

APORTACIONES DE TERRADAS A LAS MATEMÁTICAS

TERRADAS' CONTRIBUTIONS TO MATHEMATICS

Emma Sallent del Colombo

Los trabajos matemáticos sobre la teoría de los hilos permitieron a Terradas poder acceder al título de Doctor en Matemáticas y obtener la cátedra de Mecánica racional en Zaragoza, así como ganar el premio Agell, otorgado por la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (RACAB), o presentar diversas publicaciones y comunicaciones a congresos, nacionales e internacionales.

Mathematics works on the theory of threads allowed Terradas to obtain the qualification of doctor of Mathematics and professor of Rational Mechanics in Saragossa, as well as to get Adell's award, awarded by the Royal Academy of Sciences and Arts of Barcelona (RACAB), or to present a number of publications and communications in national and international conferences.

Hacer una valoración de las contribuciones de Terradas a las matemáticas nos lleva a situar sus aportaciones en el ámbito de la investigación en esta disciplina en la primera mitad del siglo XX.

Terradas se nos presenta como un personaje polifacético que tanto realiza trabajos de investigación a escala internacional, como contribuye de manera fundamental a la difusión de las matemáticas en España, invitando a grandes científicos europeos a dar conferencias y cursos en Barcelona y en Madrid, o redacta los términos científicos de la *Enciclopedia Espasa*.

En este artículo nos ocuparemos en particular de sus contribuciones al estudio de hilos elásticos, que es el tema en el que publicó más trabajos y que ocupó su interés durante un período más prolongado.

Estudios sobre los hilos

Terradas elabora sus primeros estudios sobre los hilos antes de 1904,¹ cuando todavía es estudiante, hasta

1913, con un trabajo que representa la primera contribución científica de un español a un congreso internacional de matemáticas.²

Efectivamente, en el número de junio de 1904 de la *Revista Trimestral de Matemáticas*, (páginas 105 y 106) se puede leer «Tema II. Estudiar analíticamente las condiciones de los hilos flexibles, pesados, que suspendidos por sus extremos de dos puntos fijos, realicen catenarias de formas especiales dadas. Premio: D. Esteban Terradas é Illa, alumno de la Facultad de Ciencias y de la Escuela Industrial de Ingenieros de Barcelona». Terradas también fue premiado por el «Tema IV. Propiedades de las raíces de la unidad», que apareció en el número de diciembre de 1904 de esta revista.³

Es muy posible que los temas matemáticos del concurso fueran propuestos por el director de la revista, el matemático catalán Josep Rius i Casas (1867-1940), profesor de la Universidad de Zaragoza e impulsor de diversas iniciativas de carácter científico como la fundación de la Academia de Ciencias de Zaragoza.⁴ En la introducción de su memoria *Origen y propiedades fundamentales de las*

funciones elípticas, publicada en 1889, Rius i Casas comenta que ha elaborado un compendio de las propiedades más relevantes de una teoría «que siendo hoy el tema favorito de los matemáticos, es todavía bastante ignorada en nuestra España».⁵

Las funciones elípticas serán un ingrediente fundamental de los trabajos sobre elasticidad de Terradas que «manejaba las funciones elípticas con la misma soltura que nuestros viejos profesores la vulgar trigonometría», según el comentario de Rey Pastor a propósito del fugaz paso de Terradas por la Universidad de Zaragoza en 1906.⁶

La primera publicación sobre hilos: la tesis doctoral

En 1905, Terradas publica sus primeros trabajos sobre hilos. Este grupo de contribuciones está formado, en primer lugar, por la tesis doctoral para acceder al grado de doctor en ciencias matemáticas, defendida el 26 de junio de 1905 delante de un tribunal compuesto por los catedráticos Eduardo Torroja (presidente), Francisco Iñiguez, Luis Octavio de Toledo, José Ruiz Castizo (vocales) y Cecilio Giménez (secretario). Se titula *Condiciones para que un hilo homogéneo, flexible, inextensible é inelástico, deslice según la curva que forma, esto es, para que todos sus puntos tengan por trayectoria la misma curva que realiza*.⁷ El título original de la memoria, *Movimientos de hilos según curvas*, tuvo que ser cambiado siguiendo los ruegos del tribunal.⁸

