

TERRADAS Y LA COMISIÓN ARGENTINA DEL ARCO DE MERIDIANO

*TERRADAS AND THE ARGENTINIAN COMMISSION
OF THE MERIDIAN ARCH*

Eduardo I. Ortiz

La Comisión del Arco argentina se propuso medir un arco meridiano y determinar el nivel medio del mar a lo largo de sus costas, tareas a las que Terradas, entonces profesor en la Universidad nacional de la Plata, fue invitado a participar, activamente elaborando informes de experto. Además, impartió conferencias radiofónicas de divulgación científica y ciclos de conferencias sobre temas diversos para un público amplio.

The Argentinian Arch Commission intended to measure a meridian arch and determine the average sea level through its coasts. Terradas, then professor in the National University of La Plata, was invited to participate preparing the expert reports. Moreover, he gave radio talks to spread science and participated in series of conferences about different subjects addressed to a wide public.

64

Dependiendo del Ministerio de Justicia e Instrucción Pública, en 1936 se creó en Argentina una Comisión Nacional para la medición de un arco de meridiano en su territorio, denotando con ello una preocupación creciente por el desarrollo de actividades de carácter científico-técnico que, además, tenían relación con la defensa y que comenzaron a emerger al más alto nivel gubernamental en ese país hacia mediados de la década de 1930 (Ortiz, 1996). Trabajo de una índole esencialmente científica, vinculado con la determinación de la forma y dimensiones de la Tierra y la investigación de la estabilidad de la corteza terrestre, las actividades de la Comisión iban encaminadas, también, al afianzamiento de la comunicación de Argentina con otras redes científicas de carácter internacional. En la Comisión se hallaban representados las tres más importantes universidades y los tres principales centros de estudios geográficos, oceanográficos y de ciencias naturales de Argentina. Tanto la Universidad Nacional de La

Plata como las instituciones del Ejército y Marina representadas en la Comisión tenían un observatorio propio o instalaciones y equipo de indudable interés para la astronomía. Las universidades de Buenos Aires, Córdoba y La Plata estaban representadas por profesores universitarios con amplia experiencia en geodesia.

Las actividades de la Comisión fueron fuertemente afectadas, directa e indirectamente, por la Segunda Guerra Mundial y sus prolegómenos. Por una parte, limitó gravemente la recepción de instrumentos necesarios para el trabajo geodésico y para el ulterior procesamiento de los resultados de medición. Por otra, gradualmente, redujo el acceso a la bibliografía científica proveniente del exterior, a la que se hacía frecuente referencia en las reuniones de la Comisión anteriores a 1942. Se benefició, en cambio, con la presencia en Argentina de diversos científicos que habían emigrado de su país de origen debido a las situaciones políticas creadas en Europa desde principios de la década de los treinta. Por ejemplo, el Observatorio de La Plata recibió al profesor

Alexander Wilkens, procedente del Observatorio de Breslau, mundialmente conocido por sus trabajos en mecánica celeste, y también al Dr. Ing. Esteve Terradas, que ya había visitado Argentina en 1927 dejando una excelente impresión como hombre y como científico. Esta segunda visita de Terradas se asocia con el comienzo de la Guerra Civil española; en 1937 fue incorporado al Observatorio de La Plata. La primera visita de Terradas había sido gestada a través de los convenios de intercambio cultural establecidos entre la Institución Cultural Española de Buenos Aires y la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas de Madrid con la Universidad de Buenos Aires (Ortiz, 1988a b, 1991).

La visita de Terradas no fue la única consecuencia significativa de la difícil situación de España hacia 1936 sobre el movimiento científico en Argentina. En septiembre de ese año Julio Rey Pastor promovió la fundación de la Unión Matemática Argentina y la creación de una nueva revista matemática en Argentina. Hasta ese momento el núcleo de investigadores matemáticos argentinos había utilizado la *Revista Matemática Hispano-Americana*, en la que Rey Pastor había tenido una influencia dominante, como un órgano de difusión propio. El *Boletín del Seminario Matemático Argentino* no es otra cosa que una separata de trabajos de investigación y noticias publicados en la revista española. La inminente fractura de ese contacto y ciertas fracturas en el ámbito personal determinaron la creación de la Sociedad Matemática de Argentina en septiembre de 1936, casi al mismo tiempo en que comenzó la guerra en España.

