



**Universidad de Cantabria. Aula de la Ciencia**  
Departamento de Matemáticas, Estadística y Computación

Ciclo de Talleres Divulgativos  
**“Matemáticas en Acción 2008”**

Santander, 18 de marzo de 2009

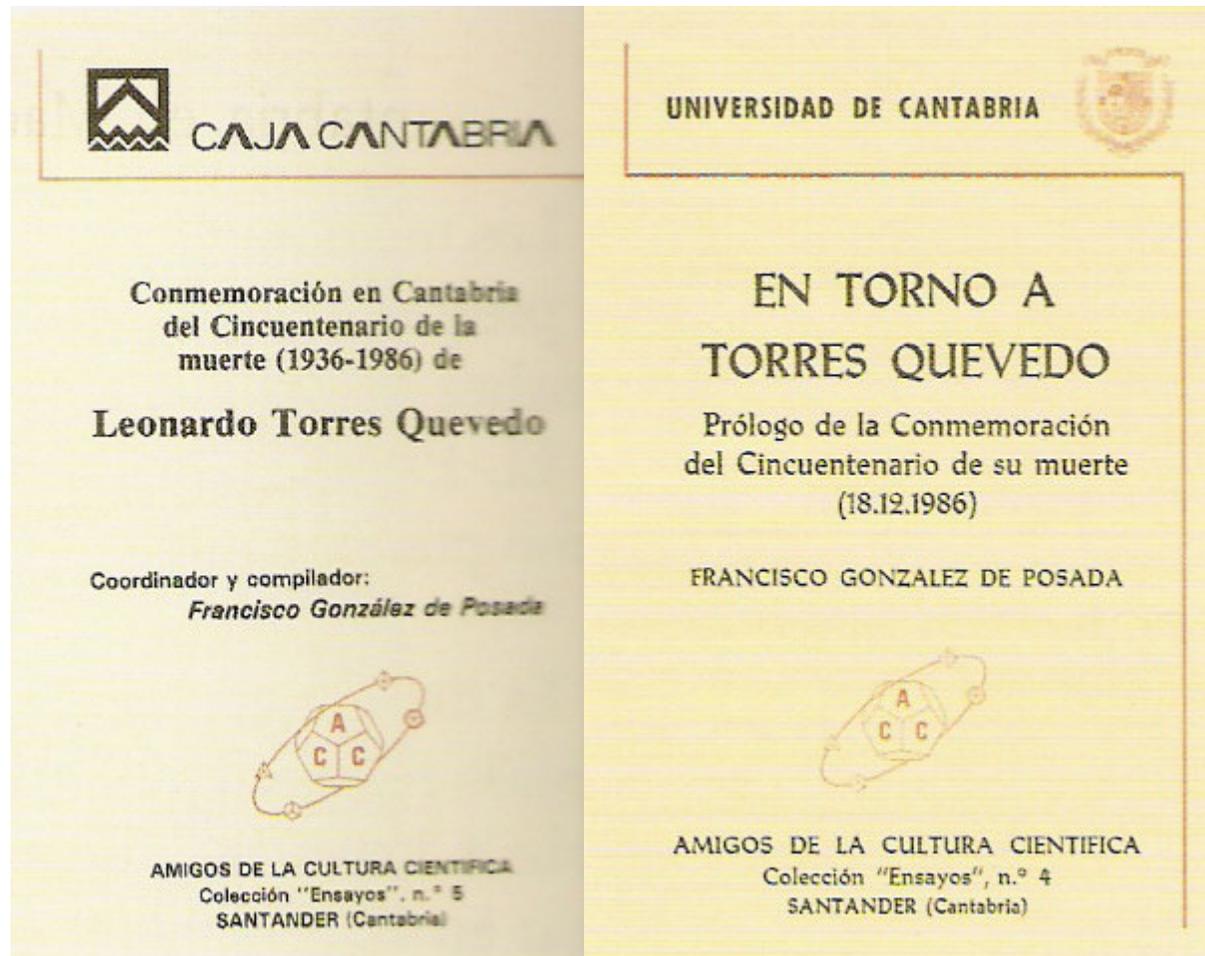
# **LEONARDO TORRES QUEVEDO Y LAS MÁQUINAS DE CALCULAR**

Francisco González de Posada

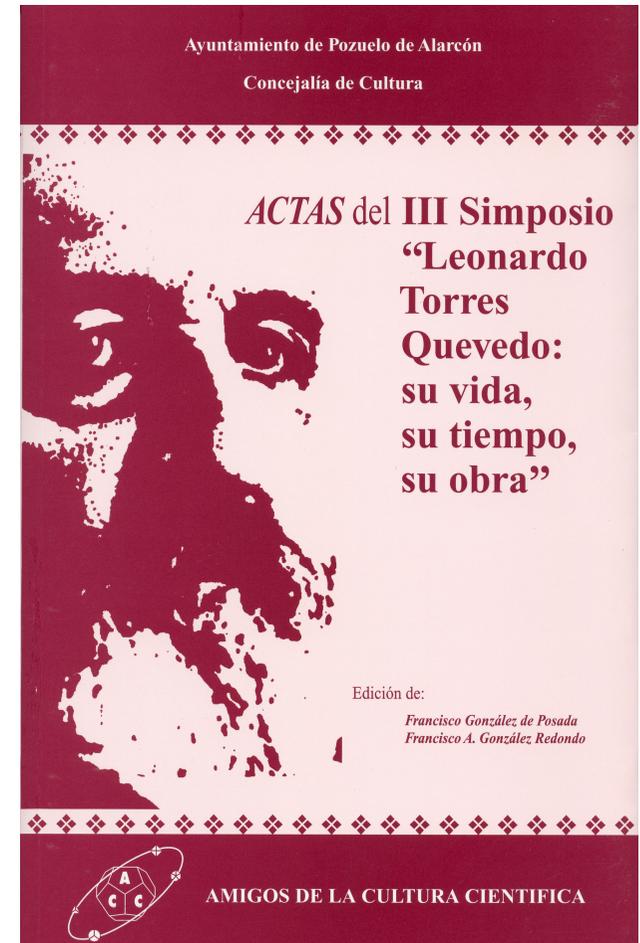
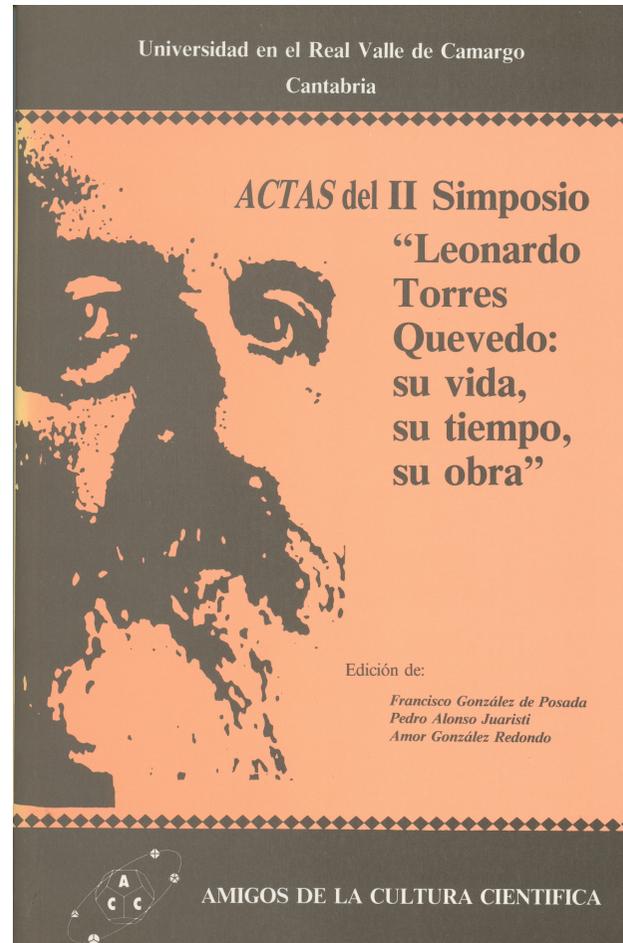
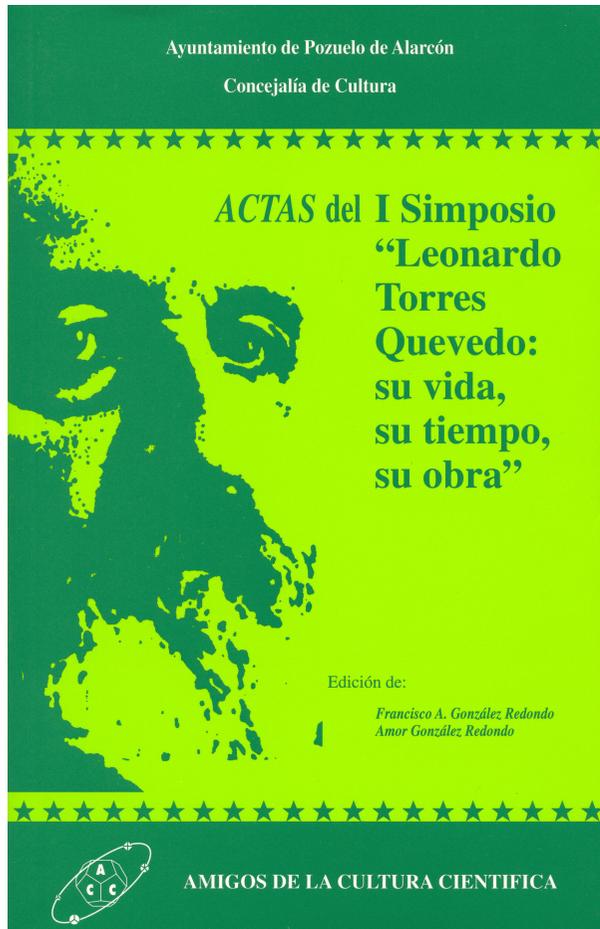
# I. Publicaciones torresquevedianas (1)

<p>FUNDACION LE</p> <p>F. Go</p> <p>HACIA LA IN DEL PREMIO NA LEONARDO</p> 	<p>GOBIERNO DE CANTABIA Consejería de Cultura, Educación</p> <p>F. González de Posada</p> <p>EN LA CONMEMORACION DEL CINCU DE LA MUERTE DE LEONARDO TORRES QUEVEDO</p>  <p>Monumento a Torres Quevedo en Santa Cruz (Molledo), inaugurado el día 18 de Diciembre</p>	<p>CAJA DE AHORROS DE SANTANDER Y CANTABRIA</p> <p>TEXTOS MOLLEDENSES (relacionados con la conmemoración del cincuentenario de la muerte de Leonardo Torres Quevedo)</p>  <p>(Parte superior del monumento a L. Torres Quevedo, en Santa Cruz de Iguña)</p>	<p>AYUNTAMIENTO DE MOLLEDO</p> <p>F. González de Posada</p> <p>LEONARDO TORRES QUEVEDO: BUSQUEDA DE TEMPLO, ARA Y ESTATUA</p>  <p>Casa de Santa Cruz de Iguña donde nació Leonardo Torres Quevedo.</p>
<p>AULA DE CULTU 18</p>	<p>AULA DE CULTURA CIENTIF 31</p>	<p>AULA DE CULTURA CIENTIFICA 32</p>	
	<p>AULA DE CULTURA CIENTIFICA 27</p>	<p>AULA DE CULTURA CIENTIFICA 28</p> 	

# I. Publicaciones torresquevedianas (2)



# I. Publicaciones torresquevedianas (3)





I. Publicaciones  
torresquevedianas  
(5)

LEONARDO  
TORRES  
QUEVEDO

Edición de  
Francisco González de Posada



FUNDACION  
BANCO  
EXTERIOR

BIBLIOTECA DE LA CIENCIA ESPAÑOLA

# I. Publicaciones torresquevedianas (6)

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID  
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

LEONARDO TORRES QUEVEDO,  
PRECURSOR DE LA INFORMATICA.  
VALORACION PORMENORIZADA  
Y CONTEXTUALIZADA  
DE LA SINGULARIDAD HISTORICA DE SU OBRA  
COMO CREADOR DE LA AUTOMATICA

TESIS DOCTORAL

ALFONSO HERNANDO GONZALEZ  
Licenciado en Ciencias Físicas

1995

# I. Publicaciones torresquevedianas (8)

Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote

Cabildo de Lanzarote

Oficio-Cultural Blas Cabrera  
ecife (Lanzarote)

Municipio de Yaiza  
Lanzarote

*ACTAS del  
IV Simposio “Ciencia y Técnica  
en España de 1898 a 1945:  
Cabrera, Cajal, Torres Quevedo”*

*ACTAS del  
Simposio “Ciencia y Técnica  
España de 1898 a 1945:  
Cabrera, Cajal, Torres Quevedo”*

*ACTAS del  
Simposio “Ciencia y Técnica  
España de 1898 a 1945:  
Cabrera, Cajal, Torres Quevedo”*

*ACTAS del  
Simposio “Ciencia y Técnica  
España de 1898 a 1945:  
Cabrera, Cajal, Torres Quevedo”*

Edición de:  
*Francisco González de Posada  
Francisco A. González Redondo  
Dominga Trujillo Jacinto del Castillo*

*Francisco González de Posada  
Francisco A. González Redondo  
Dominga Trujillo Jacinto del Castillo*

*Francisco González de Posada  
Francisco A. González Redondo  
Dominga Trujillo Jacinto del Castillo*

*Francisco González de Posada  
Francisco A. González Redondo  
Dominga Trujillo Jacinto del Castillo*

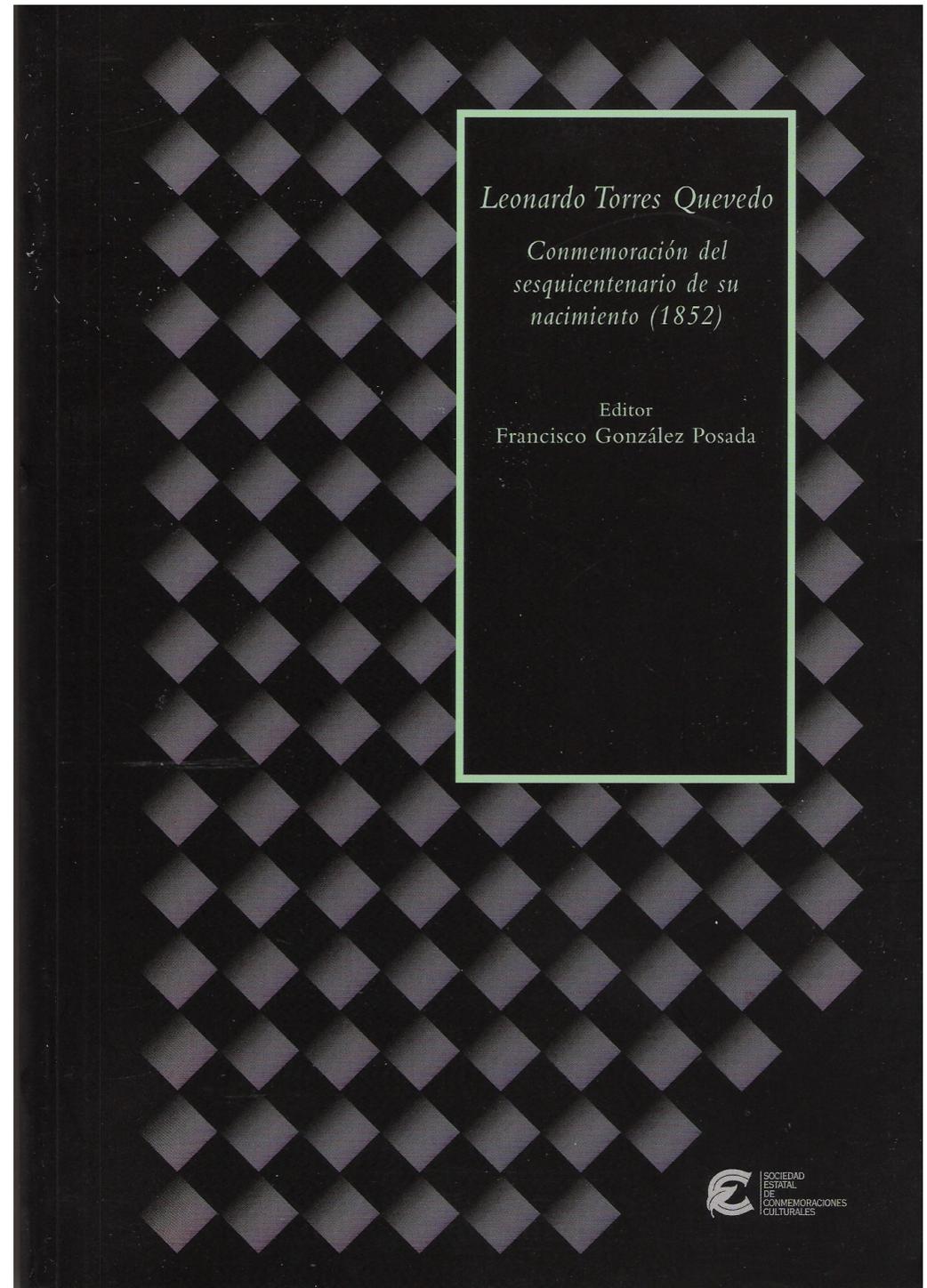
*Francisco González de Posada  
Francisco A. González Redondo  
Dominga Trujillo Jacinto del Castillo*

*Francisco González de Posada  
Francisco A. González Redondo  
Dominga Trujillo Jacinto del Castillo*

