

LA MATEMÁTICA ESPAÑOLA DEL SIGLO XIX

Javier Peralta

Catedrático de la EU de Formación del Profesorado
Universidad Autónoma de Madrid

1. Introducción

Un extranjero que recorre España en 1755 se queda asombrado al observar que la principal cuestión que se discutió en la presentación de una tesis en medicina «fue saber de qué utilidad o de qué perjuicio sería al hombre tener un dedo más o un dedo menos» (citado en [41], pp. 224-225) y, años después (1788), la mayoría de los españoles ilustrados piensa, como el jesuita Juan Andrés, que ya se había llegado al límite de los conocimientos científicos:

«¿Qué puede hacerse con la óptica sino mejorar los cristales para hacer más fáciles observaciones? La acústica ya no admite más investigaciones y tantos escritos de sonidos y de música han dicho más de lo que requiere la materia. ¿Quién se atrevería a tocar el fuego habiéndolo manejado tan dignamente Boerhave? La máquina neumática, el barómetro, termómetro e higrómetro nos han manifestado el aire en todos sus aspectos. La electricidad y el aire fijo [ácido carbónico] llegan a cansar y enfadan las leyes del movimiento demostrados de tantas maneras: todo está ya examinado, todo dicho y vuelto a decir, y no se puede decir ni pensar cosa alguna que antes no la hayan dicho y pensado otros muchos» (citado en [59], pp. 134-135).

En realidad, esos no son más que dos ejemplos que quieren reflejar de algún modo cuál es la situación de atraso científico en que se encuentra nuestro país en la segunda mitad del siglo XVIII; que es denunciada en el artículo de la *Encyclopédie Methodique* (1782), «Espagne», del francés Nicolas Masson de Morvilliers, y suele ser considerado el iniciador de la polémica acerca de la ciencia en España. En el texto, aunque ciertamente dirigido a atacar la censura y las estructuras sociopolíticas, se llega a decir que nuestra nación acaso sea la más

ignorante de Europa; y concluye con la pregunta: «¿Qué se debe a España? Desde hace siglos, desde hace cuatro, desde hace seis, ¿qué ha hecho por Europa?» (citado en [32], pp. 38).

¿Y cuáles son las causas de esta situación? Sin duda, además de los motivos indicados por Masson, una de las razones fundamentales hay que buscarla en la decadencia de las universidades, que los gobiernos ilustrados de Carlos III y Carlos IV tratan de desmontar. Y es que, en efecto, en la universidad, en gran medida dependiente de las órdenes religiosas, no existe prácticamente investigación ni enseñanza experimental, sus planes de estudio están anticuados, es frecuente el absentismo de los catedráticos, hay irregularidades en la provisión de cátedras...

Se trata entonces de atajar estos males con la adopción de algunas medidas, entre las que se encuentran las siguientes:

- a) La centralización de la enseñanza y su monopolio por el Estado.
- b) La contratación de profesores extranjeros, aunque el proyecto no tiene demasiado éxito.
- c) La disminución del rigor de la censura.
- d) La fundación de nuevas instituciones científicas que suplan de algún modo la escasa adaptación de las universidades al hombre ilustrado. Se crean así el Museo de Ciencias Naturales y el Jardín Botánico de Madrid, la Academia de Artillería de Segovia, la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, las Sociedades Económicas de Amigos del País (la más importante, la Vascongada), los Reales Estudios de San Isidro y el Real Observatorio Astronómico de Madrid, el Instituto de Gijón, la Escuela de Caminos y Canales y el Real Gabinete de Máquinas de Madrid, etc.

Y centrándonos ya en el campo de las matemáticas, ¿cómo se encontraban en España en esa época?

Si bien los primeros trabajos de cálculo infinitesimal de Newton y Leibniz se realizan en las últimas décadas del siglo XVII, esta rama de las matemáticas no comienza a introducirse en España hasta mediados del XVIII. El primero que utiliza en nuestro país el cálculo infinitesimal¹ es probablemente Jorge Juan (1713-1773), en su libro *Observaciones astronómicas y físicas* (1748), publicado en colaboración con Antonio de Ulloa (1716-1795) para su uso en la Escuela Naval de Cádiz. Aunque el primer tratado en el que en verdad se desarrolla como tal el cálculo es el *Curso militar de matemáticas* (1753), escrito por el capitán e ingeniero ordinario de los Ejércitos, Plazas y Fronteras de S. M. Pedro Padilla. Si bien, en este último texto –y también en el anterior– se sigue el cálculo de fluxiones de Newton, con un enfoque práctico muy superior al teórico, sin relacionarlo con la geometría ni el álgebra.

Sin embargo, hay que esperar aún unos años para que aparezca un libro en el que el cálculo se introduzca didácticamente, junto a la geometría de Descartes: son los *Elementos de Matemática* (1772) de Benito Bails (1730-1797). La obra, de diez tomos, que incorpora por primera vez en España el enfoque y notación de Leibniz, es posiblemente el tratado matemático de carácter enciclopédico más importante del siglo XVIII². Hay asimismo que citar a Agustín de Pedrayes y Foyo (1744-1813), autor del *Nuevo y Universal Methodo de Quadraturas determinadas* (1777) y a Juan Justo García (1752-1830), con sus *Elementos de Aritmética y*

¹ Hay no obstante un compatriota: Francisco de la Torre Argáiz, que escribe mucho antes un librito de cálculo infinitesimal en francés: *Tesis Matemáticas*, publicado en Francia en 1717, pero que probablemente no llegaría a conocerse en España ([16], pp. 58-61).

² Como curiosidad, digamos que el tinerfeño Agustín de Bethancourt (cf. Bethencourt) fue el encargado de revisar su segunda edición (1792), cuando Bails estaba condenado por la Inquisición (!) en Granada ([22], pp. 94,112).

Álgebra (1779), donde además de estas dos materias aborda asimismo el cálculo diferencial y los desarrollos infinitos al estilo de Euler.

También a principios del siglo XIX siguen editándose en España libros de cierto nivel, como *Instituciones del cálculo diferencial e integral con sus aplicaciones principales a las matemáticas puras y mistas* (1801), que suele considerarse como el primer tratado monográfico sobre matemáticas sublimes y *Memoria sobre un nuevo método general para transformar en series trascendentes, precedido de otro método particular para las funciones logarítmicas y exponenciales* (1807), ambos de José Chaix (1766-1811); *Tratado de Matemáticas* (1799) y un *Opúsculo* (1805), de Pedrayes; etc. Aunque la obra más original y de mayor nivel teórico de estos años probablemente sea *Memoria de curvas* (1807), escrita por José Mariano Vallejo (1779-1846) ([25], pp. 106-109).

De igual modo existe entonces en nuestro país un gran interés por los problemas pedagógicos de las matemáticas. Algunas de las obras más importantes dedicadas a ello son el *Curso de estudios elementales de marina* (1803), que sirve de texto para los estudios náuticos, escrito por Gabriel Císcar y Císcar (1760-1829), y el dirigido a la educación básica, *Aritmética para niños* (1804), de Vallejo.

Por otro lado, parece necesario mencionar que en 1798 se celebra una reunión en el Instituto de Francia para fijar los principios del sistema métrico, a la que asisten Pedrayes y Císcar como representantes de España. Precisamente, un problema importante que preocupa a nuestro país a principios de siglo y que persiste a lo largo de buena parte del mismo es que la población se acostumbre a utilizar el sistema métrico decimal. Y con ese fin Pedrayes diseña un instrumento para comparar el metro con los sistemas de medidas de longitud usadas en nuestro país y Císcar escribe una *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales, fundados en la naturaleza*, en donde se exponen las ventajas del nuevo sistema métrico.

2. El período de catástrofe

2.1. Visión general del período

Los aires de renovación continúan en los primeros años del siglo, en el que se trata de configurar un sistema educativo para despegarse progresivamente del monopolio eclesiástico y así establecer una política estatal y centralizadora. Sin embargo, la Guerra de la Independencia paraliza tales intentos.

Hay muchas evidencias de ese parón, como los sucesos protagonizados en el Observatorio de Madrid, que es tomado como cuartel general de las tropas napoleónicas, quienes destrozan sus archivos y su magnífico telescopio Herschell:

«La soldadesca penetró [...] en el Observatorio, cuyas dependencias les sirvieron de alojamiento; arrojó por los suelos libros y papeles, quemó el gran telescopio Herschell, y sólo escaparon a su barbarie algunos instrumentos que, con gran previsión y celo, consiguieron recoger y ocultar el Prof. D. Ramón de Ibarra y el P. Jiménez ...» (citado en [56], p. 213).

Aunque hay que decir que a la finalización de la contienda hubo un tímido intento de reponer los destrozos causados, ello no supuso la vuelta a la postura anterior a la misma (como es sabido, la etapa de 1808 a 1833 comprendida por la Guerra de la Independencia y el reinado de Fernando VII se denomina *período de catástrofe*). De hecho, salvo en el trienio

constitucional (1820 a 1823), el reinado de Fernando VII significa una situación de dictadura personal, con una importante represión para la cultura y particularmente la ciencia, en la que se ven todos los males del progresismo. Por eso, como afirma E. Primo Yúfera, la verdadera causa de la decadencia científica en las primeras décadas del siglo XIX es política:

«[...] la invasión napoleónica desorganizó las instituciones científicas y la reorganización, que pudo haber llegado con la paz, no se produjo, debido, en primer lugar, al clima de desconfianza en que se vio envuelta la ciencia. El desequilibrio político interno y el incipiente problema colonial contribuyeron al desentendimiento de los problemas de la ciencia... Las instituciones que no desaparecen vegetan de forma lamentable y apenas se recibe información científica del extranjero...» (citado en [41], p. 220).

2.2. Intentos de reformas educativas

En este período se produce una eclosión de los Planes de estudio, alguno de los cuales ni siquiera se llega a poner en práctica ([29], pp. 52-53). Así sucede con el *Plan Caballero* (1807), que no se implanta porque empieza la Guerra de la Independencia, o con los intentos de José Bonaparte de impulsar los estudios de secundaria.

Con la Constitución de 1812 se crea la Dirección General de Estudios³ para la inspección de toda la enseñanza pública bajo la autoridad del Gobierno, que es el antecedente más remoto de la organización administrativa de la Instrucción Pública⁴. Se redacta el *Informe Quintana* (1813), en el que se trata de dar vida propia a la enseñanza secundaria, cuyos centros docentes se denominarían «universidades de provincias», pero no pasa de borrador, pues a la vuelta de Fernando VII (1814) se vuelve al anterior Plan Caballero, en el que la enseñanza secundaria depende de las Facultades Menores de Artes, luego llamadas de Filosofía, como estudios previos a las Facultades de Mayores.

