

Recuperación del instrumental científico-histórico del CSIC. Antecedentes del Instituto «Torres Quevedo».

1. El laboratorio de automática

Roberto Moreno y Ana Romero

Arbor CLVI, 616 (Abril 1997) 131-166 pp.

El Instituto «Torres Quevedo» creado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en 1939, tuvo sus orígenes en el antiguo Laboratorio de Automática que se fundó en los primeros años de este siglo bajo la dirección del ilustre inventor Leonardo Torres Quevedo.

Han sido muchos los historiadores de la ciencia y la tecnología española que se han ocupado de la figura y la obra de Torres Quevedo¹. Sin embargo, tal vez no se haya profundizado suficientemente en el papel jugado por el inventor en la creación y dirección de este laboratorio en el que ocupó los últimos treinta años de su vida. La gentileza de la familia Torres Quevedo al poner a disposición de este equipo investigador la documentación que conservan relativa a este laboratorio, ha permitido analizar y ver como fue su gestación y posterior desarrollo, así como poder juzgar los éxitos y las dificultades por las que atravesó a lo largo de su existencia en el primer tercio de este siglo.

Para contextualizar bien el nacimiento de este laboratorio hay que detenerse en primer lugar en la figura de Torres Quevedo, en lo que significa este personaje y lo que sus inventos representan para la historia de la ciencia española. Nace en Santa Cruz de Iguña (Santander) el 28 de diciembre de 1852 y muere en Madrid el 18 de diciembre de 1936. Pasa su infancia en Bilbao donde estudia el Bachillerato y tras una estancia de dos años en Francia ingresa en la Escuela de Caminos en 1871 y termina la carrera en 1876. Al concluir los estudios, durante un período breve de tiempo se dedica como su padre a temas ferroviarios; pero pronto los abandonará para dedicarse a los temas que realmente le interesaron el resto de su vida. Según relatan sus biógrafos, los primeros inventos y desarrollos fueron autofinanciados al parecer con una importante herencia familiar; esta situación financiera le permite dedicar todo su tiempo a la realización de los proyectos llevados a cabo a lo largo del último cuarto del siglo pasado. Su primera patente registrada en España está fechada el 20 de diciembre de 1887 y se refiere a funiculares². En 1893 presenta la «Memoria sobre las máquinas algébricas» a la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y en 1895 comenzarán sus publicaciones sobre dichas máquinas. En 1901 ingresa como miembro de la Academia de Ciencias y en 1902 presentará a las Academias de Ciencias de París y de Madrid un proyecto de dirigible, obteniendo el dictamen favorable firmado por los representantes respectivos M. Appell y Echeagaray. Estos serán los pilares: la mecánica, la automática y la aeronáutica, en los que apoyará Torres Quevedo todos sus trabajos e inventos posteriores.

El gran avance que supone para la Aeronáutica el nuevo diseño de globo que propone, hace que el Estado español le preste cierto apoyo con la creación del Centro de Ensayos de Aeronautica y un laboratorio-taller anejo: el 4 de enero de 1904 y por una Real Orden se crea este centro dependiente de la Dirección General de Obras Públicas, para el «*estudio técnico y experimental del problema de la navegación aérea y de la dirección de la maniobra de motores a distancia*»; encargándose la dirección de estos trabajos a Leonardo Torres Quevedo³. Para su puesta en marcha el Estado dota un presupuesto de 200.000 pesetas, cantidad que resulta

desde el principio insuficiente, al igual que las dotaciones anuales de estos primeros años de andadura: 50.000 pesetas en cada ejercicio.

Estas parecen ser las razones por las que el Centro únicamente pueda durante su primer año de existencia, proyectar y desarrollar un pequeño modelo de globo trilobulado, que ni siquiera pudo llevarse a buen término por las continuas dificultades de suministros y la propia incapacidad tecnológica del Centro de Ensayos de Aeronáutica. Con análogas dificultades, en el laboratorio y taller anejo se diseña un primer proyecto de telekino, pero habrá que esperar al desarrollo de otros dos modelos posteriores para poder contar con el resultado tecnológico esperado.

El exiguo presupuesto unido a las deficiencias tecnológicas de nuestro país, serán las razones de peso que hagan que Torres Quevedo tenga que acudir en 1909 a la firma francesa «Astra». En un documento elaborado hacia 1911 ⁴ indica los motivos que le llevaron a tomar esta decisión: el primer modelo de dirigible se construyó en 1906 y fue ensayado en 1907 y 1908 en Guadalajara, sirviendo únicamente para demostrar la eficacia del sistema, pues al poco tiempo una avería en los motores debida a la negligencia de un obrero obligó a suspender los ensayos que se estaban realizando. Paralelamente, una explosión en un gasómetro de una fábrica de Zaragoza, la única existente en España en 1909, hace imposible el suministro del hidrógeno necesario.

Otra razón que Torres Quevedo no menciona de forma explícita en la documentación manejada, aparece reflejada en un documento que dirige el Director General de Comercio al Ministro de Fomento ⁵: *«El desacuerdo entre su ilustre inventor y altas personalidades de la ciencia que se dedican a esta misma rama del saber, impidieron llegar en España al perfeccionamiento de este aparato y colocaron a su autor en la necesidad de ensayarlo en Francia»*. De esta supuesta discrepancia con otros colegas, se entreven atisbos en otro documento escrito por Torres Quevedo: *«... tampoco puede utilizarse el trabajo de la última Comisión que entendió en el asunto porque solo dictaminó acerca de un punto concreto y además los tres vocales que la componían dieron cada uno un dictamen distinto y emitieron opiniones contradictorias sobre algunos puntos de los más esenciales»* ⁶.

Por último, no se ha localizado el contrato con la empresa francesa «Astra» y, por tanto se ignora si existieron contrapartidas económicas de la citada firma al dueño de la patente, cosa que bien pudiera haberle estimulado a nivel personal, cuando paralelamente encontraba esta fría acogida a su proyecto por parte de la administración española. Llama la atención este desinterés por parte del gobierno. El apoyo del país vecino se produce con pleno consentimiento y aceptación de los superiores jerárquicos de Torres Quevedo, a los que no parece importarles demasiado que en dicho contrato se cediera a los franceses los derechos de explotación de la patente al resto de los países del mundo, excluyendo España, país en el que pasaba a ser de dominio público y, por tanto, el dirigible de viga funicular podía ser construido por cualquier español —incluida la administración— sin ningún pago de derechos⁷.

De la documentación manejada se desprende el éxito que en Europa debió tener el dirigible «Astra-Torres», pues fue enormemente elogiado en las revistas especializadas⁸ y corroborado por el hecho de que fuera adquirido un modelo de 8.000 metros cúbicos por el Almirantazgo inglés y dos de 23.000 por el Ministerio de la Guerra francés dando, al parecer muy buenos resultados en la Primera Guerra Mundial.

Vuelve a llamar la atención la estrechez de miras y la descoordinación de intereses entre los distintos departamentos ministeriales del Gobierno español. Quizá la razón esté en la dependencia del Centro de Ensayos de Aeronáutica del Ministerio de Fomento, pues para este departamento «el dominio del aire» como por aquel entonces se denominaba a estos primeros pasos de la aeronáutica, no debió ser una preocupación importante. Tal vez una dependencia del Ministerio de la Guerra hubiera sido más efectiva. Pero el hecho cierto es que en 1909 España no disponía de ningún tipo de dirigible, aparato que bien pudiera haber jugado un papel importante en el primer contratiempo grave que se produjo en territorio de la Comandancia militar de Melilla precisamente ese mismo año de 1909, año en que el Gobierno español cedía los derechos de explotación de la patente.

El desastre del «barranco del lobo» en las proximidades de Melilla debió abrir los ojos a nuestra administración,

la cual en una carrera de improvisación adquiere el primer dirigible en 1910 pero, paradójicamente no fué un «Astra-Torres». Poco después, en 1912 envía urgentemente a Francia a cuatro ingenieros industriales para adquirir el título de pilotos aviadores, dotando simultáneamente un crédito extraordinario para la creación de una Escuela Nacional de Aviación, que sería posteriormente instalada en Getafe en 1913⁹.

Desde su fecha de fundación en 1904 hasta 1913 el Centro de Ensayos de Aeronáutica y su laboratorio taller de mecánica anejo, únicamente pudieron llevar a cabo como ya se ha dicho el proyecto de dirigible antes citado y tres prototipos del telekino. Con estas realizaciones Torres Quevedo justificó en varios «memorándum» las dotaciones presupuestarias que se le habían concedido. Durante los años 1911 y 1912 el ilustre ingeniero solicitó en dos ocasiones la concesión de un crédito de 400.000 pesetas (el 27 de abril de 1911 lo hace la primera vez y lo reitera el 21 de diciembre de 1912) para nuevos proyectos aeronáuticos con fines tanto científicos como militares¹⁰; en primer lugar quiere ensayar un nuevo tipo de cobertizo giratorio y un campamento para dirigibles al aire libre. En segundo lugar, le interesa un proyecto de gran envergadura, que podría ser utilizado por la marina de guerra, consistente en un barco campamento que llevara a bordo varios dirigibles con el hidrógeno y todos sus accesorios, de modo que permitiera lanzar y recoger los globos en medio del mar.

