica y otro con los cinco órdenes de la Arquitectura.

Tanto el plan del *Curso Grande*, que serían los *Elementos*, como el del *Curso Pequeño* fueron aprobados por Jorge Juan⁵³, quien además muestra su conformidad con todo el proceso seguido por Bails para la elaboración de dichas obras. El ascen-

dente de Jorge Juan en esta institución es bastante claro. Desde su llegada como académico de honor en 1767 hasta su fallecimiento en 1773 da un impulso notable a las matemáticas dentro de la Academia. Su influencia es notoria con la llegada el mismo año de 1767 de Francisco Subirás como teniente de arquitectura. La inclusión de una persona externa no ya a la Academia, sino incluso extraña a la profesión de arquitecto, con una buena formación matemática, se ve reforzada en 1768 con la creación, no ya de una, como estaba en un principio previsto, sino de dos cátedras de matemáticas, desligadas de las tres secciones establecidas en la Academia: pintura, escultura y arquitectura. La posición de estas cátedras dentro del organigrama de la Academia es fiel reflejo del poder de Jorge Juan dentro de ella. En un primer momento se concede a las cátedras de matemáticas un rango mayor que a las de los Directores de las otras tres Secciones. Así se expresan en la Junta Particular donde se acuerda la creación de dichas cátedras:

El Director alternará con los directores de la tres principales artes por su antigüedad pues aunque la importancia de este nuevo empleo y la dignidad de las ciencias de su cargo son acreedoras a un lugar mas distinguido sin embargo para no suscitar quejas y desavenencias tiene la Junta por conveniente establecer tal igualdad.⁵⁴

También es clara la influencia y tutelaje sobre la obra de Bails, quien le remite cada una de las partes conforme las va componiendo. Además, la obra más importante de Bails, sus *Elementos*, excede, y con mucho, las pretensiones de la Academia. Lo que se quería, en un principio, era la elaboración de un tratado para el aula de geometría que fuese de carácter más bien elemental. Esto debe entenderse dentro de la concepción que se tenía de lo que era la Academia. Los asistentes a sus aulas son canteros, albañiles,... Los arquitectos se formaban en los despachos particulares de los arquitectos ya consagrados, situación que influía en una deficiente formación técnica y que será aprovechada por los ingenieros [HERNANZ & MEDRANO, 1997] para hacerse con el control de gran cantidad de obras civiles, que de otra forma hubieran ido a parar a manos de los arquitectos. La Academia se convierte en un mero expendedor de títulos, pero no en un centro de formación. Sin embargo, lo que resulta en 1768 es la creación de unos estudios de matemáticas y la elaboración de la obra de Bails. En palabras de Arenzana [1987, p. 160]:

Con Bails las ciencias Físico-Matemáticas en España se ponen en conexión con la ciencia europea adoptando sus supuestos.

Esto no es lo que querían los arquitectos de la Academia, lo que provocará continuas tensiones entre académicos y consiliarios, influyendo en la posición de las matemáticas dentro de la organización del centro. Un punto de inflexión es la muerte de Jorge Juan en 1773, a partir de la cual las matemáticas vuelven a perder posiciones, pasando a un segundo plano. La enfermedad de Bails agudizó el problema, cayendo la enseñanza de las matemáticas en un largo letargo del que no saldría hasta

1789, cuando aparece Antonio Varas como sustituto de José Moreno⁵⁵ en la segunda cátedra de matemáticas.

6. CONCLUSIONES

El texto de Bails es el primero en castellano de amplia difusión que trata el cálculo de manera extensa. A partir de ese momento se extiende la implantación de la enseñanza del cálculo en los diferentes establecimientos civiles de enseñanza superior, —incluidos los vacantes a consecuencia de la expulsión de los jesuitas—, también en los militares: el cálculo queda incorporado a la formación de los artilleros a partir del texto de Pedro Giannini [1795], a la de los ingenieros militares ya en el siglo XIX, aún con el texto de Pedro Padilla [VELAMAZÁN y AUSEJO, 1993, p. 328].