Actividades de la Comisión del Arco

En el área de la geodesia, la Comisión contó, desde sus primeros días, con el apoyo del Instituto Geográfico Militar (IGM). Éste le facilitó tres de sus mejores expertos en trabajos geodésicos de precisión y, poco más tarde, un cuarto. Con ese grupo, la Comisión inició las tareas de reconocimiento trigonométrico y de nivelación de precisión. Además, el IGM construyó en sus talleres marcas, señales, torres y otros auxiliares de geodesia que la Comisión necesitaba. Finalmente, también se deter-

minó el nivel medio de la altura del mar en la costa atlántica, lo cual serviría de referencia a los trabajos geodésicos; en esta última tarea intervendrían el Observatorio de La Plata y el Servicio Hidrográfico de Marina (SHM).

La ley nacional que regulaba el funcionamiento de la Comisión del Arco no limitó sus actividades exclusivamente a la geodesia. Se preveía también que ésta hiciera estudios de ciencias naturales en las zonas adyacentes al trazado de los meridianos de medición. Esa oportunidad fue aprovechada por el Museo de La Plata, dependiente de la Universidad Nacional de La Plata, para realizar expediciones de carácter naturalista a zonas próximas a las de la medición. Se hicieron algunos descubrimientos importantes en el área de la etnología antigua, se recogió material botánico y zoológico, así como también minerales y fósiles que pasaron a enriquecer las colecciones del Museo de La Plata. En el campo de la agronomía, la Comisión abordó la importante tarea de promover la realización de un mapa de suelos en las vecindades de la zona de medida.

En paralelo con la medición de un arco de meridiano, la Comisión se proponía, como hemos comentado, resolver el problema de determinar el nivel medio del mar en las costas argentinas. Ese parámetro habría de servir de horizonte de referencia a las nivelaciones geodésicas de alta precisión que emprendería la Comisión del Arco. En este trabajo analizaremos aquella tarea con cierto detalle, dejando aquí de lado los aspectos que tienen que ver con la geodesia, las ciencias naturales, las innovaciones científicas o técnicas discutidas en el seno de la Comisión, y el impacto de las actividades de la Comisión en el marco de la ciencia en Argentina.

El nivel medio del Atlántico frente a las costas de Argentina

Si bien el SHM se había adelantado con un viaje a las regiones donde se preveía la instalación de mareógrafos, el Observatorio de La Plata tampoco había permanecido ocioso. En la segunda reunión, Aguilar, en su carácter de director del Observatorio, anunció que también él, «adelantándose a las actividades de la Comisión había dispuesto el envío de uno de los jefes de

Departamento de ese instituto en viaje de exploración de las costas patagónicas para que recogiera en el terreno datos que pudieran ser de utilidad a la Comisión, para planear el establecimiento de estaciones mareográficas».

La persona enviada había sido el Dr. Ing. Esteve Terradas, «cuya capacidad científica es bien conocida, posee especial versación en la materia y ha logrado reunir en su viaje interesantes datos que en breve pondrá a disposición de la Comisión», decía Aguilar.

El 1 de abril de 1937, Terradas había sido designado –en la categoría más alta del Observatorio de La Plata– jefe de Departamento, juntamente con Alexander Wilkens. Poco más tarde, el 14 de junio, fue designado profesor extraordinario de mecánica racional, un curso de seis horas semanales, en la Universidad de La Plata que servía de introducción al curso de mecánica celeste, a cargo de Wilkens. También dictó allí un curso de cálculo numérico y aproximación, basado en el libro de E. Whittaker y G. Robinson, *The Calculus of observations, A treatise on Numerical Mathematics*, publicado en Londres en 1924, revisado en 1926, y reimpresso en 1932. Ese último libro sirvió de modelo a un gran grupo de textos de cálculo numérico publicados en diferentes partes del mundo, que tuvieron vigencia hasta fines de la década de los cincuenta, cuando el reemplazo de las

máquinas electromecánicas por los ordenadores electrónicos los tornó obsoletos.