A estas peticiones y proyectos de Torres Quevedo, la administración nunca contestó. Paradójicamente en marzo de 1914 pese a esta falta de apoyo a sus iniciativas, se le propone que asuma la dirección de la recién creada Escuela Nacional de Aviación y que esta se fusione con el Centro de Ensayos de Aeronáutica. Torres Quevedo se opone de forma rotunda: *«El problema de los dirigibles es muy distinto al de los aeroplanos. Yo no he estudiado nunca este último ni tengo de él más noticias que otro ingeniero cualquiera ... Para montar y dirigir la Escuela de Aviación es necesario un hombre que tenga competencia, autoridad, condiciones de organizador y mucho tiempo que dedicar a esta obra. A mí me faltan todas esas condiciones y fracasaría seguramente ... He pedido un crédito de dos millones de*

pesetas para experimentar un nuevo tipo de globo ... si no me lo conceden sería cosa extraña que me obligaran a estudiar problemas de aeronáutica ante los cuales me declaro incompetente, cuando me niegan los recursos necesarios para estudiar otros que tengo esperanzas en resolver».

Esto no fué impedimento para que en el presupuesto de 1915 aparecieran confundidos en un mismo capítulo el Centro de Ensayos de Aeronáutica y la Escuela Nacional de Aviación. La Administración así, daba los hechos por consumados.

Sin lugar a dudas todas estas circunstancias debieron pesar en el ánimo de Torres Quevedo. Es probable que con el tiempo dejara de creer en la posibilidad de un apoyo estatal serio al desarrollo de la aeronáutica de dirigibles y propusiera él mismo la supresión del Centro de Ensayos de Aeronáutica ¹¹ con un informe favorable de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales ¹². Es muy posible también que Torres Quevedo entrevistara un futuro mucho más prometedor a la aeronáutica de aeroplanos. A la vista de esta documentación no se entiende la importancia que algunos biógrafos de Torres Quevedo, han dado a la aeronáutica de dirigibles hasta incluso la tardía fecha de la Segunda Guerra Mundial ¹³.

De esta situación de deterioro que se había venido produciendo en el Centro de Ensayos de Aeronáutica se beneficia en gran medida el laboratorio-taller: el presupuesto que resultaba exiguo para los proyectos aeronáuticos del inventor, no lo eran tanto para ir equipando con materiales y herramientas de precisión un taller de mecánica. Así nace el Laboratorio de Mecánica Aplicada que después pasará a llamarse Laboratorio de Automática ¹⁴. Así es como nació la aeronáutica y la aviación española, según se desprende de la documentación que se ha manejado.

Por Real Orden del 22 de febrero de 1907 «*se considera de la mayor conveniencia, el que dicho laboratorio se amplie en sus funciones, dedicándolo además al estudio y construcción de máquinas y aparatos científicos para diversas aplicaciones industriales, para la fabricación de aparatos para la enseñanza y otros, de suerte que no sea necesario acudir al extranjero para construir o modificar los aparatos de Laboratorio para las ciencias especiales*» ¹⁵.

La creación de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1907), hace que el Laboratorio tenga un doble apoyo por parte del Estado: al del Ministerio de Fomento, que era de donde formal y económicamente dependía, se une el del Ministerio de Instrucción Pública de quién depende la JAE y que ve en este Laboratorio el lugar donde no sólo pueden formarse en diversas técnicas sus jóvenes estudiantes, sino que también puede ser el lugar donde se desarrollen y construyan los prototipos que diseñen los investigadores de los distintos laboratorios que crea la Junta. Así los problemas de espacio que en estos primeros años había venido teniendo Torres Quevedo, que en un principio ocupa un lugar disponible en el antiguo frontón Betijai y luego pasó a ocupar el local de Guadalajara del Centro de Ensayos de Aeronáutica, comienzan a solucionarse como aparece en las Memorias de la JAE: «...había de tener como comienzo el Laboratorio de Mecánica que el Sr. Torres Quevedo ofrecía generosamente. Allí no era preciso sino ir escogiendo los jóvenes que pudieran tomar parte en los trabajos, alternando quizá las prácticas aquí realizadas con viajes al extranjero, cuando el Director del Laboratorio y la Junta lo considerasen. Lo único que para ello se necesitaba era local. El señor Ministro se sirvió ofrecer á la Junta una parte del Palacio de la Industria, y algunos estudios de distribución y obras han sido hechos; pero al finalizar el año no se encuentra aún preparado para las instalaciones ni ha sido entregado á la Junta»¹⁶.

Será en 1910 cuando el Laboratorio esté ya instalado en el Palacio de la Industria y las Bellas Artes en los llamados Altos del Hipódromo, compartiendo espacio con el entonces Museo de Historia Natural, hoy Museo Nacional de Ciencias Naturales, la Escuela de Ingenieros Industriales, los Laboratorios de la Junta para Ampliación de Estudios y el Laboratorio de Investigaciones Físicas dirigido por Blas Cabrera y germen de lo que luego fué el Instituto de Física y Química «Rockefeller», que tras la guerra se convertirá en Instituto de Química Física «Gregorio Rocasolano»¹⁷.

De gran importancia para el desarrollo del Laboratorio de Automática, fue la creación de la Asociación de Laboratorios por Real Orden de 8 de junio de 1910¹⁸. Esta Asociación se fundó bajo el patronato de la Junta para fomentar la in-

vestigación y los estudios experimentales mediante la colaboración de laboratorios, talleres y centros dependientes del Estado. Al frente de la Asociación la Junta establece una Comisión que se encarga de estudiar las distintas propuestas de los asociados, dirigir e inspeccionar los trabajos, formar una colección de catálogos y noticias referentes a la construcción de material científico en el extranjero, etc. Con fecha de 15 de diciembre de 1910 el Ministro de Instrucción Pública comunica al Ministro de Fomento la existencia del Laboratorio de Automática y lo beneficioso que puede ser que éste entre a formar parte de la Asociación: «Entre los diversos centros dependientes del Ministerio de Fomento hay uno, el laboratorio de Mecánica Aplicada, cuya adhesión interesa especialmente a los fines de la Asociación y podría, gracias al taller de precisión que dispone, ayudar eficazmente a realizarlos»¹⁹.

Fue el 1 de junio de 1911, cuando el Laboratorio de Automática pasa a formar parte de la Asociación de Laboratorios. Tras dos años de funcionamiento de la Asociación y de la integración en ella del Laboratorio de Torres Quevedo, en las Memorias de la Junta de los años 1912 y 1913 ya se encuentran claras referencias a los frutos que va dando: «1.º La construcción en el Laboratorio de Automática, que dirige el Ingeniero D. Leonardo Torres Quevedo, de algunos aparatos de los Laboratorios de la Junta, de acuerdo con la idea dada por los directores de éstos y según el modelo hecho por aquel. La ejecución ha sido de tal modo esmerada, que los aparatos han sustituido con ventaja á sus similares extranjeros que antes se adquirían»²⁰.

Pero a pesar de las buenas referencias en cuanto al funcionamiento y producción del Laboratorio que se encuentran tanto en las Memorias de la JAE como en los catálogos de las exposiciones donde son presentados estos aparatos, en el año 1913 se van a producir dos hechos que van a marcar un antes y un después en cuanto a la situación económica y administrativa de este centro: con fecha de 7 de febrero se publica un Real Decreto donde se reorganizan los servicios de la Dirección de Comercio, Industria y Trabajo del Ministerio de Fomento. De esta Dirección General era de donde dependían administrativamente el Centro de Ensayos de Aeronáutica y el Laboratorio de Automática, por

lo que se le negará a partir de ahora a Torres Quevedo la posibilidad de elegir y nombrar a sus subordinados. En el Artículo 2.º del Real Decreto se lee: «*Corresponderá al Negociado del Personal y Material de la Dirección: Los nombramientos de Agentes de Cambio y Bolsa, Corredores de Comercio ... funcionarios de la Sección de Comunicaciones marítimas é ingenieros industriales Profesores de la Escuela de Aviación y demás personal afecto á la misma y al Centro de Ensayos de Aeronáutica y Laboratorio de Automática ...*». A esto hay que añadir el hecho que en el presupuesto que se aprueba para estos dos centros correspondiente al año 1913, la remuneración del Director queda reducida a la mitad (habrá que esperar a 1915 para que por Real Orden de 1 de enero se reestablezca la remuneración que había tenido hasta 1913). Estos dos hechos van a generar en primer lugar una gran documentación (textos que recogen de forma muy positiva los trabajos realizados en ambos centros) tendente a recuperar por parte del Director sus atribuciones anteriores, y especialmente su remuneración: la Real Orden por la que se crea el Laboratorio de Automática, decía textualmente «*Nombrar y separar el personal que necesite dicho Centro, con la dependencia de su Director y con los sueldos, y gratificaciones o jornales que les señale, dando cuenta de todo ello a la Dirección General del ramo*». En segundo lugar, que el propio Torres Quevedo solicite la creación de una comisión para que estudie y analice el trabajo que se ha venido realizando en los dos centros que el dirige²¹: el argumento de peso será el desarrollo del dúplex telegráfico llevado a cabo por Santano, con especial éxito tecnológico y económico, ya que supone un importante beneficio para el Estado. Esta comisión se reúne y la Academia de Ciencias emite un informe favorable con fecha de 27 de mayo de 1913. Y en tercer lugar, y como consecuencia de la situación creada, se decide la supresión del Centro de Ensayos de Aeronáutica en beneficio del Laboratorio de Automática.

