

# TERRADAS Y LA AERONÁUTICA

TERRADAS AND THE AERONAUTICS

José Manuel Sánchez Ron

*La aeronáutica es una disciplina que en el siglo XX se relaciona con la política, la economía, la industria, con lo militar y lo social. Terradas estuvo implicado en los orígenes institucionales y profesionales de la aeronáutica en España a través del Instituto Nacional de Tecnología Aeronáutica (INTA), centro que recibió importantes personalidades científicas europeas.*

*Aeronautics is a discipline that in the 20th century was related to politics, economics, industry, the army and society. Terradas was involved in the institutional and professional origins of aeronautics in Spain through the Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica (INTA), research institution that received the visit of important European scientists.*

La aeronáutica constituye un conjunto de conocimientos y prácticas vinculados de manera estrechísima al siglo XX. Es cierto que es posible identificar capítulos de su historia que se remontan a centurias anteriores –uno de ellos, muy importante, que también penetró en el siglo XX, estaría protagonizado por los dirigibles, los grandes globos que llegaron a ser considerados como el futuro del transporte aéreo–, pero en el sentido que damos actualmente al término «aeronáutica» no hay duda de que sus fundamentos teóricos, prácticos e institucionales se edificaron durante el siglo que hace poco nos abandonó. De hecho, no es infrecuente que se afirme que la historia de la aviación (aeronáutica) comenzó el 17 de diciembre de 1903, cuando los hermanos Orville y Wilbur Wright, dos fabricantes de bicicletas de Dayton (Ohio) llevaron a cabo el primer vuelo tripulado –de 40 metros de recorrido y 12 segundos de duración, sobre las dunas de Kitty Hawk (Carolina del Norte)– con un biplano con estructura de madera, revestimiento de tela, propulsado por dos hélices, accionadas mediante una transmisión de cadenas de bicicleta, con un motor de gasolina de 12 caballos de potencia y 90 kilogramos de peso. Y no olvidemos que la aeronáutica no es únicamente un cuerpo de conocimientos y prácticas, sino que esta-

mos hablando de un mundo disciplinar que se enquistó firmemente en la historia política, militar y social del siglo XX.

He dicho que la aeronáutica es una «tecnociencia», término éste cuya historia es breve. «Tecnología y ciencia consideradas como disciplinas que interaccionan mutuamente, o como dos componentes de una misma disciplina», es como la define el *Oxford English Dictionary Online*. Y según esta definición no hay duda de que la aeronáutica es una tecnociencia, porque se trata de un conjunto de conocimientos y prácticas en las que la tecnología y la ciencia se hermanan, se necesitan, como en pocas otras disciplinas. Precisamente por esta característica suya, atrajo, creo yo, la atención de Esteve Terradas, un ingeniero de corazón, esto es, un hombre con un gran sentido de lo práctico, de lo aplicado, de lo tecnológico, pero también un fenomenal matemático y un notable físico. Y habilidades matemáticas y físicas fueron, son y serán imprescindibles en el desarrollo de la aeronáutica. Asimismo, Terradas fue un individuo que se movía como pez en el agua en los alambicados universos de la política, la economía, la industria y lo militar, dominios en los que la aeronáutica ha sido y es un visitante habitual, en ocasiones más que un visitante. Un protagonista.

## Terradas y la Escuela Superior Aerotécnica

Sucede además que, al contrario que tantos otros apartados de la ciencia y la tecnología, España no estuvo al margen de los inicios de la aeronáutica, y que incluso cuenta entre sus ciudadanos con algunos pioneros e instituciones que no desmerecieron de los que en otros países configuraron el universo aeronáutico. Este hecho permitió que Terradas tuviese la oportunidad de adentrarse tempranamente en ese mundo. Un ejemplo en este sentido es el del primer centro oficial de enseñanza aeronáutica fundado en España: la Escuela Superior Aerotécnica, dirigida por el militar y aeronauta Emilio Herrera. Instalada en una parcela anexa al aeródromo de Cuatro Vientos, esta Escuela fue creada por un Real Decreto de 29 de septiembre de 1928, con el que también se establecía el título de Ingeniero Aeronáutico. Aunque, como es natural, en el profesorado del centro figuraban profesionales de la aeronáutica, también aparecían de otras especialidades, científicos entre ellos. Terradas fue uno de estos profesores «no aeronáuticos». Sin embargo, cuando en mayo de 1929 fue nombrado director general de la Compañía Telefónica Nacional, la dedicación que este cargo le imponía hizo que tuviese que dejar durante un tiempo sus actividades docentes en la Escuela Superior Aerotécnica, que reanudaría hacia 1932, encargándose de asignaturas como Teoría matemática de la elasticidad, Resistencia de materiales, Arquitectura y cimentaciones, y Mecánica superior. Terradas, por consiguiente, estuvo implicado en los orígenes institucionales y profesionales de la aeronáutica hispana.

