

LA OBRA DE REY PASTOR EN LA MATEMÁTICA APLICADA

Antonio de Castro Brzezicki
Catedrático de la Universidad de Sevilla

1. Introducción

Es bien sabido que no hay una clara separación entre las Matemáticas puras y las aplicadas por lo que la delimitación del tema de esta exposición se hace difícil. Hay matemáticos (suelen ser aplicados) que afirman rotundamente que no existen diferencias entre unas y otras; hay otros (suelen ser puros y jóvenes) que se escandalizan si se les piden interpretaciones prácticas de sus resultados; es por ej. conocida la posición bourbakista desdeñosa de las aplicaciones. Y digo jóvenes porque los de mayor edad suelen mantener la costumbre de justificar los conceptos y problemas introducidos indicando posibles aplicaciones (a veces inventadas a posteriori). Recuerdo como anécdota la conferencia plenaria dada por Pontryagin en el Congreso Internacional de Matemáticos de Niza de 1970 (31), referente a juegos diferenciales en la que indicó que el método desarrollado se aplicaba a la persecución de un avión por otro. Al reprocharle públicamente un congresista de que pusiera tan bellos resultados teóricos al servicio de la industria bélica, Pontryagin con humor le tranquilizó asegurándole que no creía que aquellas ecuaciones pudieran nunca aplicarse a una persecución real.

Rey Pastor (1) (pg. 204) era opuesto a una separación apriorística de las Matemáticas puras y aplicadas; daba como ejemplo de lo subjetiva que era tal separación la teoría matemática de la Elasticidad, que es Matemática aplicada para un algebrista o un lógico y Ciencia pura para un constructor de edificios. Otro punto de vista distingue las Matemáticas aplicadas como las matemáticas de la acción y las puras como las de la ficción. Dado el carácter de Rey Pastor no cabe pensar que iba a limitarse con la ficción, es decir con una teoría pura por muy ordenada y estructurada que estuviese, sin

pasar en cuanto tuviese ocasión a la acción que es vida. Son suyas estas palabras: “Todos los riojanos somos un poco conserveros; pero el que mete un tomate o un pimiento en una lata, sabe que aumenta orden y permanencia pero que disminuye vida” (30). Así por ej., en sus trabajos sobre Representación conforme y Problema de Dirichlet pasa insensiblemente de resultados teóricos a otros numéricos y de aplicación física.

Este carácter mixto de su obra es también consecuencia del nivel matemático del medio, por lo que tuvo, como decía Marañón de los científicos de su generación, que “ser como Robinson Crusoe, albañil, cazador, cocinero, maestro y público de sí mismo”. Y añadía (1) (pág. X): “Si los que vienen detrás pueden tocar un sólo instrumento y afinarlo hasta la perfección para bien de la Ciencia, algo nos tocará a nosotros de su mérito”.

Este preámbulo excusará, en parte, posibles omisiones o intromisiones de esta exposición con otras del Simposio. Algunas otras omisiones habrá, ya que, al seleccionar el material, hemos procurado insistir en los datos y comentarios que no figuran en la biografía de Ríos, Santaló y Balanzat (1) y en el fruto de nuestro contacto personal con Rey Pastor desde el año 1951 hasta su fallecimiento en 1962. Hacemos también notar que, aunque la labor que desarrolló como matemático aplicado no es la más importante suya, tiene el interés de mostrar las múltiples facetas en que desarrolló su desbordante energía: como organizador, investigador, profesor y maestro, autor de textos, conferenciante.

