

**REAL ACADEMIA DE DOCTORES
DE ESPAÑA**

**AUTOMÁTICA, UNA *CIENCIA NUEVA*
CONCEBIDA POR TORRES QUEVEDO:
SU HISTORIA**

DISCURSO
PRONUNCIADO POR EL

EXCMO. SR. DR. D. FRANCISCO GONZÁLEZ DE POSADA

EN EL ACTO DE SU TOMA DE POSESIÓN
COMO ACADÉMICO DE NÚMERO
EL DÍA 15 DE SEPTIEMBRE DE 2021

Y CONTESTACIÓN DEL

EXCMO. SR. DR. D. JOSÉ RAMÓN CASAR CORREDERA



**MADRID
MMXXI**

Todos los derechos reservados. Esta obra está registrada y no puede ser reproducida, total o parcialmente, ni almacenada o transmitida de manera alguna por ningún medio, ya sea electrónico, químico, óptico, de grabación o de fotocopia sin permiso previo del autor.

Imprime: Soluciones Gráficas Chile, S.L.L.
C/. Chile, 27
Tel. 91 359 57 55
28016 MADRID
info@graficaschile.es

Discurso leído por el Excmo. Sr. Dr. D. Francisco González de Posada en el acto de su recepción como Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España y Contestación del Excmo. Sr. Dr. D. José Ramón Casar Corredera.

ÍNDICE

A modo de prólogo: unas senticiones inteligentes	9
Recuerdos de la condición de ingeniero	11
El marco de este Discurso	15
1. Introducción	17
2. Una breve historia precedente: las <i>máquinas algébricas</i> ..	19
2.1. Antes de Torres Quevedo	19
2.2. La contribución singular de Torres Quevedo, 1893-1901	20
2.3. La recepción en Francia de Torres Quevedo y de su obra: Maurice d'Ocagne	21
3. Una breve historia introductoria intrínseca: la Protohistoria de la <i>Automática</i>	25
3.1. El <i>telekino</i> , albor protohistórico	26
3.2. La visita cultural a Argentina, 1910	27
3.3. El <i>primer ajedrecista</i> , 1911	28
4. Los “Ensayos sobre Automática”, 1914. Obra española, escrita en español y por un ingeniero y académico español	31
5. “Ensayos sobre Automática”: Obra histórica	33
6. “Ensayos sobre Automática”: Aportaciones	35

Primera. Clasificación de las máquinas	35
Segunda. Concepto de <i>Automática</i> . “Su definición” ...	36
Tercera. El método electromecánico	38
Cuarta. La concepción general de las ‘máquinas analíticas’	39
7. El <i>Laboratorio de Automática</i>	43
8. Repercusiones de los “Ensayos sobre Automática”	51
8.1. Escasa en Europa	51
8.2. Señales españolas	52
9. La creación de una nueva ciencia: la <i>Automática</i>	57
9.1. ‘Aparatos’ de esta nueva estirpe	59
9.2. La <i>nueva ciencia: Automática</i>	60
10. El acontecimiento conmemorativo en 2020: el aritmó- metro de Torres Quevedo	61
11. Un paseo por la Historia de la Automática	65
12. A modo de epílogo	69
<i>DISCURSO DE CONTESTACIÓN DEL EXCMO. SR. DR. D. JOSÉ RAMÓN CASAR CORREDERA</i>	73

Excmo. Sr. Presidente,
Excmos. Señores Académicos y Señoras Académicas de la Real
Academia de Doctores de España,
Señoras, señores, amigos:

A MODO DE PROLOGO: UNAS SENTICIONES INTELIGENTES

Deseo comenzar manifestando, a modo de recuerdo intelectual de la obra de Zubiri *Inteligencia sentiente*, de la que tuvimos el honor de preparar una edición abreviada para la colección 'Los esenciales de la Filosofía' de la editorial Tecnos, unas primeras **senticiones inteligentes**, expresión tal que, en el presente uso, la sentición es lo sustantivo y el inteligente lo adjetivo.