En el trienio liberal se vuelve al ideario de las Cortes de Cádiz, que, en lo referente a educación, se concreta en el *Reglamento General de Instrucción Pública*. En la enseñanza secundaria se pretende remediar la situación decadente de los centros tradicionales (desperdigados en escuelas de gramática latina, colegios de humanidades, seminarios, colegios mayores...) y unificar su enseñanza; y se vuelve a designar a sus centros oficiales «universidades de provincias». Con respecto a la universidad, hay un intento de considerar Universidad Central a la de Madrid, para que fuera referencia de las demás y tuviera todas las especialidades. En 1824 vuelve Fernando VII y deja de aplicarse el *Reglamento*. Se promulga el *Plan literario de estudios con arreglo general a las Universidades del Reino o Plan Calomarde*⁵, en el que se regula la vida de las universidades (métodos de enseñanza, cátedras, oposiciones...) de

³ Luego adoptaría diferentes nombres a lo largo del siglo: Secretaría de Estado y de Despacho de Fomento General del Reino (1832); y, más tarde, Secretaría de Estado y de Despacho: de Interior (1834), de la Gobernación del Reino (1835), de Comercio, Instrucción y Obras Públicas (1847), de Gracia y Justicia (1851) y del Ministerio de Fomento (1854 a 1900) ([5], p. 459).

⁴ Nótese que el Gobierno español, lo mismo que entonces la mayoría de los países, aún no consideraba que la política educativa necesitara un ministerio específico. Es más, a lo largo del siglo, la Dirección General o Secretaría de Estado encargada de aquella dependería de distintos ministerios: Fomento Interior del Reino; Interior; Gobernación; Comercio, Instrucción y Obras Públicas; Gracia y Justicia y, finalmente, Fomento.

⁵ El *Plan Calomarde* es debido en gran parte al padre mercedario Manuel Martínez, ministro del Consejo de la Suprema Inquisición y luego obispo de Málaga ([29], pp. 52-53).

modo absolutista, con un claro estilo centralista y uniformizador. Aunque se reconoce la importancia de las Matemáticas, su enseñanza universitaria no aparece expresamente, pues se sigue incluyendo en el Plan de Filosofía, preliminar a las Facultades Mayores y Academias militares.

2.3. Los matemáticos

Al comenzar el siglo XIX, las principales figuras matemáticas son en su mayoría personajes cuya obra está básicamente encuadrada en el XVIII. Estos son los más relevantes: José Chaix, geodesta e ingeniero cosmógrafo; Gabriel Císcar, marino; Agustín Pedrayes, profesor de la Real Casa de Caballeros Pajes y del Real Seminario de Nobles de Madrid y del Instituto de Gijón y Juan Justo García, seguramente el primer matemático en el sentido actual (profesor de la Universidad de Salamanca). El primero de importancia que posiblemente quepa encajar en el siglo XIX es José Mariano Vallejo, profesor de matemáticas de la Academia de San Fernando de Madrid, catedrático del Real Seminario de Nobles y autor de libros de matemáticas de todos los niveles con un marcado carácter didáctico; al que hay que añadir algunos otros, como el ingeniero Fernando García San Pedro (1796-1854), el más destacado en la formación de militares e ingenieros, o Francisco Travesedo Melgares (1786-1861), que con diecinueve años gana la cátedra de Matemáticas de la Real Casa de Caballeros Pajes, pero no puede ocuparla por su corta edad y luego vuelve a obtener en 1818, y que más tarde será catedrático de los Reales Estudios de San Isidro y de la Universidad Central... ([33], pp. 217-218).

La labor de todos ellos, sin embargo, se ve afectada por la Guerra de la Independencia y el absolutismo de Fernando VII. De hecho es reveladora la actitud mostrada por algunos, como Vallejo, que antes de la invasión francesa publica libros de relativa altura y luego se dedica a escribir tratados de tipo divulgativo (así sucede, por ejemplo con su *Tratado elemental de Matemáticas*, una especie de enciclopedia de alto nivel y su *Compendio de Matemáticas puras y mistas*, que constituye un resumen posterior de la anterior, pero con un tratamiento elemental, para que sea accesible «al comerciante, artesano y al oficinista para que tengan las noticias necesarias para conducirse con acierto en sus operaciones, y al médico, jurista, canonista y teólogo lo que más le interesa saber para el estudio de sus facultades...» (citado en [30], p. 1329). Y, además, no pocos de los científicos se ven directamente involucrados en la conflagración: unos participan activamente contra los franceses, como Císcar o Vallejo; otros son llamados por Napoleón para cooperar con él, aunque generalmente no acceden, como Pedrayes; algunos se ven obligados a exiliarse o son expulsados del país, como Alberto Lista; no pocos son sancionados, como Juan Justo García; etc.

También los centros de enseñanza a militares sufren los influjos de la guerra y de la política (de hecho, durante la contienda se cierran muchos centros militares y en 1823 todos los existentes⁶): véanse por ejemplo, las vicisitudes por las que pasa la Academia de Ingenieros, fundada en 1803 en Alcalá de Henares (continuadora de la Real Academia Militar de Barcelona) y uno de los mejores centros matemáticos de la época, que se cierra mientras dura el conflicto armado, luego se instala en Cádiz, más tarde vuelve a Alcalá y finalmente, en 1833, a Guadalajara. En cuanto a los profesores de los centros militares, digamos que probablemente los dos más importantes sean Mariano Zorraquín, que en 1814 escribe el libro *Geometría Analítica-Descriptiva* ([62]), que acaso sea el primero sobre geometría descriptiva escrito por

⁶ Al año siguiente se fundaría un único Colegio General Militar para la formación de los oficiales de todos los cuerpos.

un español y Fernando García San Pedro, autor en 1828 de uno de los tratados de Cálculo diferencial e integral más relevantes de este período: *Teoría algebraica elemental de las cantidades que varían por incrementos positivos o negativos de sus variables componentes; o sea, Cálculo Diferencial e Integral* ([58], p. 1311).

En resumen, cabría decir que en este primer tercio de siglo la actividad matemática más destacada es la formación de ingenieros militares y prácticamente no existen publicaciones en este campo más que las destinadas a la enseñanza o a la técnica (en este momento, a las obras públicas y a la construcción de ferrocarriles, principalmente).

3. Segundo tercio de siglo

3.1. Nuevas instituciones

A la muerte de Fernando VII en 1833 se abre un nuevo período de la historia de la ciencia española. Durante los gobiernos de Isabel II regresa la mayor parte de los exiliados, se fundan nuevas instituciones científicas y se promueven distintas modificaciones legislativas que impulsarán el desarrollo científico.

En 1834 se inician esos cambios con la creación de las Escuelas de Ingenieros: Montes (1834); Caminos, Canales y Puertos (1834); Minas (1835); Industriales (1850)... También, se retoma un proyecto que ya había sido intentado por Carlos III y se propuso en el *Informe Quintana*: la fundación de una gran Academia Nacional Ciencias; pero no es hasta 1834 cuando por fin se crea la Real Academia de Ciencias Naturales de Madrid, que resulta de la separación en dos de la Real Academia de Medicina y Ciencias Naturales, que había sido fundada en 1734 ([24], pp. 34-35).

Comentemos a continuación el artículo que aparece en la *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid* de 1934, con ocasión del centenario de la fundación de la Real Academia de Ciencias Naturales ([43], pp. 526-527, 532-535, 539-541).

La primera sesión una vez instaurada la Academia se celebra el 14 de febrero de 1834, y son elegidos como presidente y secretario, José Ignacio Virúes y Antonio Ortiz, respectivamente. En ella también se dispone la clasificación de sus socios en cuatro secciones: un catedrático de Agricultura y dos de Historia Natural para la sección de Ciencias Naturales descriptivas, cuatro médicos para la de Antropología, y un solo socio: José Duro, catedrático de Química Docimástica, para las dos secciones restantes: Ciencias Físico-Matemáticas y Ciencias Químicas. A pesar de la ausencia absoluta en su constitución de profesionales de las Matemáticas, hay que decir, no obstante, que poco después se incorpora José Mariano Vallejo, que en 1835 ya preside la sección de Ciencias Físico-Matemáticas.

¿Y qué actividad matemática se realiza en la Academia de Ciencias Naturales durante sus años de existencia...?

Como era de esperar, es muy escasa, pues en 1841, si bien se dice que han desaparecido los libros de actas correspondientes a la sección de Físico-Matemáticas, sólo hay constancia de que en dicha sección se hayan producido las siguientes memorias: «Sobre la fundición de metales», «Exposición del sistema decimal de pesos y medidas, adoptado definitivamente en Francia, con la correspondencia española», «Breve idea de la Arquitectura con relación a las ciencias naturales y exactas» y «Resumen de los medios más generalmente empleados para calentar habitaciones». Aunque tampoco deja de sorprender cuáles son algunos de los extraños temas –hay muchos más– tratados en otras secciones, como las memorias tituladas «La muerte no priva a las aves de la aptitud de cantar» o «Sobre si el muermo del caballo se

comunica o no al hombre», correspondientes a Antropología; o el informe solicitado a la sección de Ciencias Físico-Químicas (nueva denominación de la sección de Químicas) relativo al «fenómeno extraordinario observado, según voz común, en Josefa de la Torre,... [que] contaba por aquellas fechas [1841] sesenta y cinco años de edad, y hacía treinta que no comía ni bebía», sobre lo cual, sin embargo, la Academia se abstuvo de pronunciar.

3.2. Primeras reformas

En 1836 se dicta el *Plan General de Instrucción Pública*, del duque de Rivas, en el que la enseñanza se divide en primaria (elemental y superior), secundaria y tercera o superior. En la enseñanza superior siguen sin aparecer expresamente asignaturas de matemáticas, aunque en una orden posterior de ese mismo año se dice lo siguiente refiriéndose al Plan de Filosofía de Madrid:

«Los tres catedráticos destinados actualmente a la enseñanza de la Filosofía se encargarán por este año, individualmente y con separación, de enseñar las materias que a continuación se expresan, a saber: uno, Matemáticas y aplicación de la Geometría al dibujo lineal; otro, Física Experimental, con nociones elementales de Química y (otro) Geografía Físico-Matemática» (citado en [11], p. 119).

La enseñanza secundaria se define en este Plan como la que «comprende aquellos estudios a que no alcanza la primaria superior, pero que son necesarios para completar la educación general de las clases acomodadas, y seguir con fruto las facultades mayores y escuelas especiales» (citado en [13], p. 419). Y se empiezan a crear centros de enseñanza pública con la denominación de «universidades de provincia».

En cuanto a la enseñanza primaria, en 1838 se establece el *Reglamento de la Escuelas Públicas de Instrucción Primaria* ([28], pp. 303-305), que con ligeras modificaciones posteriores tendrá una gran vigencia; y entre las materias a impartir aparece Principios de Aritmética y, en los lugares en que hubiera medios suficientes, se incluiría Rudimentos de Geometría. En el *Reglamento* se definen también hasta los más pequeños detalles relativos a la instrucción, local, materiales, etc.; por ejemplo, se regula que en las mesas de los alumnos habrá un tinte-ro por cada dos estudiantes, se especifica que se tendrá muy en cuenta el aseo personal y la higiene («no se admitirán niños con erupciones») o que se adoptará una atención respetuosa hacia cualquier personaje ilustre que visite la escuela; o respecto de la metodología, que en escuelas que tuvieran entre 100 y 300 alumnos, se dividirán en grupos según su grado de instrucción, atendidos por un discípulo de una sección superior, mientras que el maestro vigilará desde su tarima los trabajos de los ayudantes y la marcha general de la clase, «dirigida generalmente a golpe de silbato» (!).