72

### Terradas, Argentina y la aeronáutica

Todos somos, en mayor o menos medida, hijos del pasado y esclavos de un presente que raras veces podemos dominar. En el caso de Terradas, esa esclavitud de su presente, del tiempo que le tocó vivir, se hizo especialmente patente debido a la guerra civil que asoló España entre 1936 y 1939.

Tachado de conservador, Terradas abandonó la Ciudad Condal y España hacia finales de octubre de 1936, dirigiéndose a Argentina, en donde permanecería

hasta 1941. Y entre las muchas y diversas actividades que llevó a cabo durante sus años allí, no faltaron las relacionadas con la aeronáutica. En la Universidad de Buenos Aires, en la que enseñó sobre todo cursos de matemáticas y de ingeniería, dictó también, en 1940, un curso de aerotécnica teórica. Aunque había sido esa Universidad la que le invitó a abandonar España en 1939 para unirse a su claustro de profesores (de hecho, ya formaba parte de él, como profesor honorario, desde 1929), fue en la Universidad de La Plata en donde encontró un acomodo académico más estable. Y, entre las actividades a las que se dedicó allí, figuró promover un grupo que se ocupó del estudio de problemas relacionados con la ingeniería de la aviación, dictando, asimismo, cursos y seminarios sobre «Teoría de la elasticidad (pandeo)» y «Aerodinámica y problemas técnicos de la aviación» (la construcción de pistas de aterrizaje entre ellos). De hecho, uno de los pocos artículos que Terradas publicó en Argentina estuvo dedicado a la aeronáutica. Se trata de un trabajo titulado «Hélices de avión», que constituyó una conferencia de extensión universitaria pronunciada en la Universidad de La Plata el 24 de junio de 1937, y que formaba parte también de su curso sobre aeronáutica.

Teniendo en cuenta sus actividades docentes y de estímulo a la investigación aeronáutica, no parece que Terradas estuviese exagerando cuando en 1943 escribía a Julio Rey Pastor que «en la idea y gestación de adecuados medios para la enseñanza de la Aerodinámica en La Plata me corresponde al menos la iniciativa». No obstante, y como buen hombre de acción que era, su actividad más importante en el dominio de la aeronáutica argentina no fue docente sino de otra índole: su participación en un proyecto de aeropuerto terrestre y marítimo para Buenos Aires, que serviría también para La Plata, y que estaría ubicado al sur, junto al río, en la isla denominada Demarchi. En este proyecto, Terradas mostró, como en pocos otros lugares, su capacidad en el ámbito de la ingeniería aeronáutica. No obstante, a la postre el proyecto no llegó a concretarse, y tampoco tuvo Terradas ocasión de impulsarlo directamente, ya que a finales de 1941 y a requerimiento del entonces ministro del Aire, el general Juan Vigón Suerodíaz, regresó definitivamente a España. Fueron muchas las razones por las que el nuevo régimen político le reclamaba, pero entre ellas figuraba la aero-

náutica, de cuya importancia el Gobierno franquista era perfectamente consciente; más concretamente un nuevo centro de investigación, desarrollo y control que el propio Vigón iba a apadrinar en su calidad de ministro del área: el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica (INTA).

## Terradas y el INTA

Cuando se estudia la ciencia y la tecnología españolas posteriores a 1939, se encuentran tres instituciones básicas, tres organismos sin los cuales es absolutamente imposible reconstruir la historia de la ciencia y la tecnología hispanas de la segunda mitad del siglo XX: el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica (INTA) y la Junta de Energía Nuclear. Con las tres estuvo relacionado Terradas, pero sobre todo con el segundo.