Primera. Gratitude a quienes han visto en mí algo que sinceramente a estas alturas de la vida yo no veo. Amigos que han pensado en la conveniencia de que me una a vosotros en la tarea común, aunque yo no lo pensara. A fin de cuentas, yo estoy aquí y vosotros, mis nuevos compañeros, me tenéis aquí. Gratitude, pues, a todos los que habéis hecho posible este acto, en el que por cuarta vez¹, y primera en Madrid, visto traje académico con el birrete de polidactor, por tanto honor como se me concede para tan pocos méritos.

¹ Las anteriores habían tenido lugar: 1) En la Universidad de Alcalá en el acto de la imposición rectoral de birretes del año 2019, en el que había presentado en ella las tesis doctorales de Medicina y Filología Hispánica; 2) En Toledo, en la inauguración del curso 2019-20, en el salón del Ayuntamiento, de la Cofradía Internacional de Investigadores de Toledo; y 3) En Barcelona, en la toma de posesión como Académico de Honor de la Real Academia Europea de Doctores.

En una primera instancia fueron **José Manuel Cuenca Toribio y José Antonio Rodríguez Montes** quienes me impulsaron, aunque debo reconocer que no puse mucho empeño. Posteriormente en la Real Academia Nacional de Medicina serían **Antonio Bascones Martínez y José Antonio Rodríguez Montes** quienes insistirían, una y otra vez, aunque tardaron en doblegarme. Finalmente, con la acogida de **José Ramón Casar Corredera**, presidente de la sección de Ingeniería, serían **Saturnino de la Plaza Pérez, José Manuel Cuenca Toribio y José Antonio Rodríguez Montes** quienes avalarían mi candidatura ante vosotros, que, tras la presentación y defensa por **José Ramón Casar Corredera**, habéis tenido a bien admitir mi incorporación a esta prestigiosa Real Academia de Doctores de España. Muchas gracias.

Segunda. Alegría, cuando tras ser expuesto a vuestra consideración, recibí la noticia de vuestra benevolencia. Y ello por **doble razón, por sentirme con vosotros en esta Real corporación** y por regresar, digámoslo así, a **sentirme de nuevo ingeniero** tras tantos años un tanto, un tanto mucho, al margen de mi profesión originaria. Mucha alegría, que ha facilitado la recuperación del fondo de la memoria de unos acontecimientos profesionales de los primeros tiempos como Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Tercera. Esperanza, en seros útil en este acompañamiento en nuevas tareas, en una época difícil para las academias de corte nacional a la búsqueda de un marco actualizado, del ejercicio de actividades eficaces y de presencia intelectual en la sociedad.

Y cuarta. Aceptación de compromiso, que asumo de mantenerme a disposición de la Real Academia de Doctores de España para agradecer el alto honor que me concedéis. Tanto honor exige mucho deber.

RECUERDOS DE LA CONDICIÓN DE INGENIERO

La sección de Ingeniería de la Real Academia de Doctores de España me recibe en unos momentos en los que, tras un tránsito largo, al principio sólo como complemento, por la Matemática, y luego intenso por la Física, en la última etapa me encuentro desplazado hacia las Humanidades: Filosofía, Teología, Sociología, Filología e Historia.

Me brindan ustedes hoy, queridos nuevos compañeros, una singular ocasión para recordar, aunque sea fugazmente y a modo de **memoria**, la trayectoria ingenieril por sí así os resulta más fácil situarme en la sección. Pero se trata, por mi parte, no tanto de extraer unas notas curriculares del baúl de los recuerdos sino de refrescar la importante contribución de aquellas personas sin cuyas actuaciones no hubieran sido posible los modestos logros realizados.

- a) **Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, 1966-77**, en el **Laboratorio de Hidráulica** del Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Investigación sobre modelos reducidos aplicada a las presas de Valdesia, El Pardo, Riaño, Alcalá, Iznájar, ...; el canal de evacuación de estériles de El Aiún y el canal de El Vellón; Dique seco de Astano en Fene, Ferrol; los encauzamientos del Tajo en

Aranjuez y del Llobregat y Noya en Martorell; etc. Recuerdo de los compañeros Manuel Díaz de Rábago, José Ramón Témez Peláez, Cristóbal Mateos Iguacel y Jaime Plana Claver.