NOTAS

- 1 «*Periodization is always a rather complicated and delicate matter*» [MEDVEDEV, 1991, p. 113].
- 2 Capel [1982, p. 116]. Además fue uno de los participantes en la Asamblea Amistosa Literaria de Cádiz.
- 3 Según
- 4 Lafuente y Peset [1988, p. 35]. Cuesta Dutari [1985, p. 134] da 1751 como fecha de creación de dicha Academia, aunque en la página 137 hace una referencia a 1749.
- 5 En sus *Observaciones Astronómicas y Físicas* (1748) hace uso del cálculo infinitesimal.
- 6 Un estudio de este curso lo ha llevado a cabo Cuesta Dutari [1985].
- 7 En opinión de Kline [1992, p. 570] MacLaurin intentó evitar las críticas a la doctrina de las fluxiones tratando de fundamentarla en el seguro refugio de la geometría clásica y evitando el concepto de límite. Lo hizo de forma tan hábil que lo que en realidad ocurrió es «que persuadió a otros a hacer lo mismo y abandonar el análisis».
- 8 Se refiere a la traducción francesa de Buffon [NEWTON, 1740].
- 9 El curso, en un primer momento, iba a contar con más tomos, pero todo parece indicar que únicamente llegaron a publicarse los cuatro primeros.
- 10 Citado en Cuesta Dutari [1981, p. 734] y en Hidalgo [1991, p. 1954].
- 11 El contenido del curso está sacado de los cuadernos manuscritos de un alumno durante el curso 1759-1760 [CAPEL *et al.*, 1988, pp. 228-229]. Actualmente se da por cierto que permaneció inédito, que mantuvo su vigencia desde su redacción (ca. 1744-47) hasta 1790 [ALCAIDE y CAPEL, 2000, pp. 16 y 19-23] y que su autoría corresponde a Lucuze, habida cuenta del papel principal que las ordenanzas de 1739 y 1751 atribuyen al director y al curso matemático por él redactado [ALCAIDE y CAPEL, 2000, pp. 6-7]. Aunque se contempla la posibilidad de que variaran «puntualmente» los contenidos del curso «por inclusión o supresión de determinados párrafos o capítulos» y de que fuera complementado «con otras enseñanzas» [ALCAIDE y CAPEL, 2000, pp. 13 y 22], Alcaide y Capel no reseñan variación alguna en lo que al cálculo se refiere.
- 12 *Reflexiones sobre la superficie del cono inclinado ordenadas por la Real Academia Militar de Matemáticas establecida en Barcelona, al cargo, y dirección del Cuerpo de Ingenieros para la enseñanza de los oficiales y cadetes del ejército*. Barcelona, En la imprenta de Francisco Suriá, Impresor. MDCCLV.
- 13 Y por ende de las de Ceuta y Orán, que dependían de ella.
- 14 «tres quadernos sobre el Análisis para descubrir las reglas del Cálculo Integral» en el legajo nº15; «seis quadernos sueltos sobre algunos puntos del Cálculo diferencial e integral» en el legajo nº20; y «diez quadernos de algunos principios de Trigonometría y Cálculo» (sin el adjetivo diferencial ni integral) en el legajo nº22. Además, para la referencia a «un quaderno con apuntaciones de la

- obra de Muller» del legajo nº5 Cuesta propone la traducción francesa (Paris, 1760) de *A mathematical treatise, containing a system of conic sections and the doctrine of fluxions and fluents* de John Muller (Londres, 1736), por encontrarse en la Biblioteca de la Universidad de Salamanca, sin reparar en que es mucho más probable que se tratara de *A Treatise containing the Practical Part of Fortification in Four Parts* (Londres, 1755), del mismo artillero, toda vez que esta obra fue traducida por Miguel Sánchez Taramas en 1769 y que el propio Lucuze publicó sus *Principios de Fortificación* en 1772.
- 14 A quienes cabe atribuir conocimiento de causa a la hora de separar los cuadernos de cálculo de los utilizados para la enseñanza en la Academia.
 - 15 Tadeo Lope y Aguilar (1753-1802) fue catedrático del Real Seminario de Nobles y publicó un *Curso de Matemáticas* entre 1794 y 1798 en 3 volúmenes. El 4º era el dedicado al cálculo, pero quedó sin publicar.
 - 16 Juan Caballero era comandante de ingenieros y sucedió a Lucuze tanto como director de la Academia de Barcelona como de la sección de Academias Militares, creada en 1779.
 - 17 Los comentarios de Tadeo Lope pueden calificarse de primera mano, ya que él mismo era ingeniero, y como tal recibió su formación en la correspondiente Academia.
 - 18 El documento se conserva en la Real Biblioteca (Palacio Real, Madrid), en la correspondencia de Francisco de Zamora (a la sazón caballero de la Real y Distinguida orden española de Carlos III, del Consejo de S.M., oidor de la Real Audiencia de Barcelona), signatura II/2469.-- f. 254r-259r. Está firmado como Miguel Taramas, además de por Juan Cavallero. La catalogación por autor bajo el nombre de Miguel Faramas es sin duda resultado de la confusión de la grafía de T por F, por cuanto la misma T mayúscula de Taramas se utiliza para Tadeo Lope. La aparición del oidor Francisco de Zamora indica que este documento está relacionado con el trámite de la queja al Rey de Juan Cavallero citada por Garma [1980, p. 66, nota 14].
 - 19 Fue nombrado director interino en 1784 y permaneció en el cargo hasta 1789 [Capel *et al.*, 1988, p. 89].
 - 20 Astronomía, navegación,...
 - 21 Se refiere a la catóptrica y a la dióptrica.
 - 22 Incluye también Sánchez Taramas la teoría de curvas.
 - 23 Capel *et al* [1988, p. 244] presentan un ejemplar de la obra de Euler *Introductio in analysin infinitorum* que lleva la firma de Antonio de Córdoba, lo que permite albergar ciertas expectativas respecto del nivel que se quería alcanzar.
 - 24 Ingeniero militar responsable de la redacción de la parte de Mecánica. Fue el encargado de varias obras de ingeniería civil. Betancourt siempre lo cita de manera elogiosa, aunque no siempre con justicia. Sobre este tema véase Sánchez Lázaro [1995].
 - 25 No queda constancia escrita de ninguno de los diferentes tratados que debían componer la obra. Sólo cabe constatar que Carlos Lemaury publicó en 1778 unos *Elementos de Matemática Pura* en 2 tomos, en los que no se incluye el cálculo diferencial, que habría sido utilizado para la enseñanza de las matemáticas en la Academia de Ingenieros (http://www.ingenierosdelrey.com/02_03_barcelona.htm, consultado el 2 de febrero de 2010).
 - 26 Es la obra sobre los infinitamente pequeños de L'Hôpital.
 - 27 Para una historia detallada, véase Simón Díaz [1992].
 - 28 Se refiere, sin duda, a Pedro Padilla Arcos, el citado director de la Academia de Guardias de Corps, autor del primer libro de texto español donde se trata el cálculo infinitesimal.
 - 29 Esteban Bramieri fue profesor de matemáticas del Real Seminario de Nobles desde ese mismo año de 1760.
 - 30 Item 25 de la signatura 9/2792 - 680 del catálogo de Agustín Udías Vallina (Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2000) *Manuscritos Matemáticos del Colegio Imperial de Madrid. Biblioteca de la Real Academia de Historia - Colección de Cortes*.
 - 31 Una de ellas en folio, las otras dos en cuarto; de éstas, una está en castellano y la otra en latín.
 - 32 Donde la expresión matemática de la resistencia aparece en notación diferencial.
 - 33 A Cuesta Dutari, según el mismo relata [1985, p. 250], le habría proporcionado copia de los manuscritos Eulogio Hernández, cuya vaga descripción del material encontrado no se corresponde con el

