

LAS MATEMÁTICAS EN LA ILUSTRACIÓN HISPANA: ESTADO DE LA CUESTIÓN

ELENA AUSEJO

Universidad de Zaragoza

I. Ciencia e Ilustración en España

En 1988, con motivo de cumplirse el bicentenario de la muerte de Carlos III, se desplegó en España una apreciable actividad intelectual sobre el siglo XVIII en general y sobre la Ilustración y el reinado de Carlos III en particular. En el terreno de la historia de las ciencias y de las técnicas es justo destacar la iniciativa del coloquio internacional sobre *Ciencia, Técnica y Estado en la España Ilustrada* celebrado a finales de noviembre y comienzos de diciembre en el Jardín Botánico de Madrid bajo el cuidado organizativo y científico de Joaquín Fernández Pérez e Ignacio González Tascón y con el patrocinio de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia. De esta reunión, selecta y bien planteada, salió una interesante puesta a punto de los estudios sobre la España Ilustrada que pusieron un punto y seguido en los estudios globales y monográficos sobre el desarrollo de la ciencia y la técnica en la segunda mitad del dieciocho español (Fernández Pérez *et al.*, 1990). En resumen, estas y otras aportaciones, entre las que cabe destacar la compilación sobre *Carlos III y la ciencia de la Ilustración* de Sellés, Peset y Lafuente (1988), unidas a importantes repertorios bibliográficos, como los de Aguilar Piñal (1981; 1988), y a las contribuciones puntuales que los

investigadores sobre esta época no han dejado de presentar en la década de los noventa¹, permiten concluir de forma preliminar que existe un nivel aceptable de literatura sobre el desarrollo de la ciencia y la técnica en el dieciocho español y, en concreto, sobre el movimiento intelectual denominado Ilustración, que podemos dar por conocido y bien definido.

Sobre este particular no es arriesgado señalar que existe un consenso valorativo de este periodo histórico a propósito de los ilustrados, las ciencias útiles, la modernización de la sociedad y del estado y el propio rey Carlos III –ya que los casos de Fernando VI, Felipe V y no digamos Carlos IV quedan en otro nivel inferior–, en el que comentaristas adscritos a un amplio espectro ideológico, teórico e intelectual suelen coincidir en sus diagnósticos. Dicho consenso podría resumirse en términos similares a los utilizados por Fernández Pérez y González Tascón en la *Introducción* al texto anteriormente citado:

“Vientos de modernización y eficacia corrieron por España y por América. Y aunque en las colonias las luchas entre españoles y criollos, como habían señalado Jorge Juan y Antonio de Ulloa en sus *Noticias Secretas*, presagiaban los movimientos independentistas, y en la Metrópoli se empezaron a respirar aires constitucionales, hubo un acuerdo generalizado entre los amantes del saber y los que lo practicaban, de unirse a un programa, basado en los avances científicos y técnicos, que pretendía hacer uso racional de los recursos para conseguir un mayor bienestar de los súbditos de la Corona” (FERNÁNDEZ PÉREZ *et al.*, 1990, p. viii).

La lúcida lectura del proceso por parte de Joaquín Fernández e Ignacio González les permite condensar en un breve número de líneas las ideas clave, que muchos historiadores suscribirían, sobre los vientos de modernización, los acuerdos generalizados sobre el desarrollo del saber, la confianza en la ciencia y en la tecnología, el uso racional de los recursos y el deseo de bienestar de los súbditos. Y la lucidez se

(1) Entre estos cabe destacar el sistemático repaso del Archivo de Simancas realizado por Juan Riera Palmero desde su cátedra de Valladolid y la ininterrumpida sucesión de trabajos académicos que sigue alumbrando.

acentúa al colocar en el ciclorama de fondo afanes políticos en ambas orillas de la Mar Océana no coincidentes ni con los deseos y propósitos de la Corona ni con lo que pudiera considerarse desarrollo armonioso y apacible del devenir histórico.

Sin embargo, no cabe confundir la sociedad –y sobre todo la intelectualidad– francesa con la española. Ni por punto de partida ni por el desarrollo de la trama ni por el desenlace. Tampoco las voces críticas que se alzan en el debate *reformista* de los reinados de los primeros Borbones son comparables a las de alguno de los intelectuales franceses más ácidos y corrosivos. No es similar la preocupación por la articulación de un repunte económico, bien basado en la agricultura, bien en la incipiente industrialización. Por no hablar del desenlace. En Francia, las sucesivas tomas de posición son de ruptura franca con lo establecido, mientras que en España la famosa *Pepa*, la Constitución de 1812, de elaboración conducida por gente tan mesurada como Agustín Argüelles (1776-1844), fue vista siempre –absolutistas y serviles aparte– como una fórmula conciliadora.