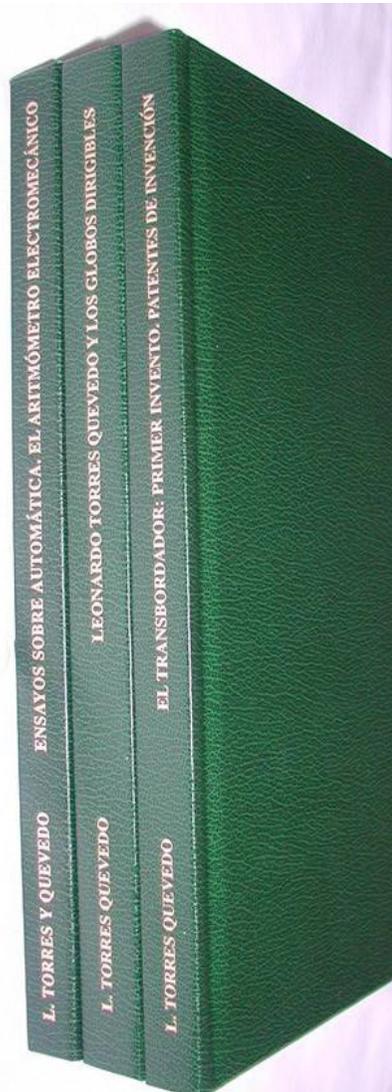
*Francisco González de Posada  
Francisco A. González Redondo  
Dominga Trujillo Jacinto del Castillo*

AMIGOS DE LA CULTURA CIENTÍFICA

# I. Publicaciones torresquevedianas (9)



# Publicaciones torresquevedianas (10): Trilogía documental



ENSAYOS SOBRE  
EL ARITMÓMETRO E

ESSAYS ON A  
ELECTROMECHANICAL  
MACH

ESSAIS SUR L'  
L'ARITMOMÈTRE ÉL



LEONARDO TORRES  
Y LOS GLOBOS



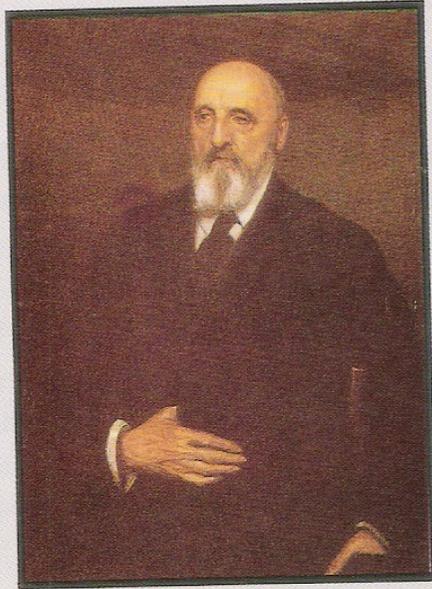
EL TRANSBORDADOR:  
PRIMER INVENTO DE  
LEONARDO TORRES QUEVEDO.  
PATENTES DE INVENCION

Registro de la Propiedad Industrial  
Ministerio de Industria y Energía



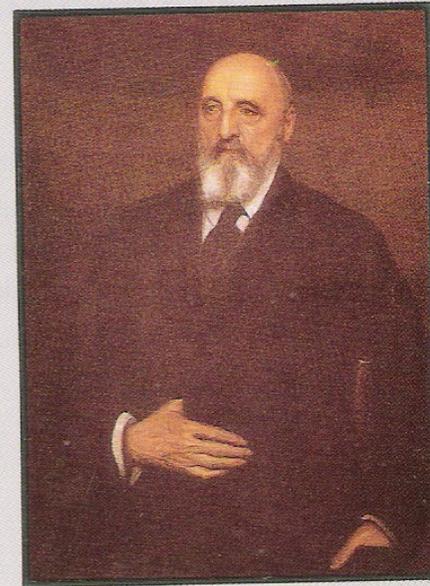
## II. Exposiciones torresquevedianas (2)

LEONARDO  
TORRES QUEVEDO



LIBURUTEGI ETA KULTUR  
ETXEEN UDAL PATRONATUA

LEONARDO  
TORRES QUEVEDO

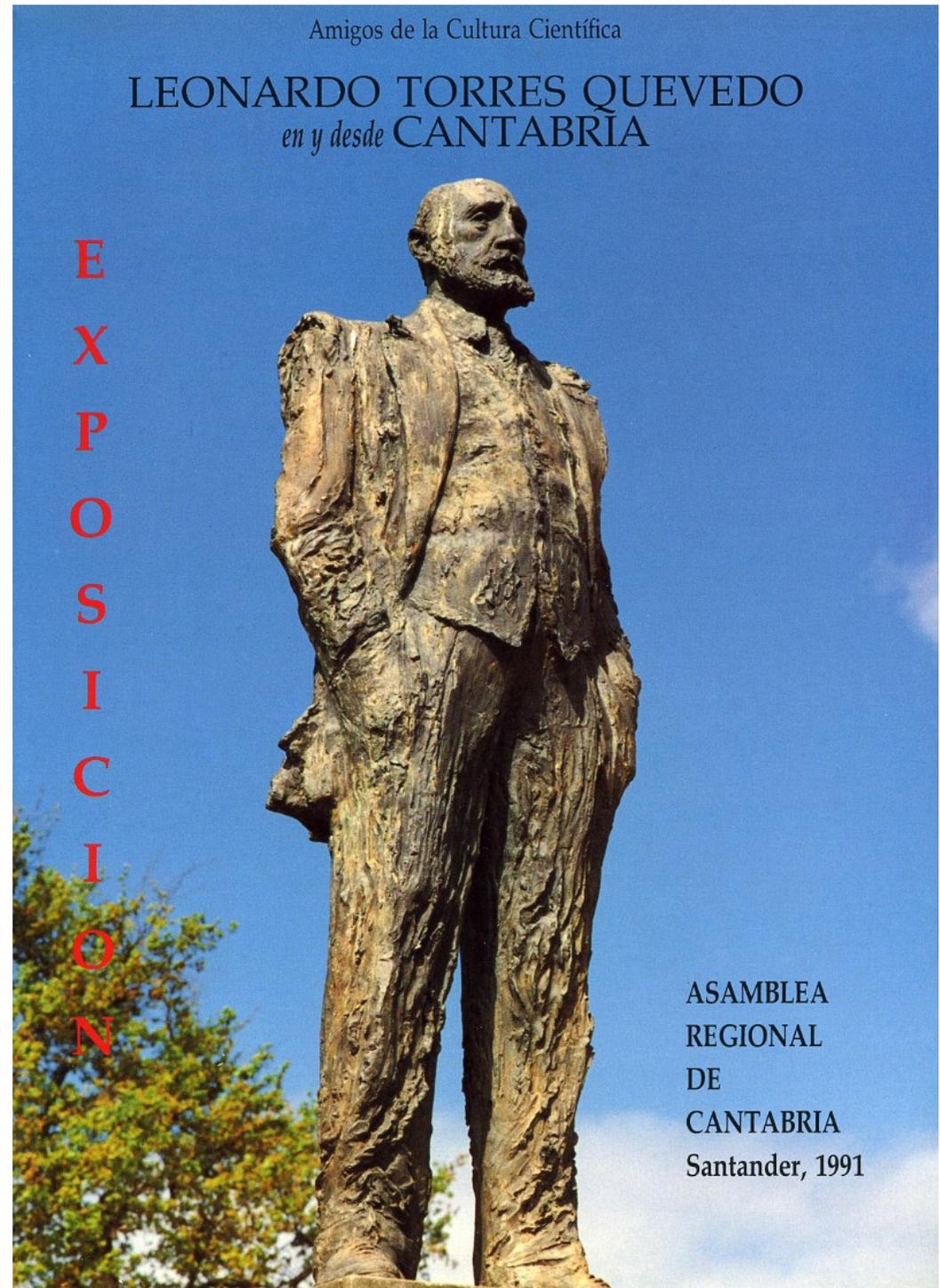


PATRONATO MUNICIPAL DE BIBLIOTECAS  
Y CASAS DE CULTURA

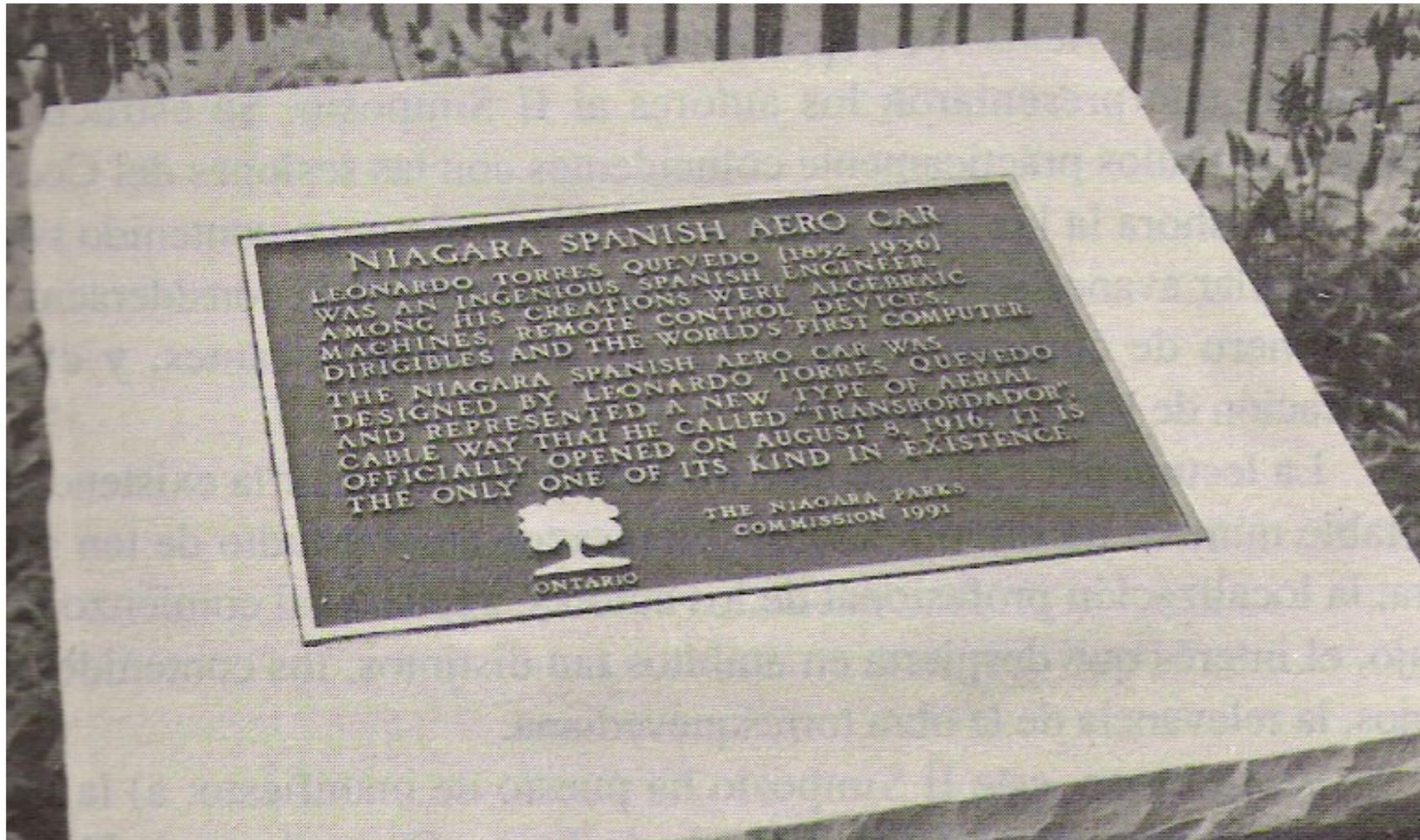


## II. Exposiciones torresquevedianas (12)

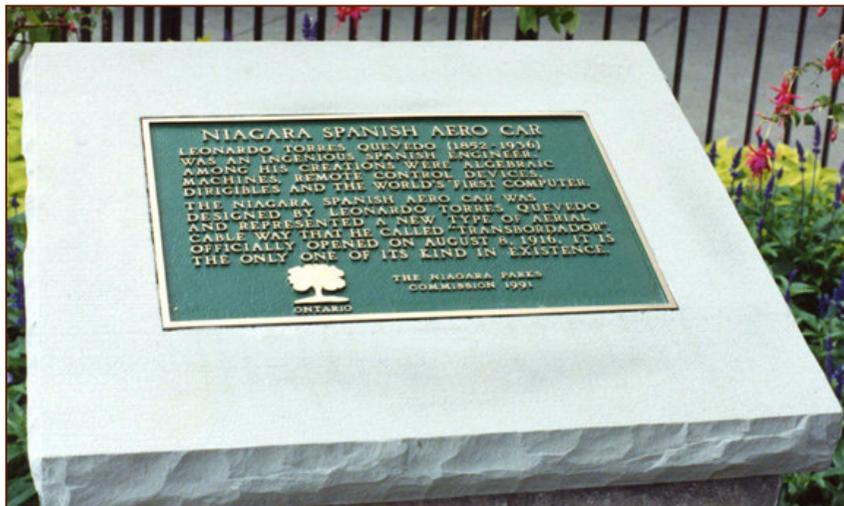
V. Monumentos (1):  
Santa Cruz de Iguña  
(Molledo, Cantabria)



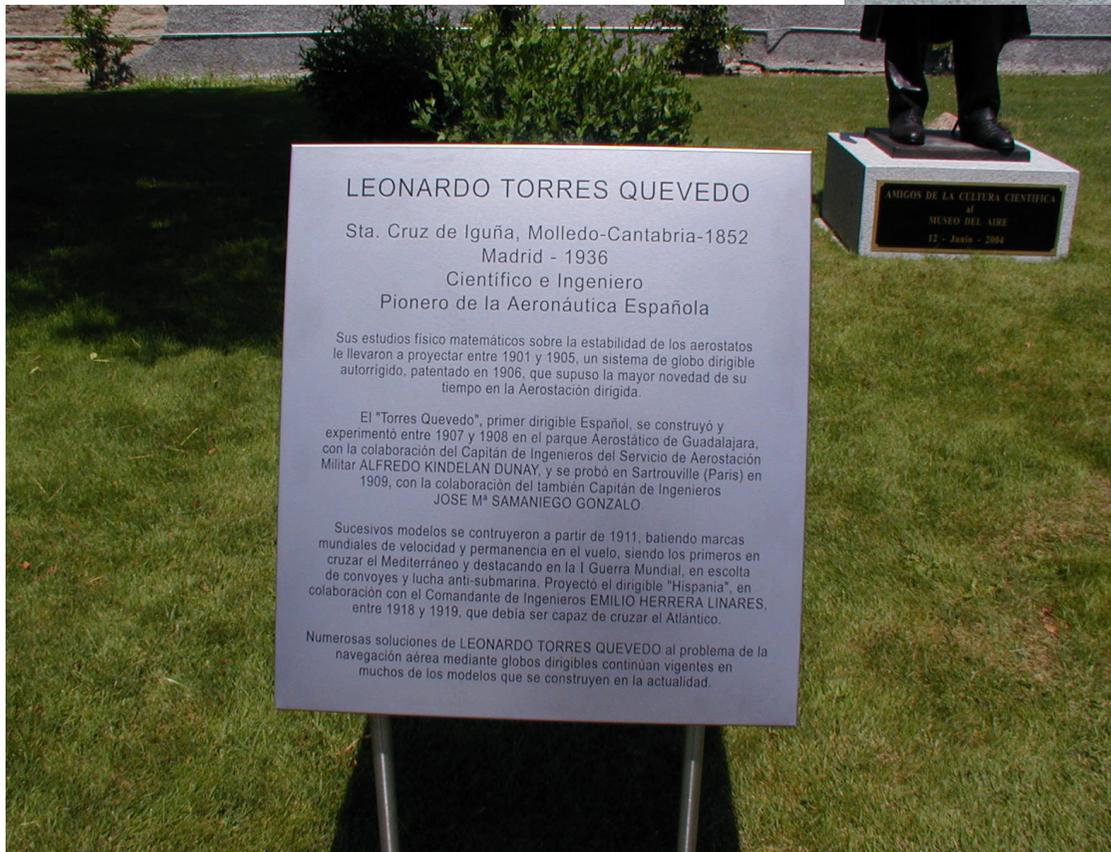
## IV. Monumentos (2): Niágara (Canadá)



## El Transbordador del Niágara



# Monumentos (3): Presencia en el Museo del Aire (Madrid)



# Monumentos (4): Estatua para Santander



**OBRA SOCIAL**  
EL ALMA DE "LA CAIXA"

OCTUBRE  
NOVIEMBRE  
DICIEMBRE  
2008

# Agenda de actividades

# COSMOCAIXA

MADRID

**Obra Social**  
Fundación "la Caixa"

## Leonardo Torres Quevedo, el más prestigioso inventor de su época

**SÁBADO 6 DE DICIEMBRE DE 2008 A LAS 12.30 H**

España ha tenido científicos importantes, algunos son bien conocidos, pero sin duda, uno de los grandes olvidados y poco conocidos es Leonardo Torres Quevedo.

En su época fue el ingeniero español más importante, un gran científico que desarrolló numerosos inventos reconocidos internacionalmente, sobre todo en el campo de la automática, es considerado como precursor de la informática.

En 1914 publicó una memoria titulada "Ensayos sobre Automática". Con este trabajo Torres Quevedo muestra la posibilidad de diseñar un computador digital electromecánico 20 años antes de que se empezaran a construir.

En 1903, Torres Quevedo diseñó y construyó el primer aparato de radiocontrol del mundo, el telekino, presentándolo en la Academia de Ciencias de París.

En 1920 construyó el "aritmómetro electromecánico", que era una máquina calculadora junto con una máquina de escribir, que se puede considerar antecesora de la calculadora digital.

Otros de los inventos de Torres Quevedo fueron los jugadores ajedrecistas, que se consideran como precursores de la inteligencia artificial.