- aquí presentado en apéndice [HERNÁNDEZ, 1980, p. 62]. Todavía más imprecisas son las referencias publicadas anteriormente en Cuesta Dutari [1974, pp. 90-91].
- 34 Ambos manuscritos se encontrarían también en la Real Academia de la Historia, Col. Cortes 9/2792 [NAVARRO BROTONS, 2006, pp. 402-403].
 - 35 A 23 de octubre, 3 y 16 de noviembre de 2009.
 - 36 Esta obra está citada en Capel [1982, p. 123] (fecha de 1765) como propia de Benavente. Sin embargo Caveda [1867, p. 176], en su estudio sobre la Academia de San Fernando, afirma que es una traducción del latín al castellano de una obra del P. Christian Rieger. En el catálogo de la biblioteca de la Academia de 1793 [BÉDAT, 1968, p. 24] viene citada como una traducción de la de Rieger. El relato más próximo en el tiempo a la publicación también la presenta como traducción [LLAGUNO Y AMIROLA, 1829, Vol. IV, pp. 280-281].
 - 37 Se advierte que las observaciones sobre los tipos de letra no han sido sometidas a peritaje caligráfico experto.
 - 38 RAH, Col. Cortes 9/2792 - 680 (Item 21 en el catálogo de Udías, p. 2).
 - 39 Sobre el concepto de *utilidad de la ciencia* véase Del Pino Díaz [1990].
 - 40 Sobre primer profesor primario de matemáticas fue el jesuita Antonio Eximeno.
 - 41 Valverde [2007, pp. 234-240] presenta una docencia matemática eminentemente práctica y muestra como los certificados de cursos matemáticos en el Seminario de Nobles adquieren validez en la carrera laboral [pp. 91-92], sin que ello signifique que se espere de la nobleza el ejercicio de las ciencias [pp. 100-101].
 - 42 Los consiliarios eran nombrados por el Rey a propuesta del Protector de la Academia. Eran quienes realmente controlaban la institución.
 - 43 Recuérdese que había sido el Conde de Aranda el creador de la Real Sociedad Matemática Militar. Queda clara la existencia de un cierto plan para impulsar las matemáticas en esta época.
 - 44 Junta Particular de 17 de enero de 1759. Archivo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, legajo 3/121.
 - 45 Pedro Cermeño era ingeniero militar.
 - 46 Francisco Subirás estudió en el Colegio de Cordelles, siendo uno de sus maestros Tomás Cerdá. En 1764 se traslada a Madrid a ocupar una de las plazas de teniente de arquitectura de la Academia, hasta que en 1768 fue propuesto para una de las dos cátedras. Regresó a Barcelona para hacerse cargo del Real Seminario de Cordelles de Barcelona y, posteriormente, en 1779, fue nombrado catedrático de Matemáticas del Real Seminario de Nobles de Madrid.
 - 47 Que incluyeron el cálculo en el segundo tomo a partir de la segunda edición (1789).
 - 48 Eran los encargados del aula de geometría que había en la Academia. Sus enseñanzas eran de carácter muy elemental.
 - 49 Capitán de ingenieros.
 - 50 Junta Particular 17-I-1759. Archivo RABASF, leg. 3/121.
 - 51 Es importante subrayar la decisión tajante de que el curso fuera redactado en castellano por el carácter de medida pionera que luego sería seguida por otras instituciones. Sobre este tema véase Moreno [1988, p. 409] y Simón Díaz [1992, p. 310].
 - 52 Junta Particular 14-Enero-1770. Archivo RABASF, leg. 3/121.
 - 53 *Ibidem*.
 - 54 J.P. de 29 de Julio de 1768. Archivo RABASF, leg. 3/121.
 - 55 José Moreno fue nombrado en 1768 amanuense de Benito Bails, para la redacción de sus cursos. Más tarde, en 1777, es nombrado director segundo de matemáticas. Parece que su labor se centró más en aspectos administrativos que científicos, siendo nombrado secretario de la poderosa Comisión de Arquitectura creada en 1786.
 - 56 A continuación se encuentra *Al ultimo de las Tangentes* (pp. 14-15), *Sobre los Radios de Curvatura y Evolutas* (pp.15-16), *Despues de la Evoluta de la Cycloide* (pp. 16-17), *Despues de la Spiral Logarithmica* (pp. 17-19), *Sobre la Rectificacion de las Curvas* (p. 19) y *Al ultimo del Prob. 13 sobre la Cubatura de los Solidos* (p. 20 y 1ª del segundo cuaderno no numerado). Nótese que los dos últimos epígrafes se refieren a los capítulos 12 y 13 [CUESTA DUTARI, 1985, pp. 250-252], cuyo texto principal no se ha localizado en el legajo de referencia (RAH, Col. Cortes 9/2792 - 680).
 - 57 Tras el epígrafe *Sobre encontrar los segmentos de las figuras* (pp. 1-4).