La dependencia administrativa del Laboratorio durante los años 20 y 30 va a sufrir varios cambios aunque esto no parece que altere en forma alguna el funcionamiento normal del centro. Por Real Decreto del 20 de febrero de 1922 el Laboratorio pasará a depender del recién creado

Ministerio de Trabajo, adscrito como antes a la Dirección General de Comercio e Industria. El 29 de junio de 1926 se firma el Real Decreto por el que el Laboratorio de Automática pasa a llamarse «Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática». En 1928 por un Real Decreto de la Presidencia del Consejo de Ministros celebrado el 3 de noviembre, se reorganizan los departamentos ministeriales, creando el Ministerio de Economía Nacional al que pasa la Dirección General de Industria y con ella el Laboratorio. El 13 de julio de 1931, luego ratificado por Ley de 5 de diciembre de 1931, queda constituida por Decreto Ministerial la «Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y ensayos de reformas». El Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática queda incorporado a esta Fundación ²².

En la creación de esta Fundación se encuentra de nuevo la figura de José Castillejo como Director Administrativo, a la sazón Secretario de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Compatibilizará ambos cargos hasta el año 1935 ²³, aunque en más de una ocasión ponga de manifiesto su voluntad de abandonar uno de ellos. En el Libro de Actas del Consejo de Administración de la Fundación, en varias de sus sesiones se hace referencia a este tema en los siguientes términos: «*El Director Administrativo manifestó que el desarrollo de los servicios y nuevos encargos que se le confían, le hacen imposible atender debidamente a las necesidades de la Fundación y a las obligaciones de su cargo en la Junta para Ampliación de Estudios, por lo cual ruega al Presidente del Consejo de Administración que se ponga al habla con el de la Junta, para hallar una persona que pudiera desempeñar ambos cargos, o por lo menos uno de ellos*» ²⁴. Aunque no se explicita cual de los dos puestos a Castillejo le gustaría mantener, parece claro que le resulta más atractiva la Fundación recientemente creada que la Junta, aunque ello no impida que entre ambas instituciones se establezca una estrecha colaboración como se expone más adelante.

Entre los fines y objetivos que parecen mover a la creación de la Fundación, hay dos claramente expresados: uno de ellos es el fomento de las investigaciones científicas aplicadas a la industria, y el otro es la creación de núcleos de trabajo científico en el que se de cabida a los jóvenes

que salen de las Universidades y Escuelas Superiores. Para conseguir el primero de los objetivos, el Laboratorio de Torres Quevedo jugará un papel clave; y en cuanto al segundo la Fundación apoyará económicamente por un lado la creación de diversos laboratorios y seminarios por toda España (un Laboratorio de Histología en Valladolid, un Seminario de Matemáticas dirigido por Rey Pastor, un Laboratorio de Hematología en la Universidad de Zaragoza, el Laboratorio de Química en la Universidad de Oviedo), y por otro proyectos concretos de investigación nacidos en Centros dependientes de la JAE como son el Instituto Cajal, la Misión Biológica de Galicia o el Jardín Botánico. Los objetivos por tanto no se alejan tanto de los que movieron en su día a la creación de la JAE; no en vano aparece la misma persona, José Castillejo, como motor y cerebro de los dos proyectos. Pero si hay que establecer una pequeña diferencia: en el caso de la Fundación Nacional se hace hincapié en la necesidad de que la investigación científica tenga una repercusión clara en la industria del país.

Esto aparece en la documentación indicado de forma explícita, pero de alguna forma el trabajo que se había venido realizando en el Laboratorio de Automática, primero de una forma más o menos autónoma y luego como integrante de la Asociación de Laboratorios, respondiendo por tanto a las directrices marcadas por una política científica concreta, no había sido otra cosa que prestar un apoyo logístico y técnico a la investigación científica del país.

En el acta levantada tras la sesión del 12 de mayo de 1933 quedan plasmados los acuerdos que con respecto a la reciente adscripción del Laboratorio a la Fundación se tomaron. Destacan la confirmación en el cargo como Director a Leonardo Torres Quevedo, la creación del puesto de Subdirector que lo ocupará Jose María Torroja y Miret que hasta entonces desempeñaba el puesto de auxiliar técnico, el nombramiento de Gonzalo Torres Polanco como Habilitado de la Fundación Nacional para el Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática, y por último la división en dos secciones de dicho Laboratorio: una de automática, a cargo de su Director y auxiliado por los Sres. López del Castillo y Torres Polanco, en la que ya tenía centrados sus intereses desde hacía muchos años, y otra para los estudios y fa-

bricación de aparatos y preparación de personal bajo la dirección inmediata del recién nombrado subdirector Sr. Torroja. El cuadro del personal se completa con otros dos auxiliares técnicos adscritos a la sección de fabricación de aparatos, un maestro de taller, siete mecánicos, un contador, un auxiliar de contaduría, un delineante, una mecanógrafa y dos vigilantes.

El nombramiento de Torroja como Subdirector según la documentación manejada parece que no es muy bien recibido ²⁵. Hay que tener en cuenta que en marzo de 1933 que es cuando se dicta el Decreto, Leonardo Torres Quevedo está próximo a cumplir los 82 años, y en la figura del Subdirector se delegarían los poderes del Director en caso de incapacidad de éste.

Para terminar con la historia del Laboratorio resulta interesante citar al propio Torres Quevedo pues pone de manifiesto la actitud nada reprochable que adopta como director durante todos estos años: «Yo creo que sirvo para trabajar en mis cosas pero no para dirigir a los demás. En el Laboratorio de Automática dirijo lo menos que puedo, casi nada: procuro buscar colaboradores que tengan ideas propias y les doy los medios para desarrollarlas, sin meterme en lo que hacen» ²⁶.

Instrumentos científicos fabricados en el Laboratorio de Automática

A pesar de la escasa documentación gráfica con que se cuenta para reconstruir la «vida» de este Laboratorio, ya que no se dispone en la mayor parte de los casos de planos o dibujos que indiquen los distintos diseños realizados, se puede establecer una relación con algunos de los aparatos e instrumentos que en él se construyeron. Para realizar esta relación se ha utilizado principalmente la descripción de instrumentos recogidos en los catálogos publicados por la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias ²⁷ que con motivo de sus congresos realizaba exposiciones de material científico, la lista de «Aparatos construidos en el Laboratorio de Automática» que Francisco de P. Arrillaga publica en un discurso leído con motivo de la entrega de

la Medalla Echegaray a Torres Quevedo ²⁸, y la enumeración hecha en el mismo Laboratorio el 28 de enero de 1928, con motivo de un envío de aparatos a la Escuela de Ingenieros de Caminos ²⁹.

En las Actas de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas aparece que, por indicación del Interventor del Estado se solicite al Subdirector del Laboratorio de Automática Torres Quevedo que *«se sirva hacer un inventario del material existente en dicho Laboratorio y del que tenga depositado en otros lugares, en la fecha en que ha sido incorporado a la Fundación Nacional. Este inventario servirá de punto de partida en la contabilidad y en las responsabilidades de la Fundación respecto a dicho Centro»* ³⁰. Esta documentación no se ha localizado, lo que impide tener un hilo conductor (sin grandes interrupciones en el tiempo) para establecer una relación del material del Laboratorio desde los años 10 a los momentos previos a la Guerra Civil.

Los aparatos fabricados por el Laboratorio de Automática responden claramente a dos grupos perfectamente identificables y también a la filosofía, organización y cometidos que imprimió a este centro Leonardo Torres Quevedo.

Ya se ha comentado anteriormente el papel que adopta Torres Quevedo como director y sus intereses prácticamente exclusivos en el campo de la automática, dejando a la iniciativa de otros autores y a sus subordinados, el desarrollo y realización de los distintos proyectos. Esto permite establecer dos líneas de trabajo claramente diferenciadas: la que se ocupa de los estudios teóricos y los principios de Automática, en manos del propio Torres Quevedo, y otra dedicada a los trabajos que de muy diversas ramas del saber científico se realizaban en el Laboratorio por encargo de otros investigadores.