El INTA, fruto tanto de la tradición que España poseía en el campo de la aviación, como de la importancia que ésta había adquirido para las Fuerzas Armadas, fue creado mediante un decreto firmado el 7 de mayo de 1942 y publicado en el *Boletín Oficial del Estado* el 21 de mismo mes. Sin entrar en detalles, diré que en la cúspide de su estructura orgánica se encontraba un Director General –cargo para el que fue nombrado el ingeniero y militar Felipe Lafita– y un Patronato, que controlaba las actividades del Instituto, para cuya Presidencia se eligió a Terradas, que mantuvo el cargo hasta su muerte. De

hecho, desde julio de 1950, esto es, tras la muerte de Terradas (acaecida el 9 de mayo), su nombre acompaña al INTA, cuyo nombre completo es desde entonces: *Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas* (hasta 1963, no se sustituyó el *Aeronáutica* inicial por *Aeroespacial*).

Por decreto, la misión del Patronato del INTA era la de «orientar los trabajos, investigaciones y ensayos» que el Instituto realizase en servicio de la técnica aeronáutica nacional, «y de un modo general... promover, estimular y encauzar las actividades peculiares de la Institución». Esta misión, no demasiado bien definida, aunque sin duda particularmente apropiada para unos años en los que el Instituto se estaba configurando y constituyendo realmente, explican el que Terradas interviniese en las tareas del INTA de diversas formas. Los ejemplos en este sentido son muy numerosos; así, en mayo de 1943 escribía a su amigo, el matemático Julio Rey Pastor, diciéndole: «Vamos a levantar en Torrejón de Ardoz un laboratorio de Aerodinámica y de Ensayo de Motores de hasta 4000 caballos a 18 km de altura, habrá varios túneles de diversa potencia desde dos gemelos de 500 HP y 75 km por hora como velocidad del viento hasta 25 000 y 48 000 HP con velocidades de 100 y 300 metros por segundo. El Aeródromo tendrá grandes pistas para ensayos en vuelo». Y a continuación, Terradas añadía explícitamente que él mismo estaba trabajando en los «planos de un túnel aerodinámico».

## José Manuel Sánchez Ron

Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid y Doctor (PhD) en Física por la Universidad de Londres. En la actualidad es catedrático de Historia de la Ciencia en la Universidad Autónoma de Madrid, donde antes fue profesor titular de Física teórica. Es miembro de la Real Academia Española. Entre sus libros más recientes se encuentran: *Cinzel, martillo y piedra* (1999), *El siglo de la ciencia* (2000), *El futuro es un país tranquilo* (2001), *Historia de la física cuántica, I* (2001), *El jardín de Newton* (2001) y *Los mundos de la ciencia* (2002).

josem.sanchez@uam.es

Pero fue sobre todo a través de sus actividades internacionales cómo Terradas ayudó al desarrollo del INTA. Como es bien sabido, tras el final de la Guerra Civil y el resultado de ésta, España entró en una larga fase de aislamiento político internacional, un aislamiento que se agravó por su alineamiento durante la Segunda Guerra Mundial con Alemania, no importa que formalmente su posición fuese la de neutralidad. Y si el aislamiento forzoso es siempre grave para cualquier país, más lo es para una institución dedicada a mundos, como los tecnológicos y científicos, que requieren de un intercambio internacional. Esto es lo que sucedía con el INTA: a pesar de que España había sido un participante activo en los primeros tiempos de la aviación, en la década de los cuarenta su capacidad de maniobra era muchísimo menor en un dominio, como era la aeronáutica que experimentó un desarrollo gigantesco durante la Segunda Guerra Mundial e inmediatamente después. Por decirlo sucintamente: España necesitaba de material aeronáutico extranjero, al igual que sus jóvenes ingenieros aeronáuticos pudiesen acceder a centros avanzados de otros países para ampliar (o, simplemente, actualizar) sus conocimientos. Durante un tiempo fue posible pensar que Alemania podría proporcionar todo esto, pero pronto se hizo patente el final de aquel sueño. En efecto, desde al menos septiembre de 1944 se hizo patente que existían graves dificultades con una compra muy importante de suministro de material (250 toneladas) para el Departamento de Motores del INTA realizada a la casa alemana Rud Otto Meyer, de Hamburgo. Es en este contexto en el que se debe considerar un viaje que Esteve Terradas realizó a Estados Unidos en 1944 y 1945.