Un año antes, al ser incorporado al personal del Observatorio de La Plata en 1937, Aguilar le había confiado ya a Terradas la misión específica de ocuparse de la determinación del nivel medio del mar en la costa del Atlántico. Esta tarea era vista como parte de la contribución del Observatorio de La Plata a los fines de la Comisión. La responsabilidad asignada a Terradas era enteramente equivalente a la que los más calificados geodestas argentinos, Félix Aguilar y Eduardo Baglietto, tenían respecto a las mediciones en tierra firme.

La primera tarea asignada a Terradas (Universidad Nacional de La Plata, 1937) en conexión con las tareas de la Comisión del Arco fue explicar el problema teórico del nivel medio en forma precisa. Luego, visitar las regiones del Atlántico Sur y sugerir nuevos posibles puntos de emplazamiento de estaciones mareográficas en esa costa, con el fin de determinar el nivel medio del mar. Se le encargó más adelante el diseño de una estación mareográfica de alta precisión; si bien existían descripciones de otras estaciones en la literatura, ésta era una tarea sumamente especializada en el campo de la ingeniería marítima. Más tarde, se le consultó sobre una nivelación de alta precisión que eventualmente permitiera enlazar más precisamente las estaciones de una futura red de mareó-

Eduardo I. Ortiz

Actualmente es *Senior Research Investigator*, *Senior Research Fellow* y profesor emérito de Matemáticas e Historia de la Matemática del Imperial College en la Universidad de Londres. Es, además, *Fellow* de la School for Advanced Study en el Instituto de Estudios Latinoamericanos de la misma Universidad y dirige el Seminario «Science, Society and Culture». Director de la Humboldt Library en Londres. Ha sido profesor en las universidades de Buenos Aires, Londres, Orleans, Harvard, MIT y Rouen. Es miembro de numerosas Academias de Ciencias y tiene en su haber el premio José Babini de Historia de las Ciencias de 1990, que otorga la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.

e.ortiz@ic.ac.uk

grafos que se pensaba establecer a lo largo de la costa Atlántica. Se contaba, además, con su concurso para una tarea posterior: la utilización de técnicas modernas de la estadística, que él estaba introduciendo en sus cursos para los estudiantes de astronomía, que permitieran efectuar un análisis más riguroso de los datos obtenidos en el pasado, y diseñar con una mayor precisión un sistema para la futura recolección de información sobre la dinámica de las mareas.

Terradas y las corrientes marinas

Una conferencia radiada

Desde muy poco después de su fundación, la Universidad de La Plata atribuyó una gran importancia a los trabajos de extensión universitaria, llamados también de *estudios extramurales*. Estas tareas habían sido iniciadas tempranamente en universidades inglesas y, en la misma época que en Argentina, habían atraído la atención de universidades españolas. Estas tareas se desarrollaban a través de conferencias de divulgación científica, ciclos de conferencias sobre temas diversos; visitas a los centros de investigación de la Universidad, en particular al Observatorio y al Museo, y cursillos sobre temas especiales de interés para un público amplio.

Además, la Universidad disponía de un equipo propio de radiodifusión, la Radio Universidad de La Plata. Esa estación transmitía programas musicales y culturales destinados a elevar el nivel de sus radioescuchas; por ejemplo, conferencias dictadas por algunos de sus profesores más eminentes. En 1937, Terradas fue invitado a dictar dos conferencias radiofónicas, sobre mareas y sobre corrientes marinas dentro de este último grupo de programas. La conferencia sobre mareas argentinas fue dictada en septiembre de 1938; mientras que la referente a las corrientes marinas, que es la que más directamente nos interesa en este trabajo, fue difundida un año más tarde, el 8 de septiembre de 1939. Como otras conferencias de carácter científico, fueron luego publicadas en la *Revista del Centro de Estudiantes de Ingeniería* de esa Universidad (Terradas, 1938, 1941).