En la documentación se encuentran los aparatos en unas ocasiones tan solo enumerados y en otras también descritos. A continuación, se presentan dos cuadros con la lista que se ha reconstruido a través de la documentación mencionada; el primero de ellos recoge los instrumentos que son producto de los estudios propios de Leonardo Torres Quevedo y por tanto diseños suyos, y en el Cuadro II se relacionan los otros aparatos que son construidos también en el Laboratorio

CUADRO I

| Tipo de aparato | Patente N.º | Año | Observaciones |
|--|-------------|-----------|---|
| Máquinas Algebricas: ³¹ | | 1895/1901 | |
| * husillos sin fin (generador de sumas) | — | | Se han localizado 5 ejemplares ³² |
| * máquina para resolver ecuaciones de ocho términos | — | | Se conserva en la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos |
| * máquina para resolver ecuaciones de segundo grado | — | | |
| Telekino ³³ | — | 1906 | Se conserva en la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos |
| Funicular | 42237 | 1907 | En la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos se conserva una maqueta |
| Máquina Taquigráfica o dianemólogo | 39798 | 1907 | No localizada |
| Buque campamento | 56139 | 1913 | No llega a construirse |
| Globo fusiforme | 57622 | 1914 | No localizado |
| Enganche y freno automáticos para transbordadores aéreos | 59627 | 1915 | No localizado |
| Embarcación «Binave» | 63383 | 1916 | No localizado |
| Enclavamiento ferroviario «L.T.Q.» | 6656 | 1918 | No localizado |

CUADRO I (Continuación)

| Tipo de aparato | Patente N.º | Año | Observaciones |
|---|-------------------------|------|---|
| Globo «Hispania» ³⁴ | 70626 | 1919 | No localizado |
| Globo «Hispania» (perfeccionam.) | 70895 | 1920 | No localizado |
| Aritmómetro electromecánico ³⁵ | — | 1920 | Se conserva un ejemplar en la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos |
| Ajedrecista (segundo modelo) | — | 1922 | Se conserva un ejemplar en la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos |
| Máquina de escribir | 80121 | 1922 | No localizada |
| Máquina de escribir (perfeccionam.) | 82369 86155 87428 | 1923 | No localizada |
| Procedimiento para paginar libros | 99176 99177 | 1926 | No localizado |
| Puntero proyectable | 116770 | 1930 | No localizado |
| Proyector didáctico | 117853 | 1930 | No localizado |

CUADRO II

| Autor del diseño | Aparato | Observaciones |
|---------------------|---|--|
| Brañas, Gonzalo | 2 magnetógrafos ³⁶ Microrradiógrafo o relé telefónico ³⁷ | Conservados en la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos No localizado |
| Cabrera, B./Costa | Mecanismos para manejar una balanza Bunge ³⁸ Un depósito de altura variable | No localizados No localizados |
| Calafat | 2 oxímetros | No localizados |
| Campos/Costa | Comparador espectrográfico | No localizado |
| Castizo | Planímetro | No localizado |
| Costa | Microtomo tipo Minot ³⁹ Panmicrotomo Balanza de tres brazos | Se conserva uno en el Museo Nacional de Ciencias Naturales Conservado en la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos No localizada |
| Gómez Ocaña | Cardiógrafo doble ⁴⁰ Cardiógrafo sencillo Soporte para ahumar los cilindros de los cardiografos | No localizado No localizado No localizado |
| Guzmán | Soporte para electroanálisis rápidos | No localizado |
| Landete | Aparato para inyecciones | No localizado |
| Menéndez Potenciano | Miógrafo rectilíneo ⁴¹ | No localizado |
| Mier | Sismógrafo analizador ⁴² Mareógrafo | No localizado No localizado |

CUADRO II (Continuación)

| Autor del diseño | Aparato | Observaciones |
|----------------------|---|---|
| Oliver | Comparador de manómetros | No localizado |
| Pérez Santano | Duplex telegráfico | Conservados en la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos |
| | Balanza para medir la fuerza atractiva de electroimanes | Se conserva en el E.T.S. de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos |
| Rico/Costa | Interferómetro de Michelson ⁴³ | Instituto de Optica «Daza de Valdés» |
| Subirana | Teradontógrafo | No localizados |
| Sziliard | Electrómetro ⁴⁴ | Conservado en el Museo Nacional de Ciencias Naturales |
| Torres Quevedo, Luis | Transportador taquimétrico | No localizado |
| Torroja, A. | Estereógrafo | No localizado |
| Torroja, J. M. | Fototaquímetro | No localizado |
| Torres Polanco, G. | Aparato telegráfico emisor y receptor | No localizado |
| Zafra, J. | Elasticímetro | No localizado |
| Desconocido | Electroiman tipo Weiss | No localizado |
| Desconocido | Escuadra para reproducir | No localizado |
| Desconocido | Balanza para determinar la resistencia eléctrica | No localizado |

y los investigadores que hacen los encargos, que en su mayor parte son los autores de los diseños.

De los aparatos recogidos en el Cuadro I diseñados por Torres Quevedo, no se va a hacer ningún comentario ya que han sido objeto de atención por los distintos biógrafos del ingeniero; ya se han mencionado las excelentes obras del profesor Santesmases o las recopilaciones de García de Posada y otros. (Ver nota 1)

Con respecto a los aparatos del Cuadro II, se van a detallar dos de ellos: el dúplex telegráfico de Pérez Santano y el magnetógrafo de Gonzalo Brañas.

El dúplex telegráfico de Pérez Santano

El sistema telegráfico desarrollado por Pérez Santano desde finales del siglo pasado hasta 1915 aproximadamente, tuvo una gran repercusión. Su éxito económico permitió al Estado ahorrarse grandes sumas de dinero (se evalúa en algo más de diez millones de pesetas de la época), al evitar la duplicación de tendidos telegráficos para atender a las crecientes necesidades del servicio entre las poblaciones más importantes de España. Es justamente este desarrollo el que permite mostrar la importancia y utilidad del Laboratorio de Automática especialmente en la crisis administrativa que sufre en el año 1913: a Torres Quevedo le sirve este sistema telegráfico para justificar desde un punto de vista técnico y de rendimiento económico la necesidad e importancia del laboratorio. Es significativo que en su defensa en ningún momento aludió ni a los desarrollos propios en el campo de la automática, ni a otros aparatos diseñados por otros investigadores. En definitiva este desarrollo es el ejemplo paradigmático que se utiliza para demostrar los grandes beneficios que aporta al Estado este centro de investigación.

Es bien conocido que los primeros sistemas telegráficos tienen un desarrollo paralelo al de la electricidad en las primeras décadas del siglo pasado. Ejemplos de estos sistemas sencillos de telegrafía pueden ser los desarrollos llevados a cabo por Morse que fueron rápidamente implantados en Estados Unidos y en los principales países

Europeos. En España las crisis políticas, económicas, etc., tan continuas en el siglo XIX, debieron ser la causa de la tardía instalación de los telégrafos al igual que ocurrió con otras tecnologías desarrolladas en la época de la Revolución Industrial. El tendido de las primeras líneas ferroviarias a partir de mediados del siglo XIX llevaron consigo la necesidad de la utilización de los primeros telégrafos de características sencillas, que ya eran comunes desde hacía décadas en otros países europeos. Además de estas líneas existe constancia de la conexión telegráfica en esta época del Observatorio de la Marina en San Fernando con el Observatorio del Retiro de Madrid. Estos debieron ser los primeros tendidos telegráficos con un uso exclusivo para el control ferroviario o de transmisión de datos entre los observatorios; en ningún caso parece que fueran utilizadas estas líneas para prestar un servicio civil o militar.

La instalación de tendidos telegráficos para uso civil y militar parece que no se llevan a cabo hasta principios de este siglo. Así por ejemplo la línea Madrid-Córdoba se instala en 1894, la de Madrid-Sevilla en 1910, en el mismo año se instala la línea Madrid-Valencia para atender un aumento del servicio debido a la Exposición Nacional y al Congreso Científico que en esta ciudad se desarrollan, unido a la posible asistencia de los Reyes; la línea Madrid-Barcelona (en principio sólo utilizada para la transmisión de datos entre las Bolsas de Comercio) aparece ya instalada en 1912, y la trascendental línea submarina entre Almería y Melilla se instala también en este año.

La implantación de estas líneas tan tardíamente tuvo como consecuencia el que ya no se llegaron a instalar en España aparatos que, como los de Morse, habían quedado ya obsoletos. Se utilizan entonces aparatos telegráficos de alta velocidad y de inscripción directa que habían sido ya de uso generalizado en otros países europeos y especialmente en Estados Unidos, donde el ingeniero Hughes había desarrollado las consolas telegráficas que llevan su nombre en las tempranas fechas de 1870. Este sistema fue el más generalizado en España, probablemente debido a las preferencias que por él tuvo el oficial de telégrafos Pérez Santano.

El sistema Hughes o el Wheatstone automático u otros aparatos rápidos para su instalación, en un sistema dúplex, exigían ser montados o bien en un circuito eléctrico conocido con el nombre de «diferencial» o en otro denominado «puente». El sistema dúplex utilizado ya en tiempos de los aparatos morse, permitía el envío simultáneo de dos telegramas cruzados; es decir las estaciones se comportaban simultáneamente como receptor y emisor. Esto supuso el que por un mismo cable podían ser enviados dos despachos con el consiguiente ahorro del tendido de una nueva línea. Entre los dos tipos de instalación, Pérez Santano se decantó por la instalación de las consolas Hughes en un circuito tipo puente de Wheatstone, considerando él mucho más efectivo este sistema frente al montaje en diferencial.