APÉNDICE

<p><i>Cerdá - Parte 1^a</i> <i>Cuesta Dutarri [1985, pp. 250-252]</i></p>	<p><i>Simpson [1750]</i></p>	<p><i>Cerdá (Items catálogo Udías)</i> RAH, Col. Cortes 9/2792 - 680</p>
<p>Capítulo 1. Explícate la naturaleza de las fluxiones</p>	<p>Part I - Section I (pp. 1-13) Of the Nature, and Investigation, of Fluxions</p>	
<p>Capítulo 2. Algunos problemas para encontrar las fluxiones de las cantidades algebraicas</p>	<p>Part I - Section I (pp. 1-13)</p>	
<p>Capítulo 3. Reglas únicas para encontrar las fluxiones de las cantidades algebraicas</p>	<p>Part I - Section I (pp. 1-13)</p>	
<p>Capítulo 4. De las fluxiones superiores</p>	<p>Part I - Section I (pp. 1-13)</p>	
<p>Capítulo 5. Resuélvense por las fluxiones algunos problemas de máximos y mínimos</p>	<p>Part I - Section II (pp. 14-50) On the Application of Fluxions to the Solution of Problems DE MAXIMIS ET MINIMIS</p>	<p>21. En 1^a página, margen superior derecho: <i>Quaderno 2 de Fluxiones para la clase</i> (20pp.) Contiene <i>Resuélvense por las Fluxiones algunos Problemas de Maximos, y Minimos</i> (pp. 3-10)</p>
<p>Capítulo 6. Explícate el método de tirar las tangentes a las curvas por medio de las fluxiones</p>	<p>Part I - Section III (pp. 50-65) The Use of FLUXIONS in drawing Tangents to Curves</p>	<p>21. En 1^a página, margen superior derecho: <i>Quaderno 2 de Fluxiones para la clase</i> (20pp.) Contiene <i>Explícate el Metodo de tirar las tangentes a las Curvas por medio de las Fluxiones</i> (pp. 11-17)</p>
<p>Capítulo 7. Cómo se encuentran los puntos de inflexión</p>	<p>Part I - Section IV (pp. 65-70) Of the Use of Fluxions in determining the Points of Retrogression, or contrary Flexure in Curves</p>	<p>21. En 1^a página, margen superior derecho: <i>Quaderno 2 de Fluxiones para la clase</i> (20pp.) Contiene <i>Como se encuentran los Puntos de Inflexion de las Curvas por las Fluxiones del Segundo Orden</i> (pp. 18-20 y 1^a de <i>Quaderno 3 de Fluxiones para la clase</i>)</p>