- b) Paralelamente **Profesor de Matemáticas**, en asignatura camuflada, por tradición, como Fundamentos Físicos de las Técnicas, en la **Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM**. Recuerdo especial de Carlos Ortuño Medina y Joaquín Cruces de Abía, éste mi primer colaborador y doctorando. Aquí se preparó la colección de textos *Álgebra y Análisis, Vectorial y Tensorial*, cuya publicación inició más adelante la Editorial Alhambra.
- c) En la cátedra de la **Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en Santander, 1977-1986**, centrado en las disciplinas de Física y Mecánica, continuamos la tarea iniciada en Madrid sobre modelos analógicos eléctricos, continuos y discretos, que facilitaron importantes estudios científicos del Dique seco de NABAC en Cádiz, así como diversos proyectos para el dique concebido en Granadilla (Tenerife), y, sobre todo, las Presas Daule-Peripa en Ecuador y Hatillo en la República Dominicana. Deseo recordar a mis doctores santanderinos María Dolores Redondo Alvarado, José María Ureña Francés, José María Varona Ruiz, Jesús Ramón Prieto Fernández y Miguel González San José.
- d) El **regreso a Madrid, 1987**, establecido en la **Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la UPM**, centró la condición de profesor en la **Física**. El quehacer más novedoso fue la constitución de un Grupo Interuniversitario de Análisis Dimensional, materia a la que habían contribuido de manera especial los científicos españoles Ricardo San Juan y Julio Palacios. En él convivimos profesores de las Universidades de Burgos, Complutense de Madrid, Politécnica de Cartagena, Politécnica de Madrid, Oviedo y Cantabria, grupo que facilitó un notable impulso a la disciplina. En ésta surgieron una docena de tesis doctorales, en Arquitectura (Miguel Ángel Gálvez Huerta y Esperanza González Redondo), Filosofía (Francisco A. González Redondo y Amor González Redondo), Física (Mercedes González Redondo, José López García, Manuel Ramón Fernández Pérez, Miguel Ángel González San José, Óscar de Blas López), Matemáticas (Alfonso Hernando González, Francisco A. González Redondo) y Química (José R.

González Redondo). Y en los modelos de simulación analógica resultaba clave la colaboración del doctor ingeniero de Telecomunicación y excepcional amigo Jaime Plana Claver. Quizás el último quehacer propiamente como ingeniero de Caminos dedicado a la hidráulica fuera el curso dictado en la Universidad de La Laguna sobre Hidráulica del medio permeable organizado por la profesora Dominga Trujillo Jacinto del Castillo.

- e) El ingreso en la **Real Academia Nacional de Medicina de España, 1998**, ocupando el sillón de “**Ingeniería y Arquitectura sanitarias**”, facilitó unas especiales dedicaciones a los problemas del aire, del agua y del calentamiento global.

En todo caso, gracias, muchas gracias, por facilitar este entrañable recuerdo de etapas precedentes, utilizado para la constatación de que solos no pintamos nada. El ser humano tiene una dimensión social ineludible, sí, pero, sobre todo, agradable y enaltecedora.

Y me presento lógicamente, guardando las formas tradicionales, con el traje académico ornado con la muceta de doctor ingeniero como expresión del primer doctorado, para tomar posesión de la medalla nº 38 de esta Real Academia de Doctores de España.

EL MARCO DE ESTE DISCURSO

Corría el mes de febrero de 2020 cuando se presentan en el panorama de los quehaceres, junto a la realización de la tesis doctoral en Historia, los compromisos cerrados o en expectativa de la preparación de tres discursos: Real Academia Europea de Doctores de Barcelona, Conferencia inaugural del curso 2021 en la Real Academia Nacional de Medicina de España y posible Real Academia de Doctores de España. El confinamiento ofrecía un adecuado ambiente físico de recogimiento para enfrentarse a tan ardua tarea. Pero era conveniente una cierta relación entre los tres acontecimientos. El núcleo se centró en la figura del ingeniero de caminos Leonardo Torres Quevedo dado que en el año 2020 se debía conmemorar el centenario, aunque no se hiciera allende nuestra aspiración y decisión personal, la presentación del *Aritmómetro electromecánico* en París, el *primer ordenador* del mundo. Con esta idea como trasfondo surgiría la trilogía que hoy se cierra.