Precisamente, la formación de maestros sufrirá importantes innovaciones con la inauguración en Madrid, en 1839, de la primera Escuela Normal por Pablo Montesino; de la que, según parece, José Mariano Vallejo habría sido uno de sus principales impulsores.

3.3. Plan Pidal y Ley Moyano

En 1845 (*Plan Pidal*) se efectúan nuevas reformas cuya necesidad era urgente, a raíz, al menos, de la situación de la enseñanza universitaria hacia 1845:

«[...] En estudiar nadie pensaba; las cátedras estaban desiertas; dos o tres universidades tenían rentas cuantiosas [...] pero los doctores de las restantes vegetaban en la miseria[...] Por amor a la ciencia nadie se consideraba obligado a enseñar ni aprender. La enseñanza era pura farsa, un convenio tácito entre maestros y discípulos, fundado en la mutua ignorancia, dejadez y abandono casi criminal[...] En suma: nada de lo que quedaba en la Universidades españolas el año 45 merecía vivir... En este sentido, el plan de estudios era necesidad urgentísima, y fue gloria de don Pedro J. Pidal haberlo mandado formar[...]» ([26], pp. 275-276).

En el artículo 8 del Real Decreto se dice: «la segunda enseñanza elemental y de ampliación constituyen la Facultad de Filosofía» (citado en [11], p. 119), y en su artículo 11 se establece la licenciatura en Ciencias, dentro de la Facultad de Filosofía (que sigue siendo una Facultad Menor). Para ello, había que obtener primero el grado de bachiller en Filosofía y luego cursar las siguientes asignaturas en al menos dos años: Complementos de Matemáticas elementales, Química, Mineralogía, Botánica y Zoología. Se regulaba entonces también el Doctorado en Ciencias, para lo cual había que proseguir los estudios en las Facultades Mayores (Teología, Jurisprudencia, Medicina y Farmacia) y estudiar luego las asignaturas de Astronomía, Series y Cálculos sublimes, Física matemática, Historia de las Ciencias y Mecánica racional.

En este Decreto hay pues una primera separación entre ciencias y letras; aunque, a pesar de ello, las ciencias no se creían entonces adecuadas a la mentalidad española: «no cuadraban a ingenios vivos, ardientes y de imaginación fogosa, como son generalmente los que nacen a mediodía». Podemos tratar de imaginar, con esas premisas, cuál sería la situación de la ciencia, y de las matemáticas en particular en aquella época⁷.

Las Facultades de Filosofía y Ciencias se reorganizan de nuevo en 1847 con el *Plan Pastor Díaz*. En 1850 con el *Plan Seijas Lozano* se decreta que sólo en la Universidad de Madrid (denominada ya definitivamente Universidad Central) puedan leerse tesis doctorales. En 1854 la enseñanza se incorpora al Ministerio de Fomento, al que estará adscrita hasta 1900 y Alonso Martínez redacta una ley de reforma universitaria en la que se acaba la distinción entre Facultades Mayores y Menores. En 1857 Claudio Moyano y Samaniego es quien finalmente separa la Facultad de Filosofía en dos: la Facultad de Filosofía y Letras y la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, aunque en realidad esto sólo se pone en práctica en su integridad en la capital, en donde se crea una Facultad de Ciencias completa. Hay que hacer constar, por otra parte, que la *Ley Moyano* es, efectivamente y por vez primera, una ley, mientras que hasta entonces los documentos reguladores de la enseñanza habían sido reales decretos.

En dicha ley, la Facultad de Ciencias tiene tres cursos comunes (cuyas asignaturas de matemáticas son: Álgebra en 1º y Geometría y Trigonometría en 2º) y dos cursos más de especialidad (Físico-Matemáticas, Químicas y Ciencias Naturales). En la licenciatura en Físico-Matemáticas, en concreto, figuran en 4º: Geometría analítica y Geometría descriptiva, en 5º: Cálculo diferencial e integral y, para el doctorado: Mecánica (6º) y Física-Matemática (7º) ([11], p. 124).

¿Y qué sucede en la segunda enseñanza?

⁷ Gumersindo Vicuña, en su discurso de ingreso (1883) en la Real Academia de Ciencias –dentro de poco hablaremos de su creación– afirmaríala con relación a las ciencias, sin duda exageradamente, «estábamos en pleno siglo XVI» (citado en [29], p. 63).

Con el *Plan Pidal* se crean los Institutos Provinciales de Segunda Enseñanza, dependientes de la Universidad, pues la segunda enseñanza tiene la consideración de un primer ciclo universitario, al cabo de la cual se da el título de *Bachiller en Filosofía*, que facultaba para el ejercicio de la enseñanza; con la *Ley Moyano*, en cambio, aquellos centros se tratan de separar de la universidad, y el nuevo título, *Bachiller en Artes*, sería de rango inferior, pues solo servía para el acceso a los estudios universitarios ([4], p. 28). Los primeros que se crean ([2], p. 21) son el «Cardenal Cisneros» y el «San Isidro», en Madrid; el «Jaume Balmes», en Barcelona; el «Vicens Vives», en Girona (como curiosidad, digamos que su primer director, J. González de Soto, es profesor de «psicología, ideología, lógica, moral, religión y física experimental»); el «Fray Luis de León», en Salamanca; el «Luis Vives» en Valencia; etc.

Para la enseñanza secundaria se establecen dos períodos de tres cursos cada uno, en los que las matemáticas se imparten en primero y segundo (Aritmética), cuarto (Aritmética y Álgebra) y quinto (Geometría y Principios de Trigonometría y de Geometría Matemática); programa que se va a mantener con ligeros cambios hasta el comienzo del siglo XX ([40], p. 260). Sin embargo, parece difícil conocer con exactitud el nombre de las asignaturas introducidas en los diversos Planes: Pidal (1845), Pastor Díaz (1847), Seijas Lozano (1850), Plan-Reglamento de 1852, Ley Moyano (1857), marqués de Corvera (1858), Bustos (1861), etc. ([55], pp. 442,457), pues son modificadas continuamente, aunque en la mayoría de los casos los profesores mantuviesen intacto su contenido.

En cuanto a la primera enseñanza, las cosas no difieren sustancialmente del *Reglamento* de 1838. En la *Ley Moyano* se sigue dividiendo en dos ciclos: elemental y superior; en el primero se cursa Principios de Aritmética, con el sistema de medidas, pesas y monedas; mientras que en el segundo se estudia Principios de Geometría, de Dibujo lineal y de Agrimensura, aunque sólo para niños, pues las niñas lo sustituían por Elementos de Dibujo aplicado a las labores propias de su sexo.

3.4. Los matemáticos y el estado de las matemáticas

Como en el período anterior, la única actividad matemática está dirigida a la enseñanza, especialmente de militares e ingenieros, mientras que, a pesar de los cambios realizados en las universidades, prácticamente no existe investigación reseñable.

El 28 de febrero de 1847 «Se crea en Madrid una Academia Real de Ciencias exactas, físicas y naturales... igual en categoría y prerrogativas a las Academias Española, de la Historia y de San Fernando», a la vez que se suprime la actual Academia de Ciencias Naturales, según aparece en un Real Decreto rubricado por la Reina Isabel II (citado en [24], p. 36). Su primer director es el general Antonio Ramón Zarco del Valle y, para la sección de Exactas, son nombrados José de Odriozola (coronel de Artillería), Juan Subercase (inspector del cuerpo de Ingenieros de Caminos) y Francisco Travesedo (catedrático de Cálculo sublime de la Facultad de Filosofía de Madrid e ingeniero de Caminos), pertenecientes a la anterior Academia de Ciencias Naturales, quienes elegirán a los restantes miembros. Resulta así que los primeros académicos de la sección de Exactas son todos ingenieros de Caminos o militares, como era de esperar, lo que deja patente que la matemática entonces es considerada tan solo como un instrumento a aplicar a actividades prácticas inmediatas. Los ingenieros son: Subercase, Travesedo, José María Otero, Pedro Miranda y Jerónimo del Campo; y los militares: Odriozola, Fernando García San Pedro, Agustín Valera, Celestino del Piélagos, José Sánchez Cerquero y Antonio Terrero ([53], p. 54). Y con el paso de los años sigue manteniéndose una composición parecida.

Por otra parte, como ya se ha dicho, las matemáticas que se hacen entonces en España tienen casi como único destino la elaboración de libros de texto. Veamos ahora cuáles son algunos de los mejores matemáticos y cuáles las obras matemáticas de la época.

Entre ellos se encuentran Vallejo, de quien se siguen reeditando sus obras; García San Pedro, autor de *Principios de Geometría Analítica Elemental*, en donde vincula la Geometría analítica con el Cálculo diferencial; Lista (1775-1848), con su *Compendio de los preceptos de la Aritmética*; José de Odriozola y Onativia (1775-1864), que escribe un *Curso completo de Matemáticas*; Francisco Travesedo, etc.

Una mención aparte merece Juan Cortázar (1809-1873), ingeniero por París y licenciado en Ciencias por Madrid, uno de los mejores matemáticos de entonces y autor de los libros: *Aritmética, Álgebra Elemental y Complemento o Álgebra Superior, Tratado de Trigonometría...* ([20], pp. 287-289). Cortázar, catedrático de Álgebra superior y Geometría analítica de la Universidad de Madrid, y Travesedo, son además los dos únicos catedráticos de Matemáticas de los quince que hay de Ciencias entre todas las universidades españolas en 1851; y la cuestión continúa o incluso empeora en los años posteriores, pues en el escalafón siguiente, de 1859, mientras los catedráticos en Ciencias se habían triplicado, sólo queda Cortázar en Matemáticas ([11], p. 124).

Con todo, prácticamente ninguno de todos los anteriores introduce en España la matemática extranjera; posiblemente los únicos que lo hagan sean José Rey y Heredia (1818-1861), con su *Teoría trascendental de las cantidades imaginarias* y precursor remoto de la lógica matemática y José Echegaray, de quien más tarde hablaremos. Ellos dos, junto a Cortázar, acaso sean los matemáticos más originales de la última década del período.

Tal vez se deba mencionar, aunque sólo sea de pasada, el desarrollo de la astronomía (especialmente debido a las observaciones llevadas a cabo por Antonio Aguilar en el Observatorio de Madrid y por José Sánchez Cerquero en el de San Fernando) y la geodesia. Acerca de esta última hay que destacar la *Ley de medición de territorio*, en las que se fijan las directrices para el establecimiento de una red geodésica de primer orden, en cuya labor sobresale especialmente Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero (1825-1890), que sería galardonado con el premio Poncelet de la Academia de Ciencias de París.