74

### **Terradas, embajador de la aeronáutica española**

El 21 de octubre de 1944, Terradas abandonaba Madrid, en compañía de varios directores generales de los ministerios del Aire y de Asuntos Exteriores, para asistir al Congreso Internacional de Navegación Aérea que se iba a celebrar en Chicago entre el 1 de noviembre y el 7 de diciembre. El Gobierno le había nombrado presidente de la Comisión que iba a tratar del establecimiento de líneas

aéreas internacionales. Sin embargo, los planes de Terradas no se limitaban a lo relacionado con aquella reunión: también pretendía ocuparse de asuntos relacionados con el INTA. Cuando regresó, ocho meses más tarde (volvió a Madrid en julio de 1945), había recorrido, según sus cálculos, un total de 5924 km, 14 894 millas terrestres, más de 13 894 millas marinas. Por entonces su admiración por Estados Unidos alcanzaba niveles notables, como muestran las palabras que pronunció en el primer Pleno del Patronato del INTA al que asistió de regreso (el 10 de julio). «Expone el Sr. Terradas», se lee en el acta correspondiente, «el gigantesco esfuerzo realizado por Estados Unidos en su movilización industrial para la guerra y las posibilidades ilimitadas del país que por su gran abundancia de materias primas y magnífica orientación dispone de una energía potencial y de un poder extraordinario».

De hecho, como había informado Lafita al Pleno del Patronato (24 de octubre de 1944), Terradas había recibido el encargo del INTA de utilizar también su viaje para «estudiar la posibilidad de adquisición de materiales diversos y aparatos que puedan interesar al Instituto». Pero no se acababan con este tipo de encargos las tareas que Terradas pretendía cumplir para el INTA en Norteamérica; una muy importante era intentar establecer acuerdos para que pudiesen ir a ampliar estudios a Estados Unidos personal del Instituto, para lo cual se puso en contacto con numerosos profesionales y autoridades del campo. El Fondo Terradas, depositado en el Institut d'Estudis Catalans, contiene numerosos ejemplos de copias de cartas que Terradas escribió para lograr tal objetivo.

A su regreso a España informó al Pleno del Patronato del INTA sobre sus actividades en Norteamérica. Es interesante citar algunos pasajes de los testimonios recogidos en las actas del Pleno. En Montreal, señalaba, «no se ha conseguido que la justicia que sin duda nos asiste, triunfase en esta ocasión» y recordó que había presentado un alegato que leyó en tres idiomas. Con orgullo evidente, declaraba asimismo: «Puedo, no obstante, afirmar que la actitud de la Comisión ha sido la más acertada posible y en este sentido tengo la satisfacción de manifestar a ustedes que el propio representante de Estados Unidos, general Kuter, en carta que

**«Desde julio de 1950, el nombre completo del INTA es Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas.»**

me dirigió antes de mi regreso a España, dice que si la situación fuese a la inversa, o sea, si los representantes de su país estuviesen en la delicada posición de la Comisión española, su máxima aspiración sería actuar con la amplitud de miras, el tacto y la digna comprensión demostrada por nosotros en esta Conferencia». Sin embargo, semejante reconocimiento no ayudaba a los españoles, como también dejaba claro Terradas en la misma reunión del Pleno cuando, al explicar «las tendencias más destacadas de la técnica aeronáutica en Estados Unidos», manifestaba que «una gran parte de lo que se realiza en los laboratorios y en la industria de esta clase, es muy difícil de conocer a causa de que una gran parte de estos trabajos tiene actualmente un carácter estrictamente secreto». Por este motivo, cuando se abordó el punto de la Orden del Día correspondiente a «becarios españoles en Estados Unidos» (por entonces ya había algunos, gracias a los esfuerzos de Terradas), declaró que «las dificultades antes apuntadas a causa de la ‘impermeabilización’ adoptada en fábricas y laboratorios y todo lo que tiene relación directa con material de guerra, impide a los becarios allí sacar el mayor rendimiento de sus trabajos. A esto hay que añadir las dificultades para obtener plazas en las Universidades y Laboratorios oficiales a causa del gran número de ciudadanos norteamericanos antiguos combatientes, que por las facilidades económicas que el Gobierno les proporciona, acuden a estos centros».