La conferencia de Terradas tuvo un carácter descriptivo, indicando las direcciones y orígenes de las principales corrientes marinas. Este documento ilustra al lec-

tor contemporáneo acerca de las concepciones y preocupaciones de los oceanógrafos de la década de los treinta, en lo que concierne a las corrientes marinas. El hecho que sus oyentes no tuvieran acceso a imágenes visuales mostrando las direcciones generales del movimiento de las corrientes marinas, obligó al autor a explicar en palabras lo que unos pocos gráficos podrían haber aclarado suficientemente. Lamentablemente, ese inconveniente no fue corregido en la versión impresa.

Terradas comenzó su conferencia dando un panorama de los diferentes problemas de la oceanografía contemporánea, a los que definió como el estudio de las corrientes marinas con transporte líquido, es decir, dejando de lado el flujo y reflujo de las mareas y los movimientos debidos a fenómenos periódicos. En su presentación, Terradas se valió, a menudo, de analogías entre la meteorología y la oceanografía para ilustrar algunos puntos oscuros en la segunda de esas disciplinas. Según el conferenciante, la oceanografía no se limitaba al estudio del comportamiento de la superficie líquida sino que, en paralelo con el estudio de los movimientos de masas de aire en la atmósfera, que es el objeto de la meteorología, se interesaba también por el movimiento global de la masa oceánica. Esos movimientos dan lugar a las llamadas corrientes marinas profundas. Pasó luego a describir las principales corrientes marinas conocidas.

Explicó que el estudio de las corrientes profundas requiere instrumentos especiales y la medición cuidadosa de la temperatura, densidad, salinidad, contenido de oxígeno, y turbulencias e, incluso, un análisis de la naturaleza del plancton. Con estos datos es posible explicar las corrientes de transporte y hacer hipótesis sobre sus diversos orígenes superficiales haciendo uso de avances recientes de la termodinámica y de hidrodinámica teórica de fluidos viscosos. Indicó que otro factor importante en el movimiento de las corrientes profundas es el efecto de la forma de la vasija que contiene a los océanos, por lo que es importante construir mapas de la superficie del fondo del mar con el mayor detalle posible. Hacia fines de los años treinta, utilizando observaciones realizadas por exploradores marinos de diversas nacionalidades, el estudio de las corrientes profundas comenzaba a atraer también la atención de matemáticos y físicos, particularmente en Alemania.

Finalmente, definió el problema central de la oceanografía en términos de la estabilidad dinámica. Este era un tema en el que Terradas tenía el mayor interés y que define un gran grupo de problemas que atrajeron su atención en diferentes períodos de su vida científica y profesional. Sus conferencias de Buenos Aires en 1927 (*Anales ICE* 1952; cap. XVII: 425-452) estuvieron dedicadas, precisamente, al análisis del problema de la estabilidad en los campos de la mecánica y de la hidrodinámica. Planteado en ese esquema teórico, el problema de la oceanografía dinámica podía expresarse en los siguientes términos: «dada la distribución de las diversas calidades de agua, hallar su estabilidad y la manera cómo se desenvuelve la transformación de los estratos por el movimiento de las partículas hacia configuraciones más estables» (Terradas, 1941).

La conferencia de Terradas concluye con una reafirmación de su visión unitaria de la ciencia, consecuencia quizá del grupo de problemas sobre los que había concentrado su atención como físico y como ingeniero. Si bien en apariencia éstos pertenecen a disciplinas muy diferentes, un buen número de ellos se asocia con la resolución de un grupo muy particular de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que definen su comportamiento. Se explica también así su interés por los métodos numéricos, que Terradas enseñó con maestría en el Observatorio de La Plata. Ya en esos años, esos métodos eran el camino más efectivo para obtener aproximaciones a la solución de aquellas ecuaciones.

En esta interesante conferencia, Terradas logró colocar el problema de las corrientes marinas en un contexto científico preciso; lo identificó como un tema de interés internacional y, lo que no era menos importante, señaló claramente la importancia de esos estudios para Argentina. Lo mismo puede decirse de su conferencia sobre las mareas argentinas (Terradas, 1938).