<p><i>Cerdá - Parte 1^a</i> <i>Cuesta Dutari [1985, pp. 250-252]</i></p>	<p><i>Simpson [1750]</i></p>	<p><i>Cerdá (Items catálogo Udías)</i> RAH, Col. Cortes 9/2792 - 680</p>
<p>Capítulo 8. Determináanse por el método directo de las fluxiones los radios de curvatura y las evolutas de las curvas</p>	<p>Part I - Section V (pp. 71-83) The Use of Fluxions in determining the Radii of Curvature, and the Evolutes of Curves</p>	<p>22. En 1^a página, margen superior derecho: <i>Quaderno 3 de Fluxiones para la clase (22pp.)</i> Contiene <i>Determináanse por el Metodo directo de las Fluxiones los Radios de Curvatura, y las Evolutas de las Curvas</i> (pp. 2-8)</p>
<p>Capítulo 9. Explicase el método inverso de las fluxiones y algunas de sus reglas</p>	<p>Part I - Section VI (pp. 84-120) Of the Inverse Method, or the Manner of determining the Fluents of given Fluxions</p>	<p>22. En 1^a página, margen superior derecho: <i>Quaderno 3 de Fluxiones para la clase (22pp.)</i> Contiene <i>Explicase el Metodo Inverso de las Fluxiones, y algunas de sus Reglas</i> (pp. 9-13)</p>
<p>Capítulo 10. Cómo se ha de corregir la fluente encontrada por el método inverso de las fluxiones</p>	<p>Part I - Section VI (pp. 84-120)</p>	<p>22. En 1^a página, margen superior derecho: <i>Quaderno 3 de Fluxiones para la clase (22pp.)</i> Contiene <i>Como se ha de corregir la Fluente encontrada por el Metodo Inverso de las Fluxiones</i> (pp. 14-19)</p>
<p>Capítulo 11. Aplicaciones del método inverso de las fluxiones para la quadratura de las curvas</p>	<p>Part I - Section VII (pp. 121-155) Of the Use of Fluxions in finding the Areas of Curves</p>	<p>22. En 1^a página, margen superior derecho: <i>Quaderno 3 de Fluxiones para la clase (22pp.)</i> Contiene <i>Aplicacion del Metodo Inverso de las Fluxiones para la Quadratura de las Curvas</i> (pp. 19-22)</p>
<p>Capítulo 12. Aplicaciones del método inverso de las fluxiones para la rectificación de las curvas</p>	<p>Part I - Section VIII (pp. 156-171) The Use of Fluxions in the Rectification, or finding the Lengths, of Curves</p>	<p>20. <i>Adiciones al Tratado de Fluxiones. (140 pp.</i> en 2 cuadernos de 20 y 13 pp. más 6 cuadernos numerados) Contiene <i>Sobre la Rectification de las Curvas</i> (p. 19 del primer cuaderno no numerado)</p>
<p>Capítulo 13. Aplicaciones del método inverso de las fluxiones para encontrar los sólidos de los cuerpos</p>	<p>Part I — Section IX (pp. 171-187) The Application of FLUXIONS in investigating the Contents of Solids</p>	<p>20. <i>Adiciones al Tratado de Fluxiones. (140 pp.</i> en 2 cuadernos de 20 y 13 pp. más 6 cuadernos numerados) Contiene <i>Al ultimo del Prob. 13 sobre la Cubatura de los Solidos</i> (p. 20 y 1^a del segundo cuaderno no numerado)</p>

<p><i>Cerdá - Parte 1ª</i> <i>Cuesta Dutari [1985, pp. 250-252]</i></p>	<p><i>Simpson [1730]</i></p>	<p><i>Cerdá (Items catálogo Udiás)</i> RAH, Col. Cortes 9/2792 - 680</p>
<p>Aplicaciones del método inverso de las fluxiones para encontrar las superficies de los cuerpos</p>	<p>Part I — Section X (pp. 187-202) The Use of Fluxions in finding the Superficies of solid Bodies</p>	<p>43. <i>Aplicación del Metodo inverso de las Fluxiones para encontrar la Superficie de los Cuerpos</i> (7 pp., desde p. 3)</p>
<p>De la resolución de las ecuaciones fluxionales, o modo de encontrar la relación de las cantidades fluentes por las de las fluxiones</p>	<p>Part II — Section II (pp. 288-305) Of the Resolution of fluxional Equations, or the Manner of finding the Relation of the flowing Quantities from that of the fluxions</p>	<p>24. <i>De la Resolución de las Ecuaciones Fluxionales, o modo de encontrar la relación de las Quantidades Fluentes por las de las Fluxiones</i> (16 pp.)</p>
<p>De las fluxiones de los lados y ángulos de los triángulos esféricos</p>	<p>Part II — Section I (pp. 275-288) The Manner of investigating the FLUXIONS of Exponentials, with Those of the Sides and Angles of Spherical Triangles</p>	<p>20. <i>Adiciones al Tratado de Fluxiones</i>. (140 pp. en 2 cuadernos de 20 y 13 pp. más 6 cuadernos numerados) <i>Contiene De las Fluxiones de los Lados y Angulos de los Triangulos Esfericos</i> (pp. 1-13 del primer cuaderno numerado)</p>
<p>De las fluxiones de las cantidades exponenciales. Transformación de fluxiones y desarrollo en serie</p>	<p>Part I - Section I (pp. 275-288)</p>	
<p>Apéndice. Adiciones al Tratado de Fluxiones de maximis et minimis</p>		<p>20. <i>Adiciones al Tratado de Fluxiones</i>. (140 pp. en 2 cuadernos de 20 y 13 pp. más 6 cuadernos numerados) <i>Contiene De Maximis et Minimis</i> (pp. 1-14 del primer cuaderno no numerado)⁵⁶</p>