Aquel mismo día, Terradas obtenía también el grado de Doctor en Ciencias Físicas con la memoria *Algunas propiedades sencillas de la luz absorbida por ciertos cuerpos cristalinos*. No pudo optar a la Cátedra de Física matemática de la Universidad Central, ocupada por Francisco de Paula Rojas hasta 1904, año en que fue concedida por decreto al ya jubilado José Echegaray.⁹

Para obtener la de Mecánica racional que había quedado vacante en Zaragoza decidió presentar la tesis de matemáticas. Según el testimonio de Enric de Rafael:¹⁰ «Con la energía que le caracterizaba decidió estudiar las asignaturas y hacer la memoria en cuatro meses, por supuesto como estudiante libre». Esto nos hace pensar que la tesis sobre hilos debió ser una ampliación del tra-

**«Terradas manejaba las funciones
elípticas con la misma soltura que
nuestros viejos profesores
la vulgar trigonometría.»**

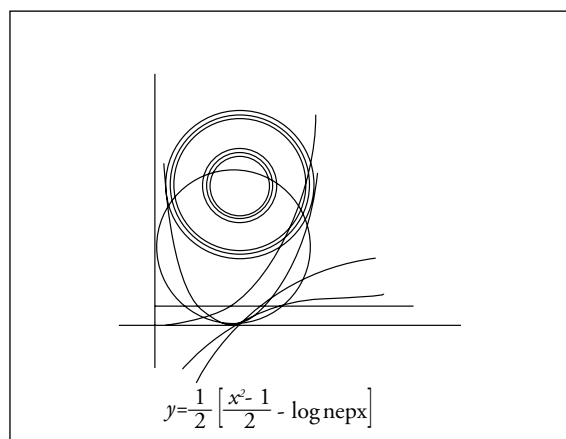
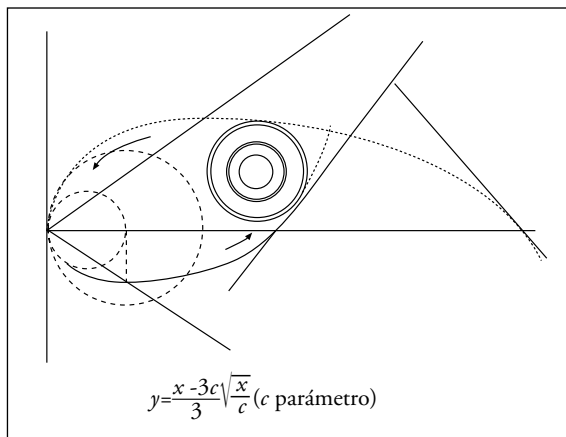
J. Rey Pastor

bajo que ganó el premio del Ateneo Científico de Zaragoza.

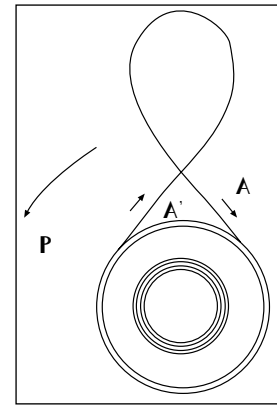
El trabajo correspondiente al Doctorado de Matemáticas trata del movimiento de un hilo homogéneo, flexible e inextensible. Se trata de una memoria en 14 capítulos, sin bibliografía y en el que no aparecen citados otros trabajos de investigación.

Los primeros artículos de los Anales

«Sobre algunas curvas realizadas por cuerdas en movimiento»¹¹ es una nota presentada en la sesión del 29 de mayo de 1905 y publicada en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, en la que Terradas considera tres ejemplos, tratados también en la tesis doctoral. Se trata del movimiento de una cuerda sin fin, que cuelga de una polea. Escribe las ecuaciones de las curvas y hace la representación gráfica (figuras 1 y 2).



El tercer ejemplo es el de la curva que realiza en su movimiento relativo una cuerda sin fin que se enrosca en una polea, suponiendo que la cuerda tiene un movimiento de rotación alrededor del eje de la polea y se adapta sucesivamente sin deslizar (fig. 3).