2. Como investigador, uno de los primeros temas en que se ocupó fue la Representación Conforme y el Problema de Dirichlet, comenzando en 1911 (18) y manteniendo el interés durante toda su vida (el último trabajo es (26) de 1957). En 1913 estuvo pensionado en Berlín y Göttingen trabajando entre otros con Koebe y Bieberbach que por aquella época había publicado un notable método teórico-práctico de representación conforme. Este se basaba en el siguiente principio de mínimo: Entre todos los recintos que tienen en el punto 0 el mismo radio, el de área mínima es el círculo de centro 0. Esta condición equivale a manejar funciones $f(z) = z + a_2z^2 + a_3z^3 + \dots$ en las que hay que determinar los coeficientes aplicando el principio anterior. Así se consiguen, aparte de diversos resultados teóricos, representaciones polinómicas aproximadas cuyos coeficientes se determinan usando las condiciones de que el recinto se diferencie lo menos posible del círculo. El método sería inaplicable, incluso para polígonos sencillos, a no ser por el método de la falsa posición de Rey Pastor. En él los coeficientes se calculan a base de unas relaciones numéricas obtenidas considerando representaciones particulares. Ya en resultados teóricos, es original de Rey Pastor la demostración del teorema fundamental de Riemann por iteración de una transformación conforme y la síntesis global de los resultados de Koebe sobre la deformación de un recinto por un empleo sistemático del principio de simetría. Estos trabajos fueron completados por sus discípulos P. Pineda y J. Rodríguez Sanz y constituyen sus tesis doctorales (Véase, por ej. (2) y (3)). La formación geométrica de Rey Pastor se pone de manifiesto en estos

trabajos y en la aplicación a la resolución del problema de Dirichlet. Parte de la fórmula del valor medio (demostrada independientemente de la teoría de funciones de variable compleja) y por una sencilla transformación conforme obtiene la llamada fórmula de Schwarz, que, con ayuda de una sencilla relación geométrica, puede transformarse en integral de Poisson (Ver (19) o (2)).

En 1945 presentó a la Unión Matemática Argentina su trabajo: "Problemas mixtos de Dirichlet" (21) en el que busca una función analítica en un dominio limitado por una curva C dividida en $2n$ arcos de manera que, si la función es $u+iv$, las funciones u y v estén dadas en arcos alternados. Señala tres métodos de resolución. Y en 1957 presentó una comunicación (26) en la que anuncia la aplicabilidad del método del mínimo a recintos múltiplemente conexos, tema de una tesis dirigida por él.

Citemos también un trabajo teórico (20) quizás el suyo más importante en este capítulo de la representación conforme.

3. Una de las obras más ambiciosas de Rey Pastor en este campo de la Matemática aplicada fue la creación y organización del Instituto de Cálculo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Es sabido que el estudio y aplicación de los problemas y resultados científicos y técnicos (en especial en físicos y técnicos superiores) presenta la grave dificultad de la falta de una base matemática suficiente de quienes tienen que estudiarlos o aplicarlos. Hilbert decía que la Física era demasiado difícil para los físicos; y la situación en España en 1953 la comentaba así Rey Pastor (29): "Los físicos, por escasez de instrumental matemático, tienen que conformarse con estudios empíricos". Agrava el problema (en palabras también de Rey Pastor) "el desdén de las nuevas generaciones de matemáticos hacia los problemas de aplicación a la vida y a las Ciencias Físicas (que) amenaza con dejar desamparadas a las muchas y muy importantes disciplinas científicas que necesitan de la Matemática como armazón lógico" (25). Y recuerda, como ejemplo de figuras capitales de la Matemática que se preocuparon a fondo de las aplicaciones, a Arquímedes, Gauss y von Neumann, cada uno característico de una época crucial de la Matemática.

Por otra parte, bordeando los años cincuenta, se empezaban a difundir en Europa los primeros ordenadores electrónicos y con ellos la esperanza de resolver numerosos problemas, pendientes por la complicación de los cálculos y la previsión de que iban a poder estudiarse otros muchos nuevos. Rey Pastor era consciente de todo ello y conocía la solución que habían encontrado en Italia: el INAC dependiente del Consiglio Nazionale per le Ricerche que funcionaba con pleno éxito desde 1927 y que fue el Instituto de Cálculo pionero de Europa. Por ello comenzó en 1951 a gestionar la creación en España de un Centro análogo y me procuró una beca para trabajar en el INAC. En 1953 se creó en Madrid el Instituto de Cálculo en cuya dirección Rey Pastor derrochó sus notables cualidades humanas. J.M. Pemán decía que los riojanos tienen "un arte especial para tirarle de los pies a la superioridad y hacerla campechana, coloquial y amistosa. Gonzalo de Berceo hacía