Así, Hormigón (2005) afirma con rotundidad que el *despotismo ilustrado* es en España más despotismo que ilustrado, que no hay verdadera Ilustración en España por falta de ingredientes políticos y económicos. No solo falta el colofón de la ruptura constitucional, sino que ni siquiera se atisba la secularización o laicización del estado y la sociedad. La componente de clase es en España aristocrática y clerical, con la burguesía de mera comparsa. Solo una finísima capa modernizadora, emuladora de las formas aprendidas en sus periplos europeos, y como tal reformista, aparece unida en torno al programa del progreso científico-técnico.

En esta misma línea se sitúa Miguel Artola, en su monografía sobre *Los afrancesados*, cuando señala:

“No existe una Ilustración española porque no existe en España un cuerpo de filósofos y tratadistas políticos imbuidos en las nuevas ideas. El movimiento, en lo que puede considerarse de espíritu racionalista, será de fuera adentro, y nuestros pensadores acudirán a Francia, Inglaterra y Prusia, donde, sin alcanzar a penetrar en los fundamentos de la nueva filosofía y pensamientos, se quedarán únicamente con sus consecuencias y derivaciones políticas y

económicas. A su regreso se dedicarán a cultivar racionalmente las ciencias y a reformar la política de acuerdo con los nuevos cánones aprendidos. En el fondo no desempeñan más que un oficio que adquirieron fuera. Bajo Carlos III implantarán un sistema de despotismo ilustrado semejante al que han visto en sus viajes”.

“El balance de la ciencia española ilustrada es nulo en teología. En filosofía apenas si hay media docena de autores y tratados. En política, nadie. Todas las ramas de la ideología yacen en total abandono frente a sus aplicaciones prácticas: económicas, sociales, etc., que alcanzan una extraordinaria difusión. Y es que en España se intenta aplicar una técnica, sin que hubiese tenido lugar anteriormente la correspondiente evolución cultural” (ARTOLA, 1976, pp. 32-33).

Sin embargo, no se puede negar la existencia de ciencia en la España del siglo XVIII, a veces relevante, a veces mediocre, a veces brillante y en ocasiones vulgar. Pero ciencia y esfuerzo científico se hizo de una manera evidente, hasta el extremo de representar uno de los primeros momentos históricos en los que el Estado español asumió sus responsabilidades en cuestiones de ciencia y tecnología. No obstante, del crecimiento cuantitativo de las disciplinas científicas se obtiene escaso rendimiento e incidencia global por falta de reformas políticas y socio-económicas, lo que determina el escaso calado social de la ciencia, que era indispensable para su estabilidad y futuro

En este sentido, Puerto, que ha estudiado la política científica en la España ilustrada siguiendo, fundamentalmente, el hilo conductor de la botánica en el contexto de las ciencias naturales y un poco más de refilón, el sistema sanitario, ha podido señalar la evidencia de que las expectativas que se suscitaron en la época, sobre todo de Carlos III, fueron “una ilusión [que] se quebró [porque] el Real Jardín Botánico se dedicó más a la Ciencia y menos a la política científica; los botánicos siguieron caminos de profesionalización ligados a la investigación científica básica y las profesiones sanitarias se desvincularon del proyecto reformista nacional y siguieron vías peculiares de renovación” (Puerto, 1988, p. 7). Lo interesante de la posición de Puerto es que admitiendo la existencia de una corriente ilustrada y constatando la realización de iniciativas positivas en el siglo XVIII la da por quebrada, que es un término fuerte, por razones internas al propio proceso.

El caso es que desde el punto de vista institucional los Borbones hallan a su llegada a España un sistema universitario escolástico compuesto de una pléyade de universidades menores y tres universidades mayores (Salamanca, Valladolid y Alcalá), estas últimas bajo el gobierno de los colegios mayores existentes en su seno, que controlan los cargos académicos, la provisión de cátedras y, actúan a modo de colegios invisibles (o no tanto) en el conjunto de la administración del estado, constituyendo redes de influencia y núcleos de presión. Cada universidad podía contar con un máximo de cuatro facultades, Teología, Derecho, Medicina y Artes, las dos primeras mayores. En este sistema no solo no había lugar para la ciencia (moderna o no), sino que una actitud abiertamente hostil a la misma reinaba en el ambiente intelectual (Peset, 1974).