Figuras de equilibrio de un hilo elástico (1906-1907)

Terradas escogió las «Figuras de equilibrio de un hilo elástico»¹² para la memoria que presentó a la oposición de la Cátedra de Mecánica racional de Zaragoza. Leyó este trabajo el 16 de mayo de 1906, y al mismo tiempo lo envió a los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* para su publicación.¹³

Los cinco trabajos que aparecen publicados¹⁴ constituyen un estudio sobre las figuras de equilibrio de un hilo elástico. En la introducción al primero de estos trabajos el autor comenta que se había propuesto realizar un estudio lo más completo posible de la elástica alabeada y se disponía a publicar algunas propiedades nuevas, pero que al consultarlo con el secretario, Ignacio González Martí, pareció más conveniente publicar el estudio «completo» de las propiedades de estas curvas poco conocidas.

El premio Agell

La Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (RACAB)¹⁵ otorgaba el llamado premio Agell, que tomaba su nombre de una familia muy destacada de científicos catalanes. Según los documentos que se encuentran en el archivo de la RACAB, al morir Juan Agell Torrents, se acordó hacer una suscripción para otorgar un premio para honrar su memoria. Los trabajos debían ser redactados en castellano y ser anónimos, mediante un lema consignado en un sobre cerrado que debía contener el nombre del autor, destinado a ser abierto en sesión pública, el día del acto de entrega del premio. Es posible que alguno de sus

antiguos profesores, ahora colegas en la Universidad de Barcelona, como Eduard Fontseré, animaran a Terradas a presentar un trabajo. Teniendo en cuenta que los hilos eran para Terradas su temática de investigación más original, no es extraño que la escogiera para presentarse al premio. Lo hizo con el lema de Hermite, con un trabajo titulado «Estudios sobre los hilos», que entregó a la RACAB el 27 de marzo de 1907. Es el trabajo que obtuvo el premio Agell.

El jurado, compuesto por Frederic Pérez de Nueros, Lluís Canalda, Josep Domènech Estapá, Josep Comas Solá, Josep Tous Biaggi y Artur Torrents, se reúne el 4 de octubre de 1907; el veredicto se aprueba por unanimidad el 21 de octubre del mismo año. Transcribimos el veredicto del jurado:

«El jurado que suscribe, constituido por la Sección 1ª de esta Real Academia, en unión del académico exento D. Federico Pérez de Nueros, cumplimentando el honoroso encargo recibido de calificar los trabajos presentados optando al premio Agell, correspondiente al bienio 1905 á 1907, cuyo concurso fue anunciado con fecha 25 de Abril del primero de los años citados, debe declarar que por la Secretaría de la Corporación le han sido facilitados para examen, los tres trabajos presentados con opción al citado premio, hasta el 1º de Abril de 1907 que era el término del plazo concedido y que son los siguientes, por orden de su presentación:

1º Una memoria que trata de la ‘Cuadratura del Círculo y relaciones notables que de su solución se derivan’ con el lema ‘La Montaña de Montserrat y las pirámides de Egipto’.

2º Una serie de memorias constituyendo un volumen en que se hacen numerosos ‘Estudios sobre la teoría de los hilos’ y lleva por lema el nombre del célebre matemático ‘Hermite’.

y 3º Un tomo muy bien presentado y con numerosas figuras constituyendo un “tratado didáctico de las geometrías no-euclídeas” y que lleva por lema las siguientes frases del célebre Poincaré: ‘Para encontrar la verdad científica lo mismo que la verdad moral, es ineludible despojarse por completo del prejuicio y de la pasión’.