3.5. Revistas científicas

Las primeras revistas españolas dedicadas a matemáticas y otras ciencias son el *Periódico Mensual de Matemáticas y Física*, nacida en Cádiz en 1848 y la *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (1850) (y las *Memorias* (1853)) de la Academia.

Para hacernos una idea de la matemática española de esta época hemos examinado los números de la *Revista de los Progresos de las Ciencias* ([45]) desde 1853 hasta 1866, menos los números correspondientes a 1861 y 1862 que no hemos podido encontrar en su totalidad, y el balance ha sido desolador. En ninguno de ellos, excepto el último, figuran artículos matemáticos de autores españoles, salvo alguno aislado de astronomía referido a meras observaciones astronómicas, y de otro trabajo, difícilmente clasificable, titulado «Descripción de las maderas de construcción de Filipinas», del coronel de Ingenieros Nicolás Valdés. El primer trabajo estrictamente matemático de autoría española es «Introducción a la Geometría Superior», de Echegaray, aparecido en 1866, aunque como reconoce su autor, no es exactamente una aportación creativa, sino la introducción en España de nuevas teorías de la matemática internacional ([32], pp. 94-97).

3.6. *Polémica sobre la ciencia en España*

Terminamos este período trayendo a colación dos episodios ocurridos que reabren la polémica sobre la ciencia en España. Nos referimos en primer lugar a un discurso que pronuncia en 1851 en la Academia de Ciencias su presidente Zarco en el que hace un balance muy positivo de nuestro pasado científico; opinión que, lógicamente, no es compartida por todos. Las posturas continúan muy polarizadas en los años siguientes debido en buena parte a razones ideológicas, y en 1866, Echegaray, en su discurso de ingreso en la Academia, titulado *Historia de las matemáticas puras en nuestra España*, adopta una posición justamente contraria a la primera. Con todo, lo más alarmante de la disertación de Echegaray es el tono catastrofista empleado, en el que afirma que, salvo en los siglos de la dominación árabe, desde el siglo XV en España, donde no hubo más que «látigo, hierro, sangre, rezos, braseros y humo», no ha habido ciencia; y al leer la *Bibliotheca Hispania Nova* de Nicolás Antonio (siglo XVIII), «busca allí algo grande que admirar» y sólo «halla libros de cuentas y geometría de sastres» (citado en [31], p. 39).

La opinión más general, sin embargo, es que la tesis de Echegaray –con la que coincidirá Rey Pastor unos cincuenta años después– es exageradamente derrotista, debido en parte a falta de información. A su postura hay algunas réplicas y continuó la polémica, aunque poco a poco fue desapareciendo hasta que a finales de siglo se convierte en una apuesta común por nuestra regeneración científica.

4. Desde la revolución del 68 hasta el final de siglo

4.1. *Descripción general de la etapa*

A partir de 1855 ó 1860 aproximadamente, se perciben distintas inquietudes y movimientos intelectuales en nuestro país, que tendrán una importante repercusión en nuestra educación y renovación científica, el más importante de los cuales es el krausismo. En 1868 Isabel II es destronada por las Juntas Revolucionarias, que representan la España liberal y modernista con un ideario democrático (sufragio universal, libertad de cultos...), y se inicia el *sexenio democrático*, que durará hasta 1874.

Después de la Revolución de 1868 las libertades democráticas conquistadas influyen de forma decisiva en el mundo educativo, que sufre importantes reformas. Se crean también nuevas sociedades y corporaciones culturales, como la Institución Libre de Enseñanza, la Sociedad Española de Historia Natural o el Instituto Geográfico y Estadístico; surgen distintas revistas y publicaciones periódicas (sólo en Madrid aparecen más de cien periódicos entre diciembre de 1869 y enero de 1874) ... ([37], p. 345).

Se hacen patentes entonces nuestro atraso económico y el grado de incultura de la sociedad española⁸. Y la Universidad, que es escenario de frecuentes disputas ideológicas con la Iglesia, comienza a cambiar del estilo napoleónico –cuya finalidad principal es la formación de profesionales– al estilo alemán –de objetivo primordial la investigación científica, sin ocuparse de su utilidad– propiciándose así al estudio de las ciencias básicas, que empiezan a ser

⁸ Por ejemplo, la población femenina en 1870 es analfabeta en más de un noventa por ciento ([1], p. 50) y, aunque se impulsa la educación femenina, su avance es muy lento. Véase si no la noticia (!) que se inserta en 1885 en el diario *El Imparcial*: «Una niña de diez años, Adela Otaegui, ha obtenido la nota de sobresaliente en geografía y notable en latín [...]». (citado en [37], p. 345).

autosuficientes para impulsar investigaciones. De este modo, en las postrimerías del siglo XIX aparecen poco a poco, contribuciones científicas propias de cierta calidad, mientras que hasta entonces los intentos de renovación habían consistido casi siempre en tratar de importar de fuera los descubrimientos y, si acaso, en reproducir modelos extranjeros. De cualquier modo, tales innovaciones no son más que casos aislados; por lo que, salvo contadas aportaciones individuales –como las de Torres Quevedo o Ramón y Cajal– puede afirmarse, en suma, que España no crea su propia ciencia ni tampoco supone gran cosa en el panorama internacional, aunque al menos se crea un estado favorable de conciencia que prepara un siglo XX más fructífero.

4.2. Educación y enseñanza de las matemáticas en Institutos y Universidades

De 1845 a 1849 se habían creado treinta y tres institutos de segunda enseñanza, cuyo número va creciendo hasta poco más de sesenta en 1873. Sin embargo, en los institutos no siempre se imparte enseñanza de calidad, pues sus recursos materiales son escasos y sus profesores están mal pagados⁹; por ello, los hijos de las familias más pudientes estudian generalmente en los colegios privados, regentados por órdenes religiosas.

Como ejemplo de la escasez de medios, véase que la legislación de entonces ([13], pp. 427-428) considere «normal» dar clase a 150 alumnos por aula (ciertamente, divididos en secciones y con profesores auxiliares); además, hasta el sexenio revolucionario las chicas no podrán estudiar en los institutos (incluso, después de esto, se tardará en reconocerles su título de bachiller con fines profesionales). Con todo, a pesar del impulso renovador del que hemos hablado, los datos a finales de siglo siguen siendo altamente preocupantes; así, a la primera enseñanza sólo asiste una cuarta parte de la población escolar correspondiente, el analfabetismo es del setenta por ciento (frente a menos del cincuenta por ciento en Francia), existen únicamente cincuenta institutos¹⁰ junto a algo más de trescientos colegios privados, y el número de estudiantes universitarios –la mayor parte de ellos matriculados en Derecho o Medicina– ronda la cifra de quince mil, según Macías ([23], citado en [42], p. 37).

En 1868 las Facultades de Ciencias se estructuran en tres secciones (Exactas, Físicas y Naturales)¹¹ y la más importante en las últimas décadas del siglo es la Facultad de Ciencias de la Universidad Central (por ejemplo, de los 43 catedráticos y 12 supernumerarios de Ciencias que hay en toda España en 1860, 19 y 6, respectivamente, los son de la Central). Pero el estado científico de estas Facultades deja mucho que desear de acuerdo con el discurso de apertura del curso 1875-76 de Gumersindo Vicuña en la Universidad de Madrid:

«[...] el estudio de las ciencias físico-matemáticas en nuestras Universidades estaba casi abandonado durante el pasado siglo y buena parte del actual [...] Un extracto de la Geome-

⁹ Para hacernos una idea de la penuria económica en que se encontraba el profesorado en general, baste con observar cómo describe Ganivet su situación en la reunión celebrada hacia 1880 con la intención –frustrada entonces– de crear una asociación de doctores y licenciados en Filosofía y Letras (una de las precursoras para la fundación del Colegio de Doctores y Licenciados en 1899) «[...]no eran cabezas ni corazones, eran bocas y estómagos: allí no había ideas, sino apetitos[...]» ([10], p. 44).

¹⁰ Sesenta y dos según Gómez ([13], p. 426).

¹¹ En 1873 (*Plan Chao*) se volverán a reorganizar las enseñanzas de las Facultades de Ciencias, aunque solo afectará a la Universidad Central, como centro piloto, y las tres secciones serán: Matemáticas, Física y Química e Historia Natural ([29], pp. 64-66). En 1880 cambiarán de nuevo las secciones, que ahora se denominarán Físico-Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales ([14], p. 33).

tría de Euclides, algún resumen de Aritmética, nada o casi nada de Álgebra, unas nociones de Cosmografía, otras de Música y una disertación, inspirada en la filosofía aristotélica, sobre los fenómenos naturales, a esto estaba reducida la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas ... Las reglas empíricas sustituían a las investigaciones teóricas, y en Salamanca se daban lecciones de canto en lugar de la teoría acústica de la Música» ([60], p. 25).

Podríamos resumir diciendo que en este período las matemáticas en nuestro país se encuentran con un retraso de aproximadamente medio siglo con respecto de las más adelantadas de su entorno, y que incluso siguen estudiándose algunos de los antiguos textos ya citados en páginas anteriores (en 1873, por ejemplo, continuaban reeditándose las obras de Gabriel Císcar, fallecido en 1829), que conviven sin embargo con otros más actuales que irán apareciendo poco a poco.

4.3. Cultivo de las matemáticas en otros centros

Además de las Universidades y los Institutos de segunda enseñanza, hay otros centros que contribuyen al desarrollo de las matemáticas en este período, como las Escuelas de Ingenieros –especialmente la de Caminos (Madrid)–, las Academias Militares y la Real Academia de Ciencias.

Entre los textos que se estudian en los Institutos hay que destacar los de Acisclo Fernández Vallín –catedrático de Instituto– y los de Juan Cortázar: *Tratado de Geometría elemental* y *Tratado de Trigonometría rectilínea y esférica*. Y en las Academias Militares sobresalen *Trigonometría*, de Miguel Ortega y Sala y los *Elementos de Cálculo Integral*, uno de los mejores libros españoles de esta materia ([17], p. 140), escrito por Antonio Torner y Carbó.

Respecto de la Academia de Ciencias, no sólo se trabajaba acerca de cuestiones de tipo histórico, divulgativo o didáctico, sobre lo que versan, por ejemplo, los discursos de ingreso de Eduardo Saavedra: «De la verdad y belleza en las Matemáticas y en cuantas ciencias de las Matemáticas más inmediatamente dependen» (1869) o Pedro A. de la Llave: «Reflexiones sobre la enseñanza de las Matemáticas» (1871); sino que cada vez se elaboran obras de más altura, como el discurso de recepción de Eduardo Torroja y Caballé: «De la índole y extensión, fecundidad y trascendencia de la Geometría pura o moderna» (1893). De la investigación que se realiza en torno a la Academia hay que destacar especialmente algunas interesantes memorias, como «Tratado de las curvas especiales» (1897), de Francisco Gomes Teixeira, así como las sesiones académicas y conferencias; y procede resaltar también muy particularmente su *Revista*, importante vehículo de comunicación científica.