La tentativa de reforma de la universidad española protagonizada por los Borbones ilustrados no se materializa hasta el final del reinado de Carlos III, con la Real Cédula de 1786 del Ministro Campomanes, que pretende acabar con el poder de los colegios mayores poniendo la universidad española bajo control estatal al tiempo que intenta racionalizar la estructura docente sistematizando grados, currícula y textos y ordenando la provisión de cátedras. Si bien la reforma acabó con la profusión de universidades menores, que quedaron vacías de contenido al no cumplir con los requisitos mínimos para otorgar títulos académicos oficiales profesionalmente reconocidos, en su conjunto fracasó, fundamentalmente por la feroz resistencia corporativa que opusieron las universidades mayores pero también por falta de asignación de recursos económicos que al menos permitieran –si no garantizaran– su puesta en marcha.

Más eficaces fueron, como suele ocurrir en los procesos de cambio no revolucionario, los esfuerzos realizados en toda una serie de instituciones alternativas a la universidad, donde la renovación científica avanza con el siglo: escuelas militares (ingenieros, artilleros), de náutica, Reales Estudios de San Isidro (luego Seminario de Nobles). También hay progresos constatables en instituciones de nueva creación, como las Academias Nacionales (Lengua, Historia, Medicina –la de Ciencias no llegará hasta mediados del siglo XIX–), Real Academia de Nobles Artes de San Fernando y, sobre todo, en las llamadas Sociedades Económicas de Amigos del País, el invento institucional

con el que en España se intenta realizar el ideal ilustrado de transformar la sociedad mediante la productividad. Situadas en la ola general de progreso utilitario que recorrió la Europa del siglo XVIII, las Sociedades Económicas, creadas a imagen y semejanza de la Bascongada, se preocupan por temas relativos a la agricultura, la industria, el comercio y la economía política y, en su intento de instruir al artesanado, crean escuelas donde el nivel de desarrollo de disciplinas científicas como las matemáticas o la química no es en absoluto desdeñable.

Apenas si puede concebirse la biografía de un ilustrado español en la que no aparezca al menos un periplo europeo. Pues bien, la traslación al terreno científico de esta constante se plasma en la puesta en marcha de una política científica de homologación a estándares europeos basada en la formación en el extranjero. Los *pensiones* (becas) permiten a un nutrido grupo de jóvenes ilustrados educarse en el extranjero para poner en marcha, a su regreso a España, instituciones parejas a aquellas en las que recibieran su formación. De este modo se crea, por ejemplo, el cuerpo de ingenieros de caminos en 1799, un colectivo singular en el desarrollo de las matemáticas en España desde que en 1803 publicara la traducción española de *la Geometría Descriptiva* de Monge.

II. Las matemáticas en la Ilustración española

El siglo XVIII es el siglo de la entronización de las matemáticas en virtud de su utilidad para resolver problemas físicos por la nueva vía del *calculus*, dentro de lo que Hormigón (1996) ha definido como *Paradigma Lagrangiano*. Matemáticas *mixtas* son todas las disciplinas físicas de la época (estática, dinámica, hidrodinámica), la mecánica es parte de las matemáticas. Protagonistas principales del quehacer matemático son militares y jesuitas, en un contexto donde se prioriza la enseñanza y, en consecuencia, la producción de libros de texto para la enseñanza de las matemáticas en las instituciones anteriormente mencionadas: academias militares, Seminario de Nobles de Madrid, Real Academia de Nobles Artes de San Fernando, escuelas de matemáticas de las sociedades económicas de amigos del país. Este cúmulo de iniciativas tiene su reflejo en la producción matemática española: casi un tercio (71) de las 203 obras de matemáticas publicadas entre 1700 y 1809 aparecen durante el reinado de Carlos III, casi la mitad

(100) durante los reinados sucesivos de Carlos III y Carlos IV. En esta época se produce la plena introducción del cálculo diferencial (Cuesta Dutari, 1985) y la plasmación de los saberes matemáticos modernos en la magna obra de Benito Bails, los *Elementos de Matemáticas*, publicados en 10 volúmenes aparecidos entre 1772-83.

“*Las matemáticas del siglo XVIII son el Cálculo Infinitesimal*”. Esta aseveración de Hormigón (1990, p. 269) 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 y las polémicas y disputas favorecen un clima donde nada está a salvo de ser revisado y contestado.

En el periodo comprendido entre 1750 y 1830, durante el cual se produce en España la plena introducción del cálculo infinitesimal, cabe distinguir 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 (Medrano, 2005).