Procedióse por este Jurado á realizar un detenido examen de los tres trabajos mencionados, mereciendo especial atención el desarrollo que en alguno de ellos se hace de teorías un tanto elevadas dentro de la ciencia matemática así como de los méritos científico y didáctico que cada uno de ellos pudiera alcanzar y habida cuenta del espíritu de la convocatoria que parece perseguir la originalidad de los trabajos que se premien y siempre con el deseo de estimular en todo lo posible los estudios acerca de las materias que integran el objetivo de la convocatoria y después de una deliberación muy detenida ha creído de su deber emitir el siguiente dic-

Emma Sallent del Colombo



Licenciada en Ciencias Físicas (especialidad de Física Teórica) por la Universidad de Barcelona. Profesora asociada del Departamento de Física Fundamental de esta universidad. *Vocal de la Societat Catalana d’Història de la Ciència i de la Tècnica* (SCHCT). Está realizando una tesis doctoral en el ámbito de la historia de las matemáticas de los siglos XIX y XX.

esallent@ffn.ub.es



tamen que somete a la aprobación superior de esta Academia (...).

El segundo trabajo presentado con el lema 'Hermite' revela en su autor a un matemático que ha tener hechos multitud de estudios acerca de la mecánica, en su capítulo correspondiente á la teoría del equilibrio y movimiento de los hilos. Dedicó algunas páginas á la teoría de la elasticidad en general, para hacer más comprensibles las elásticas, desarrollando puntos completamente originales como el del movimiento estacionario de un hilo inelástico; el de la elástica alabeada llevando los cálculos sin hacer intervenir los ángulos de Euler; el de la curvatura de la misma elástica alabeada en casos particulares y sobre todo el de la comparación entre dos elásticas que cumplen ciertas condiciones. También se ocupa en el estudio que hace de las vibraciones, de la aplicación del método de Lord Rayleigh á las variaciones del periodo por perturbaciones exteriores y por último del estudio del movimiento y curvaturas iniciales, siempre intercalando ejemplos de notoria originalidad.

Digno del mayor encomio es el trabajo á que nos referimos y es de sentir que como dice el autor en el prólogo de su Memoria, no haya podido terminar por completo otros estudios que tiene empezados relativos a tan interesante tema por falta material de tiempo, así como también es de lamentar que, quizás sin duda por el mismo motivo, no se haya detenido algo más, su autor, en los detalles de ciertas demostraciones y en el desarrollo de los cálculos, haciendo preceder los estudios que integran dicha memoria de un capítulo en que se expusieran todas aquellas teorías más elementales que le sirven de base, dando así mayor unidad á la totalidad del trabajo y lográndose de esta forma fuera más asequible á los que tuvieran solo nociones elementales de mecánica racional.

(...) acordó por unanimidad adoptar las siguientes conclusiones:

1ª Que se conceda el premio Agell correspondiente al bienio de 1905 á 1907, anunciado el 15 de abril de 1905, correspondiente en la cantidad de dos mil

pesetas y un diploma de honor al autor de la memoria presentada con el lema de "Hermite", proponiendo a la Academia su publicación, invitando antes al referido autor que complete su trabajo con los estudios y capítulos previos a que se hace referencia en este dictamen, y 2ª Que atendido el mérito del trabajo que lleva por lema el aforismo de Poincaré, se conceda a su autor un segundo premio o accésit con el Diploma correspondiente que así lo acredite, y que previa la autorización de dicho autor, se publique también el expresado trabajo en las Memorias de esta Corporación.»

En la sesión inaugural del curso 1907-1908, celebrada el 31 de octubre de 1907, se procedió a la apertura de los sobres que contenían los nombres de los autores premiados, resultando ser, como sabemos, Dr. D. Esteban Terradas é Illa y Sr. D. José M^a Bartrina y Capella.

Según consta en los archivos, el 26 de noviembre de 1907, Terradas recoge de la RACAB el trabajo premiado con el objeto de hacer las oportunas adiciones, como le habían indicado.

Por el veredicto podemos hacernos una idea del contenido de la memoria que Terradas entregó para optar al premio. Hay que decir que el manuscrito está incompleto y, además, se encuentra repartido entre el archivo de la RACAB y el Fondo Terradas del Institut d'Estudis Catalans.

Por una carta conservada en el archivo de la RACAB sabemos que Terradas deposita el manuscrito premiado acompañado de otro sobre el equilibrio de hilos inelásticos y de tres notas el 15 de diciembre de 1909.