poemas cultos y afrancesados pidiendo por ellos un vaso de bon vino. Espartero era un príncipe y leía en su mesa camilla los periódicos” (30). Ese mismo espíritu lo mostró Rey Pastor en la tarea que comentamos, resolviendo las cuestiones más difíciles, haciendo las gestiones más ingratas, acudiendo con infinita paciencia a las más altas autoridades, no sólo del Consejo sino de la Nación, cada vez que consideraba justa una petición; estas cuestiones las traía luego, si no a una mesa camilla, si al pequeño despacho parcamente amueblado donde teníamos nuestras reuniones con Carlos Belgrano-Brémard, secretario del Instituto y que fue pieza fundamental del mismo.

La organización del Centro fue distinta de los demás del Consejo y su funcionamiento se reveló de eficacia óptima. Se fijó como misión primera estudiar y resolver los problemas matemáticos que nos propusieran centros oficiales o privados del País, la mayor parte de los cuales eran de Matemáticas aplicadas; para ello era con frecuencia necesario mejorar técnicas existentes e incluso crear nuevas. Como se partía de cero y el presupuesto era ridículo, con sentido realista y siguiendo el ejemplo del INAC, se cobraban los servicios a centros no oficiales; gracias a ello se pudo contratar una plantilla fija con jornada completa (a la que yo pertencí mientras funcionó el Centro) y que más adelante, dado el volumen de trabajo, hubo que desdoblarse en dos turnos; además se aseguró la colaboración ocasional de figuras de primera categoría científica. Aparte de ello se compraron las mejores máquinas de calcular que existían en el mercado y se logró formar una biblioteca (en parte procedente de donativos) quizás la mejor surtida de su especialidad en España.

Fue tanto el desarrollo adquirido que la casa Remigton nos ofreció gratis el último modelo de su ordenador que hubiese sido uno de los primeros que llegaba a España y el único en aquella época dedicado a investigación científica. Después de conseguir que el Consejo de Ministros aprobara el permiso de importación, el donativo no fue aceptado por las autoridades del Consejo. Relato esta anécdota para ilustrar las dificultades con que tenía que luchar Rey Pastor debidas a la resistencia del medio, la burocracia, la política de los cotos cerrados e inaccesibles, la rutina. Como seguí de cerca muchas de estas gestiones me maravillaba su vitalidad, su paciencia y que consumiese tanto tiempo en antenas sin otra protesta que sus comentarios irónicos y de buen humor. Claro que parte de este tiempo no era perdido para él, ya que solía llevar papeles en los bolsillos y era capaz de abstraerse en ellos en cualquier sitio donde se encontrase.

De todos modos el número de trabajos que se estudiaron en el Instituto fue prodigioso: resolución de todo tipo de ecuaciones, cálculos numéricos variados, construcciones de tablas y otros de aplicaciones concretas como: cálculo de presas y estructuras variadas, proyectos de vías de comunicación, de lentes ópticas; estudio de economía de mercados, Biometría, Física nuclear, Hidrología. Varios de ellos dieron origen a trabajos de investigación publicados en revistas diversas.

No faltaron propuestas pintorescas. Recuerdo que, como Rey Pastor

insistía en que todas las peticiones debían ser contestadas, una vez, al enseñarle la carta de un trisector de ángulos, le comenté: “D. Julio, esta no habrá que contestarla...” Me respondió: “Se buscará el error y se le comunicará al autor”.