Ponente: **Francisco González de Posada**, Catedrático de Física Aplicada de la E.T.S. de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid y Presidente de la Asociación de la Cultura Científica

## LA PROYECCIÓN INTERNACIONAL DE LA OBRA AERONÁUTICA DE LEONARDO TORRES QUEVEDO

**DOMINGO 7 DE DICIEMBRE DE 2008 A LAS 12.30 H**

Leonardo Torres Quevedo ha pasado a la historia como "el más prodigioso inventor de su época" según Maurice d'Ocagne.

Su concepción de las máquinas algebraicas (1893), y sobre todo sus jugadores ajedrecistas (1912-1920) y su aritmómetro electromecánico (1920) le convierten en uno de los principales pioneros de la informática.

Su proyecto de trasbordador fue construido por primera vez en 1907 en San Sebastián y actualmente existe uno en las Cataratas del Niágara en Canadá, en funcionamiento desde 1917.

Además de su impresionante contribución a la historia mundial de la aeronáutica con un proyecto de dirigible (1902) que proporcionó los fundamentos para 100 años en diseños aerostáticos.

Ponente: **Francisco A. González Redondo**, Departamento de Álgebra de la UCM

### DESCUBRE

[ACTIVIDAD GRATUITA]

#### INVENTOS E INVENTORES

**6, 7 y 8 de diciembre de 2008**

Horario: de 10.00 a 20.00 h

Presentamos a *Leonardo Torres Quevedo* (1852 - 1936), gran científico español, que desarrolló numerosos inventos reconocidos internacionalmente, sobre todo en el campo de la automática, considerándosele como precursor de la informática.



**ACTIVIDAD GRATUITA**

En 1907 construyó en San Sebastián el primer trasbordador apto para el transporte humano. A partir de aquí construyó muchos otros, pero el más famoso es el de las Cataratas del Niágara llamado "Spanish Aerocar", que se inauguró en 1916, siguiendo hoy en día en pleno funcionamiento.

En 1902 presentó un nuevo modelo de dirigible, con muchas mejoras respecto a los ya existentes. En 1905 construyó el primer dirigible español, llamado el "España".

En 1903, Torres Quevedo diseñó y construyó el primer aparato de radiocontrol del mundo, el telekino.

Otros de los inventos de Torres Quevedo fueron los jugadores ajedrecistas, que se consideran como precursores de la inteligencia artificial, el primero en 1912.

En 1914 publicó una memoria que muestra la posibilidad de diseñar un computador digital electromecánico 20 años antes de que se empezaran a construir.

En 1920 fabricó el "aritmómetro electromecánico", que se puede considerar antecesora de la calculadora digital.

**Acércate a CosmoCaixa y podrás descubrir algunos de estos inventos originales, y te sorprenderás por ejemplo del tamaño del primer mando a distancia o el aspecto del precursor de las calculadoras actuales...**

Conferencias, ver páginas 15 y 16  
LEONARDO TORRES QUEVEDO, EL MÁS PRESTIGIOSO INVENTOR DE SU ÉPOCA  
[SÁBADO 6 DE DICIEMBRE, 12.30 H]

LA PROYECCIÓN INTERNACIONAL DE LA OBRA AERONÁUTICA DE LEONARDO TORRES QUEVEDO  
[DOMINGO 7 DE DICIEMBRE, 12.30 H]

# FIGURAS, DE LA AERONÁUTICA ESPAÑOLA

XI JORNADAS DE ESTUDIOS HISTÓRICOS AERONÁUTICOS

LUÍS AZCÁRRAGA PÉREZ CABALLERO

EMILIO HERRERA LINARES

JORGE LORING MARTÍNEZ

LEONARDO TORRES QUEVEDO

ESTEBAN TERRADAS E ILLA

JOSÉ ORTIZ ECHAGÜE

ALFREDO KINDELÁN DUANY

PEDRO VIVES VICH

ALFONSO ORLEÁNS Y BORBÓN

Fundación  Aena

portada

## Leonardo Torres Quevedo

El más prodigioso inventor de su tiempo

Francisco González de Posada

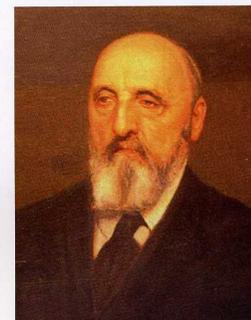
El año 2007 se declaró "Año de la Ciencia". Por nuestra parte, completando el lema formalmente oficial, hemos considerado oportuno introducir en el panorama cultural científico español el siguiente: "Año de la Ciencia \* 2007 \* Año Torres Quevedo". Dos acontecimientos de importancia técnica tuvieron lugar en el año 1907 relacionados con la enorme capacidad inventiva de Leonardo Torres Quevedo (Santa Cruz de Iguña, Molledo, Cantabria, 1852; Madrid, 1936):

- La botadura del dirigible "Torres Quevedo" en el Parque Aerostático Militar de Guadalajara; y
- La inauguración del Transbordador del Monte Ulía en San Sebastián.

Estos dos hechos relevantes se sitúan en el proceso de la "Conquista del Aire", feliz logro de la humanidad, que caracterizó las primeras décadas del siglo XX. Los inventos del ingeniero español relacionados con dirigibles y transbordadores constituyen el objeto primordial de este artículo sobre el montañés más ilustre que debe hacer suyo la actual Cantabria. Late, cronológicamente, 1907-2007, la idea de *conmemoración* centenaria, que entendemos al modo de Ortega: "Commemorar es recordar con vistas al futuro".

Pero otros inventos fueron tan relevantes o más que los correspondientes a estos capítulos de la Conquista del Aire y, sobre todo, de suma actualidad. Pueden recordarse con estos títulos: 1) máquinas de calcular analógicas; 2) la obra escrita, capital en la historia universal de la ciencia y de la técnica, de índole teórica *Ensayos sobre Automática*; 3) la asociada a ésta de demostración práctica *El aritmómetro electromecánico*, cuya concepción y realización debe considerarse como el primer ordenador del mundo en el sentido actual; y 4) el *telekino*, primer dispositivo de mando a distancia.<sup>1</sup>

El ingeniero español fue considerado "el más prodigioso inventor de su tiempo" por Maurice d'Ocagne, presidente de la *Société Mathématique de France*.



Leonardo Torres Quevedo

### Primera parte

Los dirigibles de Torres Quevedo

A modo de frontispicio: "La historia universal de la aerostación no puede escribirse sin referencias destacadas y primiciales a la obra en dirigibles de Torres Quevedo".<sup>2</sup>

En 1900, Torres Quevedo alcanzó un lugar preminente en la ciencia española debido al notable reconocimiento de su capacidad inventora en la vecina y científicamente desarrollada Francia; de hecho, ha concluido el edificio teórico y las demostraciones prácticas necesarias de sus máquinas analógicas. Elige otro tema: los dirigibles, cuestión que, en aquellos momentos, es de suma actualidad. ¿Qué bien recuerda y describe Arrillaga la coyuntura del problema y la actitud del inventor!

<sup>1</sup> Perspectivas generales de sus obras e inventos, con numerosos documentos originales del propio Torres Quevedo, pueden verse en González de Posada (1982) en la tirada de libros de INTEMAC (1996), (2002) y (2006) citadas como obras de Torres Quevedo que se presentan con ensayos introductorios de González de Posada.

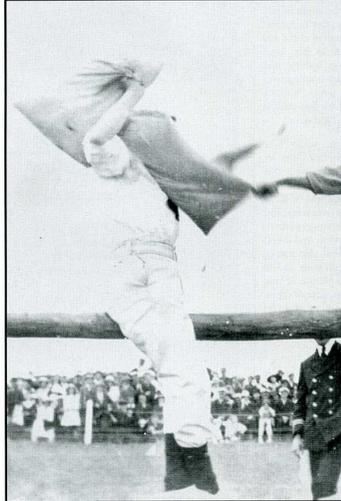
<sup>2</sup> Ensayo introductorio de Torres Quevedo (2006).

<sup>3</sup> Arrillaga, F. de P. (1916), "Discurso", en *Discursos leídos en la Solemne sesión celebrada bajo la Presidencia de S. M. el Rey el día 12 de marzo de 1916*, págs. 35-54. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, pag. 41.

THE JOURNAL OF THE AIRSHIP HERITAGE  
 PUBLISHED BY THE AIRSHIP HERITAGE TRUST: No. 53 - Spring 2008  
 This journal is free to Members of AHT (FOCAS). OTHER COPIES £7.00

# Dirigible

FIGHTING F



FUN AND GAMES AT R.N.A.S.

www.airshipsonline.co.uk

WHEN YOU'RE TIRED OF YOUR COMPUTER SCREEN, RE

## TORRES QUEVEDO'S TRILOBED AUTORIGID AIRSHIP A CENTENNIAL CELEBRATION

By Francisco A. González Redondo  
 Department of Algebra, Faculty of Education, Universidad Complutense de Madrid  
 English translation assisted by Liz Manning

On 14<sup>th</sup> June 1908 the first flight of the "Torres Quevedo," a trilobed autorigid airship, took place at the Aerostatic Service in Guadalajara, Spain. It was the culmination of several previous trials with other aircraft in those days, undertaken during the summer of 1907. Designed and patented by a young engineer, Leonardo Torres Quevedo, this system soon spread throughout the world - subsequent to the test flights during October 1909, under the supervision of the French Astra Company. Around 30 airships were built between 1911 and 1936, along with more than 60 in the United Kingdom between 1916 and 1918. Some were sold to the Russian Army, and to the United States and Japanese Navies. Although often overlooked in the speaking world, this centennial is an important milestone in lighter-than-air history and *Dirigible* should not ignore it.

**The Problem of Flight**  
 In 1901 Torres Quevedo embarked on the search for the solution to one of the biggest challenges that mankind has faced at the beginning of 20th Century: Flight. In those days 'Aviation' did not exist and there would not be a real solution to the problem until the First World War. The only aircraft were balloons and what would become known as "airships": a kind of "dirigible balloon" which then lacked any in-depth scientific study.

At the time there were two principal airship types: *rigids*, built according to the designs of German Count Ferdinand von Zeppelin; and *non-rigids*, the best known being those tested in France by the Brazilian sportsman and millionaire Alberto Santos Dumont. The former type had an internal rigid metal frame housing several hydrogen-filled cells, with a fabric outer cover over the whole structure. This gave them a stable form, but they could not be folded when deflated, the exterior mounted elements resulted in considerable drag resistance and they also suffered transverse oscillations. In contrast, the latter type had a single impermeable hydrogen-filled envelope without rigid elements. They could be disassembled and were easily transportable when deflated, but they were dependent on internal overpressure to maintain their shape, and needed rigging along the whole envelope to prevent the weight of the gondola from bending the airship in the middle.

On 5<sup>th</sup> May 1902 Torres Quevedo's technical scientific research came together when he applied for a Patent in France for 'Perfectionnements aux aerostats dirigibles' ('Improvements in dirigible aerostats'). In this patent Quevedo concentrated on the question of stability (of form and in-flight) while other scholars were still principally concerned with propulsion. A few days later he presented to both Madrid and Parisian Academies of Science some of his first reports on the general theoretical principals of aeronautics and technical plans.

The international resonance of the new developments had a huge effect on the aeronautical world, and by the end of 1902 the report at Paris's Academy of Science was included in the French journal *L'Aerophile* and an

English translation was published in *Aeronautics*. Soon afterwards, in 1903, Torres Quevedo presented a new system of Science in Madrid entitled ("Stretched balloons") in which the possibility of eliminating all interior structure and of removing that the interior pressure of the envelope would make the airship

In March 1905, with the collaboration of the Engineer, Captain Alfredo Cerezo, Technical Assistant, the construction of the first airship began at Madrid's "Beti-Jai" neighborhood. On 26<sup>th</sup> June 1906, the joining of the frame (made up of non-rigid elements) and the balloon was inflated to 60 km east of Madrid.



26 June 1906 - Torres Quevedo

With the shape of the aircraft of the 11<sup>th</sup> July he applied for a general patent for a *sistema de globos fusiformes* (fusiform balloon system) of collapsible cylindrical shape. Later the balloon (at that time spherical) was moved to the Parque Aerostático, 60 km east of Madrid.

By July 1907 the airship 'Torres Quevedo' came into existence (fully equipped).

Octubre 2008 nº4

# cicNetwork

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Revista semestral de los Centros de Investigación Cooperativa de Euskadi

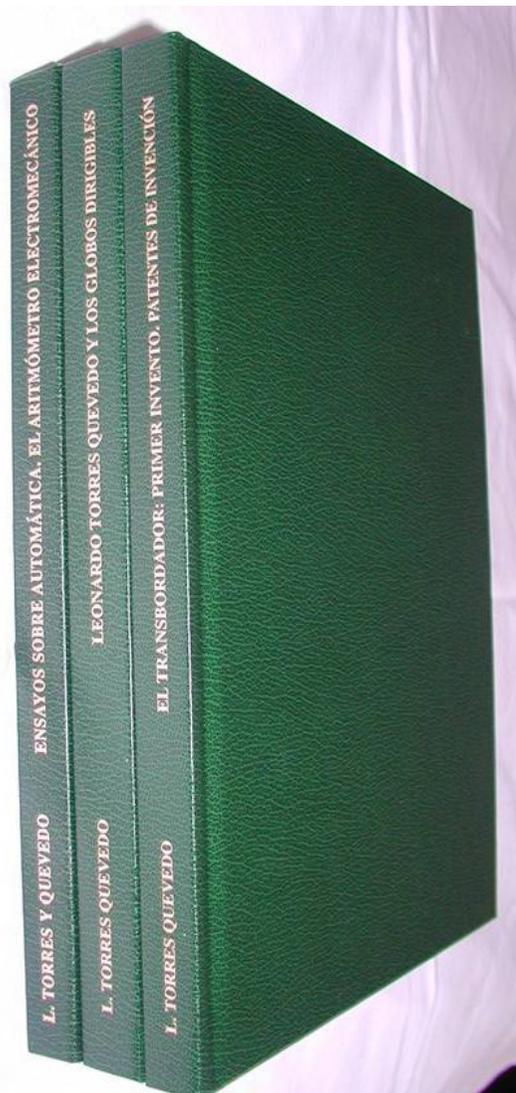
**José Elguero**  
 Entrevista con el premio Nacional de Investigación Ramón y Cajal

**Francisco J. Ayala**  
 Las tres grandes fronteras de la Biología Humana

Proyectos de Investigación  
 CITI-IK4, CIC marGUNE, GAIKER-IK4 y UPV/EHU

## Ciencia, comunicación y sociedad

Artículo de Jorge Wagensberg  
 Mesa de ideas con Pedro Miguel Itxenike, Francisco G. Olmedo, Rafael Pardo y Cristina Ribas, moderada por José M. Mato



## PATENTES SOBRE HELICÓPTEROS

obtenidas por  
D. Federico Cantero Villamil



**Federico Cantero Villamil,**  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos:  
**su dedicación a la Aeronáutica**

**Francisco González de Posada**  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Catedrático de Fundamentos Físicos  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Universidad Politécnica de Madrid

Una de las aspiraciones máximas de la humanidad, si no la mayor, en el primer tercio del siglo XX fue la denominada *Conquista del Aire*. Así, una de las fronteras del conocimiento científico y de las esperanzas y de los logros técnicos se situaría en el territorio disciplinar de la Aeronáutica. En aquellos momentos iniciales no existían en España estudios de Ingeniería Aeronáutica. El Servicio de Aerostación militar creado en la Academia de Ingenieros de Guadalajara preparaba con prioridad, lógicamente, pilotos (al principio, obviamente, sólo de globos) –no ingenieros inventores y constructores– y ofreció con los años un extenso número de geniales aeronautas y de auténticos héroes. Por otra parte, eran tiempos en los que los jóvenes más dotados intelectualmente, y dispuestos al sacrificio que exigía una intensa preparación científica y técnica, lograban acceder a los estudios de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, aunque posteriormente se dedicaran a múltiples diferentes campos. Pueden recordarse, por ejemplo, José de Echegaray, creador del Banco de España, premio Nobel de Literatura y catedrático de física matemática, y Práxedes Mateo Sagasta, reiterado presidente del Gobierno en alternancia con Antonio Cánovas del Castillo durante la época denominada Restauración<sup>1</sup>. En España el interés por la naciente Aeronáutica se puso de manifiesto de manera inmediata en el sentido anunciado por los Ingenieros militares de la Academia de Guadalajara, y, de forma sorprendente, en fecha tan temprana como 1901, con la entrada apoteósica de Torres Quevedo en el panorama mundial de la Aerostación.

<sup>1</sup> Como canto de cisne de esta época centenaria puede recordarse que en el primer gobierno de la Monarquía de Juan Carlos I cinco de los ministros eran ingenieros de Caminos; uno de ellos, Leopoldo Calvo Sotelo, posteriormente también presidente del Gobierno.

INSTITUTO DE ESPAÑA

**LEONARDO TORRES QUEVEDO:  
EL INVENTOR ESPAÑOL  
MÁS UNIVERSAL**

POR EL EXCMO. SR. D.

**FRANCISCO GONZÁLEZ DE POSADA**

ACADÉMICO DE LA REAL ACADEMIA  
NACIONAL DE MEDICINA



MADRID, 2009



LEONARDO TORRES QUEVEDO  
Y LA CONQUISTA DEL AIRE

Centenario de la botadura del dirigible "Torres Quevedo"

1907 • GUADALAJARA • 2007

CICLO DE CONFERENCIAS

Noviembre 2007-Enero 2008



TEATRO-AUDITORIO "BUERO VALLEJO"  
C/ Cifuentes, 30 (GUADALAJARA)



Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
Demarcación de Castilla-La Mancha



LEONARDO TORRES QUEVEDO  
Centenario del PRIMER DIRIGIBLE ESPAÑOL  
1908\*GUADALAJARA\*2008

ACTIVIDADES CONMEMORATIVAS  
Junio 2008



## DIFUSIÓN INTERNACIONAL

Desencadenada la I Guerra Mundial y constituida *Airships Ltd*, filial de *Astra*, en el Reino Unido se inicia la producción masiva de dirigibles del sistema Torres Quevedo de tres series sucesivas: "Coastal" (30 unidades de 4810 m<sup>3</sup>), "Coastal Star" (10 unidades de 5960 m<sup>3</sup>) y North Sea (18 unidades de 10190 m<sup>3</sup>).