La publicación: Estudios sobre los hilos

La publicación correspondiente al premio Agell de 1907 aparece en 1911.¹⁶ Entretanto, Terradas el 31 de marzo de 1908 había sido nombrado académico y tomó posesión el 20 de marzo de 1909. Entregó los originales de la publicación el 15 de diciembre por lo que tuvo el trabajo entre manos unos dos años. La

publicación se titula *Equilibrio y movimiento de los hilos inelásticos* y se anuncia como el primer volumen de los estudios sobre los hilos.

Conviene aclarar que el segundo volumen nunca fue publicado. Por otra parte, el manuscrito no publicado contiene una presentación general de la teoría de la elasticidad introductoria al estudio de los hilos. No aparecen en la publicación las notas que debían acompañar al primer volumen, que de hecho son citadas en la publicación.

En el prólogo, el autor advierte que el volumen se divide en dos partes y que la primera, trata del equilibrio de los hilos inelásticos. Aunque no formaba parte de la memoria premiada, fue escrita a ruegos de la comisión que concedió el premio y contiene aportaciones menos originales que la segunda, que trata del movimiento de hilos inelásticos.

Terradas define un hilo como un cuerpo de longitud muy grande comparada con su sección. En general para doblarlo hace falta un cierto trabajo contra las fuerzas que se oponen a la flexión. Se dirá en este caso que el hilo es elástico y flexible. Sucederá también, en general, que el hilo bajo la acción de dos fuerzas iguales y opuestas, aplicadas a sus extremos, aumentará su longitud, en este caso se dice que el hilo es elásticamente extensible. Finalmente para retorcerlo, es necesario efectuar cierto trabajo, diremos que el hilo presenta elasticidad de torsión.

El movimiento perturbado de una cuerda

Este artículo de Terradas sobre el movimiento perturbado de una cuerda¹⁷ recibió un comentario crítico a cargo de Matteo Bottasso (1878-1918) en una nota presentada a la *Accademia dei Lincei* el 15 de octubre de 1912:¹⁸

«En una memoria reciente, el Sr. Terradas, partiendo de las ecuaciones establecidas por Floquet (1892) para el movimiento de un hilo (inextensible) ha obtenido las ecuaciones a las que deben satisfacer los elementos del hilo y su movimiento, cuando éste resulta perturbado, considerando la perturbación

como infinitésima de primer orden. En particular, se deducen las ecuaciones dadas por Léauté por las oscilaciones de un cable teledinámico, y se pueden obtener las de Poisson, de Routh y de Maggi para las oscilaciones de un hilo en equilibrio.

Les ecuaciones muy complejas obtenidas por Terradas por la intrincada vía cartesiana, deben ser modificadas, porque dos de los ángulos (de Euler) considerados por el autor como infinitesimales, son en cambio finitos. Mostraré aquí en los números 1,2,3, como se pueden obtener en forma absoluta con el cálculo vectorial, además de las ecuaciones de Floquet, las ecuaciones correctas de Terradas.»

Bottasso, profesor de Mecánica racional y de Física matemática de la Universidad de Messina, es autor de una treintena de trabajos de geometría diferencial y de mecánica, y colaboró con Cesare Burali-Forti (1861-1931) y Roberto Marcolongo (1862-1943) en l'Analyse vectorielle générale, trabajando en una formulación intrínseca, independiente de las coordenadas, de las ecuaciones de la mecánica y de la física matemática.