Ya en el aspecto más científico, es conocido que en los problemas de Matemáticas aplicadas lo más difícil suele ser precisar el modelo matemático y determinar los dominios de adecuación de las hipótesis y las soluciones. En ellos es frecuente que aquellas tengan, por un lado una gran flexibilidad que asombra a muchos matemáticos puros pero, por otro una rigidez, impuesta por la realidad que ocasiona no pocas dificultades a la hora de resolverlos. Recuerdo, de las veces que consulté a Rey Pastor, su clarividencia para ir directamente al núcleo de cada problema prescindiendo del ramaje que lo enmarañaba y su seguridad para analizar el modelo e interpretar los resultados.

Animado por el éxito obtenido en el Instituto de Cálculo, Rey Pastor, en un ambicioso intento de establecer un puente más firme entre todos los que cultivan las Matemáticas aplicadas y, en palabras suyas, “eliminar ese espíritu cabileño que, con eufemismo culto se llama espíritu de cuerpo” (29), creó en 1955 la Sociedad Española de Matemática Aplicada que presidió Alfonso Peña Boeuf y en la que él figuraba como vicepresidente. Pero resultó contraproducente un desarrollo tan espectacular. Cuando, en un ambiente tan neutro como el de aquella época, surge una persona o un ente con exceso de energía las chispas no tardan en saltar. Mientras Rey Pastor estaba en Madrid actuaba de eficaz pararrayos, pero sus ausencias nos dejaban sin escudo protector; y un día de junio de 1959 en una reordenación del Consejo, se redujo el Instituto a Departamento dependiente de otro Instituto, se eliminó a Rey Pastor y se le negó cualquier autonomía lo que produjo su desintegración. Recuerdo el comentario de D. Julio cuando se lo comuniqué: “Se me quitan las ganas de volver a España”. Y de hecho sólo hizo un corto viaje en 1961.

Entre las publicaciones del Instituto apareció, como obra conjunta de Rey Pastor y mía, un libro sobre funciones de Bessel (12). Su origen fue unos cursos dados por él en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid a partir de 1951. Como yo había estudiado en el Instituto de Cálculo diversos problemas de aplicación en que intervenían dichas funciones y publicado varios trabajos relacionados con ellas, Rey Pastor me entregó sus apuntes de clase (el esqueleto de los tres primeros capítulos del libro) para que lo completara y añadiese ejemplos de aplicación y tablas. Explicar funciones de Bessel es siempre una pesadilla para el profesor (y estudiarlas aún más para el alumno). Rey Pastor consigue una introducción a la teoría hecha con una claridad y sencillez que suaviza al máximo la aridez del tema. También fue idea suya la confección e inclusión de una tabla de ecuaciones diferenciales que se integran mediante funciones de Bessel. Logramos encontrar unas 250 de las que la mayoría no figura en ninguno de los repertorios existentes. Con este motivo obtuve unas reglas originales de

clasificación y resolución que aparecen en el texto. También inicié en él el estudio de unas funciones íntimamente relacionadas con las de Bessel pero uniformes, lo que simplifica enormemente su teoría y que posteriormente ha dado origen a múltiples trabajos (*).

El libro tuvo buena acogida y recensiones favorables (Mathematical Review's, Zentralblatt fur Mathematik); por encargo de la Editorial Globo redacté una versión bastante modificada publicada en portugués en la enciclopedia "Manual do Engenheiro Globo" (12).

4. Hacia los años cincuenta Rey Pastor se puso a estudiar más a fondo las ecuaciones de la Física Matemática. El motivo fue el siguiente: Después de la última guerra mundial se empezaron a desarrollar los aviones de reacción; para estudiar los problemas de Aerodinámica transónica que se originaban, el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica de Madrid (INTA) quiso organizar cursos sobre ecuaciones en derivadas parciales de tipo mixto y cuestiones relacionadas. El problema fundamental puede esquematizarse así: En los problemas de salidas de gases en los reactores aparece una ecuación entre derivadas parciales no lineal. Una linealización y posterior simplificación (aceptable en la proximidad de la línea sónica) origina la ecuación $z_{xx} + z_{yy} = 0$, elíptica para $y > 0$ e hiperbólica para $y < 0$. Esta ecuación, la más sencilla de tipo mixto, había sido estudiada por Tricomi a principios de los años veinte (según comentaba él porque no quería salir del espacio R^3 y de sus representaciones geométricas intuitivas y ser la ecuación más sencilla que encontró de la que nadie se había ocupado antes (27)).