En la figura 1 se muestra un grabado de las consolas telegráficas Hughes, y en la figura 2 una fotografía de

FIGURA 1

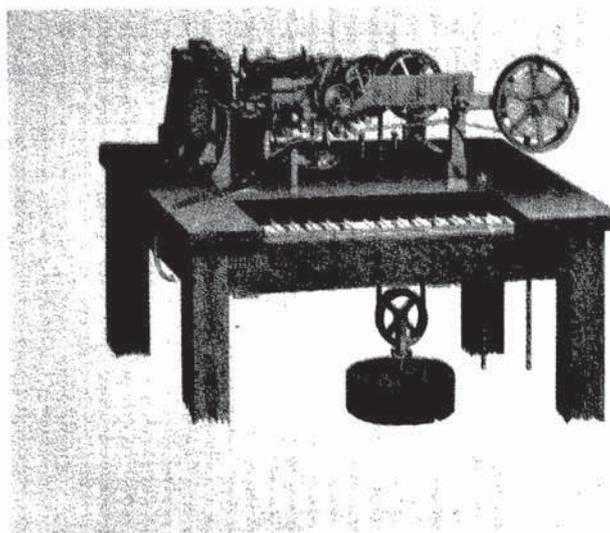
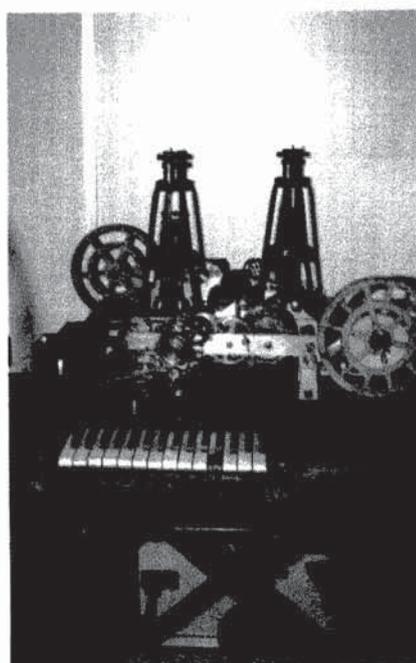


FIGURA 2

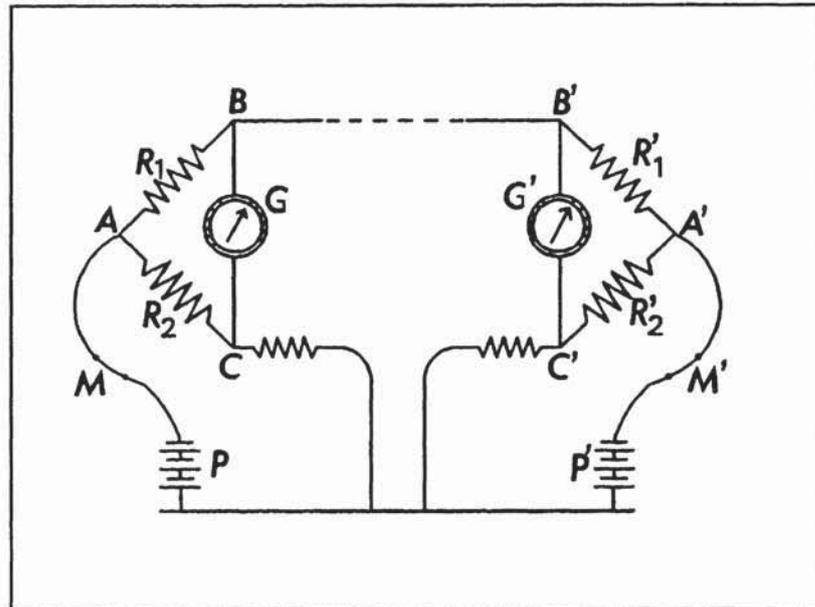


estos terminales que se conservan hoy día en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos procedentes del Laboratorio de Automática, que serían presumiblemente utilizadas por Pérez Santano en los ensayos llevados a cabo en dicho laboratorio.

El montaje telegráfico del sistema adoptado por Pérez Santano o de puente de Wheatstone, se puede apreciar en la figura 3.

En el diagrama, la parte de la izquierda es la estación emisora y la parte de la derecha la receptora; M es el manipulador telegráfico que va a poner en conexión el circuito de la estación emisora con la pila P , de tal forma que la señal o corriente transmitida por la pila sea enviada por la línea telegráfica a la estación receptora. La condición esencial del montaje es que esta señal no produzca ningún efecto en el propio receptor de la estación emisora. Esto se logra equilibrando el puente de Wheatstone con las resistencias R_1 y R_2 de tal forma que por el galvanómetro

FIGURA 3



G que une los puntos B y C no pase corriente. La señal que se bifurca en el punto A pasará bien a tierra a través del punto C , o será transmitida por la línea a través del punto B . Llegando la señal al otro extremo de la línea se bifurcará en el punto B' de tal forma que imprimirá una señal en la consola Hughes de la estación receptora, dispuesta en serie con el galvanómetro G' . El cruce con otro mensaje en sentido inverso se produciría de forma análoga.

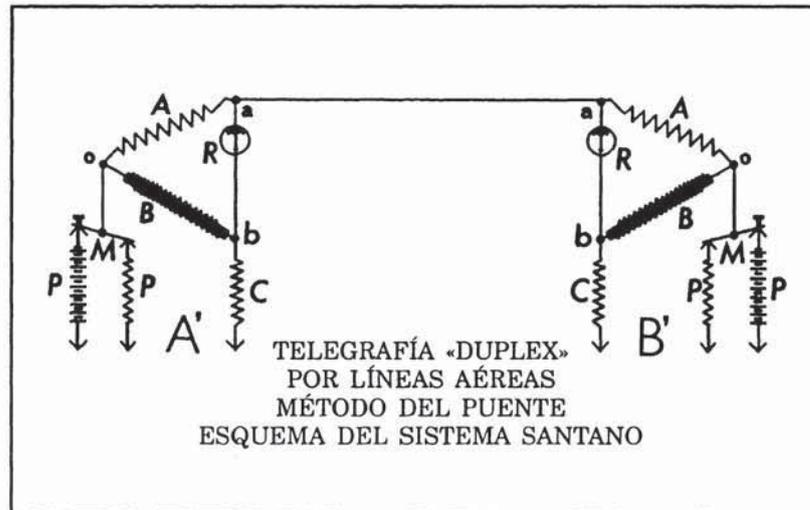
Teóricamente el sistema es impecable siempre y cuando se consiga que los dos circuitos puente estén compensados; es decir, que por los respectivos galvanómetros no pase corriente. Sin embargo, de hecho esta situación en la práctica era imposible de mantener, al menos durante dilatados períodos de tiempo. En líneas de más de 500 Km de longitud con condiciones meteorológicas no uniformes y otras circunstancias, las propias líneas adquirirían una capacidad eléctrica que perturbaba esas condiciones de equilibrio imprescindibles para el funcionamiento del sistema en dúplex. Esta

situación obligaba a suspender durante largos períodos de tiempo el servicio, de forma que por medio de los reostatos de los puentes se volviera a conseguir un nuevo equilibrio. Para evitar estos inconvenientes, hubo algunos intentos de soluciones prácticas como fue el recurrir a la instalación de condensadores acoplados especialmente en la resistencia R_2 que pudieran anular la capacidad adquirida por la línea. Pero estos sistemas no dieron un resultado plenamente satisfactorio ya que la descarga de estos condensadores era inmediata mientras que la de la capacidad adquirida por la línea tenía un comportamiento mucho más atenuado en el tiempo. Ejemplos de montajes de este tipo fueron los desarrollados por Baudot en Francia, pero con resultados no satisfactorios especialmente en las líneas submarinas. Estos inconvenientes limitaban la posibilidad de utilización del telégrafo en dúplex con lo que en muchos casos se precisaba el tendido de una nueva línea o bien la parada del servicio durante largos períodos para restituir aquellos delicados equilibrios como ya se ha dicho.

Todos estos problemas fueron estudiados por Pérez Santano en la Dirección General de Telégrafos a partir de 1892, ofreciendo una solución cuando se incorporó como Auxiliar técnico al Laboratorio de Automática en 1904. En 1910 Pérez Santano publicó en la *Energía Eléctrica* ⁴⁵ una detallada descripción del sistema por él desarrollado. El esquema se muestra en la figura 4. En él se puede observar que la clave de su desarrollo consistió en la eliminación de los condensadores tradicionales y de la resistencia R_2 y su sustitución por un electroimán de núcleos móviles, de tal forma que la inducción variable que generaban anulaba mucho más eficazmente la capacidad de la línea que los sistemas antes mencionados. La instalación del sistema Santano demostró en la práctica la posibilidad de restituir los equilibrios del puente en escasos segundos siempre y cuando el oficial telegrafista tuviera una mínima habilidad. Esto permitió la utilización del dúplex a pleno rendimiento que llegaba a alcanzar los 120 despachos de 20 palabras por hora, evitando la necesidad de instalación de nuevos tendidos que duplicaran las líneas.

Especialmente caro era el tendido de las líneas submarinas, en las cuales habían fracasado sistemas extranjeros

FIGURA 4



como pudo ser el Baudot instalado en la línea Almería-Melilla . El estrepitoso fracaso en la campaña del Rif de 1909 de este sistema, supuso el tener que recurrir a buques correo para llevar a la Península los telegramas que quedaban fuera de la capacidad de este sistema telegráfico.