La propia Marina francesa adquirió en abril de 1916 un dirigible torresquevediano británico, el "Coastal 4", como hizo el Imperio Ruso, encargando cuatro "Coastal", recepcionados en octubre de 1916.

Al año siguiente, con la entrada de los EE.UU. en la Guerra, sus pilotos se entrenaron con el "North Sea 7" y adquirieron el "North Sea 14" al final de la contienda.



A mediados de 1916 comenzaron los encargos de la Marina Francesa a la casa *Astra*, que empezaría a entregar en 1917: los "AT-1" a "AT-4" de 6500 m<sup>3</sup>, "AT-5" a "AT-9" de 7600 m<sup>3</sup>, y los "AT-10" a "AT-17" de 8300 m<sup>3</sup>, destinados al Canal de la Mancha y el Mediterráneo, en la costa francesa, Argelia y Túnez.

Transferidos a la US Navy en marzo de 1918 los "AT-1" y "AT-13" para patrullar el Canal de la Mancha, terminada la Guerra recibieron el "AT-18" de 10700 m<sup>3</sup>.

Finalmente, en 1923 se entregarían los dos últimos dirigibles torresquevedianos construidos por *Astra*: el "AT-19" para la Armada francesa y el "AT-20" para la Marina Imperial Japonesa, ambos de 10700 m<sup>3</sup>.

## NOTAS DE ACTUALIDAD

Terminada la I Guerra Mundial Torres Quevedo diseña el dirigible "Hispania" para resolver el problema de los viajes transatlánticos, actividad que, sin embargo, realizarán más tarde con gran éxito los dirigibles *Zeppelin* de hidrógeno... hasta el desastre del "Hindenburg" en 1937, que pondrá punto final a los dirigibles rígidos.

El sistema torresquevediano, por el contrario, seguirá vigente a lo largo del siglo XX. En 1931 la casa francesa *Zodiac* retomaba la construcción de dirigibles *autorrigidos* trilobulados con los "V-11" y "V-12". En 1940 la US Navy encargaba a *Goodyear* globos cautivos tetralobulados para la vigilancia de las costas. Y en 1978 se ensayará en Francia el catamarán doblemente trilobulado "Dino-saure".



Pero las diferentes aportaciones de Torres Quevedo contenidas en sus patentes de 1902, 1906, 1914 y 1919 siguen vigentes en los dirigibles construidos hoy.

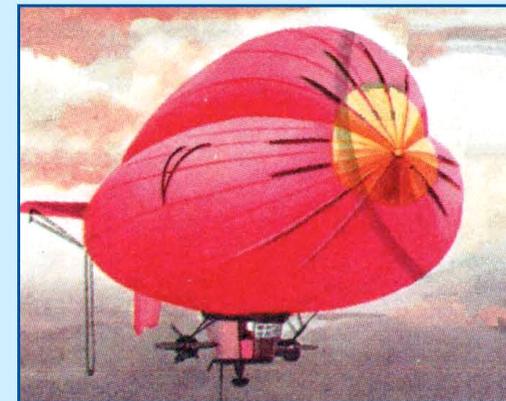
En 1929 *Goodyear* "redescubría" en el "K-1" la clave del sistema de Torres Quevedo: la barquilla, pegada a la envuelta, se suspendía mediante tirantes interiores desde sendas cortinas catenarias, idea presente en todos los dirigibles flexibles ("blimps") fabricados actualmente.

Por otro lado, en 1997 la compañía alemana *Zeppelin NT* retomaba la idea de la viga-quilla rígida interior de sección triangular, adelantada también por D. Leonardo en sus patentes de 1902 y 1914, y que utiliza en los dirigibles de más éxito internacional hoy en día.



## LEONARDO TORRES QUEVEDO LOS DIRIGIBLES

·Exposición·



Aeropuerto de Bilbao • abril-mayo 2009

### Realización:

Francisco González de Posada  
Francisco A. González Redondo  
Dominga Trujillo Jacinto del Castillo

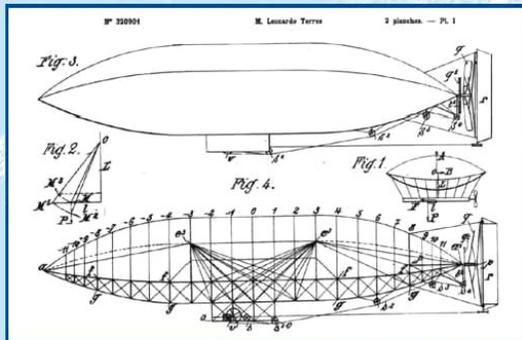


## LOS ORÍGENES

En 1901, Leonardo Torres Quevedo ha recibido el reconocimiento internacional por sus estudios sobre las máquinas de calcular, y empieza a dedicarse a la solución del "problema de la conquista del aire".

En esos momentos en los que no existe aún la aviación, se han adelantado tres sistemas de dirigibles: 1) los 'flexibles' (Santos Dumont), que no resuelven el problema de la estabilidad de forma; 2) los 'rigidos' (Zeppelin), estables de forma pero muy caros y frágiles; y 3) los 'semirrigidos' (Juliot), con una quilla metálica plana en la base de una envuelta sin estructura interior.

D. Leonardo reunirá las ventajas de los tres sistemas, eliminando sus principales inconvenientes.



El 5 de mayo de 1902 presenta en Francia la solicitud de patente por "Perfectionnements aux aérostats dirigeables", concedida el 23 de diciembre de ese año. El sistema se basa en una combinación de tirantes de cuerda, largueros de metal y una quilla plana vertical; elementos que, por la presión del gas, constituyen una viga interior "rígida" de sección triangular.

Por Real Orden del Ministerio de Fomento de 4 de enero de 1904 se crea el *Centro de Ensayos de Aeronáutica* para la realización de los ensayos de los dirigibles y el *telekino* inventados por Torres Quevedo. Nace así la primera institución civil española dedicada al estudio de aeronaves.

## EL SISTEMA AUTORRÍGIDO

En 1904, nada más creado el *Centro*, introduce su gran aportación a la aeronáutica mundial, un sistema que proporciona *autorrigidez* a los dirigibles. Eliminando todos los elementos metálicos presentes en la patente de 1902, concibe una viga de sección triangular formada sólo por cuerdas que se *autorrigidiza* por la sobrepresión del gas.

En marzo de 1905, con la colaboración del Capitán de Ingenieros Alfredo Kindelán, comienza la construcción del primer dirigible en el Frontón "Beti-Jai" de Madrid. Y, tras las pruebas de inflado en el Parque del Real Aero-Club (el "Gasómetro"), el 26 de junio de 1906, el 11 de julio presenta la patente de su sistema de dirigible *autorrigido*: "Un nuevo sistema de globos fusiformes deformables".



El *Centro de Ensayos de Aeronáutica* se traslada durante el verano de 1906 al Polígono del *Servicio de Aerostación Militar* en Guadalajara, donde Kindelán completa el dirigible con barquilla, motores, timones, etc.

Durante el 12 y 13 de septiembre de 1907 se efectúa la botadura del "Torres Quevedo n° 1" de 640 m<sup>3</sup>, pero problemas de estanqueidad obligan a cambiar la envuelta.

El 14 de junio de 1908 empezaron las pruebas del "Torres Quevedo n° 2" de 950 m<sup>3</sup>, vuelos del primer dirigible español que culminarían con éxito el 11 de julio. Suspendidos los ensayos de Guadalajara, continuaron en Sartrouville (Paris) en octubre de 1909, con la colaboración del Capitán José M<sup>a</sup> Samaniego Gonzalo.

## LOS "ASTRA-TORRES"

Adquiridas las patentes francesa e inglesa del dirigible *autorrigido* por la casa *Astra*, en febrero de 1911 finaliza la construcción del "Astra-Torres n° 1" de 1600 m<sup>3</sup>, cuyas pruebas supusieron el reconocimiento internacional del sistema: era más estable, rápido y maniobrable que todos los dirigibles existentes hasta entonces.

Gana el Premio "Deperdussin"; participa en el desfile de las tropas en Longchamps durante la Fiesta de la República Francesa del 14 de julio; y realiza tareas de observación y enlace en las maniobras militares.

Confirmado el éxito del sistema, el Almirantazgo británico encarga el "Astra-Torres XIV" de 8000 m<sup>3</sup> y el Ejército francés el "Astra-Torres XV" de 23000 m<sup>3</sup>.



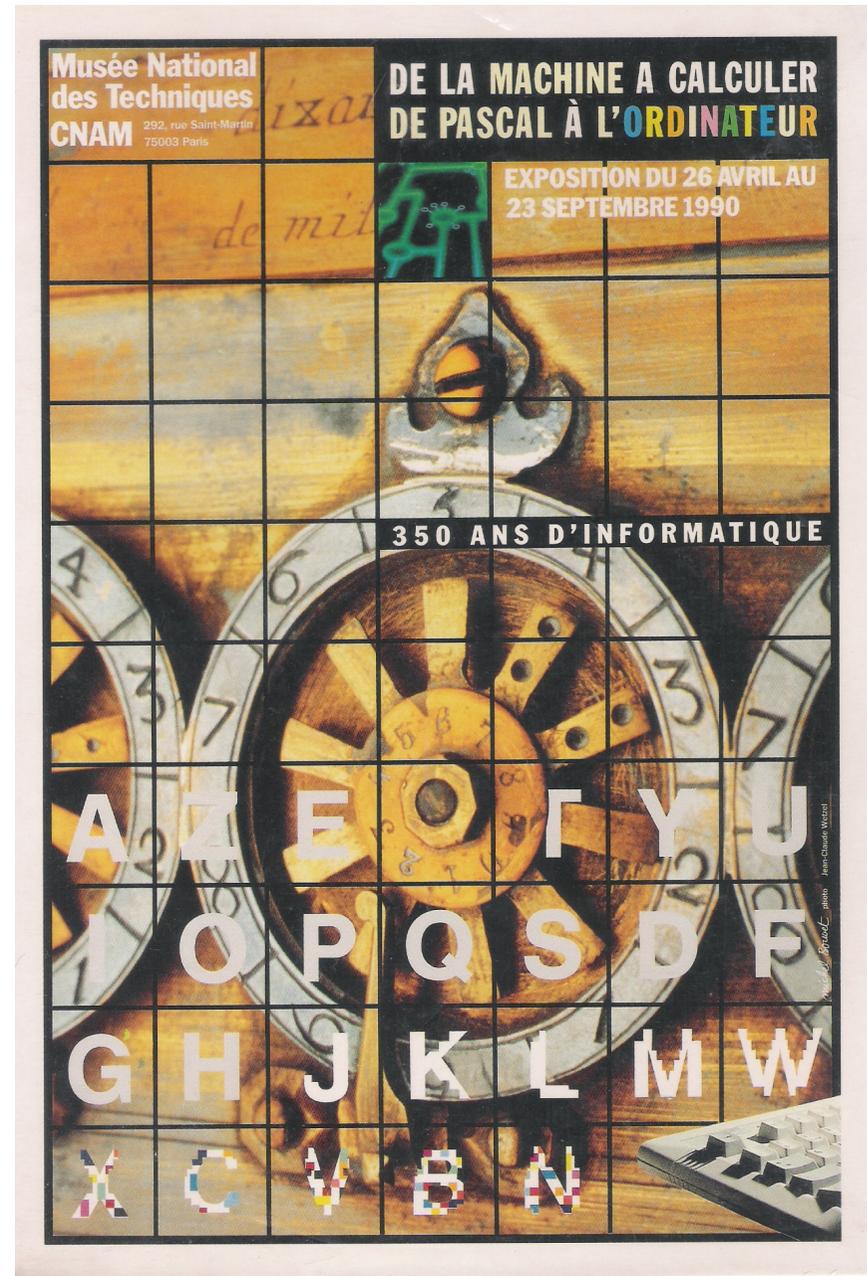
Las pruebas de recepción del "Astra-Torres XIV" en julio de 1913 constituyeron un nuevo éxito: se bate el record mundial de velocidad de un dirigible, alcanzando los 83,2 km/h. El Almirantazgo encarga el "Astra-Torres XVII" de 11327 m<sup>3</sup> y el "Astra-Torres XIX" de 3960 m<sup>3</sup>.

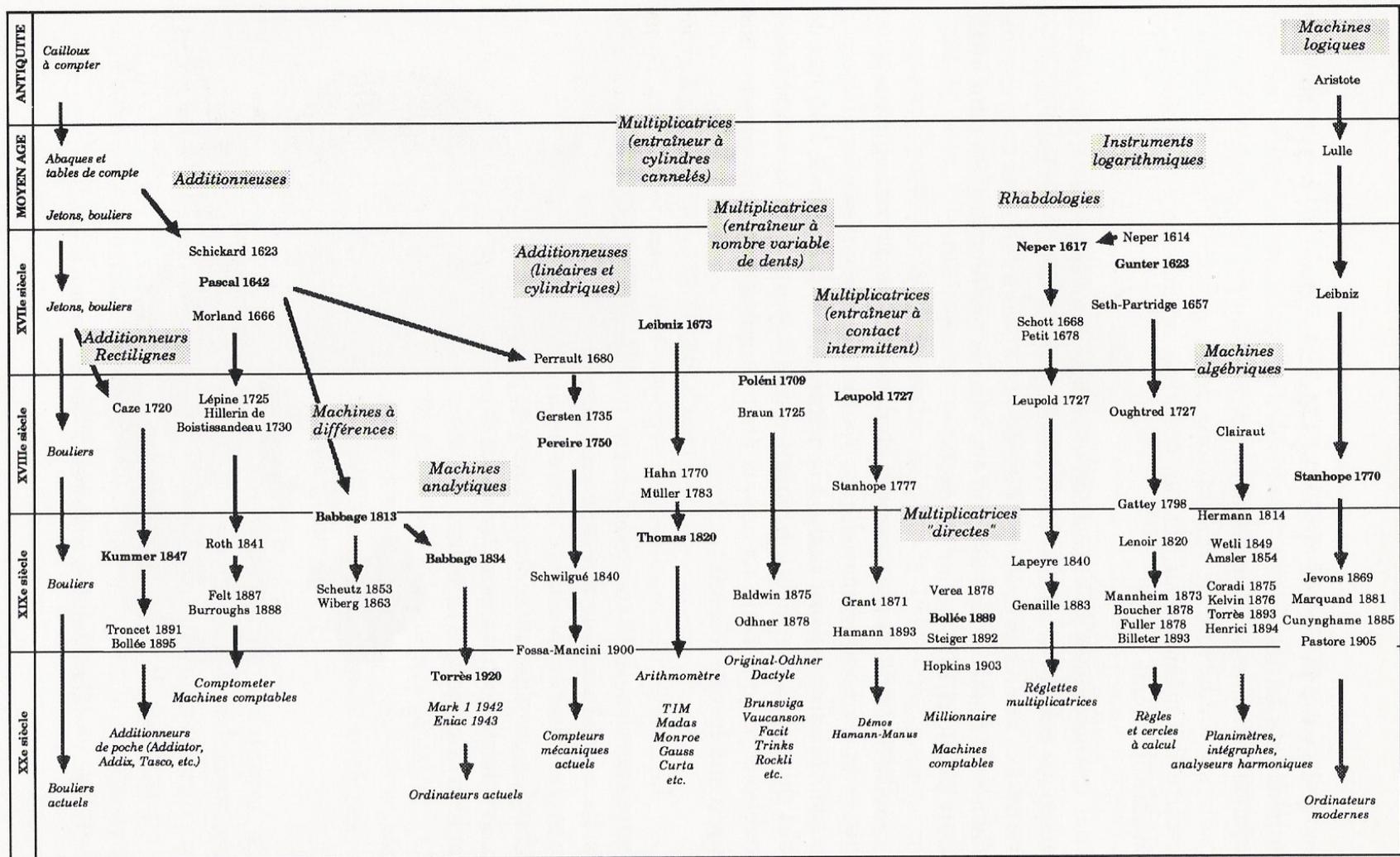
Por su parte, el Ejército francés recibe el "Astra-Torres XV" (de dimensiones análogas a los rígidos *Zeppelin* del momento), transformado después en el "Pilatre de Rozier" de 14000 m<sup>3</sup>, idéntico al "Alsace", finalizados en 1915. Y al año siguiente la casa *Astra* entregará el "La Flandre" de 16000 m<sup>3</sup>.

D. Leonardo presenta el "poste de amarre", el "cober-tizo giratorio" y el "buque campamento".

# Torres Quevedo en Francia

1. Maurice d'Ocagne: “El más prodigioso inventor de su tiempo”
2. Musée National des Techniques





PANORAMA CHRONOLOGIQUE DES INSTRUMENTS DE CALCUL

## 2.2. EL CONCEPTO DE ANALOGIA. BREVE ENSAYO EN TORNO A LAS *MAQUINAS ALGEBRICAS* DE TORRES QUEVEDO

F. González de Posada

E. T. S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

### INDICE

#### INTRODUCCION.

#### 1. PRIMERA PARTE. EN TORNO A LAS MAQUINAS DE CALCULAR.

- 1.1. Primera clasificación básica, de naturaleza prioritariamente conceptual.
- 1.2. Finalidad de la *máquina algébrica* de Torres Quevedo.
- 1.3. Segunda clasificación básica, de naturaleza prioritariamente instrumental e histórica.
- 1.4. Una clasificación general.