El informe de 1939

Terradas inició su informe destacando que el análisis de las corrientes en alta mar y en las costas es un tema de intenso interés para la oceanografía contemporánea. Señaló que en estudios sobre mareas en diferentes centros del mundo se hacían esfuerzos por agregar a los efectos cósmicos los derivados del rozamiento; las desviacio-

«Terradas logró colocar el problema de las corrientes marinas en un contexto científico preciso.»

nes por la aceleración de Coriolis, y los efectos debidos a las diferentes inclinaciones del fondo del mar. Concordaba Terradas con Melchor Escola (vocal representante del SHM en la Comisión) en que era conveniente instalar mareógrafos manométricos de alta mar en diferentes lugares de la plataforma continental de Argentina y recomendaba «el análisis de corrientes de marea y residuales a diversas profundidades, midiendo la dirección, intensidad y permanencia». Terradas estaba señalando en ese momento un área de la ciencia que podía tener un interés permanente en Argentina.

En efecto, el estudio de la excepcional naturaleza de las mareas en la costa Atlántica Sur podía haber dado lugar al desarrollo de disciplinas teóricas ligadas a la ingeniería y a necesidades concretas y muy propias de Argentina. Es posible que el alejamiento de Terradas haya contribuido a que estas posibilidades no se concretaran, ya que, en ese momento, él era el único puente efectivo entre las tareas técnico-científicas de la Comisión y la actividad académica en áreas de la física matemática y de la matemática aplicada en Argentina.

Estos temas se relacionaban directamente con las enseñanzas que Terradas impartía en el Observatorio de La Plata, tanto en la parte estadística de su curso de aproximación numérica, como en el de mecánica racional. A través de la instrucción dada en este último curso, Terradas estaba formando un grupo de alumnos entrenados en temas avanzados de mecánica que permitían abordar rigurosamente la teoría matemática de ciertos instrumentos de precisión utilizando herramientas analíticas avanzadas, que Terradas introdujo en su curso. Esos instrumentos, lejanamente relacionados con el péndulo, incluían los sismógrafos terrestres y marinos, y un buen número de los instrumentos que habrían de utilizarse en una estación mareográfica.

Los viajes de Terradas a España y su desvinculación definitiva con la Universidad de La Plata

En noviembre de 1941, Terradas emprendió un segundo viaje a España, sin duda con intención de alternar sus actividades entre ambos países, regresando a Argentina en abril de 1942 como lo exigía su contrato.

Un grupo de amigos, colegas y alumnos lo despidió en el puerto de Buenos Aires, dándole muestra de los lazos estrechos que había creado con la comunidad científica de Argentina (Ortiz, Roca y Sánchez Ron, 1989). Diversas circunstancias determinaron que ese regreso no pudiera cumplirse, por lo que solicitó una prórroga de un año en su contrato con La Plata. Tan firme era la impresión de que Terradas regresaría que, según documentación existente en la Universidad de La Plata, algunas personas e instituciones en Argentina argumentaron que se lo habría retenido contra sus deseos. Correspondencia entre Rey Pastor y Terradas sugiere que Terradas inicialmente pensaba regresar a Argentina donde, dejando de lado lazos humanos firmes, había dejado contratos de asesoramiento técnico en proceso, las tareas de la Comisión del Arco, una cátedra universitaria, y todas las pertenencias de su casa, incluso parte de su biblioteca.

Terradas consideraba ya que su regreso inmediato a Argentina era imposible. Añadía que «si Dios mediante voy a Argentina trataré de corresponder a los del Laboratorio de Vialidad y a ingenieros y casas de construcción, ocupando la enseñanza [se refiere a sus tareas en la Universidad de La Plata] el lugar que estimen conveniente [darme en la Universidad] sin forzar absolutamente a nadie ni pedir favor alguno aparte». Decía también Terradas: «La navegación se hará cada vez menos segura, la vida allende más cara, y la necesidad de sostener aquí mi situación más fuerte», pero reiteraba «mi deseo de hacer compatible el trabajo a uno y otro lado del mar. Cosa que si pudiera lograr me complacería y más aún si en el logro no estuviera sólo», invocando la intervención de su amigo Rey Pastor (Ortiz, Roca y Sánchez Ron, 1989).