<p><i>Cerdá - Parte 2ª</i> <i>Cuesta Dutari [1985, pp. 250-252]</i></p> <p>De las fuentes de fracciones racionales de diferentes dimensiones, según las fórmulas de la «Harmonía mensurarum» de Cotes</p>	<p><i>Simpson [1750]</i></p> <p>Part II - Section III (pp. 305-330) Of the Comparison of Fluents, or the manner of finding one Fluent from another Part II- Section V (pp. 347-387) The Investigations of Fluents of Rational Fractions, of Several Dimensions, according to the Forms in Cote's HARMONIA MENSURARUM</p>	<p><i>Cerdá (Items catálogo Udías)</i> RAH, Col. Cortes 9/2792 - 680</p> <p>25. De la Comparación de las Fluientes o Metodo para encontrar una Fluente dada otra (91 pp. en 5 cuadernos) Contiene De las Fluientes de Fracciones Racionales de diferentes dimensiones, según las Formulas de la Harmonia Mensurarum de Cotes (pp. 6-12 del 2º cuaderno, las 20 del 3º y 1-7 del 4º)</p>
<p>Métodos para investigar las fluientes cuando las cantidades, y sus logaritmos, los arcos y sus senos etc. Se encuentran entre si multiplicadas o ocurren otros casos Part II - Section VI (pp. 387-396) The Manner of Investigating Fluents, when Quantities, and their Logarithms; Arcs and their Sines, & c. Are involved together: With other Case of the Like Nature</p>	<p>25. De la Comparación de las Fluientes o Metodo para encontrar una Fluente dada otra (91 pp. en 5 cuadernos) Contiene Metodo para investigar las Fluientes quando las Quantidades, y sus Logarithmos, los Arcos y sus Senos etc. se encuentran entre si multiplicados ó ocurren otros Casos de la misma especie (pp.8-15 de 4º cuaderno)</p>	<p>25. De la Comparación de las Fluientes o Metodo para encontrar una Fluente dada otra (91 pp. en 5 cuadernos) Contiene De que Suerte las Fluientes encontradas por Series infinitas se pueden hacer convergentes (pp. 16-20 del 4º cuaderno y las 19 del 5º)</p>
<p>De qué suerte las fluientes encontradas por series se pueden hacer convergentes</p> <p>De la aplicación de las fluxiones a la resolución de varias especies de problemas de máximos y mínimos que dependen de una particular curva</p>	<p>Part II - Section VII (pp. 396-419) Showing how Fluents, found by Means of Infinite Serieses, are made to converge</p> <p>Part II — Section X (pp. 480-499) On the Application of FLUXIONS to the Resolution of such Kind of Problems DE MAXIMIS ET MINIMIS, as depend upon a particular Curve, whose Nature is to be determined</p>	<p>20. Adiciones al Tratado de Fluxiones. (140 pp. en 2 cuadernos de 20 y 13 pp. más 6 cuadernos numerados) Contiene De la Aplicación de las Fluxiones a la Resolución de varias especies de Problemas de Máximos y Mínimos, que dependen de una Particular curva (pp. 14-16 del primer cuaderno numerado y pp. 1-19 del segundo cuaderno numerado)</p>

<p><i>Cerdá - Parte 2ª</i> <i>Cuesta Duntari [1985, pp. 250-252]</i></p>	<p><i>Simpson [1750]</i></p>	<p><i>Cerdá (Items catálogo Uliás)</i> RAH, Col. Cortes 9/2792 - 680</p>
<p>Resolución de varios problemas de diferente especie</p>	<p>Part II - Section XI (pp. 499-567) The Resolution of Problems of various such Kinds <i>37 problemas</i></p>	<p>20. <i>Adiciones al Tratado de Fluxiones.</i> (140 pp. en 2 cuadernos de 20 y 13 pp. más 6 cuadernos numerados) Contiene <i>Resolucion de varios Problemas de diferentes Especies</i> (pp. 19-20 del segundo cuaderno numerado y los cuadernos 3°, 4°, 5° y 6° de 20, 16, 20 y 15 pp. respectivamente) Los 6 cuadernos numerados contienen un total de <i>34 problemas</i></p>
	<p>Part II - Section VIII (pp. 420-445) The Use of Fluxions in determining the Motion of Bodies in resisting Mediums</p>	<p>35. <i>Movimiento por medios resistentes</i> (31 pp.) Cuaderno 1: <i>Del Movimiento de los Cuerpos por Medios Resistentes</i> (pp. 1-20, hasta §39) Cuaderno 2: Desde §40 a §63 (11 pp.)</p>
	<p>Part II - Section XI (pp. 568-576) A Table of Hyperbolical Logarithms</p>	<p>23. <i>De los Logarithmos de Street</i> (2 cuadernos de 27 y 33 pp.) Contiene <i>De los Logarithmos Hyperbolicos</i> (2° Cuaderno, pp. 32-33)</p>
	<p>Part II - Section IV (pp. 331-346) Of the Transformation of Fluxions</p>	<p>20. <i>Adiciones al Tratado de Fluxiones.</i> (140 pp. en 2 cuadernos de 20 y 13 pp. más 6 cuadernos numerados) Contiene <i>Sobre la Transformacion de Fluxiones</i> (pp. 5-13 del segundo cuaderno no numerado)⁵⁷</p>