#### 2. SEGUNDA PARTE. CONCEPCIONES ANALOGICAS.

- 2.1. La analogía general 'matemática del continuo-física clásica'.
- 2.2. La analogía 'matemática-mecánica (cinemática)'; las *máquinas algébricas* de Torres Quevedo.
- 2.3. La analogía intrafísica: las teorías físicas analógicas.
- 2.4. La semejanza física: los modelos reducidos.
- 2.5. En torno a la analogía Naturaleza-Física.

#### 3. TERCERA PARTE. CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS EN TORNO A LAS *MAQUINAS ALGEBRICAS* DE TORRES QUEVEDO.

- 3.1. Concepto general de *máquina algébrica*, según Torres Quevedo.
- 3.2. Concepto cinemático de *máquina algébrica*, según Torres Quevedo.
- 3.3. Torres Quevedo como 'cinematizador de la matemática'.
- 3.4. La obra escrita de Torres Quevedo sobre *máquinas algébricas*.

máquina analógica { mecánica  
electromecánica  
electrónica

máquina digital { mecánica  
electromecánica  
electrónica

o bien, puede completarse la segunda de modo inverso intercambiando el orden de los adjetivos, resultando:

máquina mecánica { analógica  
digital

máquina electromecánica { analógica  
digital

máquina electrónica { analógica  
digital

En el ámbito de las máquinas de calcular analógicas nos estamos refiriendo al *primer Torres Quevedo* -al de las máquinas algébricas y el integrador-. Pero hubo después un *segundo Torres Quevedo* -aún de mayor gloria-, el de la Automática, que considera ya dos tipos de autómatas

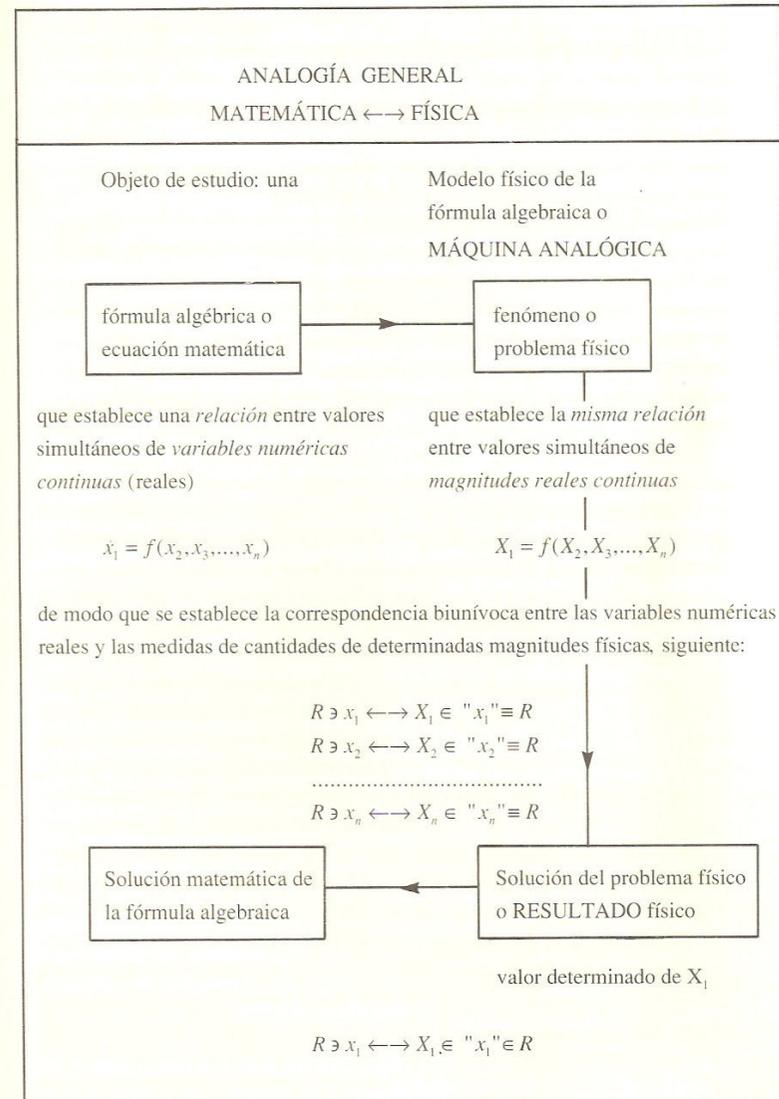
<< ... según que las circunstancias que regulan su acción actúen de forma continua o por intermitencias>>.

Estos últimos son **sistemas digitales o numéricos**. Para el diseño de sistemas con intermitencias necesita funciones de conmutación, introduciendo los circuitos de conmutación mediante relés, única posibilidad en aquella época. Aboga, este *segundo Torres Quevedo*, por el uso de **sistemas electromecánicos**. Tres son los aparatos de Torres Quevedo de trascendencia histórica en este área: el **telekino**, el **autómata ajedrecista** (*los ajedrecistas*) y el **aritmómetro electromecánico**; D. Leonardo no conoció la era de la electrónica. El aritmómetro electromecánico constituye un eslabón clave, fundamental, en la historia de las máquinas de calcular.

Unas consideraciones complementarias resultan de interés.

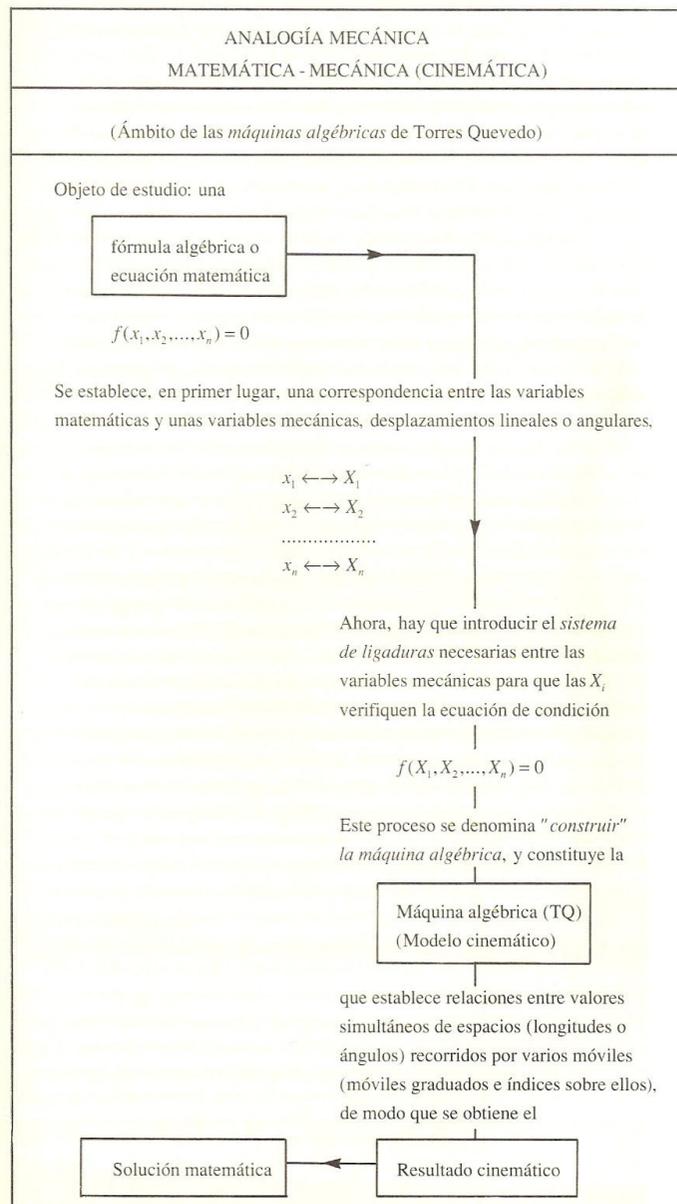
Primera. La relación de sus trabajos (véase 3.4) es importante para conocer su datación y facilitar la valoración histórica.

Segunda. Torres Quevedo, con relativa frecuencia, acompañaba sus



Las variables  $x_i$  y  $X_i$  tales que

$$x_i \leftrightarrow X_i, \forall i \in I_n = \{1, 2, \dots, n\}$$

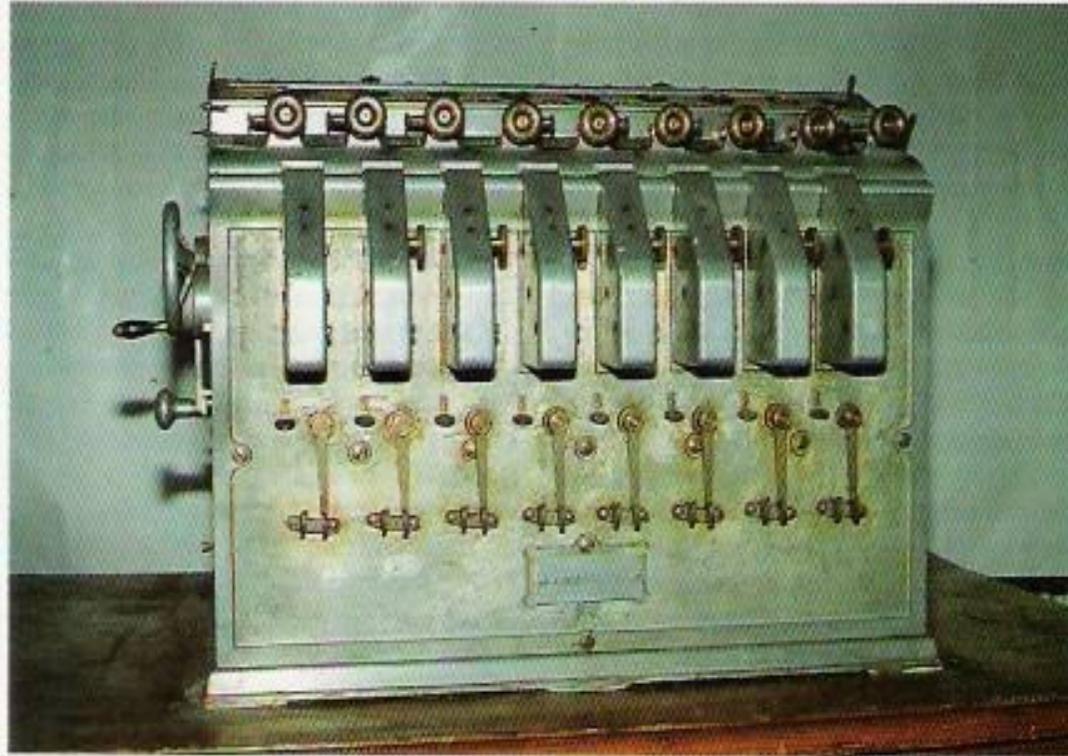


# Máquinas algébricas



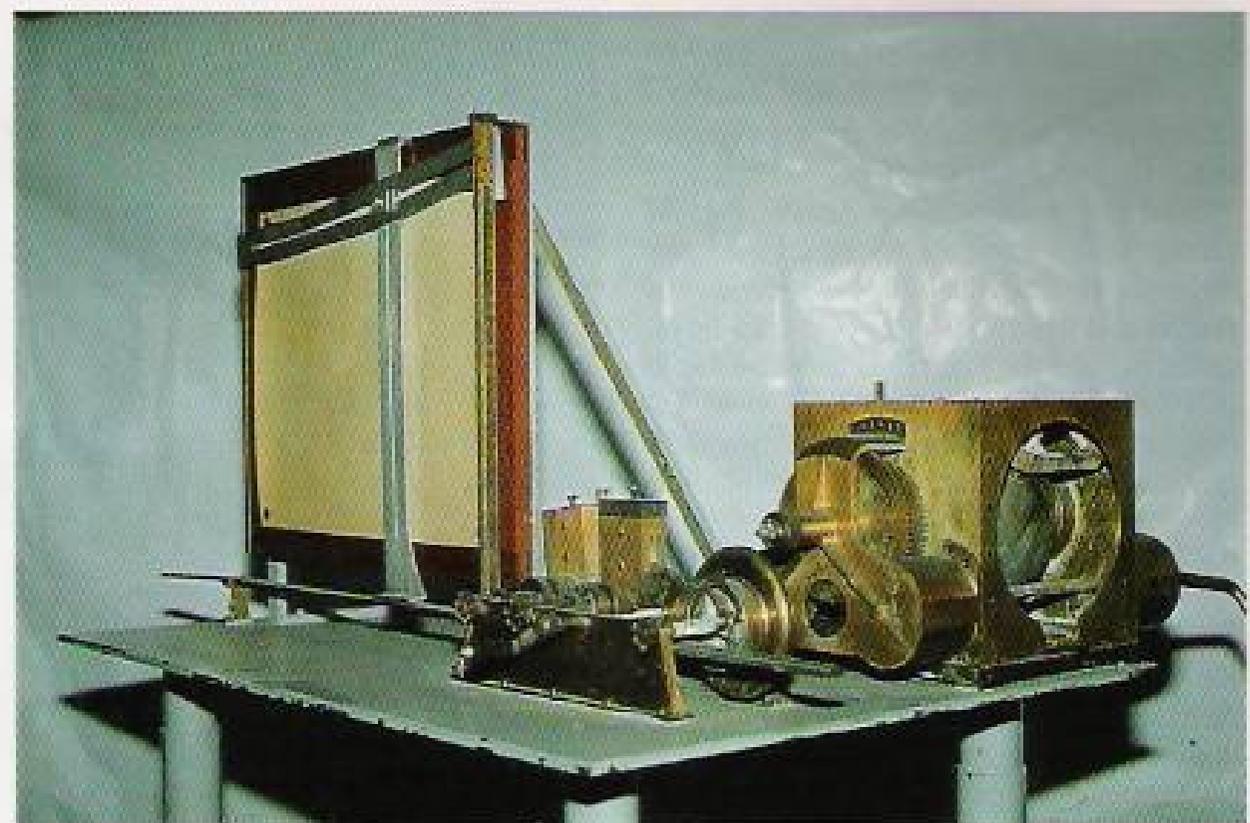
2. **HUSILLO SIN FIN.** Sistema mecánico absolutamente original de Torres Quevedo del que no existe ningún tipo de precedente y que es el órgano fundamental de la máquina de calcular algébrica (o analógica). Permite obtener el logaritmo de una suma como suma de logaritmos resolviendo el complejo y difícil problema de su representación mecánica. En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, de la Politécnica de Madrid, se conservan varios ejemplares.

# Máquina de resolver ecuaciones



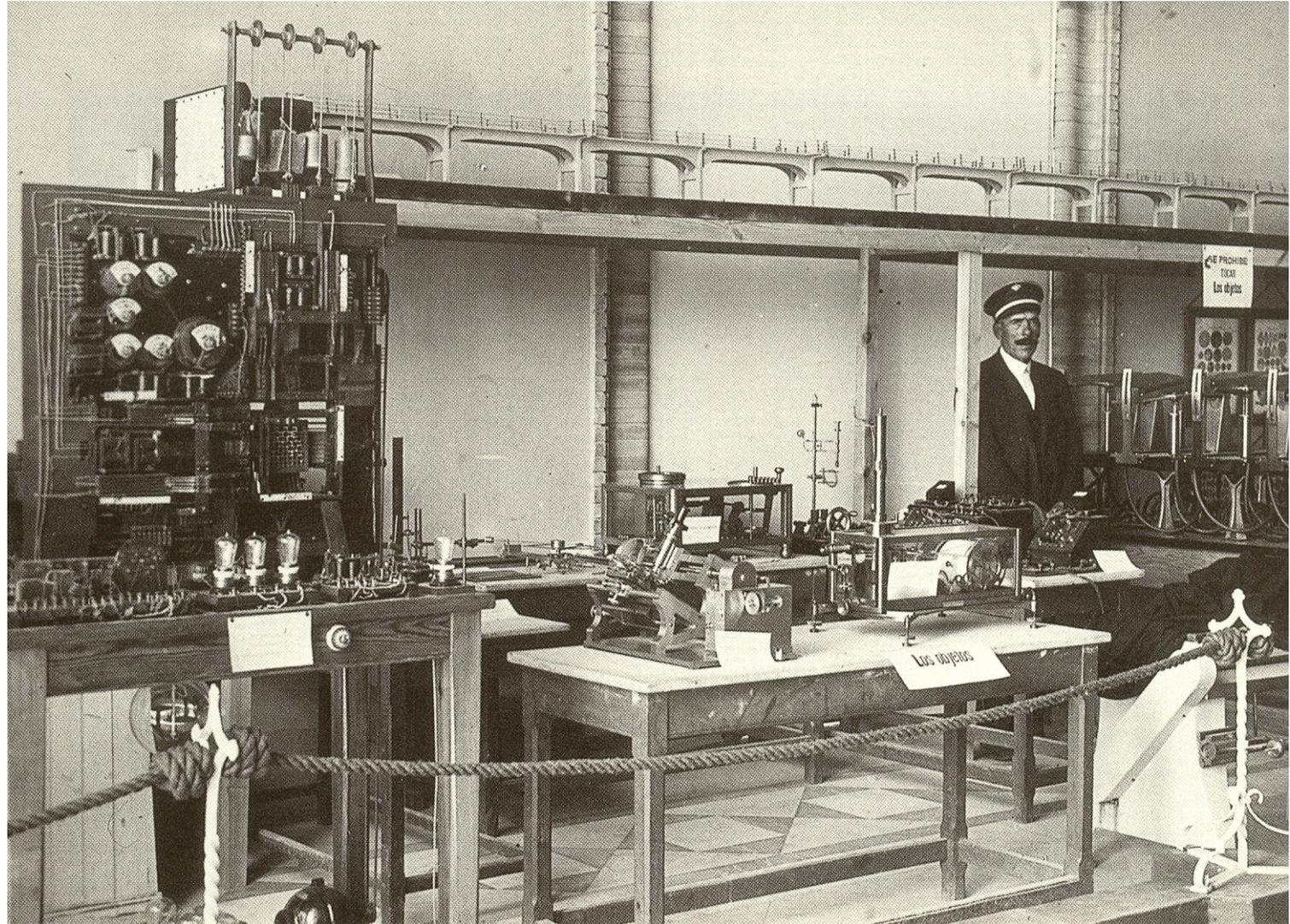
3. MAQUINA DE RESOLVER ECUACIONES ALGEBRICAS concebida y explicada, en 1900, en la memoria *Sur les machines à calculer* que presentó a la Academia de Ciencias de París. Se comenzó su construcción en 1910 y se terminó en 1920, exhibiéndose en París. Resuelve, con carácter general, la ecuación  $A_1x^7 + A_2x^6 + \dots + A_8x^0 = 0$ . Se separan los términos positivos y negativos de modo que se considera la expresión  $\alpha = (A_1x^7 + \dots + A_5x^3) / (A_6x^6 + \dots + A_8x^0)$ . Se inscriben los valores de los coeficientes  $A_1, A_2, \dots, A_8$  en los correspondientes aritmóforos (8 pares de círculos de la parte superior delantera, con manivela frontal) y variando el de  $x$  (el par del extremo derecho, con la palanca lateral) hasta que se verifique  $\alpha = 1$ , solución de la ecuación. Procediendo con continuidad en la variación de  $x$  se obtienen las diferentes soluciones —raíces— de la ecuación.