4.4. Los sembradores

Los textos matemáticos que se estudian en las Facultades y Escuelas de Ingenieros son inicialmente los incluidos en el período anterior, principalmente de Cortázar, aunque hacia 1880 ya es frecuente el uso de manuales universitarios escritos por catedráticos de esta época. También se traducen textos extranjeros, como la *Geometría* de Vincent, el *Álgebra* de Lebefure de Fourcy, la *Geometría y Trigonometría* de Baltzer, el *Tratado de Geometría Elemental* de Rouché y Comberousse, el *Cálculo* de Navier o las *Lecciones de Álgebra* de

Cirodde; aunque los libros traducidos –casi siempre franceses– podrían en muchos casos estar pasados de moda, como afirmaría años después Rey Pastor¹²

Con todo, poco a poco empieza a introducirse en España las modernas teorías, mediante adaptaciones de obras extranjeras o elaboraciones de nuevas monografías. Así, Simón Archilla y Lauro Clariana importan el Análisis de Cauchy; José Echegaray lo hace con la Geometría de Chasles, el Cálculo de variaciones, los Determinantes, la Teoría de Galois y las Funciones elípticas y abelianas; Ventura Reyes y Prósper introduce las Geometrías no euclídeas y la Lógica simbólica –cuyas primeras ideas habían sido dadas a conocer por José Rey y Heredia–; Zoel García de Galdeano presenta las de Funciones de variable compleja y los Grupos de sustituciones... ([27], p. 450). De este modo se va teniendo acceso a la matemática internacional, pero todavía estábamos a gran distancia con Europa y no siempre hubo capacidad para seguir el ritmo vertiginoso de los cambios experimentados por esta ciencia ni para escoger la orientación adecuada; de tal forma que a finales de siglo nuestras matemáticas están más próximas, por ejemplo, al Análisis de Cauchy o la Geometría de Sautt que a las teorías de Klein, Poincaré, Weierstrass, Cantor o Stieltjes, entre otros.

En esa labor de difusión destacan Eduardo León y Ortiz, José Ríos y Casas, Simón Archilla, Lauro Clariana, Gabriel y Galán, Miguel Ortega, José Castro y Pulido, José Ruiz Castizo, José María Villafañe, Andrés Irueste, y algunos más, entre los que se encuentran otros generalmente encuadrados en las primeras décadas del siglo XX, que citaremos más adelante. Pero, por encima de todos se sitúan José Echegaray, Zoel García de Galdeano, Eduardo Torroja y Ventura Reyes, los llamados *sembradores* por Gino Loria y posteriormente por Sixto Ríos ([49], p. 129).

José Echegaray y Eizaguirre (1832-1916) ([12]; [32], pp. 111-113; [36]; [52]; [54]) es uno de los eminentes ingenieros que trata de elevar el nivel de nuestra matemática, primero desde su cátedra en el Escuela de Ingenieros de Caminos y, ya en el siglo XX, desde la Universidad Central. Conocedor a la perfección de la matemática francesa de sus días, la enseña hasta donde sus oyentes le siguen; especialmente la geometría de Chasles, la teoría de Galois y las funciones elípticas, junto a un amplio abanico de temas de física-matemática. Es presidente de la Academia de Ciencias, de la Sociedad Española de Física y Química y de la Sociedad Matemática Española; aunque su actividad no se queda ahí, pues se trata de un genio polifacético que destaca también como dramaturgo (Premio Nobel de Literatura y académico de la Lengua) y político (ministro de Fomento y de Hacienda).

Zoel García de Galdeano y Yanguas (1846-1924) ([19]; [32], pp. 113-114; [50]) fue catedrático de la Universidad de Zaragoza y presidente de la Sociedad Matemática Española. Su objetivo es introducir la matemática puntera en nuestro país, especialmente en el campo del Análisis matemático, y despertar el entusiasmo por ella por encima de su investigación personal. Con ese fin traduce y edita memorias, funda la primera revista española consagrada únicamente a las matemáticas: *El Progreso Matemático*, y asiste a congresos internacionales en donde generalmente presenta ponencias sobre temas didácticos. Su labor es reconocida al ser nombrado miembro de la *Commission Permanente du Repertoire Bibliographique* presidida por Poincaré y del Comité del Patronato de la revista *L'Enseignement Mathématique*, junto a Cantor, Picard, Poincaré... ([9], p. 66).

¹² Así, decía sobre ellos, que se trataba de «[...] obras anodinas todas, incapaces de inspirar amor a esta Ciencia en un país que nace a ella. Si alguna obra original existe entre los libros importados, como son los Elementos de Legendre, es del siglo XVIII [...]» ([48], p. 14).

Eduardo Torroja y Caballé (1847-1918) ([7]; [9], pp. 66-67; [31], p. 44; [32], pp. 114-115) es el patriarca de una dinastía que ha producido notables académicos, matemáticos, ingenieros y astrónomos. Catedrático de la Universidad Central y académico de Ciencias, su actividad científica se localiza fundamentalmente en el área de la geometría, con la introducción de la geometría sintética y la geometría proyectiva de Staudt, junto a sus aportaciones a la geometría descriptiva, ampliando algunos conceptos de Chasles. Y a su alrededor forma una auténtica escuela, con discípulos como Vegas, Jiménez Rueda, Álvarez Ude... y Rey Pastor (este último comenzó investigando en Geometría, aunque luego derivó sus pasos hacia el Análisis).

Ventura Reyes y Prósper (1863-1922) ([32], pp. 117-118; [51]; [57]) es un curioso personaje, catedrático de Instituto de Matemáticas, Física y Química y Ciencias Naturales, que lo mismo clasifica aves exóticas del Museo de Ultramar, de España y Portugal, que escribe sobre moluscos o Arqueología o realiza de modo individual trabajos de investigación en matemáticas. Miembro de distintos organismos científicos internacionales (Sociedad Astronómica de Francia, Sociedad Física Matemática de la Universidad de Kazan, Academia de Bellas Artes de San Fernando y de Ciencias de Madrid...), destaca especialmente en matemáticas; así introduce en nuestro país la lógica simbólica postbooleana, es el único español que en el siglo XIX publica en revistas internacionales de calidad: dos breves notas sobre geometría proyectiva en los *Mathematische Annalen*, y mantiene correspondencia acerca de la matemática más actual con Pash, Peano y Klein.

Para finalizar esta aproximación a la situación de la matemática española en este período, hay que mencionar dos cuestiones que tienen relación con ella. Una es el cálculo mecánico, área en la que sobresale muy especialmente el insigne científico e ingeniero Leonardo Torres Quevedo (1852-1939): sus aportaciones a la resolución de ecuaciones mediante sus máquinas algébricas, junto a otras contribuciones, también en ingeniería, le reconocen como un excelente investigador e inventor, hasta el punto de ostentar la presidencia de la Sociedad Matemática Española y la representación de nuestro país en la Unión Internacional de Matemáticos. El otro tema se refiere a la Astronomía y Geodesia, materias en las que vuelve a sobresalir el general Ibáñez, junto a Antonio Tarazona, José de Elola...; se continúa el establecimiento de la red geodésica y, para coordinar los trabajos, se funda el Instituto Geográfico y Estadístico (1870) y se crea el Cuerpo de Geodestas (1892).

4.5. Revistas

Después de las revistas citadas en el período anterior, en 1874 empieza la publicación de la *Revista de la Sociedad de los Profesores de Ciencias*, de corta existencia; en 1878 nace en Barcelona *Crónica Científica. Revista Internacional de Ciencia*, que, como la anterior, cuenta con una sección de Matemáticas. Aunque, sin duda, la revista española más importante es *El Progreso Matemático*, la primera que se edita en nuestro país dedicada exclusivamente a esta disciplina, fundada por Galdeano en 1891 en Zaragoza; si bien, sólo duraría hasta 1896. A ella seguirían *El Archivo de Matemáticas Puras y Aplicadas*, creada por Luis Gascó en Valencia, y *El Aspirante*, en Toledo, debida a Reyes y Prósper. En 1899 vuelve a imprimirse la segunda serie de *El Progreso Matemático*, que desaparece definitivamente en 1900; en 1901 comienza en Zaragoza la edición de la *Revista Trimestral de Matemáticas*, dirigida por José Rius y Casas; y en 1903, en Vitoria, la *Gaceta de Matemáticas Elementales*, fundada por Pedro Ángel Bozal y Obejero.

Para hacernos una idea del tono de nuestra matemática en esa época, hemos examinado un volumen de *El Progreso Matemático*, el correspondiente a 1892 ([6]). De cuarenta

y dos artículos hay quince de autores españoles (han aumentado notablemente, pues, con respecto a los existentes de 1853 a 1866); y, aunque buena parte de ellos se ocupan de geometría elemental: «La evolución de la Geometría del triángulo» (Galdeano), «Nota relativa a la perpendicularidad de rectas y planos» (Torroja), «Un teorema de geometría esférica» (Antonio Lasala)...; hay sin embargo algún artículo de carácter superior, aunque de tipo divulgativo, como «Estudio del triángulo infinitesimal» (Gabriel y Galán), «Introducción al estudio de las integrales eulerianas» (Lauro Clariana), etc.

Ese periodismo matemático español, no obstante, es una pequeñísima muestra de la gran cantidad de revistas que aparecen en el panorama matemático internacional a lo largo del siglo XIX. Pero se nota el cambio que se va produciendo en nuestro país: mientras que hasta 1873 surgen solamente dos revistas científicas, de 1874 a 1903 nacen –al menos– siete más, cinco de las cuales son exclusivamente de matemáticas.

Al avance científico que se produce en las últimas décadas del siglo XIX hay que añadir como efecto desencadenante de nuestro afán de progreso la crisis nacional derivada por la derrota ultramarina. A raíz de ella se retoma la antigua discusión sobre la ciencia española, ya que se apunta a nuestro atraso como una de las causas del descalabro. Esa sería reflexión sobre España y el intento de compararla con Europa impulsan un reformismo que tendrá lugar en las primeras décadas del siglo XX, y cuyos efectos se notarán también, como es lógico, en el campo de la matemática.

5. Los inicios del siglo xx

5.1. *El Ministerio de Instrucción Pública*

Posiblemente la intervención más influyente a favor de la urgencia de regenerar el país sea la debida a Joaquín Costa, que expone un elenco de medidas radicales apoyado con frases impactantes, como *escuela y despensa*. En concreto, Costa afirma: «El problema de la regeneración es pedagógico más que económico y financiero, y requiere una transformación profunda de la educación nacional en todos sus grados» (citado en [42], pp. 38-39); si bien, incidiría especialmente, en particular, en los problemas de la enseñanza elemental y en el objetivo de la alfabetización.

El acontecimiento sin duda más importante para tratar de paliar la pobre situación en que nos encontramos y que surge de algún modo como consecuencia de la ola regeneracionista, es la creación en 1900 del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes; que se origina por la división del Ministerio de Fomento en dos departamentos: el Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas y el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes. Y se establece que este último entienda de «lo relativo a la enseñanza pública y privada en todas sus diferentes clases y grados, en el fomento de las ciencias y de las letras, Bellas Artes, Archivos, Bibliotecas y Museos» ([21], pp. 188-189). Se nombra como ministro a Antonio García Alix, quien estará en el cargo menos de un año¹³, y le sucederá el conde de Romanones, quien en relación con el nuevo departamento dirá que es «el menos interesante y llamativo de todos los ministerios» (citado en [34], p. 92).