## **El INTA y la aeronáutica internacional**

Otro de los servicios destacados que Terradas prestó al INTA fue el de fomentar las visitas al Instituto de especialistas en aeronáutica europeos y norteamericanos; esto es, «internacionalizar» realmente el Instituto de Torrejón. Los medios de los que se servía para intentar atraer al INTA a destacados especialistas en aeronáutica fueron diversos. Naturalmente, el principal era a través de sus conexiones y viajes, pero también recurrió a otros procedimientos. Como el que expuso en la reunión del Pleno del Patronato del 8 de octubre de 1946. Como uno de los puntos del día, Terradas había propuesto el de «corresponsales en el extranjero», de los que decía «podían facilitarnos la labor de obtener información técnica y ayudarnos eficazmente en la tarea de enviar nuestro per-

sonal a practicar en establecimientos industriales o en institutos análogos del extranjero. Del mismo modo que se hace en otros países, podría invitárseles periódicamente a tener un contacto personal con nosotros y organizar con su actuación o por su conducto, ciclos de conferencias de figuras relevantes en la técnica aeronáutica mundial». Con tal fin, en aquella sesión del Pleno propuso que tales nombramientos se iniciasen con «el Sr. Stanton, presidente que fue del Civil Aeronautics Authority (CAA) y que actualmente representa a Estados Unidos en diversos Congresos; este señor no sólo ha demostrado una gran simpatía por nuestro país, sino que incluso nos ha defendido en varias reuniones internacionales. Cito como dato, que al fijar la reunión en Francia de la Comisión Internacional del PICAQ [la Organización Internacional de Aviación Civil], la Comisión francesa intentó estorbar la asistencia a ella de la Comisión española. El Sr. Stanton defendió entonces nuestra posición, haciendo ver a la autoridad del PICAQ que si una nación ponía dificultades a otra que perteneciese a dicha Asociación, debía trasladarse al punto la reunión a otro país. Con este razonamiento logró que Francia abriese su frontera a la Comisión española», comisión que el propio Terradas presidía.

La propuesta de crear miembros correspondientes extranjeros fue aprobada, así como el nombramiento de Frank Stanton.

Especialmente a partir de 1948 el INTA fue un lugar visitado con frecuencia, por científicos extranjeros: gracias a las invitaciones formuladas por el centro aeronáutico español se pudo escuchar en Madrid, entre otros, a Luigi Broglio, catedrático de Construcciones Aeronáuticas en la Universidad de Roma e investigador en los laboratorios aeronáuticos de Guidonia, así como autor de notables contribuciones a la teoría de estructuras aplicada especialmente a la de los aviones; a L. M. Milne-Thomson, profesor del Royal Naval College de Greenwich, que presentó en abril de 1949 un ciclo de tres conferencias sobre aerodinámica; a W.J. Duncan, profesor de Aerodinámica y director del Departamento de Aeronáutica de la Escuela Superior de Aeronáutica del College of Aeronautics de Cranfield, Reino Unido (poco después pasó a ocupar la cátedra de Aerotécnica de la Universidad de Glasgow), una autoridad en vibraciones,

o al matemático Gaston Julia, presidente de la Academia Francesa de Ciencias, que pronunció, en abril de 1950, tres conferencias sobre «Fundamentos matemáticos del cálculo simbólico». Otros que visitaron el INTA durante la segunda mitad de la década de los cuarenta y comienzos de los cincuenta para dictar cursos especializados, fueron, entre otros: el experto en turbulencia de la Universidad de Lille, Joseph Kampé de Fériet, Joseph Pérès (director del Departamento de Aerodinámica del Instituto Aerotécnico de París), Maurice Roy (director de la Office National des Etudes et Recherches Aeronautiques, ONERA), Giuseppe Gabrielli (director técnico de FIAT y profesor del Instituto Politécnico de Turín) y, sobre todo, Theodore von Kármán.

### Von Kármán, Terradas y el INTA

Theodore von Kármán, director del Laboratorio Aeronáutico del California Institute of Technology, y una persona extremadamente influyente en la política científica de las Fuerzas Armadas estadounidenses, fue, sin duda, el visitante extranjero que estableció lazos más estrechos con el INTA. En sus memorias, Von Kármán manifestó que sus relaciones con los españoles habían «sido, con los años, muy satisfactorias», y que tales relaciones comenzaron a través de Esteve Terradas, «un ingeniero matemático aplicado e ingeniero al que encontré por primera vez en Londres» y que le propuso que fuera «periódicamente a España a dar conferencias de Aeronáutica».