La primera etapa comienza en 1717, fecha de la primera referencia de 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 Tolouse, 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.

Es esta la época protagonizada por jesuitas, militares y marinos, con Padilla, Lucuce y Cerdá como autores principales.

La segunda etapa abarcará 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 propuestas de Euler y D'Alembert, haciendo su irrupción en cuanto al problema del cálculo la figura de Lagrange, que lleva al extremo la propuesta de hacer del álgebra la base del cálculo.

Instituciones protagonistas de este periodo son el Seminario de Nobles de Madrid desde 1771 (antes Reales Estudios de San Isidro), bajo la dirección de Jorge Juan, y con Antonio Rosell y Vicente Durán como profesores; la Real Academia de Nobles Artes de San Fernando, con Benito Bails como Director de la Sección Matemáticas; el Real Colegio Militar de Artillería desde 1764, con Antonio Eximeno, Cipriano Vimercati, y Pedro Giannini como protagonistas; la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona desde 1770; la Escuela de Matemáticas de la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País. Además de los autores ya citados, cabe destacar las contribuciones de Varas, Villalpando, Juan Justo García, Ciscar, Verdejo, Chaix y Vallejo.

En este contexto, se produce en España durante el último cuarto del siglo XVIII una revalorización del cálculo como elemento fundamental en la enseñanza de las matemáticas. Se pasa de incluirlo en algunos centros de enseñanza como elemento especial y casi al margen de las necesidades reales a ser elemento sobre el que pivota toda la evaluación de una determinada obra y autor. Este significativo cambio se puede observar en varios aspectos:

- a) La inclusión del capítulo sobre el cálculo en la obra de Villalpando (1778), que manifiesta el ánimo de *completar* el texto. Se consideran ya insuficientes los tratados clásicos si no incluyen los procedimientos infinitesimales.

- b) El cambio radical en las oposiciones de los Reales Estudios de San Isidro, en las que se pasa de unos temas en los que no aparece ni una sola vez el cálculo, a otros en los que todos los temas son del cálculo.
- c) La inclusión del tema de cálculo en la segunda edición de los *Principios* de Bails (1789), reconociendo él mismo que se había quedado demasiado corto.

Con los *Elementos* de Bails (1772-83) queda definitivamente deserrada la notación fluxional de España, salvo casos aislados, como el de Subirás (1776). Se sigue pensando en la notación leibniziana como más cómoda, y en la fundamentación de Newton como más rigurosa. A Bails se debe la inclusión de la matemática que se hacía en Europa de una manera extensa.

Además, existe en la España de finales del siglo XVIII y comienzos del XIX una incipiente comunidad matemática que comparte inquietudes e incluso puntos de vista: Varas, Chaix, Betancourt, Vallejo, ... Esta comunidad carece totalmente de estructuras que permitan la canalización de sus aspiraciones. Su comunicación queda limitada a conversaciones de carácter privado o a la publicación de memorias de carácter científico que están condenadas a carecer de repercusión alguna. Como ejemplo pueden citarse las conversaciones entre Vallejo y Chaix, que dan lugar a la publicación por este último de su *Memoria* sobre las series en 1807, o una conversación entre Vallejo y Varas sobre el axioma de las paralelas. En la misma línea se puede inscribir el hecho de que Chaix mande su manuscrito al Real Seminario de Nobles, para que lo conozca Vallejo, o el hecho de que Garriga mande a la Academia de San Fernando un manuscrito de Chaix de un *Tratado de Matemáticas* para su publicación. Todo indica que estos científicos funcionan basándose en contactos personales, sin ninguna canalización ni institución donde poder debatir sus propuestas. Así se explican las diversas memorias que se publicarán en esta época, y que no tienen la más mínima incidencia en otros científicos del momento: la de Chaix, la de Vallejo (1807) sobre la curvatura de las líneas o la *Memoria sobre las equaciones superiores o método general para resolverlas* de Miguel Alvear (1814). La inexistencia de una Academia de Ciencias que posibilite la crítica y difusión nacional y extranjera de estos trabajos los hace estériles y condenados

a desgastar las fuerzas de los matemáticos españoles, que acaban refugiándose en la elaboración de textos de carácter general que les puedan asegurar ingresos y reconocimiento.