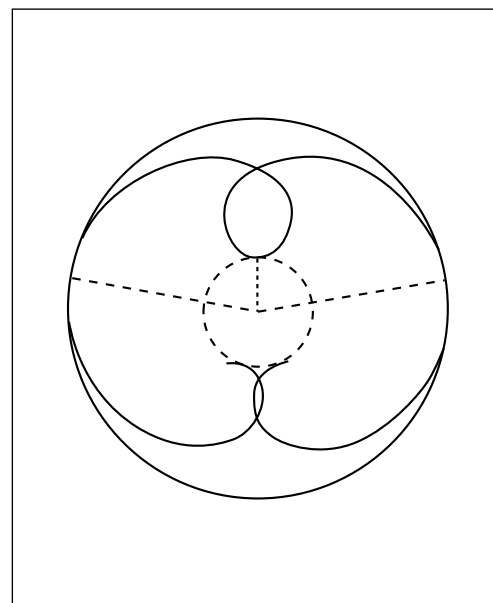
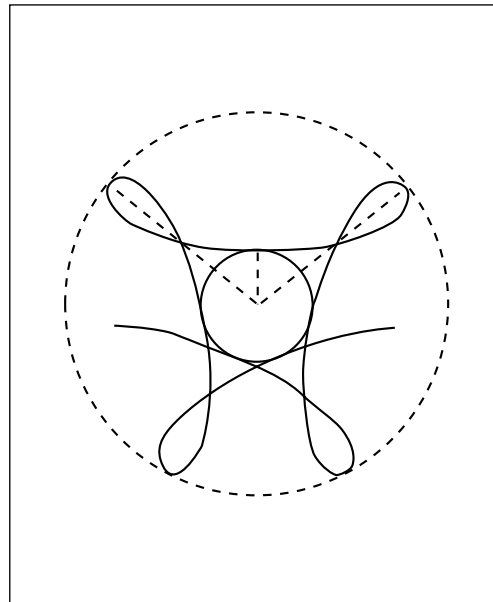
El congreso de Cambridge de 1912

El Congreso Internacional de Matemáticos de Cambridge se celebró entre el 22 y el 28 de agosto. Terradas tuvo la oportunidad de escuchar a algunos de los más destacados matemáticos del momento y, de hecho, reseñó en los *Arxius de l'Institut de Ciències*¹⁹ las conferencias plenarias a las que asistió y algunas de las más importantes, de la secciones de Mecánica y Física matemática.

El trabajo que presentó en el Congreso apareció publicado en las actas en 1913.²⁰ Se trata del problema que ya había empezado a tratar en su tesis doctoral: el movimiento de un hilo en el caso en que todos sus puntos describen la misma trayectoria con relación a unos ejes animados de movimiento de rotación. Existen, de hecho, dos versiones más de este trabajo,²¹ en la más extensa y rica de comentarios, y detalles de cálculo, publicada en los *Arxius* de 1913, pero fechada en febrero de 1912, Terradas comenta: «És molt fàcil de realitzar materialment el cas; basta cloure una cadena de

rellotge de manera que no tingui extrems y penjar-la del braç. Quan es fa de manera que la cadena tombi al voltant del braç, aquella adopta la forma d'un 8.»²²

En las figuras 4 y 5 vemos la representación de Terradas de las curvas exterior e interior, que demuestran ser trascendentes y cerradas.



La contribución de Terradas al congreso de Cambridge es citada por E.A. Greenhill en el *Gyroscopic Motion*²³ en el capítulo dedicado a la catenaria plana en rotación.

Otras aportaciones

Los intereses de Terradas por las matemáticas, como hemos dicho, no se limitan a los hilos elásticos. Jaime Rosell e Isabel Serrà han analizado los estudios de Terradas sobre la bóveda tabicada (*volta catalana*). Estos trabajos realizados a partir de 1919, motivados por una petición de Josep Puig Cadafalch, arquitecto, por entonces presidente de la Mancomunitat de Catalunya, de la que Terradas era ingeniero, tenían como objetivo analizar el comportamiento y las posibilidades de cálculo de este tipo de bóvedas.²⁴

Asimismo, Santiago Huerta comenta la aportación de Terradas al estudio de las bóvedas tabicadas: este tipo de bóveda es una estructura de fábrica que se analiza mejor por los métodos del equilibrio (justificados después por los teoremas del análisis límite). Terradas, que intentó su estudio por métodos elásticos, no tuvo éxito. Su fracaso contribuyó a confirmar la idea de que eran «imposibles de calcular». De hecho, en aquella época no había medios para resolver un problema que hoy se resuelve mediante programas informáticos. Terradas, como la mayoría en su época, despreció el enfoque del equilibrio, que, por ejemplo, empleó Gaudí con gran éxito.²⁵