¹³ No debe extrañar este dato si se tiene en cuenta el clima de inestabilidad política existente en España en las últimas décadas del siglo XIX y primeras del XX. Véase, por ejemplo, que durante la Restauración (1874-1902) hay dieciséis gobiernos y, en el reinado de Alfonso XIII (1902-1931), treinta y cinco.

La creación del ministerio supone un importante impulso para la educación en España, en especial para la primera enseñanza y la enseñanza universitaria, cuyo plan de estudios de 1900 se equipara a los de otras naciones europeas. Sin embargo, todo esto no debe hacernos olvidar la falta de una política científica coherente ni de medios suficientes para nuestro acercamiento total a Europa. Una muestra de ello es el episodio acontecido en 1905 cuando Juan de la Cierva y Peñafiel, ministro de Instrucción Pública, visita sin previo aviso el Observatorio de Madrid; sobre lo cual escribe lo siguiente:

«En mi visita... encontré: Que la ecuatorial más importante no funcionaba porque había que arreglar las habitaciones de los astrónomos del mismo edificio. Que a otras dos magníficas ecuatoriales adquiridas con motivo del último eclipse de Sol visible en España les faltaba la instalación eléctrica interior, de muy escaso coste. Como yo no anuncié mi visita, aquello estaba al natural y sin disimulos. Quisieron hacerme ver con estos telescopios unas estrellas y, ¡claro!, no vi ninguna. Entonces salió lo de la bombilla eléctrica que faltaba. De suerte que no había en el observatorio posibilidad de utilizar las tres ecuatoriales mencionadas. Que me enseñaron, como curiosidad, unas magníficas lentes de telescopio que Godoy [...] había regalado en su tiempo. Lo curioso era que los cajones que contenían las lentes estaban cerrados y precintados, sin que nadie los hubiera abierto. Paseando por el edificio encontré el aparato que automáticamente hacía bajar la bola del reloj de Gobernación al ser las doce precisas. Me explicaron el mecanismo, ingeniosísimo, y comprendí que el reloj de la Puerta del Sol regulara todos los de España, ferrocarriles, etc. Pero con ciertas vacilaciones me dijeron que hacía bastante tiempo se había roto la comunicación eléctrica con el reloj y por falta de consignación no se había podido arreglar. ¿Cómo se regula desde entonces?, dije. Pues se regula la hora por un portero de Gobernación, que con la hora de su reloj particular rectifica el público, haciendo bajar con la mano la famosa bola [...]» (citado en [59], pp. 223-224).

Para paliar en lo posible la situación existente, en la primera década se crean dos organismos que ayudarán poco a poco a establecer un ambiente adecuado para la investigación científica: la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1907) y la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (1908), impulsada desde el Ateneo de Madrid; ambas con una sección correspondiente a las Ciencias Exactas.

5.2. *La primera y la segunda enseñanzas*

Acerca de la primera enseñanza, el hecho más destacado de principios de siglo es la creación de las escuelas graduadas.

El 9 de diciembre de 1900 el flamante ministro García Alix asiste en Cartagena al acto de colocación de la primera piedra del edificio con el que se inicia en España la construcción de ese tipo de escuelas, que constituyen el hito más importante en la renovación de la escuela primaria y una de las banderas del regeneracionismo. No obstante, los intentos de extender ese modelo al resto de las escuelas durante la primera década del siglo fracasan por falta de fondos, y no es hasta 1911, con la creación de la Dirección General de la Primera Enseñanza y el nombramiento de Rafael Altamira para el cargo, cuando realmente se relanza el proyecto; aunque, a pesar de ello, en 1923 sólo el 8% de las escuelas serán graduadas y en 1938, tras

la política de construcciones escolares de la Segunda República, lo serán el 17,6%¹⁴ ([61], p. 371).

En cuanto a la segunda enseñanza ([3], pp. 27-30; [40], p. 260), hay que decir que sus planes de estudio sufren numerosos cambios en estos años. Esquemáticamente, las matemáticas quedan en ellos en la siguiente situación:

- 1899. Hay matemáticas en los seis primeros cursos de los siete que consta. Se estudia Aritmética, Geometría, Trigonometría y algo de ecuaciones, con una gran importancia de las prácticas algorítmicas (como el cálculo de la raíz cúbica).
- 1900 (García Alix). Se reduce el bachillerato a seis años, con matemáticas tan solo en los cuatro primeros. Disminución general de los contenidos de matemáticas.
- 1901 (Romanones) y 1903 (Bugallal). Sigue sin haber matemáticas en 5º y 6º. En los tres primeros cursos se estudia Aritmética y Geometría y, en 4º, Álgebra y Trigonometría. Se fija el número máximo de alumnos por aula en 150 (!).
- 1926 (Callejo). Se hace distinción entre ciencias y letras y se establecen dos ciclos de tres años: elemental y superior o universitario. En el elemental hay matemáticas en 1º (Aritmética) y 2º (Geometría), pero no en 3º; en el superior hay matemáticas en 4º (Álgebra y Trigonometría) y, solo para ciencias, en 5º (Aritmética y Álgebra) y en 6º (Geometría y Trigonometría).
- A lo largo de todo el período no hay un cambio sustancial en los programas, hasta 1934 (Segunda República), cuando las matemáticas tienen una mayor presencia y se percibe un cierto aire de modernidad.

5.3. Las Universidades

De las doce universidades existentes (Barcelona, Granada, La Laguna, Madrid, Murcia, Oviedo, Salamanca, Santiago, Sevilla, Valencia, Valladolid y Zaragoza), únicamente se puede estudiar Ciencias Exactas en las de Zaragoza, Barcelona y Madrid. Acaso la primera de ellas sea la que tenga mayor influencia en los primeros años del siglo XX, debido fundamentalmente a la labor desarrollada por sus catedráticos García de Galdeano y –en menor medida– José Ríus y Casas ([38], p. 12). De la Facultad de Barcelona, por su parte, sobresalen las figuras de Lauro Clariana, José María Orts, Doménech Estapá... y, de manera especial, Esteban Terradas e Illa (1883-1957), considerado por Einstein como «uno de los seis primeros cerebros mundiales de su tiempo» (citado en [33], p. 215). Y de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, globalmente la más importante, de las tres a lo largo de estas décadas, éste es el plantel de catedráticos de matemáticas y astronomía que aparece en el Escalafón general de los Catedráticos del Reino de 1898 ([15], pp. 243-244): para la licenciatura, José María Villafaña (Análisis Matemático 2º), Miguel Vegas (Geometría analítica), José Andrés Irueste (Cálculo diferencial e integral), Eduardo Torroja (Geometría descriptiva), Eduardo León (Geodesia), José de Castro (Cosmografía y Física de Globo)¹⁵; y para el doctorado, Francisco Íñiguez (Astronomía física y de observación) y Francisco de Paula Rojas (Física matemática).

¹⁴ La situación ha continuado siendo lamentable durante buena parte del siglo XX; por ejemplo, en 1960 solamente el 47% de las escuelas eran graduadas, y España era el país europeo con mayor porcentaje de escuelas unitarias.

¹⁵ Existe también la cátedra de Análisis matemático, pero se encuentra vacante.

En 1900 (*Plan García Alix*) se diseña un plan más moderno para las Facultades de Ciencias en la que ya se establecen cuatro secciones: Exactas, Físicas, Químicas y Naturales. Las asignaturas de la sección de Exactas ([29], p. 60) y sus catedráticos en Madrid ([15], pp. 248-251) de los Escalafones de las dos primeras décadas del siglo XX son: en 1º: Análisis matemático 1º (Luis Octavio de Toledo), Geometría métrica (Cecilio Jiménez Rueda) y Química General (Eugenio Piñerúa); en 2º: Análisis matemático 2º (José María Villafañe), Geometría analítica (Miguel Vegas) y Física general (Ignacio González); en 3º: Elementos de Cálculo infinitesimal (José Andrés Irueste), Cosmografía y Física del Globo (José Castro Pulido y Honorato de Castro) y Geometría de posición (Faustino Archilla); en 4º: Mecánica racional (José Ruiz Castizo), Geometría descriptiva (Eduardo Torroja y José Gabriel Álvarez Ude) y Astronomía esférica y Geodesia (Eduardo León y Francisco Íñiguez); en doctorado: Curso de Análisis superior (Luis Octavio de Toledo), Estudios superiores de Geometría (Eduardo Torroja y Miguel Vegas), Mecánica celeste (José María Plans) y Astronomía del sistema planetario (Francisco Íñiguez).

Hay que decir, sin embargo, que las Facultades de Ciencias Exactas no son la únicas protagonistas en nuestro desarrollo matemático, pues también existe producción matemática en el resto de las secciones de Ciencias, en los Institutos de segunda enseñanza (el caso más significativo es el de Reyes y Prósper en el Instituto de Toledo), en las Academias Militares y en las Escuelas de Ingenieros, en especial, la de Caminos (entre los ingenieros de Caminos¹⁶ se encuentran personajes de valía intelectual superior a buena parte de los matemáticos, como Echegaray y Torres Quevedo).

5.4. La Sociedad Matemática Española

Cronológicamente, el hecho más sobresaliente en el terreno de las matemáticas es la celebración en París, en 1900, del II Congreso Internacional de Matemáticos (el de mayor trascendencia de la época, motivado por el planteamiento de los famosos «23 problemas» propuestos por Hilbert). De los 262 participantes acuden cuatro españoles: Galdeano y Ríus (catedráticos de Zaragoza), Torres Quevedo (ingeniero) y Torner y Carbó (militar), lo que en cierta manera refleja cuáles eran los tres grupos que encarnan nuestra vida matemática en aquel tiempo.

Hay que decir, por otro lado, que gracias de algún modo al ambiente científico que se va creando, en buena parte fomentado por la Junta de Ampliación de Estudios y la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, sucede en nuestro país un hecho de gran importancia para la comunidad matemática: la fundación en 1911 de la Sociedad Matemática Española, que va acompañado del nacimiento de la *Revista de la Sociedad Matemática Española*. La Sociedad es presidida por Echegaray, hasta su fallecimiento en 1916, cuando le sustituirá Galdeano, aun a los setenta años de edad; y la *Revista*, cuenta en su inicio con nada menos que 423 socios (cifra inusual para publicaciones de este tipo), entre las cuales, además de miembros individuales se encuentran Facultades de Ciencias, Escuelas de Ingenieros, Escuelas Normales, Institutos de Segunda Enseñanza, Academias Militares...

El entusiasmo que se respira entre nuestros matemáticos por la creación de la Sociedad y su *Revista*, queda reflejado en el artículo del expresivo título «¡Sursum Corda!, de Juan

¹⁶ Echegaray, por ejemplo, refiriéndose al movimiento de regeneración nacional de finales de siglo, escribe lo siguiente: « En esta obra, que pudiéramos llamar de regeneración matemática, la Escuela de Caminos ha tenido una parte importantísima» (citado en [53], p. 52).