Pese a la relativamente pequeña comunidad científica se aprecia que en lo que se refiere a la fundamentación del cálculo están presentes las corrientes más importantes: la diferencial como cantidad infinitamente pequeña existiendo realmente, la postura newtoniana del concepto de fluxión, el cálculo con ceros y las diferencias infinitamente pequeñas como caso particular de las diferencias finitas al estilo de Euler, la teoría de compensación de errores representada por Carnot, la defensa del límite como fundamento del cálculo al estilo de D'Alembert y Cousin, una forma aglutinadora de varias posturas como la representada por Lacroix, una posición más radical al estilo de Lagrange o una incipiente entrada de algunas ideas de Cauchy. Se conoce pues en España la obra de los fundadores del Cálculo (Newton, Leibniz, Euler, D'Alembert, Lagrange, Cauchy) y los manuales y libros de texto extranjeros (Marqués de l'Hôpital, Wolf, La Caille, Bézout, Cousin, Lacroix, Boucharlat, Francoeur). Todos están presentes en los autores españoles mencionados, lo que indica que la introducción del cálculo se produce por múltiples vías y además permite constatar la inexistencia de una figura relevante que sirviera para marcar una línea de trabajo aceptada por todos o, al menos, por una mayoría.

En concreto, la obra de Chaix (1801) y la primera edición de la obra de Vallejo (1813) sobre cálculo diferencial suponen una nueva visión con respecto a los planteamientos de los autores españoles anteriores. Sus obras, aunque de carácter introductorio, están mucho más perfeccionadas, más imbricadas en las corrientes europeas del momento, de las que toman lo más importante para elaborar sus textos. La principal fuente de Vallejo en cuanto a fundamentos es la obra de Lacroix, de la que toma lo fundamental, y se puede considerar que, como este, sigue la línea algebraica propugnada por Lagrange. Sin embargo, rechaza de manera explícita la fundamentación del cálculo de Lagrange. Frente a esto conviene recordar que en 1816 los traductores de Lacroix al inglés abogan por el método lagrangiano.

III. 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, este empeño se canaliza por la vía de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. El Conde de Aranda, consiliario desde 1757, propone en un informe a la Academia 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 castellano². 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”³.

Estas propuestas fructificarán definitivamente en la creación de dos cátedras de Matemáticas en la Academia, bajo inspiración del ingeniero militar Pedro Cermeño y, sobre todo, de Jorge Juan. Las cátedras se otorgan a Francisco Subirás⁴ y Benito Bails, sin que Subirás llegara nunca a incorporarse de hecho a la plaza, ya que fue nombrado director del Real Seminario de Cordelles de Barcelona.

(2) Los consiliarios, nombrados por el Rey a propuesta del Protector de la Academia, eran quienes realmente controlaban la institución. Conviene recordar que es el propio Conde de Aranda quien crea la Real Sociedad Matemática Militar, con lo queda clara la existencia de un cierto plan para impulsar las matemáticas en esta época.

(3) Junta Particular de 17 de enero de 1759. Archivo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (en adelante RABASF), legajo 3/121.

(4) 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.

La tarea encomendada a Bails fue, 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 vio aumentado al solicitársele la elaboración de dos obras de características distintas: un gran tratado de matemáticas, los *Elementos de Matemáticas* (Bails, 1772-83), y una obra más elemental y concisa, los *Principios de Matemáticas* (Bails, 1776). La Academia no pretendía que Bails elaborara un tratado original, sino que le pide expresamente 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 arquitectura⁵, 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 académico de honor Miguel de Benavente –jesuita y profesor de matemáticas en el Colegio Imperial de Madrid– y el capitán de ingenieros Mariano Lleopart, 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,...”⁶

(5) Eran los encargados del aula de geometría que había en la Academia. Sus enseñanzas eran de carácter muy elemental.

(6) Junta Particular 17–I–1759. Archivo RABASF, leg. 3/121.

Así pues el encargo que se le hace a Bails es, en resumidas cuentas, el de copiar y traducir para obtener un buen libro en castellano. El encargo es tomado por Bails con diligencia y rápidamente se suceden las comunicaciones a la Real Academia en las que 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 sigue⁷:

III.1. Curso Grande

- * Una Aritmética: cuatro reglas.
- * Tratado de Algebra: Hasta la Ec. de 2.º grado. Proporciones y progresiones.
- * Geometría elemental: Un Euclides de buena mano.
- * Doctrina de los logaritmos. Tomada de Keil.
- * Tratado de Analysis: Ecuaciones de 3.º y 4.º 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.

(7) Junta Particular 14-I-1770. Archivo RABASF, leg. 3/121.

*La Óptica según los Principios, tomada de Smitz, Clairaut, Euler, Lambert, Bouguer.

*La Astronomía de LaLande y Newton.