La primera visita de Von Kármán a España fue en realidad un alto en uno de sus viajes: en el verano de 1947, en efecto, pasó unas horas en Madrid, poniéndose ya entonces en contacto con Terradas. Un año después, el 11 de junio de 1948 en concreto, Terradas escribía a Von Kármán invitándole a pronunciar un ciclo de conferencias «sobre temas que le son familiares y sobre los cuales ha impreso la traza de su genio». El 26 de junio Von Kármán contestaba a Terradas aceptando la invitación: se trasladaría a Madrid después de asistir al Congreso de Mecánica Aplicada que se iba a celebrar del 5 al 11 de septiembre en Londres. De hecho, el ingeniero y profesor español también asistió a aquella

reunión (según testimonian sus cuadernos ya se encontraba en Londres el 14 de agosto), lo que aprovechó para entrevistarse con Von Kármán.

La visita de Von Kármán a Madrid tuvo lugar finalmente en octubre. Desarrolló un curso de cuatro conferencias sobre «Aerodinámica de grandes velocidades y turbulencia» en el Salón de Actos del Instituto de Física del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. A finales de año fue nombrado miembro correspondiente de la Real Academia de Ciencias de Madrid.

Al recordar en sus memorias aquella visita, Von Kármán escribió que «a pesar de que aquella era una época en la que las relaciones entre España y Estados Unidos eran tirantes –de hecho, no teníamos embajador en Madrid– fui tratado muy cordialmente». Por su parte, su buen amigo Antonio Pérez-Marín, que más tarde ocuparía la Dirección general del INTA, escribió: «El profesor Kármán ha mostrado siempre y en especial en momentos difíciles de injusto y atrabiliario aislamiento, su predilección por España. Buena prueba de ello se tiene en su decisiva contribución para lograr el intercambio de nuestros ingenieros científicos con los de otros países; la presentación e introducción de nuestros ingenieros en reuniones y congresos internacionales, en tiempos de no grata recordación; su constante afán por dar a conocer nuestras instituciones científico-

técnicas; y su eficaz apoyo para que nuestros ingenieros alcancen el más alto nivel científico».

Hay, no obstante, que efectuar algunas precisiones a esta, aunque justa sin duda algo parcial, imagen de un observador que también fue protagonista. Es cierto que cuando Von Kármán comenzó a visitar España no existían relaciones diplomáticas entre nuestro país y Estados Unidos, pero no es menos correcto que, coincidiendo con el comienzo, en 1947, de la Guerra Fría la política del Gobierno de Truman con respecto a España comenzó a variar (a finales de 1948, una delegación militar estadounidense visitó nuestro país). De hecho, el comienzo de la relación de Von Kármán con España coincidió con el inicio del fin del aislacionismo; el célebre profesor de Caltech constituyó una ayuda importante para facilitar el establecimiento de relaciones con Estados Unidos, pero es difícil pensar que en una situación como la que predominaba en, por ejemplo, 1946 hubiera podido hacer lo mismo.

El caso es, de todas maneras, que a partir de 1948 Von Kármán sería un visitante asiduo de España, adonde venía todos los años, colaborando asimismo estrechamente con algunos ingenieros españoles (sobre todo con Gregorio Millán, con quien escribió varios trabajos sobre aerotermoquímica). Terradas había sido su introductor, añadiendo de esta forma un servicio más a los que durante su vida llevó a cabo en favor de la aeronáutica española. ¶

## Bibliografía

ORTIZ E., ROCA ROSELL 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.  
SÁNCHEZ RON J.M.: *INTA. 50 años de ciencia y técnica*

*aeroespacial*, Madrid, Ministerio de Defensa/Doce Calles/INTA, 1997.

ROCA ROSELL A., SÁNCHEZ RON J.M.: *Esteban Terradas, 1883-1950. Ciencia y técnica en España*, Barcelona, El Serbal/INTA, 1990.

ROCA ROSELL A., SÁNCHEZ RON J.M.: *Ciencia y aeronáutica*, Madrid, Algaida/INTA, 1992.