Para explicar estas cuestiones el INTA no encontró a nadie capacitado y tuvo que acudir a Rey Pastor que aceptó dar un curso en 1951 a pesar de que no conocía el tema. "Así aprenderé una cosa nueva" comentó. A este respecto permítaseme un inciso. Es sabido que las facultades de asimilación y creación de los matemáticos suelen alcanzar un máximo a una edad temprana para luego decrecer. (Una consecuencia curiosa es la norma de los componentes del grupo Bourbaki de retirarse a la edad de 50 años). En otras Ciencias y en especial en las humanísticas sucede lo contrario, debido probablemente a que en ellas la experiencia adquirida tiene más importancia que la capacidad de abstracción. Pues bien, volviendo a Rey Pastor, éste, ya sexagenario, se pone a estudiar este tema para él nuevo y es capaz de: Dar dos cursos en el INTA sobre los problemas del vuelo supersónico; dar unos cursos magistrales (a partir de 1951) en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid sobre los métodos clásicos de la teoría y sus aplicaciones técnicas; publicar un libro excelente: Los problemas lineales de la Física (10), el primero en España sobre la teoría; y publicar dos trabajos de investigación y uno de divulgación sobre el tema.

(*) El primero la tesis de mi discípulo N. Hayek (Collect. Math. XVIII, 57-174 (1967) y luego varias más dirigidas por él y diversos artículos.

Empiezo con el libro. En aquellos años, los que nos dedicábamos a las ecuaciones de la Física Matemática, disponíamos de dos textos básicos que yo recuerdo con una mezcla de admiración (si se utilizaba como consulta) y de desesperación (si era como texto); era el Frank-von Mises (14) de más de dos mil páginas y el Courant-Hilbert (15) de más de mil. El primero era muy clásico y el segundo tenía una orientación más moderna notándose la influencia hilbertiana. El libro (10) de Rey Pastor se basa en los dos, es más modesto pero mucho más didáctico que ambos. Se le ha calificado de “uno de los más claros y mejor concebidos que se han escrito sobre el tema” (1) pág. 162.

Señalemos como novedades: una introducción clara y motivada (todo el Cap. 1) del espacio abstracto de Hilbert (que en los dos libros antes citados está sólo mencionado de pasada); una insistencia desde el prólogo en la importancia de los conceptos de autovalor y autofunción “eje alrededor del cual gira la moderna Física Matemática” y en la equivalencia de los problemas de contorno de ecuaciones diferenciales con las ecuaciones integrales y los métodos variacionales; la inclusión de formularios y tablas de cómodo empleo. Recuerdo el asombro de los asistentes a las conferencias del INTA (matemáticos, físicos e ingenieros) al oír hablar de estos temas que no figuraban en los planes de estudio ni en ningún libro español.

Otros trabajos sobre estas teorías fueron:

Una introducción directa de las derivadas segundas sin presuponer la existencia de las primeras, dando en particular una definición directa del d’alembertiano (24). Comprende, por ej., el caso de que haya discontinuidades en las derivadas primeras, de claro sentido físico.

Un estudio riguroso de la ecuación del vuelo supersónico (23) aplicando el método de las integrales singulares, lo que le permite obtener un teorema de existencia en el caso de ala rectangular. Se señalan las faltas de rigor en métodos anteriores.

Un artículo de divulgación (22) comparando diversos métodos de linealización.

Hoy día estos métodos lineales están superados. Al presentarse resultados teóricos no concordantes con la realidad (en particular los que originaron la llamada controversia transónica) ha habido que abandonar el modelo lineal con las dificultades y complicaciones consiguientes.