El sistema Santano evitó la necesidad de recurrir a nuevos tendidos no solo aéreos si no también submarinos. Para cuantificar este éxito baste decir que duplicar el tendido Cádiz-Las Palmas suponía un coste aproximado de cinco millones de pesetas y que se consideraban en aquella época como imprescindible para atender las crecientes necesidades del servicio. La aportación de Santano tuvo un cierto reconocimiento a nivel internacional al ser adoptada por el gobierno francés para su línea Cádiz-Tánger; y tal vez no tuvo una mayor implantación en Europa por el comienzo de la Guerra Mundial.

Magnetógrafo de Brañas

El magnetógrafo proyectado por el catedrático del Instituto de Oviedo Gonzalo Brañas, no tiene tanta importancia

desde el punto de vista económico, como la instalación que se ha comentado anteriormente. No obstante, pone de manifiesto por un lado la capacidad de llevar a cabo diseños de aparatos de cierta complejidad por investigadores españoles, y por otro, el que fueran materializados en prototipos que evidencian una altísima capacidad tecnológica en la mecánica de precisión de la que dispuso el Laboratorio de Automática de Torres Quevedo.

La localización física de dos magnetógrafos que se han conservado en la E.T.S. de Caminos, así como una memoria descriptiva de ellos realizada por el propio Gonzalo Brañas existente en el Archivo de la JAE ⁴⁶ permiten analizar estos parámetros a los que se ha hecho referencia.

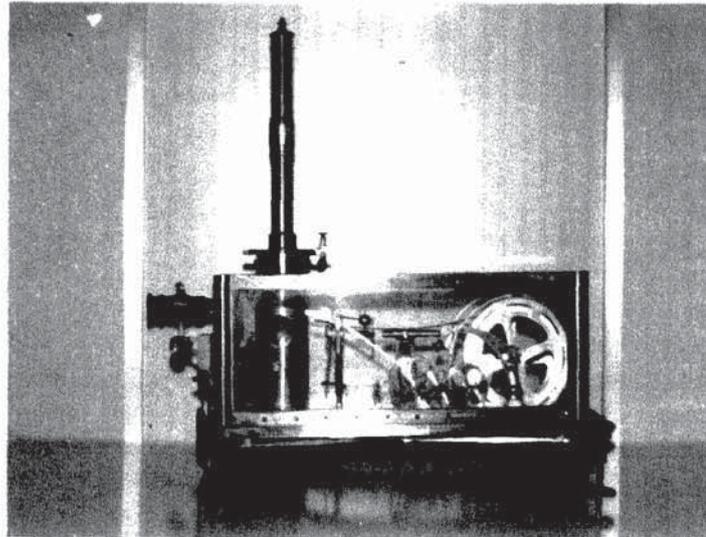
A principios de este siglo se planteaba una cierta relación entre la actividad solar y ciertos fenómenos geofísicos. En concreto se creía que la actividad solar tenía una cierta influencia en las variaciones del magnetismo terrestre y de la electricidad atmosférica, siendo motivo ambas de algunas influencias en la meteorología. De la documentación consultada, se desprende que a principios de este siglo las variaciones o perturbaciones del campo magnético terrestre (especialmente en su componente horizontal) podían únicamente ser registradas por medio de sistemas fotográficos. Parece ser que este tipo de aparatos no dejaban de tener ciertos inconvenientes: carestía de medios, necesidad de una cámara oscura, imposibilidad de realizar lecturas a la vista del observador, etc...

En la aludida memoria Brañas solicita a la Junta una pensión para trasladarse a Madrid y desarrollar en el Laboratorio de Automática el proyecto de un magnetógrafo mecánico que evitara los inconvenientes mencionados que existían en los registros fotográficos. En ella explica básicamente los fundamentos del proyecto, indicando así mismo la realización en Oviedo de dos prototipos rudimentarios que, pese a sus defectos, permitían entrever la posibilidad de registrar mecánicamente las fluctuaciones del magnetismo terrestre de una manera más económica, cómoda y tan fiable como los sistemas tradicionales.

El aparato es portátil y dispone de dos órganos fundamentales: uno el mecanismo tractor y otro un juego de palancas y mordaza, inscriptoras y lectora respectivamente. El primero consiste en un reloj incorporado a un tambor

que sirve a su vez para alojar el papel de registro de forma análoga a los existentes en barógrafos, termógrafos, etc... Desde la torre que se aprecia en la fotografía (figura 5), va suspendido de un finísimo hilo un imán que va a acusar las casi imperceptibles variaciones de la componente horizontal del campo magnético terrestre. Cada dos o tres minutos el reloj hace mover una excéntrica que pone en movimiento una mordaza que inmoviliza al imán (o si se quiere determina exactamente su posición) sin comunicarle la más mínima sacudida ni transferencia de energía. La posición en que es sorprendido el imán por la mordaza, se va a mantener durante el tiempo que dura la operación del registro. Este se realiza mediante una palanca con dos brazos desiguales, que en su extremidad mayor tiene una pluma estilográfica y en la menor una guía movediza que permite cambiar la longitud útil del brazo y variarse así

FIGURA 5



la amplificación del sistema inscriptor. En el momento en que el imán es inmovilizado por la mordaza, la palanca se pone en movimiento va en busca del imán y apoya su guía sobre otra que lleva éste, la pluma estilográfica desciende hasta ponerse sobre el papel y marca un punto cuya posición se relaciona con la del imán. Tras realizarse esta operación la pluma se levanta, la palanca vuelve a su posición primitiva de reposo y la mordaza lo mismo, lo que hace que el imán retome de nuevo la posición de equilibrio con respecto a la acción del campo magnético terrestre, hasta que dos o tres minutos más tarde, llegue el momento de realizar otra nueva inscripción. Esta operación al repetirse mecánicamente y a intervalos iguales, hace que la curva que queda sobre la hoja de papel presente un desarrollo continuo y bastante detallado.

Si el dúplex Santano sirve para mostrar cómo se produce en España el desarrollo de la telegrafía con hilos, el magnetógrafo de Brañas ejemplifica bien el proceso a seguir por cualquier investigador español interesado en la formación y desarrollo de una línea de investigación concreta durante el primer tercio del siglo: la existencia del marco apropiado con la creación y posterior desarrollo de la Junta para Ampliación de Estudios, hará posible que proyectos de interés científico lleguen a buen término gracias al apoyo del Estado.

Conclusiones

Tras esta larga exposición, tan solo resta concluir lo que significó este laboratorio-taller para el desarrollo de la ciencia en España durante este primer tercio del siglo.

En primer lugar, no cabe duda que resulta de gran interés no sólo el trabajo en él desarrollado y los distintos aparatos y prototipos que en él se fabrican, si no también como se desarrolla este y las circunstancias en que se produce, ya que dan la medida del desarrollo científico producido en nuestro país en este primer tercio del siglo: permite ver las distintas líneas de investigación en que se trabajaba, así como el nivel técnico en el desarrollo tecnológico. De gran calidad fue el apoyo logístico que presta este centro

a un número importante de científicos que hacen los diseños de sus propios aparatos en función de las distintas líneas de investigación que vienen desarrollando. Los aparatos que hoy día se conservan demuestran una gran calidad en su ejecución. Hay que tener en cuenta que aunque Torres Quevedo figura hasta su muerte como Director, la mayor parte de la producción del Laboratorio responde a proyectos que no son de su autoría; aunque hay que subrayar el mérito de haber sabido montar un taller, formar un personal y conseguir el apoyo estatal que hacen de este Laboratorio un lugar esencial para poder entender la política científica española del primer tercio del siglo.

En segundo lugar permite establecer los centros, en su mayor parte dependientes del Estado, con los que el Laboratorio establece relación. Los distintos laboratorios de la Junta (por ejemplo el de Cajal), el Laboratorio de Investigaciones Físicas primero y el «Rockefeller» después, el Museo de Ciencias Naturales o el Laboratorio de Fisiología de la Universidad de San Carlos son, por mencionar algunos, con los que se trabaja en una primera época. Cuando en los años treinta pasa a depender de la Fundación Nacional para Investigaciones Físicas y ensayos de reformas, el abanico de centros con los que pasa a trabajar el Laboratorio se hace mayor, pues a los anteriores hay que añadir laboratorios y seminarios que se forman en las universidades españolas. Esta relación muestra a su vez el acercamiento que se comienza a producir entre dos campos que tradicionalmente habían estado separados, la ciencia y la técnica, y que incluso hoy día es motivo de reflexión: hay quien sigue considerando a la historia de la ciencia independiente de la historia de la tecnología y viceversa.

En definitiva la historia del Laboratorio de Automática ejemplifica los inicios de una política científica. La institucionalización de la ciencia era un proceso que ya se había iniciado en otros países de nuestro entorno; la formulación por parte de los gobiernos de una política de investigación y la aprobación de una legislación tendente a apoyar el desarrollo de esta investigación, así como el creciente uso de la investigación para el desarrollo de la industria, son temas que preocupan a Alemania, Francia e Inglaterra en estos primeros años del siglo. La creación de la JAE, res-

ponde a estas mismas inquietudes y el Laboratorio hay que situarlo en este contexto: existe un incremento de las necesidades experimentales que hace que la fabricación en pequeños talleres no pueda atender las demandas de los científicos y soliciten el apoyo estatal para crecer. A esto hay que unir la especialización en los estudios superiores, que requiere igualmente este tipo de instrumentación para la enseñanza. No hay que olvidar tampoco la voluntad de potenciar una producción interna que no solo permita un abaratamiento en los costes, sino que sirva para aglutinar y cohesionar al país frente al desarrollo extranjero. La llegada de la guerra reforzará esta idea: en la última sesión celebrada por el consejo de administración de la Fundación Nacional, se dice: «*el Laboratorio de Automática en estos momentos se ocupa preponderantemente en construcciones de material de guerra ...*»⁴⁷.