Jacobo Durán Loriga, que comienza con estas palabras: «La creación de la Sociedad Matemática Española debe señalarse como piedra blanca en los anales de la Ciencia patria...» Sin embargo, los artículos de su primer número ([44]) no son de gran altura: «Sobre el número de polígonos semirregulares» (Jiménez Rueda), «Generalización del círculo de los nueve puntos» (Vegas)...; aunque ciertamente hay otros de mayor profundidad: «Orden y clase de una superficie alabeada» (Álvarez Ude), «Homología de superficies de segundo orden» (Araujo), etc.

No parece, por tanto, que la matemática española se encuentre entonces en consonancia con la que está en boga en Europa; pero se anuncia que se iniciará enseguida la catalogación de algunas revistas extranjeras punteras, remitiéndose a los socios que lo deseen, a un precio módico, la traducción de artículos y monografías, lo que constituye un serio intento de acercarnos a la matemática más desarrollada. Además, se imparten cursos y conferencias y se celebran sesiones científicas para conectarnos con el extranjero, en las que van interviniendo matemáticos como Gomes Teixeira o, más tarde, Hadamard, Levi-Civita, Weyl, Einstein..., que son nombrados miembros honorarios de la Sociedad.

Otro hecho de notable importancia es la creación, en 1915, del Laboratorio y Seminario Matemático de la Junta para la Ampliación de Estudios, para el que se nombra como director a Rey Pastor; y que se constituye en nuestro centro de investigación fundamental. En él se realizarán tesis doctorales y una parte sustancial de nuestra producción matemática de la época.

En esta segunda década de siglo, habida cuenta de que en Madrid residen las principales sociedades científicas, como la Junta de Ampliación de Estudios o la Sociedad Matemática Española, las Academias, todas las Escuelas de Ingenieros, el Seminario Matemático...; de que su Universidad es la única que puede otorgar el grado de doctor y, en fin, por otras razones de prestigio social, determinan que Zaragoza ceda su puesto de primacía a Madrid. Así, es un hecho el traslado de ilustres profesores de Zaragoza a la capital, como Octavio de Toledo, Jiménez Rueda, Plans, Álvarez Ude, etc.; y, en menor grado, de Barcelona (como Terradas, en 1928). Todos ellos, junto a algunos otros –Vegas, Rey Pastor...– constituyen la segunda generación de nuestro despertar matemático.

Julio Rey Pastor (1888-1962) ([18], pp. 278-281; [32], pp. 118-120; [35]; [49]), el matemático más joven de esta segunda generación, será quien lidere a ese grupo. Participa vivamente en la creación de la Sociedad Matemática Española, y ya es catedrático de Análisis matemático en Oviedo antes de cumplir los 23 años; y dos años después en Madrid. Sigue su formación en Alemania y a su vuelta comienza una frenética actividad; escribe libros y artículos, da conferencias, funda y dirige el Laboratorio y Seminario Matemático...

Volviendo de nuevo a la *Revista*, hay que decir que hacia 1915 empieza a ponerse de manifiesto la escasez de contribuciones de valía, lo que es criticado con dureza por Rey Pastor y, finalmente, cuando éste viaja en 1917 a Buenos Aires, invitado por la Institución Cultural Española para ocupar la cátedra de Cultura Española, aquella deja de publicarse. A su vuelta funda la *Revista Hispano-Americana*, y después de otros viajes, fija su residencia en Argentina, en donde juega un papel capital en la modernización de su matemática; luego alternará su actividad con Madrid, salvo de 1936 a 1947 en que permanecerá en Argentina y ayudará a instalarse a matemáticos exiliados españoles ([38] y [39]). Su impresionante producción matemática, con 80 libros y más de 300 artículos, abarca todos los campos de la matemática, algo de física matemática, filosofía e historia y educación matemática..., aunque posiblemente su creación matemática se resintiera de su labor como líder y forjador de escuela en España y Argentina; porque, en definitiva, como afirmará Sixto Ríos ([49], p. 133): «La matemática española necesitaba más que un virtuoso solista, un gran director de orquesta».

En la tercera década nuestra matemática ya tiene un tono más elevado. Hemos consultado el tomo de la *Revista Hispano-Americana* correspondiente a 1921 ([46]) y ya son pocos los

artículos de nivel elemental, mientras que abundan los de mayor calado; como por ejemplo: «Sobre algunos principios de la teoría de conjuntos» (Aller), en el que se demuestra estar al tanto de las últimas aportaciones de Zermelo; «Iniciación a la mecánica analítica» (Lorente de No); «Integración de las ecuaciones lineales entre derivadas potenciales de segundo orden» (Marín); etc. La categoría de la revista se refuerza asimismo con aportaciones de científicos de la talla de Fubini o Einstein.

En 1916 Echegaray ha dejado de existir, Torroja en 1918 y Reyes y Prósper en 1922; con el fallecimiento de Galdeano en 1924 podría decirse que termina una época, y la batuta es llevada por los componentes de la que anteriormente llamamos la segunda generación de matemáticos. Escriben entonces unos ya consagrados, como Rey Pastor, Terradas, Álvarez Ude, Jiménez Rueda, Vegas, Octavio de Toledo, Plans...; junto a otros más noveles, como Barinaga, Puig Adam, San Juan, Pineda, Cámara..., que ya empiezan a despuntar.

Hacia 1930 la producción de la *Revista Hispano-Americana* es, por fin, española en su mayoría, y sus artículos de indiscutible calidad. En el tomo correspondiente a 1931 ([46]) se encuentran, por ejemplo: «Sobre la teoría del campo único de Einstein» (Plans), «Principios de la teoría de correlación múltiple en general» (Cámara); etc. Además, hay una información más extensa sobre actividades, se deja constancia de una mayor colaboración con el exterior y se dan numerosas noticias en relación con la matemática internacional en boga (por ejemplo, se hacen recensiones de 36 libros, de los cuales sólo 4 son de autoría española).

6. Epílogo

6.1. Producción matemática

Con independencia de las valoraciones cualitativas que se han hecho acerca de los artículos publicados por matemáticos españoles, nos ha parecido oportuno añadir también un análisis cuantitativo elemental. En concreto, exponemos a continuación los resultados de un pequeño estudio realizado sobre la evolución de la producción matemática española en revistas nacionales desde mediados del siglo XIX hasta los primeros años del siglo XX ([32], pp. 94-97, 105-109).

En las cuatro revistas analizadas que ahora se indicarán se han obtenido los siguientes datos acerca del número de artículos de autoría española en relación con el total de artículos de la revista:

- *Revista de los Progresos de las Ciencias*, 1853 a 1866, salvo 1861 y 1862 ([45]). 1853: 0 de 21, 1854: 0 de 18, 1855: 0 de 16, 1856: 3 (de Astronomía) de 17, 1857: 2 (1 de Astronomía y 1 de Mecánica Aplicada) de 33, 1858: 0 de 18, 1859: 0 de 15, 1860: 0 de 14, 1863: 0 de 10, 1864: 0 de 12, 1865: 0 de 9, 1866: 2 de 11.
- *El Progreso Matemático*, 1892 ([6]):
- Filosofía matemática: 3 de 5. Artículos y memorias: 15 de 42.
- *Revista Trimestral de Matemáticas*, 1901, salvo los tres primeros meses ([47]): Artículos: 10 de 13
- *Revista de la Sociedad Matemática Española*, mayo de 1911 a julio de 1912 ([44]): Sección doctrinal: 26 de 27. Artículos diversos: 4 de 4.
- Todo lo cual supone los siguientes porcentajes:
- 1853: 0 %; 1866: 18,8 %; 1892: 38,30 %; 1901: 76,92 %; 1911-1912: 97,56 %.

Evidentemente, tales cifras, junto a las valoraciones cualitativas hechas en páginas anteriores, resultan suficientemente elocuentes para apreciar el importante progreso realizado por la matemática española en este período.

6.2. Nota final

El estado de la matemática española en el primer tercio del siglo XIX (*período de catástrofe*) es francamente mejorable y, aunque en el segundo tercio se inician algunas reformas, el auténtico impulso regeneracionista no se produce hasta la Revolución de 1868, y especialmente en los años finales de siglo como consecuencia de la *Crisis del 98*. En este movimiento destacan principalmente los *sembradores*: un investigador, Reyes, que actúa por su cuenta; un profesor, Echegaray, que se preocupa de importar la matemática francesa; un educador, Galdeano, «apóstol de la enseñanza superior en España», según afirma su discípulo Rey Pastor; y un maestro, posiblemente el primero que tuvimos, Torroja, que no se contenta en enseñar la ciencia, sino que intenta a su vez enseñar a hacerla ([8], pp. 14-15; [9], p. 68).

La generación siguiente, formada fundamentalmente por aquellos que escucharon las lecciones de Echegaray, siguieron las recomendaciones de Galdeano, imitaron a Reyes o se reunieron a trabajar con Torroja, es la encargada de hacer fructificar la semilla que antes se sembró. Son Octavio de Toledo, Vegas, Plans, Terradas, Álvarez Ude, Jiménez Rueda...; y uno más joven que ellos, pero que prácticamente se convierte en su director: Rey Pastor.

De ese modo, gracias a la ilusión y el trabajo de unos y otros, en el primer tercio del siglo XX, la *Edad de Plata* de la cultura española, nuestra matemática experimenta un importante progreso; de manera que la situación matemática de España en la década de los 30 casi se acerca a la del resto de la Europa más desarrollada. Sin embargo, después vino la Guerra Civil y sus años posteriores y, lamentablemente, volvimos de nuevo a distanciarnos...