7. BIBLIOGRAFÍA

- 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. Estudio introductorio a la edición del Tratado VI de la Cosmografía de Pedro de Lucuce». En: Lucuce, Pedro de, *Tratado de Cosmografía del Curso Matemático para la Instrucción de los Militares (1739-1779), según un manuscrito anónimo de 1776*. Transcripción, edición y estudio introductorio por Rafael Alcaide González y Horacio Capel. Barcelona, Colección Geocrítica Textos Electrónicos, nº 1, 1-26.
- ARENZANA, V. (1987) *La enseñanza de las matemáticas en España en el siglo XVIII. La Escuela de Matemáticas de la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País*. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza.
- BAILS, B. (1772-1783) *Elementos de Matemática*. Madrid, Imprenta de Joachim Ibarra, 10 vols.
- (1776) *Principios de Matemáticas*. Madrid, Vda. de Ibarra, 3 vols.
- BÉDAT, C. (1968) «La biblioteca de la Real Academia de San Fernando en 1793». *Academia*, 26, 31-86.
- BENAVENTE, M. (1762) *Conclusiones de Mathemáticas que D. Manuel Irola... y D. Antonio Hernando ... defienden y a nombre de los reales estudios de Mathemáticas del Colegio Imperial de la Compañía de Jesús dedican al rey nuestro Señor D. Carlos III...las preside Miguel Benavente....* Madrid, Joaquín Ibarra.
- CAPEL, H. (1982) *Geografía y Matemáticas en la España del siglo XVIII*. Barcelona, Oikos-tau.
- (1988) «Las Academias de Ingenieros». En: *Carlos III y la Ciencia de la Ilustración*. Compilación de Manuel Sellés, José Luis Peset y Antonio Lafuente. Madrid, Alianza Universidad, 187-204.
- , SÁNCHEZ, J.E. y MONCADA, O. (1988) *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*. Barcelona, CSIC, Ediciones El Serval.
- CAVEDA, J. (1867) *Memorias para la historia de la Real Academia de San Fernando y de las Bellas Artes en España, desde el advenimiento al trono de Felipe V, hasta nuestros días*. Madrid, Imprenta de Manuel Telllo, 2 vols.
- CERDÁ, T. (1758) *Liciones de mathematica o Elementos generales de arithmetica y algebra para el uso de la clase*. Por el P. — de la Compañía de Jesús, Professor Real de Mathematicas en Barcelona. En el Colegio de Nobles de Santiago de Cordellas. Con Privilegio del Rei Nuestro Señor. Barcelona, Por Francisco Suriá, Impessor de la Real Academia de Buenas Letras de dicha Ciudad. 2 vols.
- (1760) *Lecciones de mathematica o Elementos generales de geometría para el uso de la clase*. Por el P. — de la Compañía de Jesús, Professor Real de Mathematicas en Barcelona. En el Colegio de Nobles de Santiago de Cordellas. Dedicadas al Excelentísimo Señor Duque de Medina Coeli. Barcelona, Por Francisco Suriá, Impessor de la Real Academia de Buenas Letras de dicha Ciudad.

- CERDÁ, T. (1764) *Lección de artillería para el uso de la clase*. Por el P. de la Compañía de Jesús, Professor Real de Mathematicas en Barcelona. En el Colegio de Nobles de Santiago de Cordellas. Dedicada al Excmo. Señor Don Felix de Gazola, Conde de Sparavara, etc. Comandante e Inspector General del Real Cuerpo de Artillería. Barcelona, Por Francisco Suriá, Impressor de la Real Academia de Buenas Letras de dicha Ciudad.
- (1999) *Tratado de astronomía*. Curs dictat l'any 1760 a la Reial Càtedra de Matemàtiques del Col·legi de Sant Jaume de Cordelles, inspirat en la *Philosophia Britannica* de Benjamin Martin. Interpretació del manuscrit, introducció editorial i notes a cura de Lluís Gassiot i Matas; amb un pròleg de l'acadèmic Manuel García Doncel. Barcelona, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.
- CUESTA DUTARI, N. (1974) *El maestro Juan Justo García. Presbítero natural de Zafrá (1752-1830), segundo catedrático de Álgebra de la Universidad de Salamanca desde 1774 y creador de su Colegio de Filosofía en 1792*. Salamanca, Universidad de Salamanca.
- CUESTA DUTARI, N. (1981) *La sinfonía del infinito. Y ya en el paraíso de Euler. (99 lecciones de Análisis Matemático)*. Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca.
- (1985) *Historia de la invención del análisis infinitesimal y de su introducción en España* [Texto impreso]. Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca.
- DEL PINO DÍAZ, F. (1990) «Utilidad y Honor Nacional en la Política Científica Ilustrada». En: Joaquín Fernández Pérez e Ignacio González Tascón (Eds.) *Ciencia y Técnica y Estado en la España Ilustrada*. Zaragoza, MEC/SEHCYT.
- GARMA, S. (1980) "Los matemáticos españoles y la historia de las Matemáticas del siglo XVII al siglo XIX". En: S. Garma (Ed.) *El científico español ante su Historia. La ciencia en España entre 1750-1850*. Madrid, Diputación Provincial de Madrid, 59-72.
- (1988) «Cultura matemática en la España de los siglos XVIII y XIX». En: José Manuel Sánchez Ron (Ed.) *Ciencia y Sociedad en España*. Madrid, Ediciones El Arquero/CSIC, 93-127.
- GASSIOT, L. (2000) «Tomàs Cerdà i els inicis de l'Acadèmia de Ciències de Barcelona». En: A. Nieto-Galán y A. Roca Rosell (Coords.) *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX. Història, ciència i societat*. Barcelona, RACAB, 125-133.
- GIANNINI, P. (1795) *Curso Matemático para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artillería*. Tomo III. Segovia, en la Oficina de Antonio Espinosa.
- HERNÁNDEZ, E. (1980) «El cálculo infinitesimal en España». *Revista de Bachillerato: Cuaderno monográfico 5. Suplemento del n.º 13*, 56-62.
- HERNANZ, C. y MEDRANO, F.J. (1997) «Las Matemáticas en los planes de estudio de ingenieros y arquitectos entre los siglos XVIII y XIX». En: Xosé A. Fraga (Ed.) *Actas del V Simposio de Historia e Ensino das Ciências*. A Coruña, Edicions do Castro, Seminario de Estudos Galegos, 265-270.
- HIDALGO, E. (1990) "La etapa fundacional de la Academia de Artillería de Segovia: 1764-1779". En: Joaquín Fernández Pérez & Ignacio González Tascón (Eds.) *Ciencia y Técnica y Estado en la España Ilustrada*. Zaragoza, MEC/SEHCYT, 13-29.
- HIDALGO, E. (1991) "El Aula de Matemáticas de los Guardias de Corps (1759-1761)". En: M. Valera & C. López Fernández (Eds.) *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. Murcia, DM-PPU, Tomo II, pp. 1944-1960.