Tras la Guerra Civil el Laboratorio pasa a depender del recién creado Instituto de España como la mayoría de los centros de la JAE y de la Fundación Nacional, y en noviembre de 1939 se crea el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, quedando incorporado definitivamente a esta institución.

Agradecimientos

Nuestro sincero agradecimiento a D. Leonardo Torres Quevedo y Torres Quevedo por las facilidades prestadas para poder acceder al archivo de su abuelo. Así mismo a la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos por permitirnos fotografiar el instrumental allí depositado. Por último a la Dirección General de Enseñanza Superior por la financiación del proyecto APC 96-0192, en el que se inscribe esta publicación.

Notas

¹ Por ejemplo pueden consultarse, entre otras, las siguientes obras: RODRÍGUEZ ALCALDE, L. «Biografía de Leonardo Torres Quevedo». Institución Cultural de Cantabria/CSIC. Diputación Provincial de Santander, Santander, 1974.

GARCÍA SANTESMASES, J. «Obra e inventos de Torres Quevedo». Instituto de España, Madrid, 1980.

GONZÁLEZ DE POSADA, F. Editor. «Leonardo Torres Quevedo». Biblioteca de la Ciencia Española. Fundación Banco Exterior, Madrid, 1992.

² Patentes de Invención de Don Leonardo Torres Quevedo. Registro de la Propiedad Industrial. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, 1988. (p.7). Recoge las Patentes de Invención y los Certificados de adición hechos en España.

³ R. O. publicada en la Gaceta del 9 de enero de 1904.

⁴ Este documento es una memoria de los trabajos realizados en el Centro de Ensayos de Aeronáutica y en el Laboratorio de Automática. En ella aparecen los presupuestos manejados desde el año 1907 a 1911. Por lo que parece correcto datar este documento a lo largo de 1911 para solicitar probablemente la dotación para el año siguiente. Archivo Leonardo Torres Quevedo.

⁵ Carta del Director General de Comercio al Ministro de Fomento, fechada en Madrid el 9 de agosto de 1913. Archivo Leonardo Torres Quevedo.

⁶ Documento firmado por Leonardo Torres Quevedo y dirigido al Director General de Comercio, Industria y Trabajo. Está fechado el 8 de marzo de 1913. Archivo Leonardo Torres Quevedo.

⁷ Carta de Torres Quevedo fechada el 16 de julio de 1914 dirigida a Cesar Silió. Este planteamiento de la firma Astra no parece que sea más que mera retórica, pues bien deberían saber sus directivos la incapacidad de nuestro país para desarrollar empresas de este tipo y de esa envergadura cuando no parece que existiera ni tan siquiera el elemental suministro de hidrógeno. Archivo Leonardo Torres Quevedo.

⁸ Pueden verse estos elogios en «Comptes Rendus de L'Academie des Sciences» del 19-XII-1916. «United Services Magazine» (septiembre de 1914). «The Aeroplane» (20-VII-1919). «The New York Herald» (5-II-1914), así como los folletos de propaganda de la casa «Astra».

⁹ Carta de Torres Quevedo a Cesar Silió fechada el 16 de julio de 1914. Archivo Leonardo Torres Quevedo.

¹⁰ Oficio dirigido por Torres Quevedo al Director General de Comercio, Industria y Trabajo fechado el 8 de marzo de 1913.

¹¹ El local y las competencias del Centro de Ensayos de Aeronáutica debieron permanecer en Guadalajara, haciéndose cargo de ellos la administración militar, pues al menos hasta el comienzo de la Guerra Civil, existió un cuartel de aeroestación militar en aquella localidad.

¹² Informe fechado y transcrito parcialmente en un documento depositado en el Archivo de Leonardo Torres Quevedo.

¹³ Torres Quevedo deja al margen en los años siguientes cualquier tipo de problema aeronáutico. Es únicamente hacia 1919 cuando a instancias del ingeniero militar Sr. Herrera vuelve a retomar este asunto en un proyecto que le resulta muy seductor, como fue la construcción de un dirigible capaz de realizar un servicio regular de viajeros entre España y América. Fue su conocido modelo de dirigible «Hispania».

¹⁴ R. O. de 19 de mayo de 1911.

¹⁵ R. O. publicada en la Gaceta el 5 de marzo de 1907.

¹⁶ MEMORIAS. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Cursos 1907, 1908 y 1909. Madrid, 1910. (p.51).

¹⁷ MORENO, R.; ROMERO, A.; REDRAJO, F. «La recuperación de la Instrumentación científico-histórica del CSIC». *Arbor*, CLIII, N° 603. Madrid, 1996. (pp.9-54).

¹⁸ R. O. publicada en la Gaceta del 12 de junio de 1910.

¹⁹ Asociación de Laboratorios. Archivo JAE. Residencia de Estudiantes.

²⁰ MEMORIAS. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Cursos 1912 y 1913, Madrid, 1914. (p.287).

²¹ Torres Quevedo hace una solicitud de oficio el 8 de marzo de 1913 que dirige al Excmo. Sr. Director General de Comercio, Industria y Trabajo del Ministerio de Fomento. Se conserva copia en el Archivo Leonardo Torres Quevedo.

²² Decreto de 9 de marzo de 1933, publicado en la Gaceta del 12 de marzo del mismo año.

²³ En la sesión del 20 de marzo de 1935 se indica que la Junta «... acordó designar un Secretario Adjunto a fin de eximir al Sr. Castillejo de todo trabajo en la Junta para que pueda concentrar su atención en los trabajos que exige la Fundación ...». Libro de Actas del Consejo de Administración. Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y ensayos de reforma. Archivo JAE. Residencia de Estudiantes.

²⁴ Acta de la Sesión del 20 de Junio de 1934. Libro de Actas del Consejo de Administración. Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y ensayos de reformas. Archivo JAE. Residencia de Estudiantes.

²⁵ Existe una carta de Leonardo Torres Quevedo dirigida a Marcos López jefe del taller, fechada precisamente el 9 de marzo de 1933, donde se hace mención expresa de la protesta planteada por el taller del Laboratorio ante el nombramiento, y la solicitud por parte de Torres Quevedo para que depongan su actitud. Archivo Leonardo Torres Quevedo.

²⁶ Carta de Torres Quevedo a Cesar Silió fechada el 16 de julio de 1914. Archivo Leonardo Torres Quevedo.

²⁷ Catálogo de la Exposición del material científico. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Madrid. 15-20 de junio de 1913. Publicado en Madrid en 1913. Congreso de Valladolid 17-22 de octubre de 1915. Publicado en Madrid en 1915.

²⁸ ARRILLAGA, Francisco de P.: «Discurso leído con motivo de la solemne entrega de la Medalla Echegaray al Excmo. Sr.D. Leonardo Torres Quevedo». Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 1916. (p.31 y 32).

²⁹ «Nota de los aparatos mandados a la ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS». Archivo Leonardo Torres Quevedo. Es un documento de un folio mecanografiado en sus dos caras y aunque está fechado en 1928, en el membrete del papel sigue apareciendo el del Laboratorio de Automática. Se desconocen los motivos que provocan este envío, aunque parece probable que la creación del Ministerio de Economía Nacional en este mismo año, al que pasa la Dirección General de Industria y

con ella el Laboratorio tenga algo que ver. Es probable que el cambio de dependencia formal, no incluyera los bienes muebles del Ministerio de Fomento, y estos pasaran como tales a la Escuela de Caminos que sí sigue dependiendo de este Ministerio. Tampoco se tiene la certeza de que los aparatos que en ella aparecen reflejados (un total de 38 fabricados en el Laboratorio y 10 más adquiridos por éste en casas comerciales), fueran en ese momento todos los que estaban en el Laboratorio, o había más. Por otro lado, se tiene constancia de la existencia en Caminos de aparatos fabricados en el Laboratorio desde el año 1910.

³⁰ Sesión de 16 de octubre de 1933. Archivo Residencia de Estudiantes.

³¹ TORRES QUEVEDO, L.: «Memoria sobre las máquinas algébricas». Bilbao, 1895. SAAVEDRA, E. «Informe interesante sobre una máquina para resolver ecuaciones». *Anuario de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, Madrid, 1895. TORRES QUEVEDO, L.: Discurso de recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 1901. GARCÍA SANTESMASES, J.: «Obra e inventos de Torres Quevedo». Instituto de España, Madrid 1980.

³² De los husillos hoy localizados hay tres en la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos, uno en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y otro lo conserva la familia.