El comienzo de la guerra y, sobre todo, la realización de que no sería breve, privó a la Comisión de un potente elemento dinamizador y movió el centro de atención gubernamental en relación con las ciencias en otras direcciones. Gradualmente la investigación en aviación, en química, luego en electrónica, y finalmente en física nuclear, comenzó a ocupar sucesivamente el escenario central en los proyectos gubernamentales argentinos; el primero y el último de esos temas ocuparon también el escenario central en los intereses de Terradas en España. ¶

Bibliografía

- ANALES ICE: *Anales de la Institución Cultural Española de Buenos Aires*, Tomo III, Primera parte, Buenos Aires, Institución Cultural Española de Buenos Aires, 1952.
- ORTIZ E.L.: «Las relaciones científicas entre Argentina y España a principios de este siglo: La Junta para Ampliación de Estudios y la Institución Cultural Española», en: SÁNCHEZ RON J.M. (ed.): *La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 80 años después*, Madrid, CSIC, 1988a: 119-158.
- ORTIZ E.L.: «Una alianza por la ciencia: las relaciones científicas entre Argentina y España a principios de este siglo», *Lull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* 1988b; 11: 247-261.
- ORTIZ E.L.: Las relaciones científicas entre Argentina y España: convergencias institucionales entre 1870 y 1910, en *II Encuentro Hispanoamericano de Historia de las Ciencias*, Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España y Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Argentina, 1991: 339-356.
- ORTIZ E.L.: «Science and army in Argentina», en: Forman P., SÁNCHEZ RON J.M. (ed.), *National Military Establishments and the Advancement of Science and Technology*, Boston, Kluwer Academic Publishers, 1996: 153-184.
- ORTIZ E.L.; ROCA A., SÁNCHEZ RON J.M.: «Ciencia y técnica en Argentina y España (1941-1949), a través de la correspondencia de Julio Rey Pastor y Esteban Terradas», *Lull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* 1989; 12: 33-150.
- ROCA A., SÁNCHEZ RON J.M.: «La vuelta de Esteban Terradas a España (1940-1950)», *Lull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* 1984; 6: 105-142.
- ROCA A., SÁNCHEZ RON J.M.: *Esteban Terradas, Ciencia y Técnica en la España contemporánea*, Madrid, INTA, 1990.
- RODRÍGUEZ R.C., BRUNINI C.A., CHRISTENSEN A.H.J.: Washington, The National Mapping Act and the status of cartography in the Argentine Republic, Washington, *FIG XXII International Congress*, 2002, Área 13: 1-13.
- SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA: *Evolución de las Ciencias en la República Argentina, 1923-1972*, Tomo VII, Astronomía, Buenos Aires, 1979. El capítulo «El Observatorio Astronómico de La Plata» en esa serie fue redactado por el Prof. Ing. Simón Gershanik (págs. 5-122).
- SOULE F.M.: «Wissenschaftliche Ergebnisse der Sutschen Meteor Atlantischen Expedition», *J Geophys Research* 1932; 37: 260-260.
- TERRADAS E.: «Mareas en las costas argentinas», *Revista del Centro de Estudiantes de Ingeniería de La Plata* 1938; XV (62): 347-360.
- TERRADAS E.: «Corrientes marinas», *Revista del Centro de Estudiantes de Ingeniería de La Plata* 1941; XVII (73): 180-194.
- TERRADAS E.: *Memoria sobre Mareógrafo Fundamental en Madryn (Golfo Nuevo) en la Costa del Chubut*, La Plata, Observatorio Astronómico de La Plata, 1939a.
- TERRADAS E.: *Proyecto de Mareógrafo Fundamental en Madryn, Golfo Nuevo y Mareógrafos coordinados en Pa. Delgada, Pa. Clara, Pa. Pirámides y Pa. Cracker en la costa del Chubut*, La Plata, Observatorio Astronómico de La Plata, 1939b.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA: *Informe Anual del Observatorio para 1937*, La Plata, Universidad Nacional de La Plata, 1937.