- HORMIGÓN, M. (1990) «Las matemáticas en la Ilustración española. Su desarrollo en el reinado de Carlos III». En: Joaquín Fernández Pérez & Ignacio González Tascón (Eds.) *Ciencia, Técnica y Estado en la España Ilustrada*. Zaragoza, MEC/SEHCYT, 265-279.
- KLINE, M. (1992) *El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días*. Madrid, Alianza Editorial, 3 vols.
- LAFUENTE, A. y PESET, J.L. (1988) «Las actividades e instituciones científicas en la España Ilustrada». En: *Carlos III y la Ciencia de la Ilustración*. Compilación de Manuel Sellés, José Luis Peset y Antonio Lafuente. Madrid, Alianza Universidad, 143-157.
- LANZ DE CASAFONDA, Manuel (1972) *Diálogos de Chindulza: sobre el estado de la cultura española en el reinado de Fernando VI*. Edición, introducción y notas de Francisco Aguilar Piñal. Oviedo, Cátedra Feijoo, Universidad de Oviedo, 1972.
- LLAGUNO Y AMIROLA, Eugenio (1829) *Noticias de los arquitectos y arquitectura de España desde su restauración*. Madrid, Imprenta Real.
- MACLAURIN, C. (1742) *A Treatise of fluxions in two books*. Edinburgh, T.W. and T. Ruddimans.
- MEDVDEVED, F. (1991) *Scenes from the history of Real Functions*. Basel, Birkhäuser.
- MORENO, A. (1988) «Hacia la felicidad pública por la Ciencia y la Educación». *Revista de Educación, número extraordinario: La Educación en la Ilustración Española*. Madrid, Centro de Publicaciones del MEC, 393-420.
- NAVARRO BROTONS, Víctor (2006) «Science and Enlightenment in Eighteenth-Century Spain: the Contribution of the Jesuits before and after the Expulsion». En: John W. O'Malley, S.J., Gauvin Alexander Bailey, Steen J. Harris & T. Frank Kennedy, S.J. (Eds.) *The Jesuits II: Cultures, Sciences, and the Arts, 1540-1773*. Toronto, University of Toronto Press, 390-404.
- NEWTON, I. (1740) *La méthode des fluxions et des suites infinies*. Paris, chez de Bure. Traducido al francés por Buffon.
- PADILLA ARCOS, Pedro (1756) *Curso Militar de Matemáticas sobre las partes de estas Ciencias, pertenecientes al Arte de la Guerra, para el uso de la Real Academia, establecida en el Quartel de Guardias de Corps*. Madrid, Imprenta de Antonio Marín, 4 vols.
- SÁNCHEZ LÁZARO, T. (1995) «Carlos Lemaur según Agustín de Betancourt. Una visión de la construcción de caminos en el siglo XVIII». En: *Actas del Simposio Agustín de Betancourt*. Tenerife, Asociación Viera y Clavijo de la Enseñanza de la Ciencia, 100-105.
- SIMÓN DÍAZ, J. (1992) *Historia del Colegio Imperial de Madrid*. Madrid, Instituto de Estudios Madrileños, 2ª ed. actualizada.
- SIMPSON, T. (1750) *The Doctrine and Application of Fluxions. Containing (Besides what is common on the Subject) a Number of New Improvements in the Theory. And The Solution of a Variety of New, and very Interesting, Problems in different Branches of the Mathematicks*. 2º ed. revisada y corregida, Londres, John Nourse.
- VALVERDE, N. (2007) *Actos de precisión. Instrumentos científicos, opinión pública y economía moral en la Ilustración española*. Madrid, CSIC.
- VELAMAZÁN, M.A. & AUSEJO, E. (1993) «De Lagrange a Cauchy: el Cálculo Diferencial en las Academias militares en España en el siglo XIX». *LLULL*, 16 (30), 327-370.