No trataremos aquí otros aspectos relacionados con las matemáticas –que, sin embargo, son dignos de mención–, como su contribución a la realización, y la redacción de las conferencias de destacados matemáticos europeos en el marco de los Cursos Monográficos de Altos Estudios e Intercambio, organizados por el Consejo de Pedagogía de la Mancomunitat de Catalunya, como los profesados por Rey Pastor, Hadamard y Levi-Civita, por ejemplo. Tampoco estudiaremos aquí su faceta de redactor de la *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*, denominada corrientemente *Enciclopedia Espasa*. Para mayor información sobre este aspecto se puede consultar el artículo «L'obra científica d'E. Terradas»²⁶ que, además, contiene un listado de los términos «atribuibles» a Terradas.

Conclusión

Todo indica que, en 1913, Terradas deja los trabajos sobre los hilos y orienta sus intereses en este campo de la

«Los trabajos de Terradas se difundieron internacionalmente entre la comunidad matemática y física de su tiempo.»

física matemática hacia problemas de estabilidad, principalmente de estructuras, al implicarse en tareas de construcción civil. El estudio de los hilos que Terradas emprende siendo estudiante de ciencias le permite desarrollar un trabajo personal con algunas aportaciones originales. La comunicación sobre los hilos será, de hecho, la única aportación a un congreso internacional de su carrera. A partir de 1914, Terradas dedicará una parte creciente de su actividad a la ingeniería, en proyectos que le exigirán amplios conocimientos de física matemática, conocimientos que estos estudios le habían permitido profundizar.

Terradas se muestra, pues, como un científico con oficio, presentando para cada uno de los problemas tratados una bibliografía extensa, exhaustiva y actualizada.²⁷

Además de ofrecer el estado de los estudios sobre hilos para hacerla más accesible al lector de lengua castellana, los resultados que debemos a Terradas son, por un lado, la resolución del movimiento de un hilo en el caso en que todos sus puntos se muevan según la misma tra-

yectoria en relación con un sistema de ejes animados de un movimiento de rotación y, por otro, a las ecuaciones del movimiento perturbado de una cuerda, que son llamadas *ecuaciones de Terradas* por Bottasso.

El comentario de Bottasso, así como el de Greenhill que hemos mencionado antes, nos revelan que los trabajos de Terradas se difundieron en la comunidad matemática y física de su tiempo. También lo podemos ver en el hecho que en el *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik*²⁹ aparecen ocho reseñas de trabajos matemáticos de Terradas. No se trata, pues, como se podría pensar, de una obra desconectada del trabajo de sus contemporáneos si no todo lo contrario, a pesar de que los hilos dejarían de ser pronto un campo de investigación de vanguardia.

Agradecimientos

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a Antoni Roca Rosell por su confianza y su apoyo. ¶

Bibliografía y notas

- 1 Terradas indica en la memoria de su tesis doctoral el año 1902 como la fecha del su primer trabajo sobre hilos, De Rafael (1951) y Rey Pastor (1951) indican en cambio 1904.
- 2 Zoel García de Galdeano había participado en prácticamente todos los congresos internacionales de matemáticas, pero presentando comunicaciones sobre la enseñanza de las matemáticas.
- 3 TERRADAS ILLA E.: «Propiedades de las raíces de la unidad», *Revista Trimestral de Matemáticas* 1904; 4 (n 16): 193-213.
- 4 RODRÍGUEZ VIDAL R.: «Noticia y Biografía de la memoria de José Rius y Casas), *Pub Mat UAB* 1980; 20: 55-59.
- 5 RIUS Y CASAS J.: *Origen y propiedades fundamentales de las funciones elípticas*, Madrid, Imp. de L. Aguado, 1889: 6.
- 6 Rey Pastor no asistió en Zaragoza a las clases de Terradas, que ganó en 1907 la cátedra de Acústica y Óptica de la Universidad de Barcelona.
- 7 TERRADAS ILLA E.: *Condiciones para que un hilo homogéneo, flexible, inextensible é inelástico, deslice según la curva que forma, esto es, para que todos sus puntos tengan por trayectoria la misma curva que realiza*. Memoria presentada para obtener el grado de doc-