# Integrador

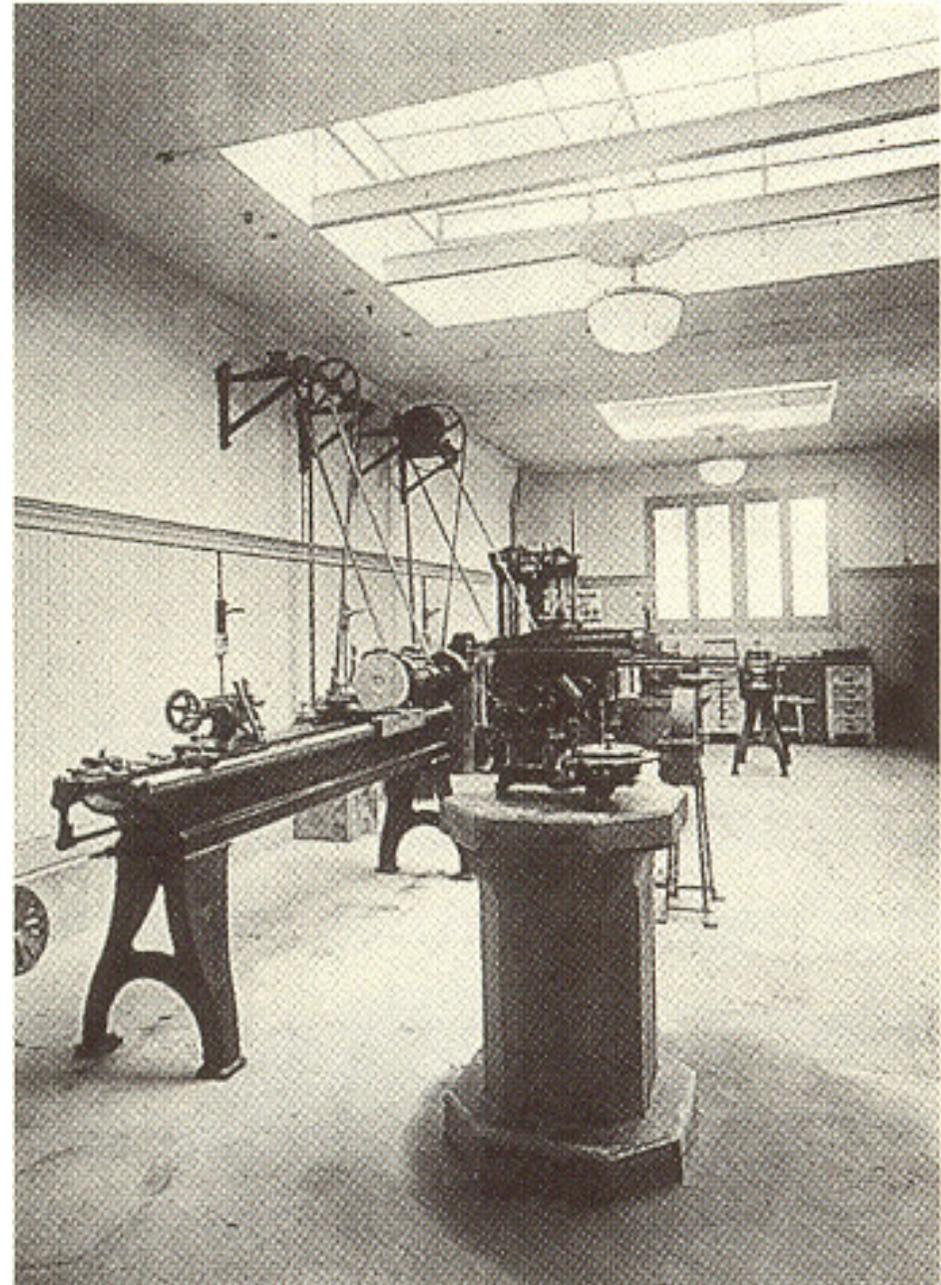


4. EL INTEGRADOR. Se presentó en la Academia de Ciencias de París con el título "Construction mécanique de la liaison exprimée par la formule  $y' = dy/dx$ " (*Comptes rendus*, 30.1.11). Construye mecánicamente la ecuación  $y' = dy/dx$  y la resuelve. Consta de una esfera de cobre que puede girar libremente alrededor de su centro, que permanece fijo por la acción de cinco ruedas tangentes, de modo que el movimiento de estas ruedas y la rotación de la esfera están relacionadas para resolver la ecuación diferencial con las correspondientes condiciones iniciales. El movimiento de las ruedas da lugar a otros dos movimientos perpendiculares (sistema cartesiano de coordenadas en el tablero); reciprocamente, si el índice sobre el tablero describe una curva  $y = f(x)$  desplazando los ejes coordenados, este movimiento se transmite por mediación de las ruedas generando el giro de la esfera.

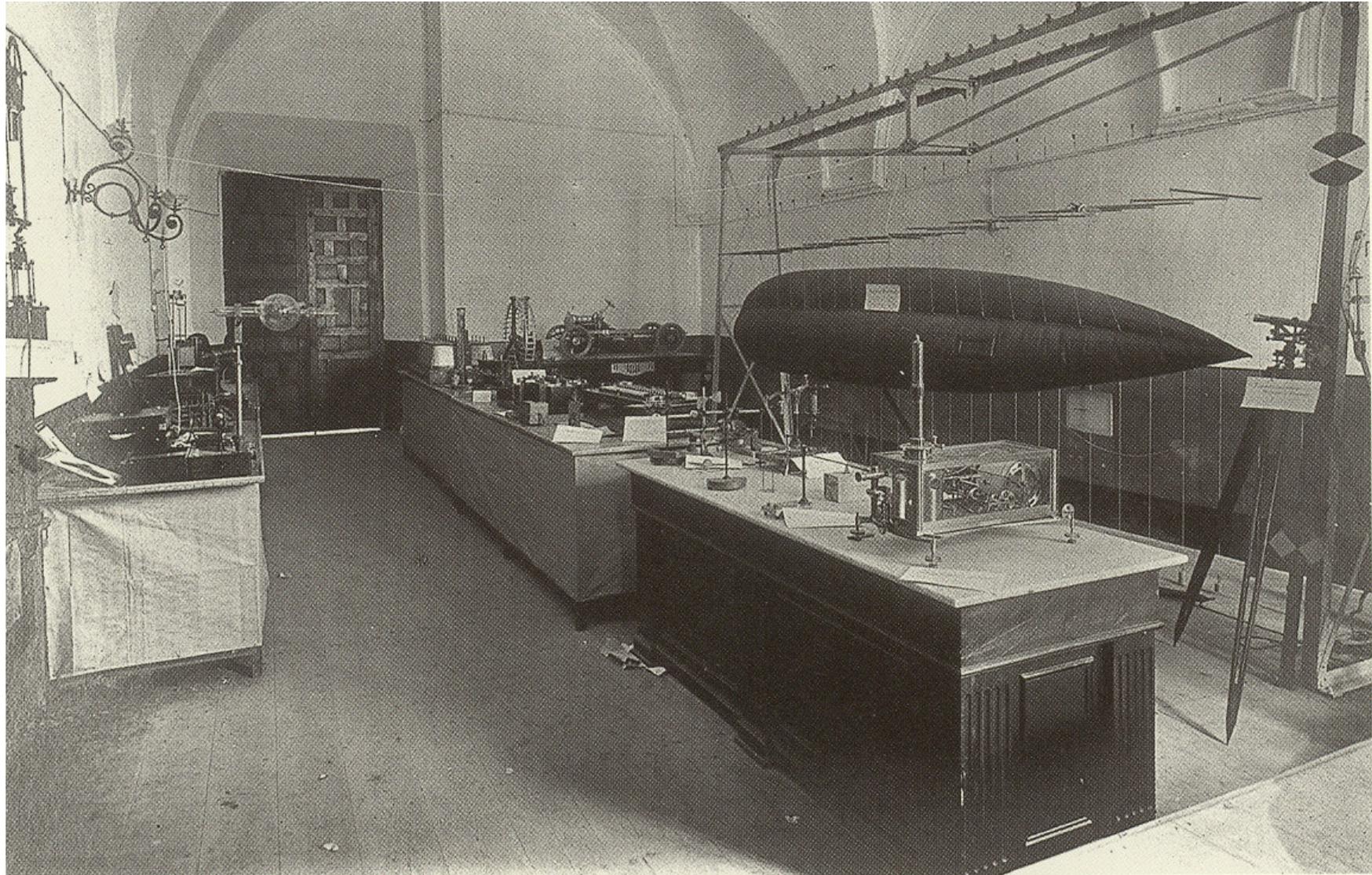
En primer término, el ajedrecista de Leonardo Torres Quevedo junto a otros instrumentos del Laboratorio de Automática expuestos en Sevilla con motivo del Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, en 1917. Archivo General de la Administración.



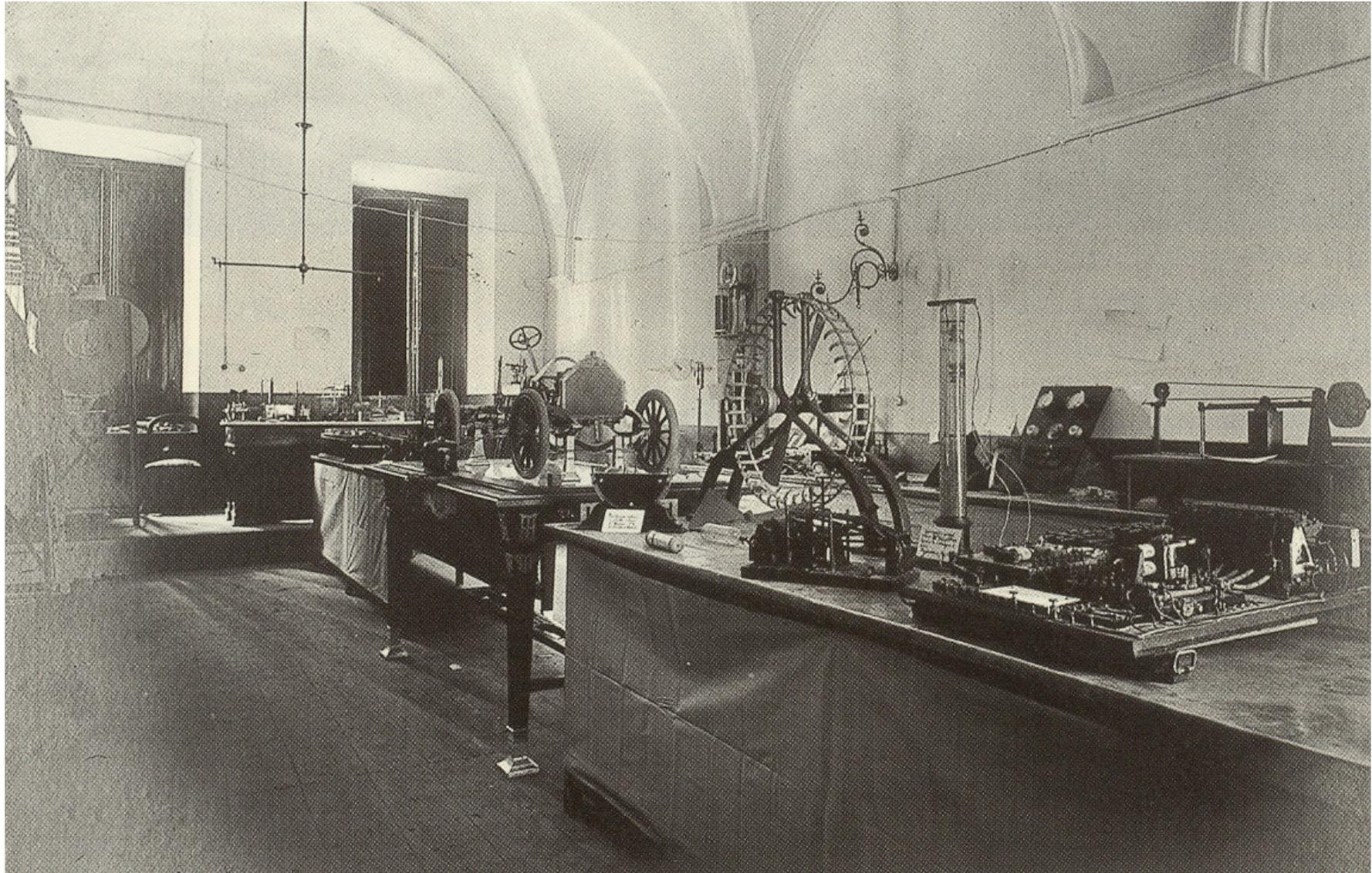
Talleres del Instituto de material científico, hacia 1915.  
Archivo familiar Torres Quevedo.



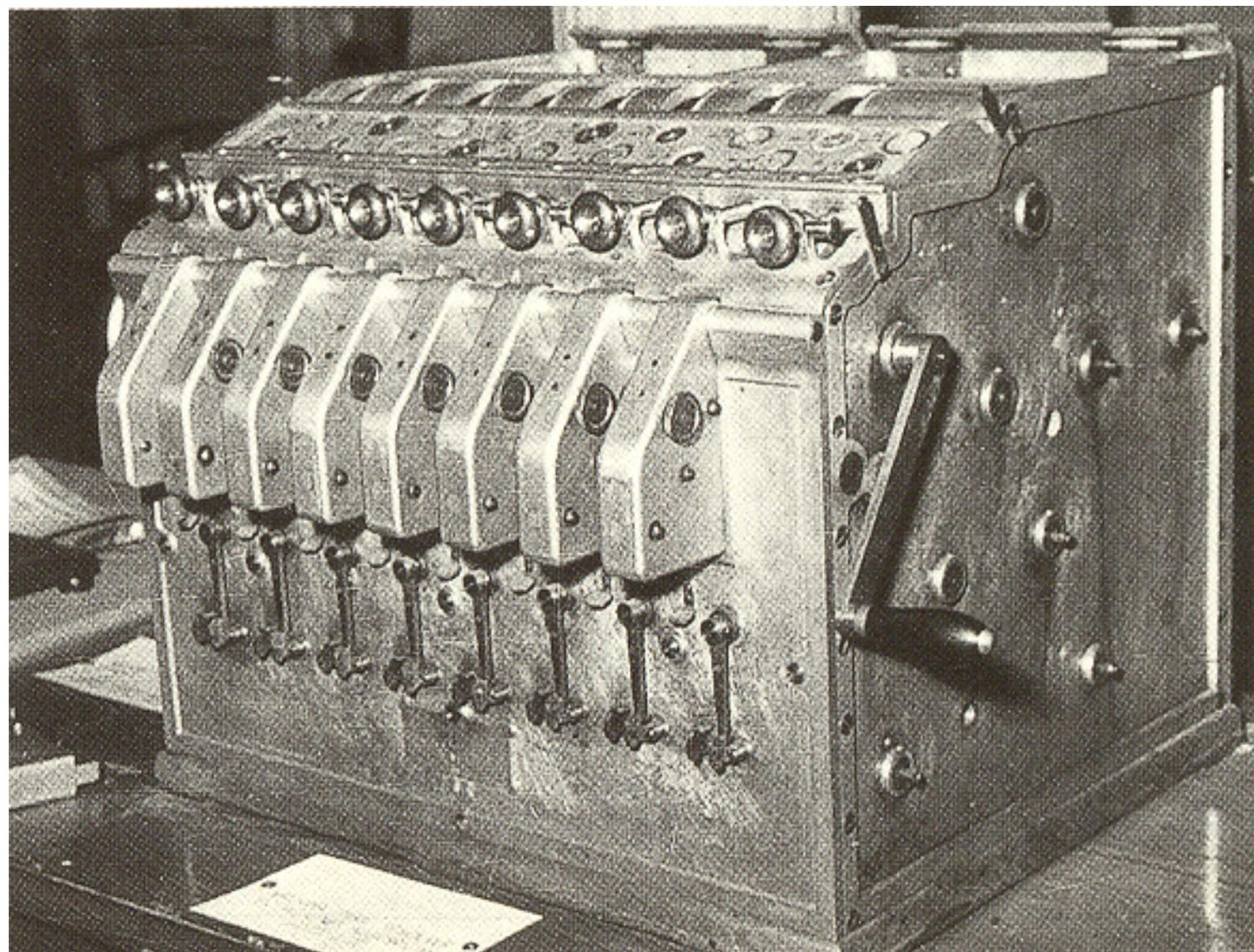
Algunos inventos de Leonardo Torres Quevedo expuestos en la antigua sede de la Escuela de Caminos de la calle Alfonso XII.  
Archivo familiar Torres Quevedo.