Todo ello dará 6 Tomos en 4.º 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 Juan⁸, quien además muestra su conformidad con todo el proceso seguido por Bails para la elaboración de dichas obras. El ascendente 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”⁹.

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

(8) Junta Particular 14-I-1770. Archivo RABASF, leg. 3/121.

(9) Junta Particular 29-VII-1768. Archivo RABASF, leg. 3/121.

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 que era aprovechada por los ingenieros 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 una mera expendedora 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.

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 del 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, año en el que aparece Antonio Varas como sustituto de José Moreno¹⁰ en la segunda cátedra de matemáticas.

III.2. El Cálculo en los *Elementos*

El texto de Bails puede considerarse como el primer texto en castellano de amplia difusión que trata el cálculo de manera extensa. Es cierto, sin embargo, que su obra fue mejor valorada fuera que dentro de la Academia, extendiéndose el uso de sus obras por muchos centros educativos del momento.

Los *Elementos de Matemáticas* de Benito Bails fueron escritos, como ya se ha comentado, por encargo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando y bajo la directa supervisión de Jorge Juan. Es una amplia obra compuesta de 10 tomos, donde se pretende compendiar

(10) 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.

lo más fundamental de la matemática pura y aplicada de la época. Trata además el estudio de la arquitectura, fruto del encargo de la Academia, que quería un texto para su Sección de Arquitectura.

El tercer tomo, publicado en 1779, está dedicado a la aplicación del álgebra a la geometría y al cálculo infinitesimal, que divide en cálculo diferencial y cálculo integral. Su desarrollo está dividido en dos partes claramente diferenciadas, a saber, una introducción, copiada de D'Alembert, y un desarrollo teórico, junto con aplicaciones, que toma de L'Hôpital, Bougainville, T. Simpson, Emerson, Riccati y otros, citando otras obras de consulta para el cálculo diferencial, como las *Instituciones de cálculo diferencial* de Euler, las *Lecciones de cálculo diferencial* de Cousin y el *Tratado de las fluxiones* de MacLaurin.

Bails opta en su exposición por el desarrollo seguido en el continente, desechando la estéril corriente fluxional, frente a la postura tomada por Cerdá, quien optó por el desarrollo inglés.

La obra de Bails, y su tratamiento del cálculo en particular, adolece de una falta de unidad e ilación. Su interés no es ofrecer una obra original con grandes aportaciones personales, puesto que lo que la Academia le requiere es que extraiga, resuma y traduzca lo mejor de las obras más representativas en cada una de las partes que componen su amplio tratado. Así está concebida su obra y así lo denotan algunos aspectos, como por ejemplo la presencia de cambios de estilo e incluso de ciertas contradicciones. Está decidido a incorporar al tratado lo mejor de cada autor, aun a costa de perder en coherencia.

En cuanto al desarrollo del cálculo diferencial es preciso hacer algunas consideraciones. En primer lugar, pese a su conocimiento de la obra de Euler (Bails, 1772-83, Tomo III, p. XXIX), opta por la línea más geométrica del Marqués de L'Hôpital: así, habla de cantidades variables —que continuamente ejemplifica, introduce y trabaja en forma de curvas— y no de funciones como elementos a estudiar.

Otro aspecto importante es su ya explicada mezcla de conceptos, tomando ideas de L'Hôpital o de D'Alembert sin preocuparse de armonizarlas. Parece deducirse que para Bails, cuando menos a la hora de elaborar el texto, la fundamentación del cálculo es un problema menor, en el sentido de que, como muchos matemáticos de su época, considera comprobada de forma rotunda la validez de los métodos utilizados.

Frente a este problema de falta de fundamentación recurre al concepto de D'Alembert, pero solo como principio teórico y casi filosófico –el propio D'Alembert se preocupó poco de desarrollar su teoría de los límites más allá de una declaración de intenciones– para justificar o avalar los otros métodos ya utilizados: diferenciales, cantidades infinitamente pequeñas.

La lista de libros manejados, citados, copiados o recomendados es tan extensa y tan completa que, en lo que a la parte matemática se refiere, se puede afirmar la total modernidad de la obra. Todos los nombres y obras importantes son citados, siendo a todas luces la obra de Bails un referente obligado en la matemática española que señala un punto de inflexión de influencia definitiva en la producción matemática española posterior.

Del nivel, cantidad y calidad de las obras de que dispone nos da idea su biblioteca personal (Arias de Saavedra, 2002). Se contabilizan 139 obras de matemáticas de un total de 571, lo que representa un 24,34%. Pero además la calidad de las mismas es excelente. Si a ello añadimos las obras de las que pudo disponer en la biblioteca de la Academia de San Fernando obtenemos una aproximación a su extensa formación matemática.