Bibliografía

- [1] BAHAMONDE, A. y TORO, J. (1982). «El Sexenio Democrático, 1868-1874». *Historia* 16, nº 10 (La España de los caciques), pp. 7-52.
- [2] BASTONS, C. (1996). «A propósito de los 150 años de la Enseñanza Media en España». *Cátedra Nova*, nº 3, pp. 21-23.
- [3] BRUNO, A. y MARTINÓN, A. (2000). «Contenidos matemáticos en la segunda enseñanza del siglo XX». *Suma*, nº 34, pp. 27-34.
- [4] CAMPUZANO, A. (1995). «Institutos con mucha historia». *Boletín del Colegio de Doctores y Licenciados*, nº 65, pp. 28-31.
- [5] DÍAZ, J. (2001). «Antecedentes, sedes y organización administrativa del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes», en P. Álvarez (Dir.), *Cien Años de Educación en España*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Secretaría General Técnica), pp. 459-475.
- [6] *El Progreso Matemático* (1892). Tomo II.
- [7] ETAYO, J. J. (1996). «Torroja y la Academia», en *Homenaje al Excmo. Sr. D. José María Torroja Menéndez*. Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, pp. 31-35.
- [8] ETAYO, J. J. (2000). «Matemáticos a la madrileña (Prólogo algo subversivo)», en M. C. Escribano (Coord.), *Matemáticos Madrileños*. Madrid: Anaya, pp. 11-19.
- [9] ETAYO, J. J. (2001). «El despertar de nuestra Matemática», en *Actas de las Jornadas Provinciales de Matemáticas*, 2000. Madrid: CAM, Consejería de Educación, pp. 61-72.
- [10] GANIVET, A. (1881). *Granada la bella*, VI. Granada: Don Quijote.
- [11] GARMA, S. (1988). «Cultura matemática en la España de los siglos XVIII y XIX», en J. M. Sánchez Ron (Ed.), *Ciencia y sociedad en España: de la Ilustración a la Guerra Civil*. Madrid: CSIC, Ed. El Arquero, pp. 93-127.
- [12] GARMA, S. (2000). «El final de las Matemáticas del siglo XIX: Echegaray», en M. C. Escribano (Coord.), *Matemáticos Madrileños*. Madrid: Anaya, pp. 141-181.
- [13] GÓMEZ, M. N. (2001). «La enseñanza secundaria pública en España: un antes y un después de la creación del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes», en P. Álvarez (Dir.), *Cien Años de Educación en España*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Secretaría General Técnica), pp. 409-475.
- [14] GONZÁLEZ REDONDO, F. A. y GONZÁLEZ DE POSADA, F. (2001). «Blas Cabrera: período de formación científica y de concepción del 'Programa investigador para toda una vida' », en F. González de Posada, F. A. González Redondo y D. Trujillo (Eds.), *Actas del I Simposio 'Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo'*, Lanzarote 1999. Madrid: Amigos de la Cultura Científica, pp. 29-49.
- [15] GONZÁLEZ REDONDO, F. A.; FERNÁNDEZ, R. E. y VICENTE, L. de (2007). «Los Catedráticos de Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Madrid durante el primer tercio del siglo XX: una historia gráfica». *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, Vol. 10, nº 1, pp. 241-260.
- [16] HERNÁNDEZ, A. (1980). «El cálculo infinitesimal en España». *Revista de Bachillerato* (Dirección General de Enseñanzas Medias), Cuaderno monográfico 5 (Suplemento del nº 12), pp. 56-62.
- [17] HORMIGÓN, M. (1982). *Problemas de Historia de las Matemáticas en España (1870-1920)*. Zoel García de Galdeano. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- [18] HORMIGÓN, M. (1988). «Las matemáticas en España en el primer tercio del siglo XX», en J. M. Sánchez Ron (Ed.), *Ciencia y sociedad en España: de la Ilustración a la Guerra Civil*. Madrid: CSIC, Ed. El Arquero, pp. 253-282.

- [19] HORMIGÓN, M. (2004). «Una aproximación a la biografía científica de Zoel García de Galdeano». *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, Vol. 7, nº 1, pp. 281-294.
- [20] IRUESTE, J. A. (1912). «Don Juan Cortázar». *Revista de la Sociedad Matemática Española*, año 1º, nº 8, pp. 285-290.
- [21] LABRADOR, C. (2001). «Los liberales y la educación hace cien años: Romanones en el Ministerio», en P. Álvarez (Dir.), *Cien Años de Educación en España*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Secretaría General Técnica), pp. 181-200.
- [22] LÓPEZ PIÑEIRO, J. M. et. al. (1983). *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, Vol. I. Barcelona: Península.
- [23] MACÍAS, R. (1899). *El problema nacional. Hechos, causas, remedios*. Madrid: V. Suárez.
- [24] MARTÍN-MUNICIO, A. (1999). «Torres Quevedo y las Academias», en F. González de Posada y F. A. González Redondo (Eds.), *Actas del III Simposio Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra*, Pozuelo de Alarcón 1995. Madrid: Amigos de la Cultura Científica, pp. 32-44.
- [25] MAZ, A.; Torralbo, M. y Rico, L. (Eds.) (2006). *José Mariano Vallejo, el matemático ilustrado. Una mirada desde la educación matemática*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- [26] MENÉNDEZ PELAYO, M. (1948). *Historia de los heterodoxos españoles*, VI. Madrid: Ed. Nacional.
- [27] MENÉNDEZ PIDAL, M. (1989). «La época del romanticismo (1808-1874). Orígenes. Religión. Filosofía. Ciencia», en *Historia de España*, tomo XXXV. Madrid: Espasa Calpe, pp. 447-450.
- [28] MOLERO, A. (2001). «Tradición y modernidad: la renovación pedagógica escolar», en P. Álvarez (Dir.), *Cien Años de Educación en España*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Secretaría General Técnica), pp. 301-328.
- [29] MORENO, A. (1988). «De la física como medio a la física como fin. Un episodio entre la Ilustración y la crisis del 98», en J. M. Sánchez Ron (Ed.), *Ciencia y sociedad en España: de la Ilustración a la Guerra Civil*. Madrid: CSIC, Ed. El Arquero, pp. 27-70.
- [30] NÚÑEZ, J. M.; MONTANUY, M. y SERVET, J. (1991). «Sobre las aportaciones racionalistas de José Mariano Vallejo en la enseñanza de las matemáticas en el siglo XIX», en *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, Tomo II, Murcia, pp. 1327-1349.
- [31] PERALTA, J. (1998). «El movimiento renovador de la matemática española de finales del siglo XIX». *Boletín de la Sociedad Puig Adam de Profesores de Matemáticas*, nº50, pp. 34-48.
- [32] PERALTA, J. (1991). *La matemática española y la crisis de finales del siglo XIX*. Madrid: Nivola.
- [33] PERALTA, J. (2000). «La Matemática madrileña en el panorama español de 1800 a 1936», en M. C. Escribano (Coord.), *Matemáticos Madrileños*. Madrid: Anaya, pp. 183-230.
- [34] PERALTA, J. (2001 a). «El despertar de la Matemática española (de la crisis del 98 a la Guerra Civil)», en F. González de Posada, F. A. González Redondo y D. Trujillo (Eds.), *Actas del I Simposio 'Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo'*, Lanzarote 1999. Madrid: Amigos de la Cultura Científica, pp. 85-105.
- [35] PERALTA, J. (2001 b). «El liderazgo de Rey Pastor en el Renacimiento de la Matemática Española». *Cátedra Nova*, nº 13, pp. 287-298.
- [36] PERALTA, J. (2004 a). *José de Echegaray (1832-1916)*. <<http://www.divulgamat.net/weborriak/Historia/MateEspañiolak/Echegaray.asp>>
- [37] PERALTA, J. (2004 b). «Octavio de Toledo y la matemática de su tiempo», en F. González de Posada, F. A. González Redondo y D. Trujillo (Eds.), *Actas del IV Simposio 'Ciencia y*

- Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal y Torres Quevedo*, Lanzarote 2002. Madrid: Amigos de la Cultura Científica, pp. 341-356.
- [38] PERALTA, J. (2007). «Sobre el exilio matemático de la guerra civil española (I)». *Suma*, nº 56, pp. 11-21.
- [39] PERALTA, J. (2008). «Sobre el exilio matemático de la guerra civil española (II)». *Suma*, nº 57, pp. 9-22.
- [40] PÉREZ, A. (2005). «Historia de la enseñanza de las Matemáticas». *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, Vol. 8, nº 1, pp. 256-265.
- [41] PESET, J. L. y PESET, M. (1974). *La universidad española (siglos XVIII y XIX)*. *Despotismo ilustrado y revolución libre*. Madrid: Taurus.
- [42] PUELLES, M. de (2000). *El Colegio de Doctores y Licenciados de Madrid (1899-1999)*. *Una historia pública*. Madrid: Espasa Calpe.
- [43] *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid* (1934). «La Real Academia de Ciencias Naturales de Madrid, 1834-1847», tomo XXXI, 4º, pp. 523-542.
- [44] *Revista de la Sociedad Matemática Española* (1911-1912). Tomo I.
- [45] *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas Físicas y Naturales*. Tomos III (1853), IV(1854), V (1855), VI (1856), VII (1857), VIII (1858), IX (1859), X (1860), XIII (1863), XIV (1864), XV (1865) y XVI (1866).
- [46] *Revista Matemática Hispano-Americana*. Tomo III (1921), 1ª serie y IV (1931), 2ª serie.
- [47] *Revista Trimestral de Matemáticas* (1901). Tomo I.
- [48] REY PASTOR, J. (1915). «Discurso inaugural», en *Actas del V Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, I. Madrid, pp. 7-25.
- [49] RÍOS, S. (1988). «Julio Rey Pastor (1888-1962)». *Gaceta Matemática*, 2ª serie, Vol. 1, nº 2, pp. 129-135.
- [50] RODRÍGUEZ VIDAL, R. (1987). «Don Zoel García de Galdeano, maestro y apóstol del progreso matemático español». *Boletín de la Sociedad Puig Adam de Profesores de Matemáticas*, nº 14, pp. 9-12.
- [51] SAN JUAN, R. (1950). «La obra científica del matemático español D. Ventura de los Reyes y Prósper». *Gaceta Matemática*, 1ª serie. Vol. II, nº 2, pp. 37-41.
- [52] SÁNCHEZ RON, J. M. (1990). *José Echegaray: matemático y físico-matemático*. Madrid: Fundación Banco Exterior.
- [53] SÁNCHEZ RON, J. M. (1999). «Física y Matemática en la época de Torres Quevedo», en F. González de Posada y F. A. González Redondo (Eds.), *Actas del III Simposio «Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra»*, Pozuelo de Alarcón 1995. Madrid: Amigos de la Cultura Científica, pp. 45-58.
- [54] SÁNCHEZ RON, J. M. (2003). «José Echegaray, matemático». *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, Vol. 6, nº 3, pp. 743-764.
- [55] SIMÓN, J. (1992). *Historia del Colegio Imperial de Madrid*. Madrid: Instituto de Estudios Madrileños.
- [56] TORROJA, J. M. (1992). «La Astronomía», en *Historia de la Matemática en el siglo XIX* (1ª Parte). Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, pp. 211-233.
- [57] VAL, J. A. del (1966). «Un lógico y matemático español del siglo XIX: Ventura Reyes y Prósper». *Revista de Occidente*, nº 35, pp. 252-261.
- [58] VELAMAZÁN, M. A. y AUSEJO, E. (1991). «La enseñanza de las Matemáticas en la Academia de Ingenieros en España», en *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, Tomo II, Murcia, pp. 1307-1327.
- [59] VERNET, J. (1975). *Historia de la ciencia española*. Madrid: Instituto de España (Cátedra «Alfonso X el Sabio»).

- [60] VICUÑA, G. (1875). «Cultivo actual de las ciencias físico-matemáticas en España». *Discurso leído en la Universidad Central en el acto de apertura del curso académico 1875-1876*. Madrid.
- [61] VIÑAO, A. (2001). «La escuela graduada: una nueva organización escolar y pedagógica», en P. Álvarez (Dir.), *Cien Años de Educación en España*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Secretaría General Técnica), pp. 363-388.
- [62] ZORRAQUÍN, M. (1819). *Geometría Analítica-Descriptiva*. Alcalá de Henares: Imprenta de Manuel Amigo.