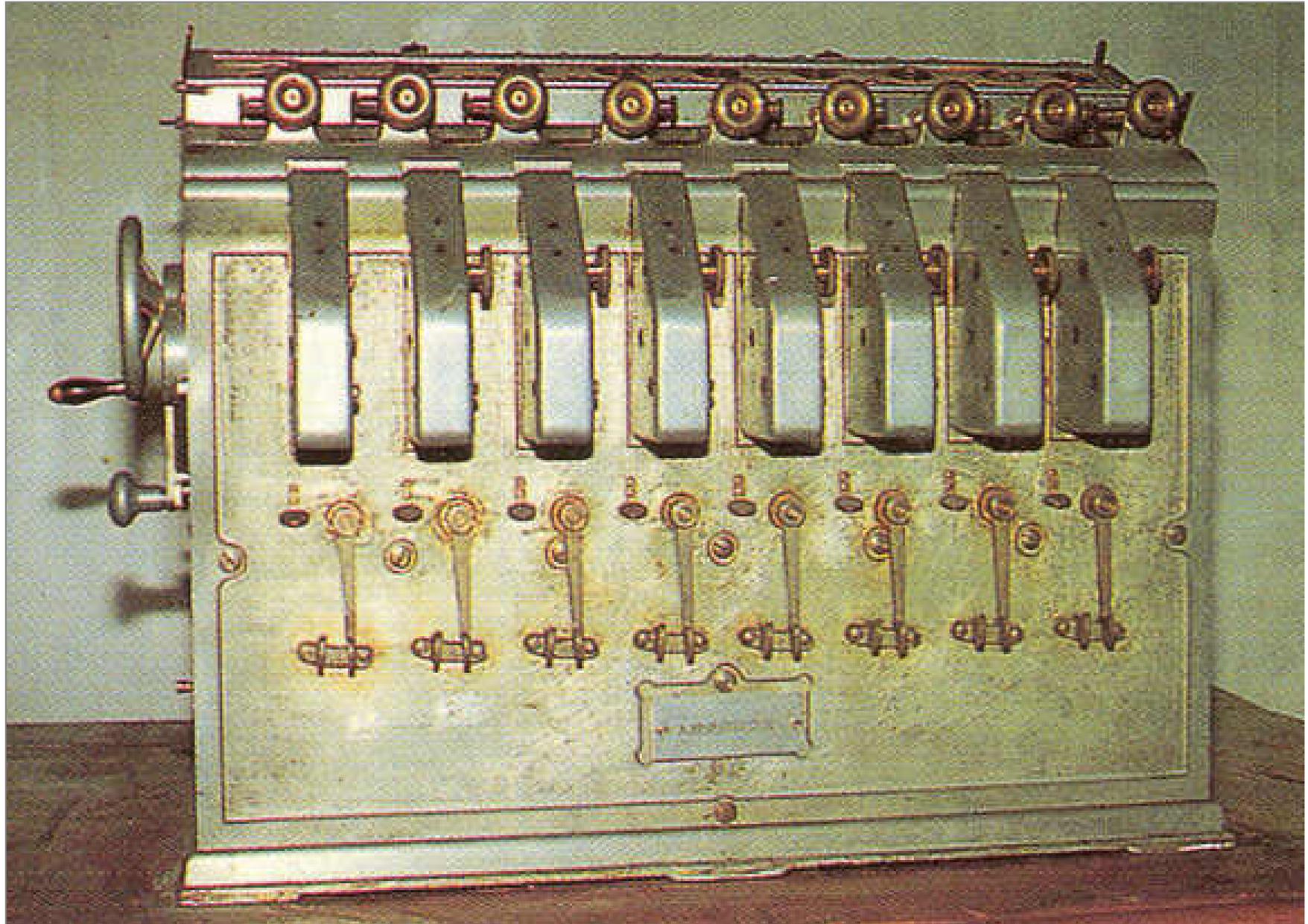
Algunos inventos de Leonardo Torres Quevedo expuestos en la antigua sede de la Escuela de Caminos de la calle Alfonso XII.  
Archivo familiar Torres Quevedo.



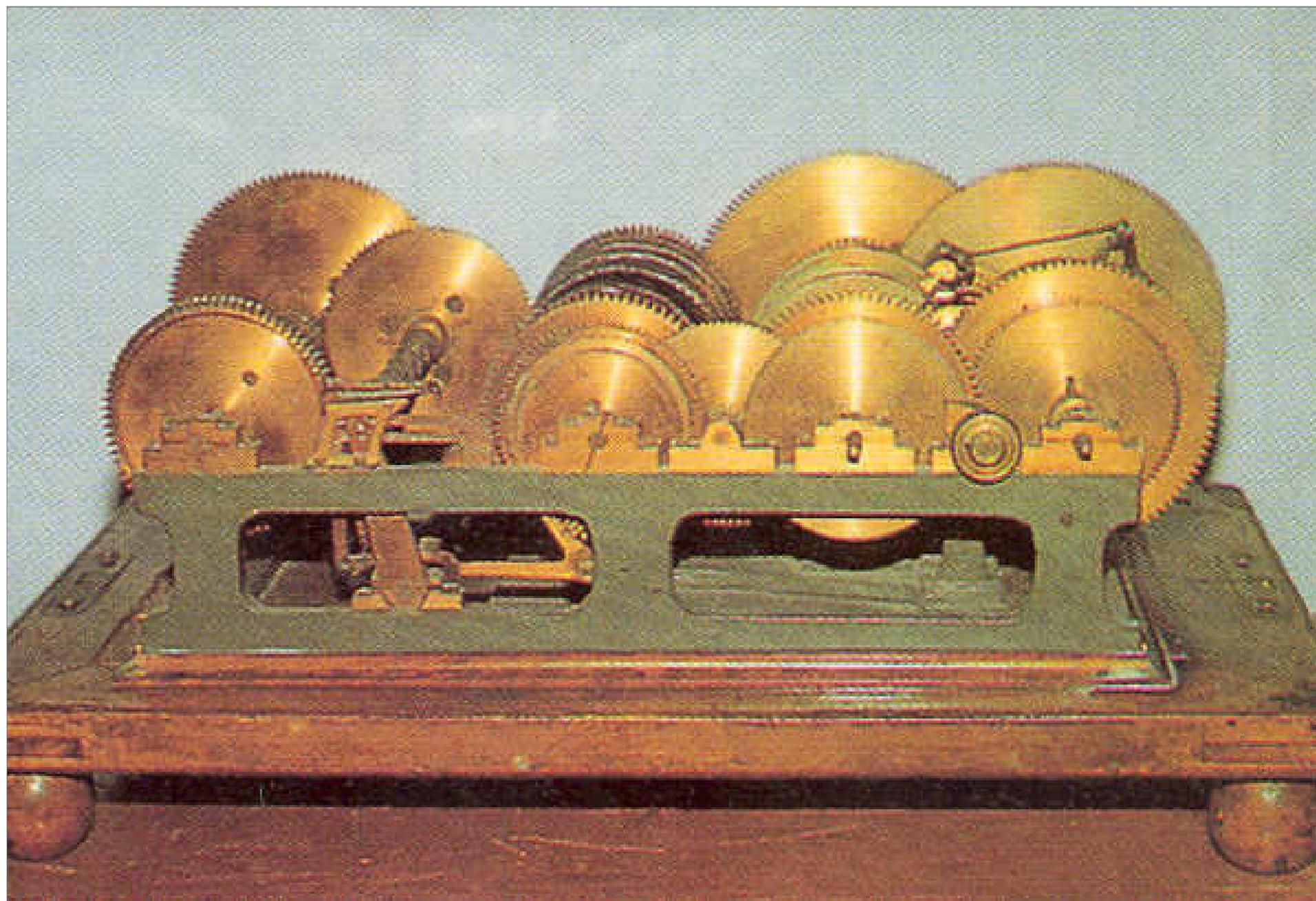
Máquina algébrica de Leonardo Torres Quevedo.  
Cifra Grafica.



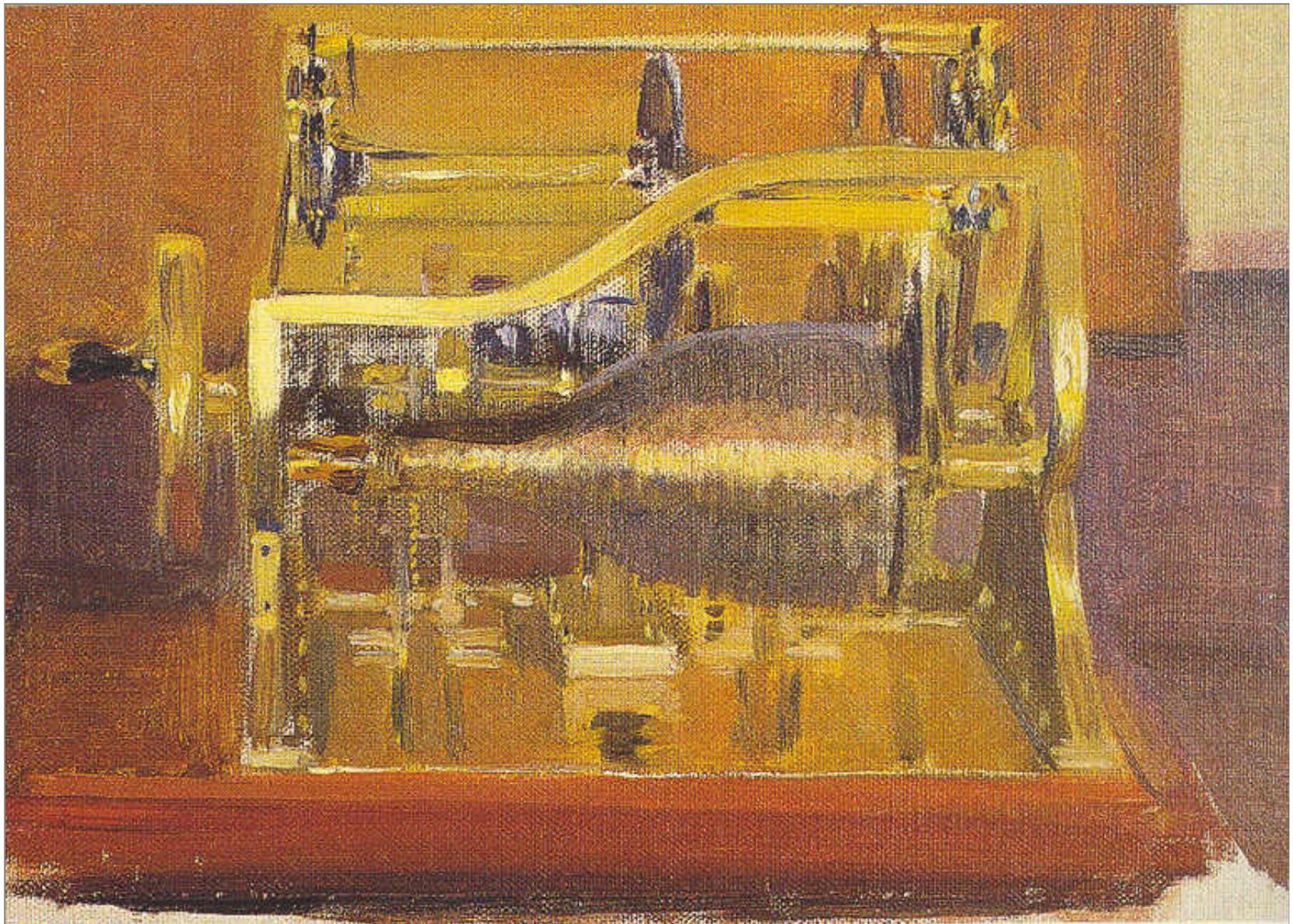
# Máquina (analógica) de resolver ecuaciones algebraicas