Por otro lado, solo la calidad y modernidad de los conocimientos matemáticos de Bails permiten explicar su rapidez en diseñar y elaborar el texto, lo que indica un gran conocimiento previo. Además la elección de los textos es lo más adecuada posible en el momento.

A modo de resumen destacan las siguientes características de los *Elementos* de Bails:

- * Adopción definitiva de la notación de Leibniz.
- * Incorporación del concepto de límite de D'Alembert, aunque solo como justificante de los métodos anteriores y no como herramienta de uso. Así, en la exposición sigue con las diferenciales como infinitamente pequeños¹¹.

(11) No debe extrañar esta posición. El uso de los infinitamente pequeños por su comodidad será una constante. Así, como ejemplo más llamativo, en 1812 se propone la enseñanza del cálculo en la *Ecole Polytechnique* a través de *les infiniment petits, qui est plus facile et à laquelle on est obligé d'avoir recours dans la mécanique* (*Programme générale de l'Ecole Impériale Polytechnique*, 1812, p. 5).

- * Predominio total del aspecto geométrico, en detrimento de la propuesta de Euler de hacer del análisis una teoría de funciones.
- * Para Bails las diferenciales existen y son el elemento fundamental de su cálculo, frente a la derivada o, mejor dicho, el cociente diferencial.

La versión sintética y elemental de los diez volúmenes de los *Elementos* (Bails, 1772-83) se publicó en 1776 bajo el título de *Principios de matemáticas* en tres volúmenes (Bails, 1776), el primero dedicado a las matemáticas puras (aritmética, geometría y trigonometría plana), los dos restantes a las matemáticas *mixtas* (matemática aplicada): dinámica, hidrodinámica, óptica, astronomía y calendario en el segundo; geografía, gnomónica, arquitectura, perspectiva y tablas de logaritmos en el tercero. El cálculo era ya incluido en la segunda edición de los *Principios*, publicada entre 1788 y 1790, y en la tercera edición (1797-99) la obra era reestructurada: los dos primeros volúmenes se dedicaban a las matemáticas puras, aritmética, tablas de logaritmos, geometría, trigonometría plana, y un apéndice de probabilidad en el primero; álgebra, cálculo diferencial e integral y trigonometría esférica en el segundo; el tercero, dedicado a las matemáticas mixtas, incluía dinámica, hidrodinámica, óptica y astronomía copernicana. A diferencia del tercer volumen original, específicamente adaptado a las necesidades prácticas de la Academia, que nunca más volvió a ser reeditado, el formato de la tercera edición sí que fue objeto de una cuarta reedición, publicada entre 1805 y 1816, lo que muestra el amplio espectro y el largo recorrido de esta obra.

IV. Conclusión

Una tercera y última fase de implantación del cálculo infinitesimal en España abarca el periodo 1814-1833, hasta el fallecimiento de Fernando VII y el final del periodo absolutista.

En este periodo surge de lleno la obra de Cauchy, quien con sus planteamientos expuestos a través de sus obras básicas en la fundamentación del cálculo, 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.

En este periodo destaca singularmente la figura de José Mariano Vallejo, que demuestra en la segunda edición de su obra sobre cálculo diferencial (Vallejo, 1832) conocer de manera extensa la obra de Cauchy, a la que hace continuas referencias en varios temas. Aunque no toma su planteamiento en fundamentos y sigue con su introducción del cálculo al estilo Lacroix, bien sea por considerar más fácil este método, bien por no entender completamente a Cauchy, se ve influido por su llamada al rigor. Su obra está totalmente al día mediante notas al pie de página donde incluye gran cantidad de ideas sugeridas a través de lecturas muy actualizadas, notándose un notable incremento en la bibliografía inglesa, sobre todo en lo relativo a temas relacionados con el álgebra.

Conviene destacar que es temprana la referencia de Vallejo a la figura de Cauchy, habida cuenta de la escasez de discípulos de este último y de las resistencias que su obra encontró para su generalización en su propio país. La obra de Vallejo contrasta además con otras obras del mismo carácter publicadas en aquella misma época, tanto españolas como extranjeras, en las que o no se menciona para nada la obra de Cauchy o se hace de forma muy lateral, lo que permite deducir que la introducción de sus ideas en España se habría llevado a cabo con más rapidez de haber sido seguidas las recomendaciones y continuas llamadas que hace Vallejo para su consulta.