5. Sería imposible detallar los escritos diversos, los seminarios y conferencias desarrolladas por Rey Pastor en España y en Argentina. A este respecto puede consultarse la biografía de Ríos-Santaló-Balanzat (1). En Argentina la mayor parte de sus alumnos era de Ingeniería; quizás por ello, al desdoblarse en 1952 la Facultad de Ciencias e Ingeniería, él prefirió seguir en esta última. Para sus alumnos redactó dos textos que, en su género, son obras maestras: Cálculo infinitesimal (4) y Funciones analíticas (3). En el prólogo del primero da una lección de cómo debe ser la enseñanza de la Matemática para técnicos y fija como objetivo principal del libro

cultivar el sentido de la aproximación. Recordemos también la sencilla definición de integral definida sin exigir la continuidad uniforme. Es notable que en este libro apareciese por primera vez el estudio completo de las condiciones suficientes de extremos relativos, precisando el comportamiento de la función en el llamado caso dudoso, resultado original suyo.

El libro de Funciones analíticas (3) muestra los caracteres que, según E. Terradas ((16) pág. XX) son típicas de la obra docente de D. Julio: la concepción arquitectónica y el desarrollo geodésico. Parece, en efecto, imposible hacer una síntesis tan completa y detallada en solo 108 páginas. Fue completado algunos años después (7).

6. Otro bloque de trabajos de Rey Pastor se originó al analizar, desde un punto de vista matemático, el sorprendente fenómeno medieval de la Cartografía mallorquina. El origen de su interés se remonta a 1910, con ocasión del discurso de apertura de curso en la Universidad de Oviedo y en el que probablemente influyó su juvenil afición por las representaciones conformes. Publicó también en 1928 un libro de Cosmografía (6) y en 1942 uno de lectura deliciosa: La Ciencia y la Técnica en el descubrimiento de América (8). En él insiste en dos puntos: La dramática desproporción entre la insignificancia de los medios de que disponían los descubridores y la grandiosidad de los resultados obtenidos, y en la consideración del Almirante como hombre de Ciencia dentro del alcance que en aquella época se podía dar a este término.

Rey Pastor precisa la influencia que tuvo en el descubrimiento el error en la medida de la longitud. También S. de Madariaga estudió esta cuestión e inventó (con bastantes visos de verosimilitud) una explicación en la que mezcla Ciencia, hipótesis, Historia y Moral (17).

La obra cartográfica de Rey Pastor culminó en su último libro en 1960 sobre la Cartografía mallorquina, en colaboración con E. García Camarero (13).

El mismo carácter científico-histórico tiene el libro "La técnica en la historia de la Humanidad" (11) resumen de un curso de Epistemología e Historia de la Ciencia dado en la Universidad de la Plata en 1955 y en el que el espíritu científico predomina sobre el histórico.

Una obra singular de Rey Pastor es su discurso de ingreso en la Real Academia Española en 1954 sobre Algebra del Lenguaje (9). En él hace una amena disertación demostrando que el lenguaje tiene una estructura lógica e indicando como puede llegarse a la algebrización del mismo y los escollos que hay que evitar. Termina confesando con gracia que no cree que por ahora estas ideas convengan ni a los lingüistas ni a los algebristas. En mi opinión lo más notable de esta publicación es la bibliografía clasificada y comentada que revela la profunda cultura humanística del Autor y lo ambicioso del proyecto inicial del trabajo que luego solo fue desarrollado en parte.

Para terminar diré que; aparte de lo que hemos señalado explícitamente, en obras dispersas de Rey Pastor aparecen las características de un genio que, en palabras de E. Terradas “cada vez que proyecta sobre ellos (los problemas nuevos) su inteligencia descubre algún nuevo matiz inadvertido o ignorado. Así, por ej. al contestar a un discurso académico sobre el Seguro Social (Madrid, 1928) escribe cinco páginas en las que se condensan tales comentarios sobre el Cálculo de Probabilidades que constituyen una crítica de principios y una nueva manera de enunciarlos mediante el concepto de densidad relativa de conjuntos, lo que permite dar una explicación racional de las paradojas que ofrece el estudio de las probabilidades llamadas geométricas” ((16) pág. XXXII).