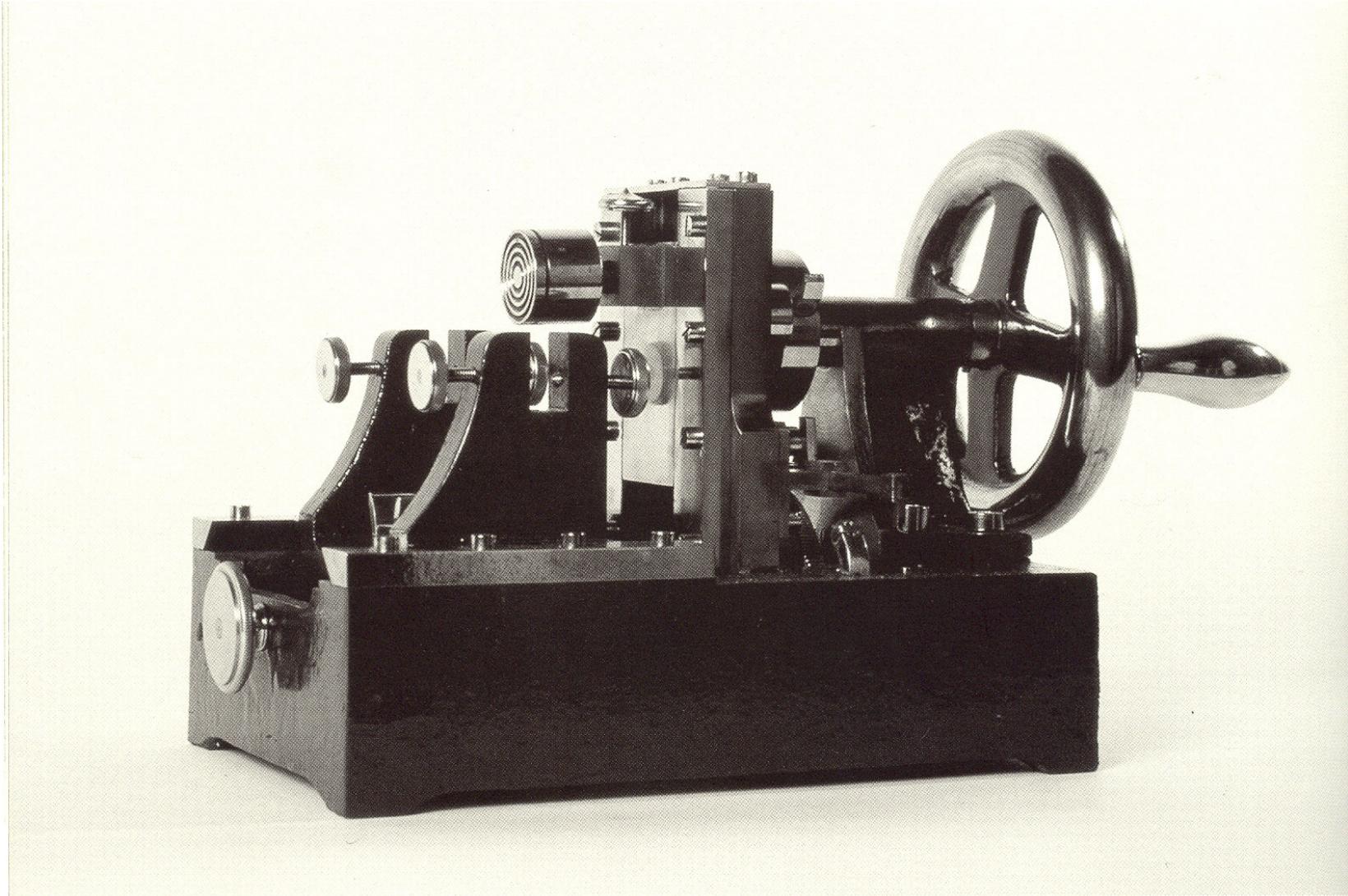
# Husillo sin fin



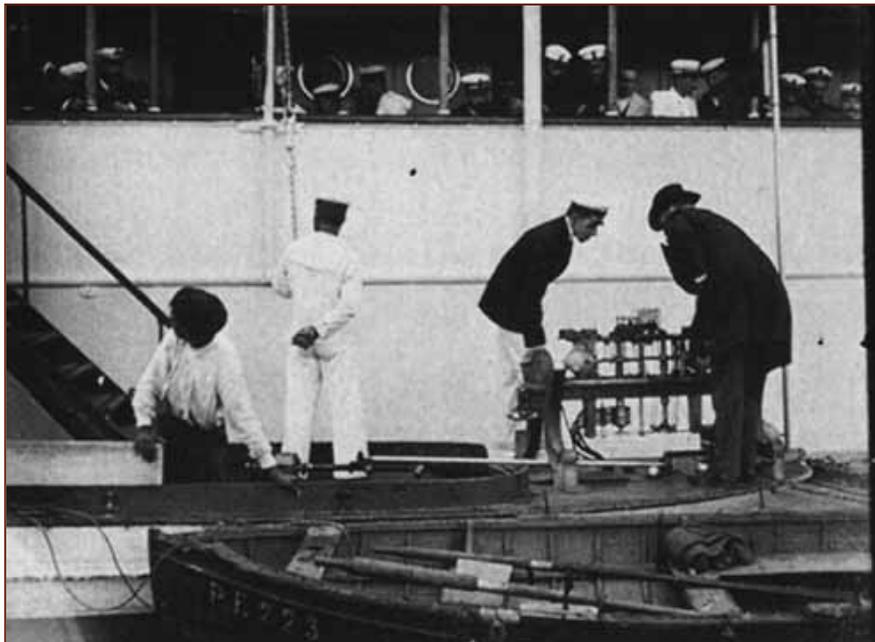
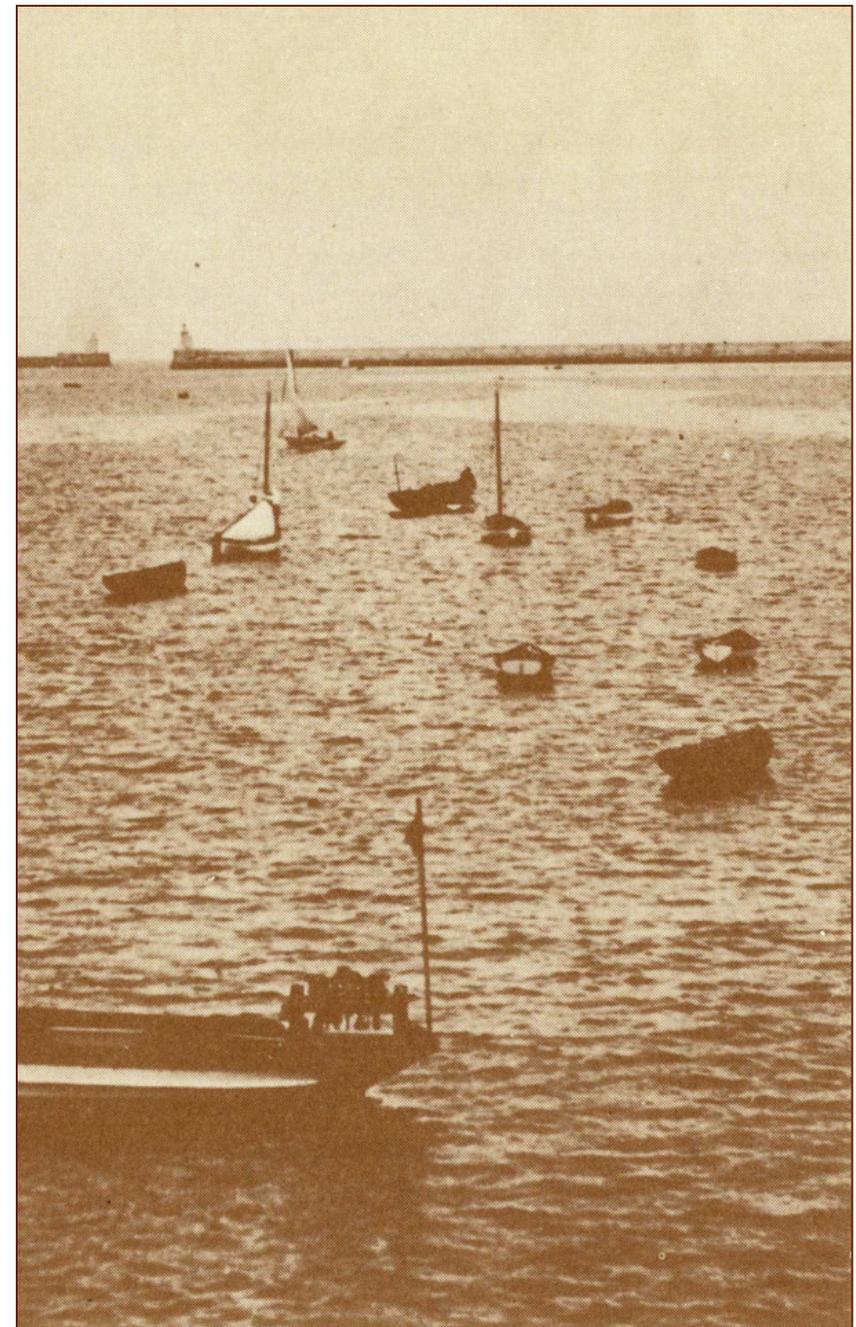
Husillo sin fin. Joaquín Sorolla, 1917

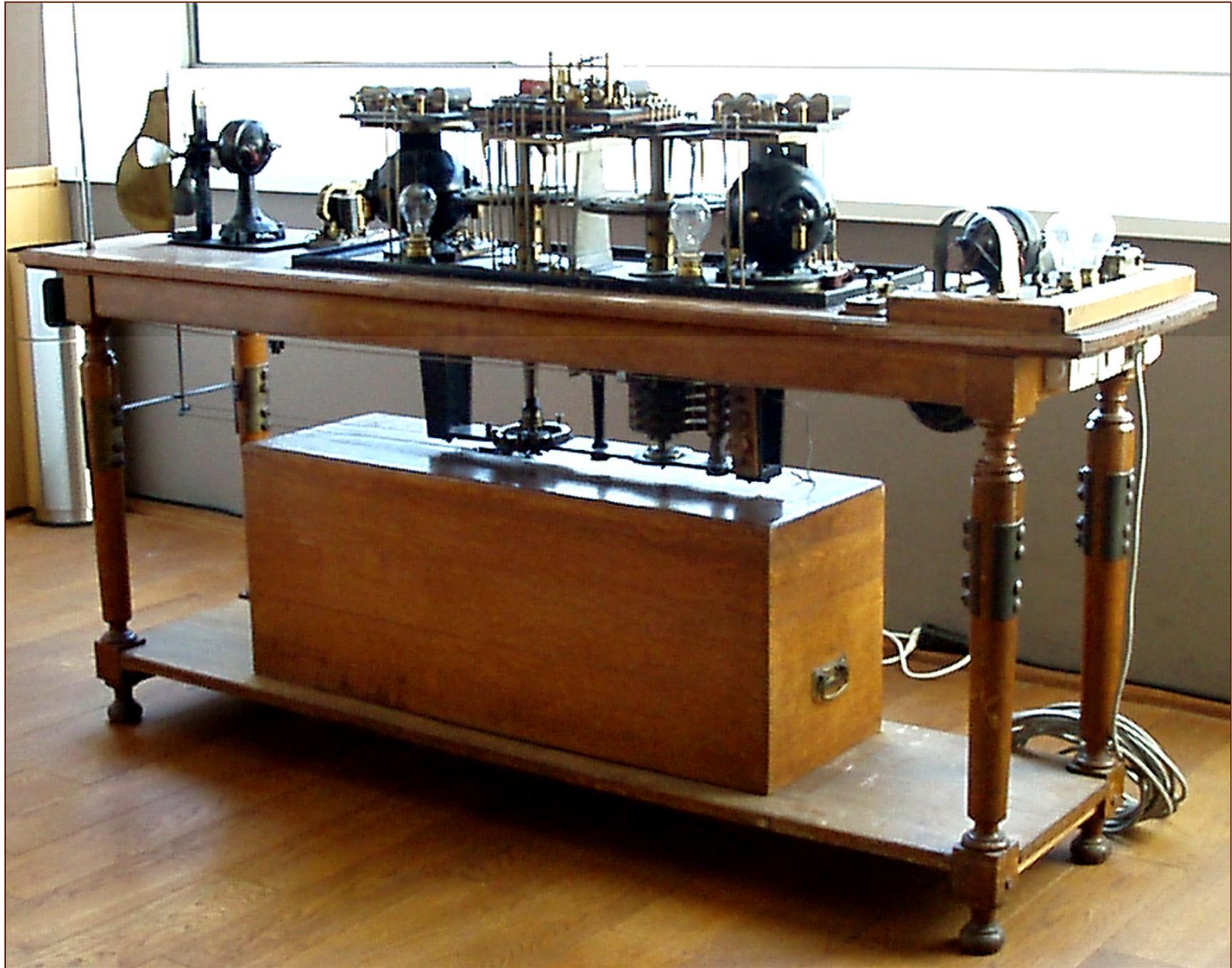


Microtomo construido en el Laboratorio de Automática, hacia 1910.  
Fotografía: Museo Nacional de Ciencias Naturales.



*Telekino*





<http://www.ieee.org/web/aboutus/briefs.html>



The world's leading professional association  
for the advancement of technology

## IEEE News Briefs

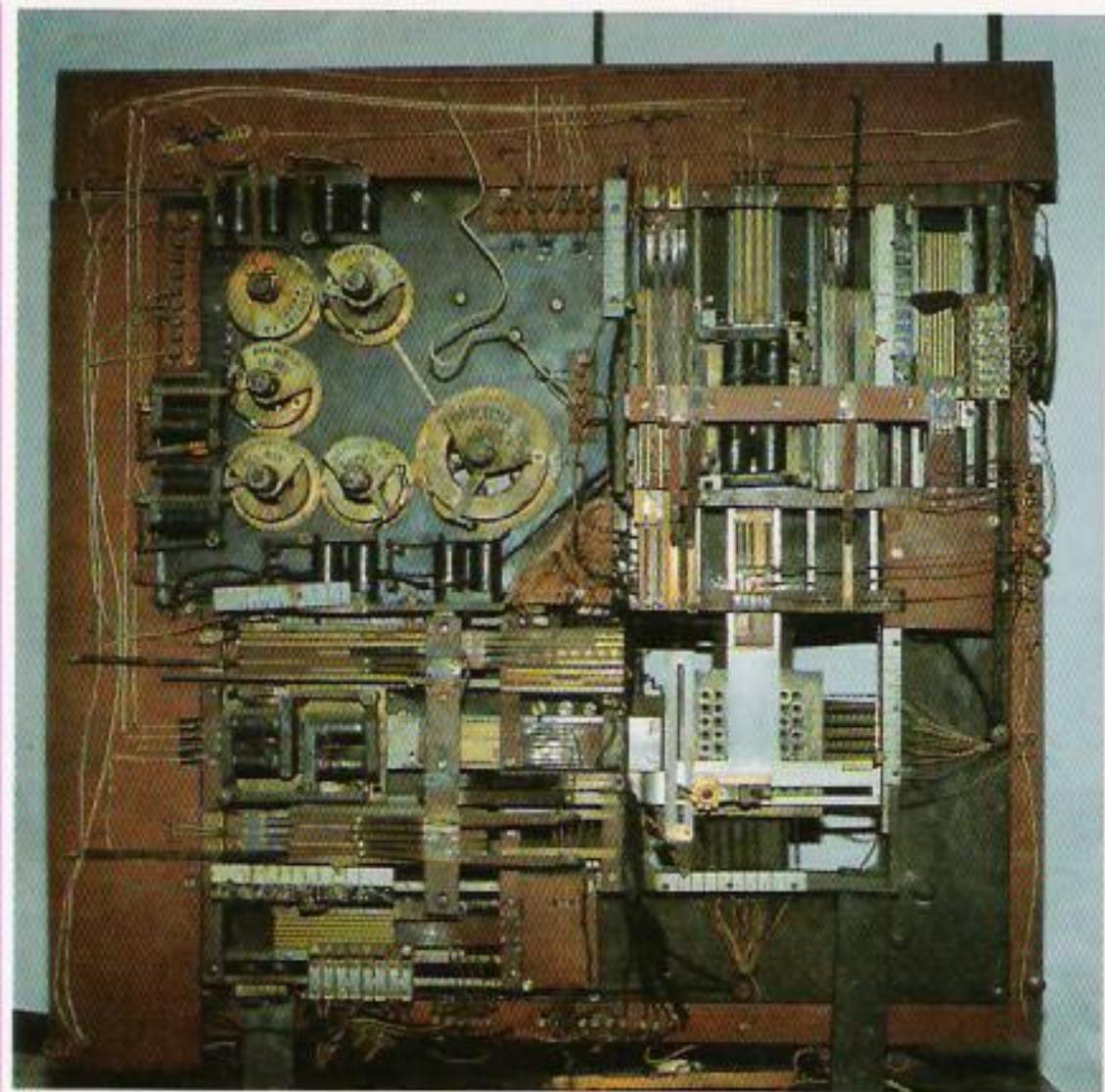
### First IEEE Milestone in Spain Dedicated for Early Developments in Remote Control

15 March – IEEE President-Elect Lewis Terman will present the first IEEE Milestone in Spain for "early developments in remote control" on 16 March 2007 in Madrid. The milestone, sponsored by the IEEE Spain Section, recognizes the work of Spanish engineer Leonardo Torres-Queved, who in the early 1900s, developed a system named Telekine which was able to perform "mechanical movements at a distance." To read a full description of the milestone, visit the [IEEE History Center Web site](#).



2007. *Primer Milestone en España*  
Institute of Electrical and Electronics Engineers

# Ajedrecistas

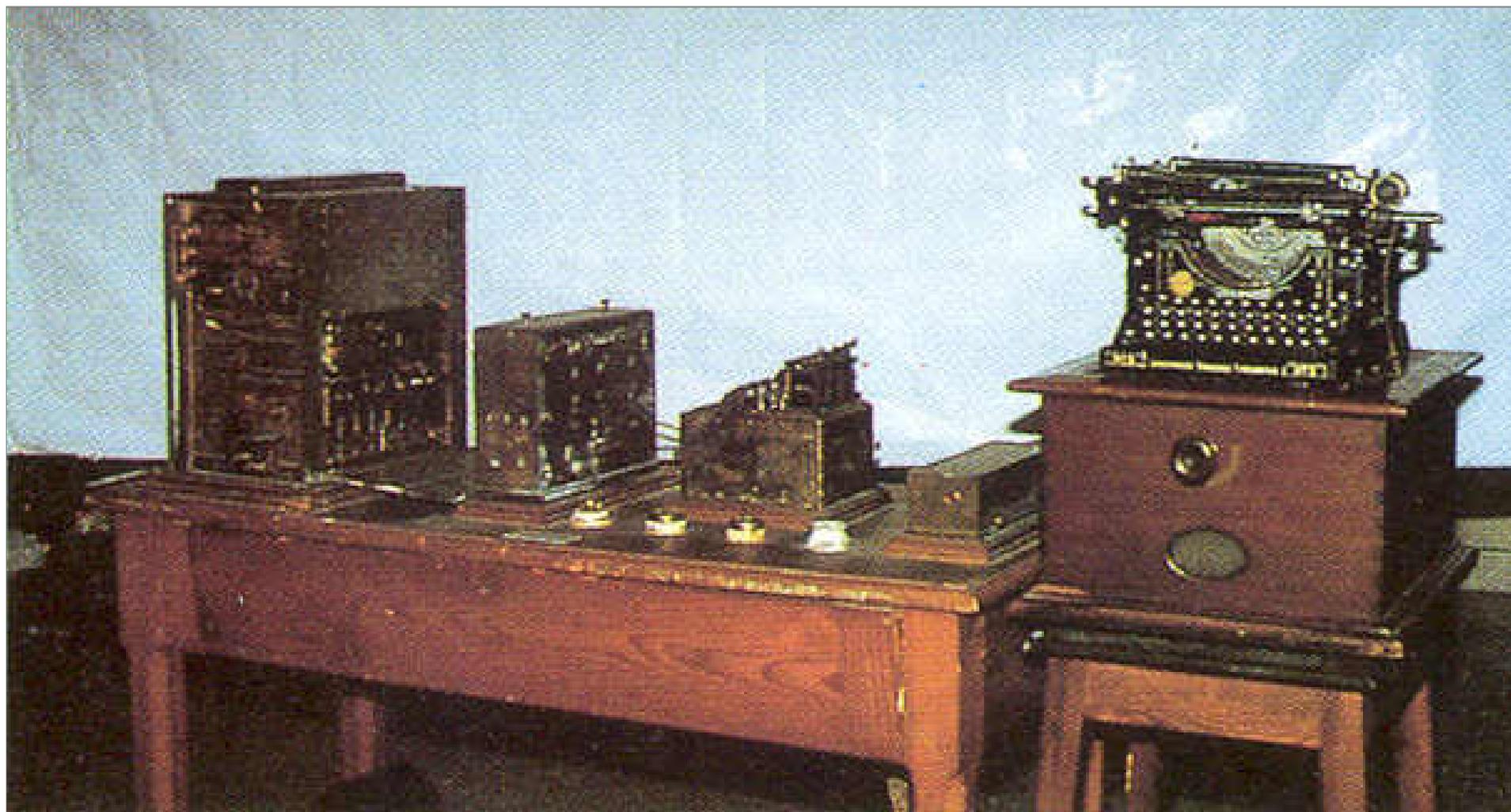


6. EL AJEDRECISTA. Si la memoria *Ensayos sobre Automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones* es la obra clásica, pionera por antonomasia de la automática en su manifestación teórica, el ajedrecista constituye una obra práctica pionera indiscutida y a la que debe Torres Quevedo gran parte de su fama. Es de tipo electromecánico. Está programada, en el marco de las reglas del juego de ajedrez, para resolver, de manera determinista, cualquier final de partida de la torre y rey blancos contra rey negro. Torres construyó dos ajedrecistas: uno en 1912 y otro en 1920.

Ajedrecista



# Aritmómetro electromecánico



# Aritmómetro



7. LOS ARITMOMETROS. Leonardo Torres Quevedo construyó varios aritmómetros electromecánicos, cuyas características principales —en su mayoría novedades en la época— son las siguientes: (a), mucho mayor capacidad de cálculo que todas las precedentes (como máquina sumadora puede operar con sumandos de cinco cifras hasta la suma total de 9.999.999; y como aritmómetro es capaz de sumar, restar, multiplicar y dividir con números de tres a cinco cifras según las operaciones); (b), puede gobernarse a distancia por medio de una máquina de escribir ordinaria dotada de contactos eléctricos en sus teclas numerales y de un dispositivo para escribir automáticamente los resultados de las operaciones transmitidas por el autómata (facultad de gobierno a distancia que permitía la centralización de una serie de calculadoras automáticas puestas al servicio de distintos departamentos); (c), posee memoria electromecánica mediante un inscriptor donde el autómata registra los números hasta que el usuario humano escribe el signo de la operación, y (d), para las diferentes operaciones está dotado de un coordinador o cerebro automático que ordena el modo de obrar según el tipo de operación. El aritmómetro se construyó en el Laboratorio de Automática, y se realizaba con él, por primera vez en el mundo para máquinas de calcular, el mando a distancia y la memoria.