Bibliografía

- AGUILAR PIÑAL, F. (1981): *Bibliografía de autores del siglo XVIII*. Madrid, CSIC.
- (1988): *Bibliografía de estudios sobre Carlos III y su época*. Madrid, CSIC.
- ARIAS DE SAAVEDRA, I. (2002): *Ciencia e Ilustración en las lecturas de un matemático: la biblioteca de Benito Bails*. Granada, Universidad de Granada
- ARTOLA, M. (1976): *Los afrancesados*. Madrid, Turner.
- BAILS, B. (1772-83): *Elementos de Matemáticas*. Madrid, Vda. Joaquín Ibarra, 10 vols.
- (1776): *Elementos de Matemáticas*. Madrid, Vda. Joaquín Ibarra, 3 vols.

- CHAIX, J. (1801): *Instituciones de cálculo diferencial e integral con sus aplicaciones principales á las matemáticas puras y mixtas*. Madrid, Imprenta Real.
- (1807): *Memoria sobre un nuevo método general para transformar en series las funciones trascendentes, precedido de otro método particular para las funciones logarítmicas y exponenciales*. Madrid, Imprenta Real.
- CUESTA DUTARI, N. (1985): *La invención del cálculo infinitesimal y su introducción en España*. Salamanca, Universidad de Salamanca.
- FERNÁNDEZ PÉREZ, J. y GONZÁLEZ TASCÓN, I. (eds.) (1990): *Ciencia, Técnica y Estado en la España Ilustrada*. Zaragoza, Ministerio de Educación y Ciencia (Secretaría de Estado de Universidades e Investigación) y Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas.
- HORMIGÓN, M. (1990): “Las matemáticas en la Ilustración Española. Su desarrollo en el reinado de Carlos III”, en Fernández Pérez, J. y González Tascón, I. (eds.) *Ciencia, Técnica y Estado en la España Ilustrada*. Zaragoza, Ministerio de Educación y Ciencia (Secretaría de Estado de Universidades e Investigación) y Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas., pp. 265-278.
- (1996): “Paradigms and Mathematics”, en AUSEJO, E. y HORMIGÓN, M. (eds.), *Paradigms and Mathematics*. Zaragoza: Siglo XX, pp. 2-113.
- (2005): “La ciencia en España en el final del periodo ilustrado. Proyectos y realidades”, en CREMADES UGARTE, J.; DOSIL MANCILLA F. J. y FRAGA VÁZQUEZ, X. A. (eds.), *Humboldt y la ciencia española*. A Coruña, Edicions do Castro, pp. 19-46.
- MEDRANO, F. J. (2005): *El cálculo infinitesimal en España (1750-1830): fundamentos y enseñanza*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, Dirs. E. Ausejo y M. Hormigón.
- MONGE, G. (1803): *Geometría Descriptiva. Lecciones dadas en las Escuelas Normales en el año tercero de la República, por Gaspard Monge, del Instituto Nacional. Traducidas al castellano para el uso de los estudios de la Inspección General de Caminos*. Madrid, Imprenta Real. Ed. facsímil Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1996.
- PESET, M. y PESET, J. L. (1974): *La Universidad española (siglos XVIII y XIX)*. Madrid, Taurus.
- PUERTO SARMIENTO, J. (1988): *La ilusión quebrada*. Madrid, Serbal-CSIC.

- SELLÉS, M.; PESET, J. L. y LAFUENTE, A. (1988): *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*. Madrid, Alianza Universidad.
- SUBIRÁS Y BARRA, F. (1776): *Certamen Público de los Tratados de Matemáticas, Geometría sublime, y Mecánica que en el Real Seminario de Nobles tendrá el caballero seminarista D. Felipe Ward, Subteniente del Regimiento de Infantería de Irlanda, baxo la dirección del primer profesor D. Francisco Subirás y Barra, el día 4 de Enero de 1776 á las 3 1/2 de la tarde*. Madrid, Joachin Ibarra.
- VALLEJO, J. M. (1807): *Memoria sobre la curvatura de las líneas en sus diferentes puntos, sobre el radio de curvatura y sobre las evolutas*. Madrid, Imprenta de Tomás Albán.
- (1813): *Tratado Elemental de Matemáticas*. Mallorca, Imprenta de Felipe Guasp, tomo II, parte II.
- (1832): *Tratado Elemental de Matemáticas*. Madrid, Imprenta de D. Miguel Burgos, tomo II, parte II, 2ª edición.
- VILLALPANDO, F. de (1778): *Tractatus praeliminaris mathematicarum disciplinarum elementa: in usum physicae candidatorum*. Madrid, Joachin Ibarra.