- tor en ciencias exactas. Barcelona: Imprenta de la Casa provincial de Caridad, 1905a.
- 8** REY PASTOR J.: «Esteban Terradas. Su vida y su obra», en: *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*. Madrid, Real Academia de Ciencias, 1951, 35-64.
- 9** ROCA ROSELL A., SÁNCHEZ RON J.M.: *Esteban Terradas. Ciencia y técnica en la España contemporánea*, Madrid, INTA/SERBAL, 1990: 20.
- 10** RAFAEL E. De: «Juventud y formación científica de Terradas», en: *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*, Madrid, Real Academia de Ciencias, 1951: 3-11.
- 11** TERRADAS ILLA E.: «Sobre algunas curvas realizadas por cuerdas en movimiento», *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* 1905b: 208-213.
- 12** TERRADAS ILLA E.: «Figuras de equilibrio de un hilo elástico», *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* 1906a: 79-93.
- 13** ROCA ROSELL A., SÁNCHEZ RON J.M.: *Esteban Terradas. Ciencia y técnica en la España contemporánea*, Madrid, INTA/SERBAL, 1990: 191.
- 14** TERRADAS ILLA E.: «Figuras de equilibrio de un hilo elástico», *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 1906b, 166-179; 1906c, 232-241; 1906d, 357-374; 1907, 7-12.
- 15** Concepto: Premi Agell. Num. Sist. 2.7.1, caja 182.2.
- 16** TERRADAS ILLA E.: «Estudios sobre los hilos. Tomo I. Equilibrio y movimiento de los hilos inelásticos», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 1911a; IX (núm. I): 1-224.
- 17** TERRADAS ILLA E.: «Del moviment pertorbat d'una corba», *Arxius de l'Institut de Ciències* 1911d; I: 71-96.
- 18** BOTTASSO M.: «Sopra le equazioni del moto generale e perturbato di un filo inestendibile». *Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti* 1912; 21 (nº 2): 587-594.
- 19** TERRADAS ILLA E.: «Congrés de matemàtics a Cambridge», *Arxius de l'Institut de Ciències* 1913 (nº 1): 136-140.
- 20** TERRADAS ILLA E.: «Sur le mouvement d'un fil», en: *Proceedings of the Fifth International Congress of Mathematicians* 1913a; II: 250-255.
- 21** TERRADAS ILLA E.: «Sur le mouvement d'un fil», *Annaes da Academia Polytechnica do Porto* 1913b; 8, separata, 14 p. TERRADAS ILLA E.: «Sobre el moviment estacionari d'una corda», *Arxius de l'Institut de Ciències* 1913c; III: 17-44.
- 22** Idem: 25. «Es muy fácil de realizar materialmente el caso; basta cerrar una cadena de reloj de manera que no tenga extremos y colgarla del brazo. Cuando se hace de manera que la cadena gire alrededor del brazo, aquella adopta la forma de un 8.»
- 23** GREENHILL A.G.: *Gyroscopic Theory*, Nueva York, Chelsea, 1966. (Reedición de *Report on Gyroscopic Theory*, Londres, Advisory Committee for Aeronautics, 1914.):193.
- 24** ROSELL J., SERRÀ I.: «Estudis d'Esteve Terradas sobre la volta de maó de pla», en: *Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 1987: 23-33.
- 25** HUERTA S.: «The mechanics of timbrel vaults: a historical outline», en: Massimo Corradi *et al.* (eds.): *Essays on the History of Mechanics: in Memory of Clifford Ambrose Truesdell and Edoardo Benvenuto*, Basilea, Boston, Berlín, Birkhäuser, 2003: 89-133.
- 26** ROCA A.: «L'obra científica d'E. Terradas», en: *Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 1987: 221-258.
- 27** Se puede consultar el impresionante fondo bibliográfico de Terradas que se conserva en la Biblioteca de Catalunya en: SOLER MÒDENA R.: *Catàleg del fons bibliogràfic Esteve Terradas*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 1994.
- 28** Se puede consultar esta información en el web del *Electronic Research Archive for Mathematics, Jahrbuch Database*:
<http://www.emis.de/MATH/JFM/JFM.html>.