BIBLIOGRAFIA

1. S. RIOS-L.A. SANTALO-M. BALANZAT, Julio Rey Pastor, matemático, Instituto de España. Madrid, 1979.

Es un libro fundamental en el que aparecen multitud de datos, relación de publicaciones, premios, distinciones, etc.

Libros citados de J. Rey Pastor

2. Teoría de la representación conforme. Barcelona, 1917.
3. Resumen de la teoría de las funciones analíticas y sus aplicaciones físicas. Buenos Aires, 1918.
4. Cálculo Infinitesimal. Buenos Aires. 1ª ed. 1919; 5ª ed. 1948.
5. Los matemáticos españoles del siglo XVI. Madrid, 1926.
6. Cosmografía. Madrid, 1928.
7. Aplicaciones físicas y técnicas de la variable compleja. Buenos Aires, 1938.
8. La Ciencia y la Técnica en el descubrimiento de América. Madrid, Espasa-Calpe (1ª ed. 1942, 3ª ed. 1951).
9. Algebra del lenguaje. Real Academia Española. Madrid, 1954.
10. Los problemas lineales de la Física. Madrid, INTAET, 1955.
11. La Técnica en la Historia de la Humanidad (en colaboración con N. Drewes). Buenos Aires, Atlántida, 1957).
12. Funciones de Bessel (en colab. con A. de Castro Brzezicki). Madrid, Dossat, 1958. Teoría e aplicações das funções de Bessel. (Manual do Engenheiro Globo, VI-II). Río de Janeiro, Ed. Globo, 1965. (en colab. con A. de Castro Brzezicki).
13. La Cartografía mallorquina (en colab. con E. García Camarero). Madrid, Instº Luis Vives, 1960.

Otros libros citados:

14. FRANK-VON MISES, Die Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik, 2 vol. Braunschweig 1930 y 1934.

15. COURANT-HILBERT, Methoden der mathematischen Physik, 2 vol. Berlin 1930 y 1937.
16. Homenaje a Rey Pastor, Universidad del Litoral. Rosario, 1945.
17. MADARIAGA, S. de. Vida del muy magnífico Señor Don Cristóbal Colón. Madrid, Espasa-Calpe 3ª ed.

Artículos citados de Rey Pastor:

18. Sobre la representación conforme. Asociación española para el Progreso de las Ciencias, Madrid, 1911.
19. Resolución elemental del Problema de Dirichlet. Ibidem, Madrid, 1915.
20. Transformation conformes des aires infinies sur le plan ouvert. Congrès International des Mathématiciens, Strasbourg, 1920.
21. Problemas mixtos de Dirichlet. Rev. Un. Mat. Argentina, 10, 78-83 (1945).
22. El método de la hodógrafa en fluidos comprensibles, Rev. de la R. Acad. de Ciencias de Madrid. Vol. del Centenario 33-37 (1949).
23. La ecuación linealizada del vuelo supersónico. Ann. di Mat. Pura ed Appl. (4), 30, 91-96 (1949).
24. Verallgemeinerung der partiellen Differentialgleichungen der Physik. Internat. Congress Mathem. 1954. Amsterdam.
25. Presentación de Arquímedes. Arquímedes, 1,2-3 (1955).
26. Cálculo de un tipo de reactor homogéneo. X Jornadas Un. Mat. Argentina. 1957.

Otros artículos citados:

27. TRICOMI, F.G., Mem. Accad. Lincei, 14, 133-247 (1923).
28. Artículo de Andrés Travesí (ABC de Madrid, finales de 1953).
29. Artículo de Martí-Sancho, YA, 18-XII-1953.
30. PEMAN, J. Mª. Rey Pastor. ABC de Sevilla, 27-II-1962.
31. PONTRYAGIN, L. Actes Congrès Intern. Math. 1970, I, 163-171. París, Gauthier-Villars.