³³ TORRES QUEVEDO, L.: «Une reclamation de priorite a propos du tálékine et des experiences d'antibes». *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Tomo V. Nums. 7,8 y 9, Madrid, julio, agosto y septiembre de 1906.

³⁴ TORRES QUEVEDO, L.: «El dirigible Hispania». Discurso inaugural del VII Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias celebrado en Bilbao en septiembre de 1919. Tomo I, Madrid, 1919. (Véase nota n.º 13).

³⁵ TORRES QUEVEDO, L.: «Arithmomètre electromécanique». *Les Machines á Calculer*. CXXXII, 588-599, Paris, 1920.

³⁶ El 15 de mayo de 1911 Santiago Ramón y Cajal, como Presidente de la JAE, se dirige a Leonardo Torres Quevedo para comunicarle que le ha sido concedida una pensión de un año a Gonzalo Brañas para construir un magnetógrafo mecánico de su invención en los talleres que conforman la Asociación de Laboratorios. Carta conservada en el Archivo Leonardo Torres Quevedo.

Al año siguiente en las Memorias de la JAE se lee: «La construcción hecha por D. Gonzalo Brañas, Catedrático del instituto de Oviedo, de dos modelos de magnetógrafo mecánico de su invención ...». MEMORIAS. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Cursos 1912 y 1913, Madrid, 1914. (p.287).

³⁷ BRAÑAS, G.: «El microrradiógrafo». *La Energía Eléctrica. Revista general de electricidad y sus aplicaciones*. Año XVI, num.16, Madrid, 1914. (pp.301-303).

³⁸ CABRERA, B.: «Acerca de algunos mecanismos adicionales a la balanza Bunge de platillos intercambiables». *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*. T.XI, Madrid, 1913. (pp. 275-280).

³⁹ El Sr. Costa jefe de los talleres del Laboratorio de Automática presenta este modelo de microtomo en la Sociedad Española de Historia Natural en su sesión del 6 de noviembre de 1912. En ella se indica que por sus características puede competir con aparatos similares extranjeros, y además «resulta de un coste mucho menor, pues construyendo unos cincuenta, el precio de cada uno no llegaría a la mitad de lo que cuestan los microtomos Minot (más de 400 pesetas), hoy usados en nuestros gabinetes de micrografía». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Tomo XII, Madrid, noviembre de 1912. (p.32).

⁴⁰ Fué construido para el laboratorio del Sr. Gómez Ocaña catedrático de Fisiología de la Universidad de San Carlos, que lo presentó en el Congreso de Fisiología celebrado en junio de 1910 en el Instituto Internacional Marey.

⁴¹ Aparato construido también para el laboratorio de Gómez Ocaña.

⁴² Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, marzo y abril de 1911.

⁴³ Probablemente este interferómetro sea uno que se ha recuperado en el Instituto de Optica «Daza de Valdés» (2B001). Este aparato sufrió varias transformaciones a lo largo de los años para ser utilizado en montajes específicos. En estas transformaciones seguramente perdió la chapa identificativa del Laboratorio de Automática; no obstante, es idéntico en construcción a uno que aparece fotografiado en el Archivo de Torres Quevedo.

⁴⁴ Este aparato (1A028) fue diseñado por Szilard a lo largo de 1917 durante su estancia en los laboratorios del Instituto de Radiactividad. No aparece recogido ni en los catálogos de la Sociedad Española para el Progreso de las Ciencias ni en la lista de Arrillaga; la razón es que su fabricación es posterior a la edición de estos textos. Tampoco aparece en la relación que se hace con motivo del traslado a Caminos, porque probablemente no estuviera en las dependencias del Laboratorio cuando este se produce. Esto hace pensar en una producción del Laboratorio mucho mayor, y que al no contar hoy físicamente con los aparatos, sea imposible el atestiguarlo.

⁴⁵ PÉREZ SANTANO, M.: «Telegrafía dúplex por líneas aéreas, sistema Santano». *La Energía Eléctrica. Revista general de electricidad y sus aplicaciones*. Año XII, nº 15 y 16, Madrid, 1910. (pp. 277-279 y 299-301).

⁴⁶ BRAÑAS FERNANDEZ, G.: «Nota sobre un nuevo sistema mecánico de registro de las variaciones del campo magnético terrestre». Memoria presentada a la JAE para solicitar una pensión. Archivo JAE. Residencia de Estudiantes, Oviedo, 1910.

⁴⁷ Sesión celebrada el día 11 de enero de 1937. Fundación Nacional para Investigaciones Físicas y ensayos de reforma. Archivo JAE. Residencia de Estudiantes.

Bibliografía

Actas del II Simposio «Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo su obra». Amigos de la Cultura Científica. Edición de GONZÁLEZ DE

- POSADA, F.; ALONSO JUARISTI, P. y GONZÁLEZ REDONDO, A. Madrid, 1993.
- Actas del I Simposio «Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra». Amigos de la Cultura Científica. Edición de GONZÁLEZ REDONDO, F. A. y GONZÁLEZ REDONDO, A. Madrid, 1994.
- ALVAREZ, C.L.: «Al habla con el inventor». *ABC*. N.º extraordinario, Madrid, 25 de marzo 1953.
- ARRILLAGA, F. de P.: «Discurso leído con motivo de la entrega de la Medalla Echegaray al Excmo. Sr. D. Leonardo Torres Quevedo». *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Madrid, sesión celebrada el 12 de marzo de 1916.
- BRAÑAS FERNÁNDEZ, G.: «Nuevo magnetógrafo de registro mecánico automático». *Anales de la Sociedad española de Física y Química*. Año VIII, tomo VIII, Madrid, 1910.
- CAMPOY, A. M.: «Apunte biográfico de Torres Quevedo». *ABC*. N.º extraordinario, Madrid, 25 de marzo 1953.
- Catálogos de la Exposición del Material científico. Publicados por la Asociación española para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Madrid del 15 al 20 de junio de 1913 y Congreso de Valladolid del 17 al 22 de octubre de 1915. Publicados en Madrid en 1913 y 1915.
- «Leonardo Torres Quevedo». Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1978.
- «Leonardo Torres Quevedo». Edición de F. GONZÁLEZ DE POSADA. Biblioteca de la Ciencia Española. Fundación del Banco Exterior, Madrid, 1992.
- Libro de Actas del Consejo de Administración. Fundación Nacional para Investigaciones Físicas y ensayos de reformas. Archivo Residencia de Estudiantes.
- «Los inventos del Sr. Torres Quevedo. Máquinas algébricas. El telekino. Los globos dirigibles». *Revista Ateneo*, Madrid, 1906 (p.193-250).
- MEMORIA. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Años 1907, 1908 y 1909; 1910-1911; 1912-1913; 1914 y 1915; 1924-5 y 1925-6. Publicadas en Madrid los años siguientes.
- MEMORIA. Secretaría General. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Años 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946-47, 1948, 1949, 1950, 1951, 1955-57, 1958, 1959 y 1960. Publicadas en Madrid los años siguientes.
- NOVOA, E.: «El Autómata Ajedrecista». *ABC*. N.º extraordinario, Madrid, 25 de marzo de 1953.
- GANOT, A.: «Tratado elemental de física». 22 edición, Paris, 1900.
- GARCÍA SANTESMASES, J.: «Obra e inventos de Torres Quevedo». Colección Cultura y Ciencia. Instituto de España, Madrid, 1980.
- GONZÁLEZ DEL VALLE, A.: «Torres Quevedo o la imaginación». *ABC*. N.º extraordinario, Madrid 25 de marzo de 1953.
- GUILLEMIN, A.: «El Mundo Físico». Montaner y Simón Editores, Barcelona, 1893.

- «Patentes de Invención de Don Leonardo Torres Quevedo». Registro de la Propiedad Industrial. Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 1988.
- PUIG ADAM, P.: «Torres Quevedo. El Cálculo mecánico y la Automática». *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Madrid, 1953.
- REY PASTOR, J.: «Torres Quevedo y el 98». *ABC*. N.º extraordinario, Madrid, 25 de marzo de 1953.
- RODRÍGUEZ ALCALDE, L.: «Biografía de Leonardo Torres Quevedo». Institución Cultural de Cantabria-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Santander, 1974.
- SÁNCHEZ PÉREZ, J. A.: «Los inventos de Torres Quevedo». *Revista de la Sociedad Matemática española*, Madrid, 1914.
- SZILARD, B.: «Sur un nouvel électromètre á index rigide destiné à la mesure des radiations». *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de L'Academie des Sciences*. Tomo 174. Año 1922, (p. 1618-1620).
- SZILARD, B.: «Sur le dosage direct de très faibles quantités de radium par les rayos pénétrants». *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de L'Academie des Sciences*. Tomo 174. Año 1922, (p. 1695-1698).
- SZILARD, B.: «Sur une méthode de comparaison permettant la mesure de courants extrêmement faibles». *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de L'Academie des Sciences*. Tomo 180. Año 1925, (p. 576-578).
- TORRES Y QUEVEDO, L.: «Ensayos sobre automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones». *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Madrid, enero 1914, (p.391-419).
- TORRES-QUEVEDO POLANCO, G.: «Torres Quevedo y la Automática». *Revista de Obras Públicas*. Año XCIX. Núm. 2831, Madrid, marzo 1951 (p.99-109).