El primer acto, obligado cronológicamente para que se celebrara en 2020, sería el de nombramiento como Académico de Honor en Barcelona, el 15 de diciembre de 2020. Se dedicaría al **aritmómetro electromecánico** centrando la atención en la **Historia de la**

Computación para que abriendo las puertas de esta se introdujera en ella al excepcional pionero.²

El segundo acto, impuesto por la antigüedad acumulada en la Real Academia Nacional de Medicina de España, centraría su atención en la **Inteligencia artificial**, con apoyo en la ciencia neurológica actual y su aplicación en la Medicina.³

Y ahora, tercer acto, focalizaremos la atención en la obra de Torres Quevedo “Ensayos sobre **Automática**. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones”, documento pionero de la Automática que debería integrarse en la relación de textos científicos relevantes de la historia de la ciencia por reducida que fuera la selección que de ellos se hiciera.

A fin de cuentas, tres breves ensayos sobre la magna obra de Torres Quevedo concebida teóricamente y realizada en máquinas sorprendentes durante las primeras décadas del siglo XX, con sus respectivos núcleos en el **primer ordenador** del mundo, la **inteligencia artificial** y la creación de la entonces *nueva ciencia Automática*.

Quizás como colofón de esta trilogía pueda considerarse el reciente artículo editado por IEEE en colaboración con los profesores Francisco A. González Redondo y Alfonso Hernando González, que me honraron con la dirección de sus doctorados en Matemáticas: “Leonardo Torres Quevedo: Pioneer of Computing, Automatics, and Artificial Intelligence”.⁴

² *El aritmómetro electromecánico de Torres Quevedo (1920), primer ordenador. Conmemoración de su centenario (2020) a la luz de la historia de la ciencia del último siglo*. Real Academia Europea de Doctores, Barcelona, 2020.

³ *En torno a la Inteligencia Artificial*. Discurso en la sesión inaugural del Curso Académico 2021, celebrada el día 12 de enero. Real Academia Nacional de Medicina de España, Madrid, 2021.

⁴ IEEE *Annals of the History of Computing*. Published by the IEEE Computer Society.

1. INTRODUCCIÓN

Resultó fácil la elección del tema para esta solemne sesión académica: hace 100 años, el Ingeniero de Caminos Leonardo Torres Quevedo (1852-1936) presentó en París, el 26 de junio de 2020 el *aritmómetro electromecánico*⁵, considerado como el primer ordenador del mundo, modelo máximo torresquevediano de la ciencia *nueva* que había concebido: la Automática.

Hoy pretendo afrontar la tarea, difícil pero grata, de enfrentarme con la presencia de Torres Quevedo en la Historia de la Automática, en su condición de creador y no sólo como pionero o precursor. Así, trataremos como tema central sus “Ensayos sobre Automática. Su definición. Extensión de sus aplicaciones”, tras referir fugazmente: 1) los antecedentes inmediatos relativos a las máquinas algébricas; y 2) una introducción de la protohistoria de los quehaceres de Torres Quevedo considerados precedentes de su obra teórica.

⁵ Nuestro reciente discurso de recepción como Académico de Honor en la Real Academia Europea de Doctores de Barcelona lo hemos dedicado precisamente al *aritmómetro electromecánico*, conmemorando así su Centenario, y enmarcándolo en la Historia de Computación.

Nuestro objetivo primicial, en el marco del análisis crítico histórico, se orienta en tres aspectos a destacar: a) su naturaleza de obra netamente española; b) la consideración de 'obra histórica' que le concedo; y c) una catalogación de sus aportaciones, relativas a: 1) la clasificación de las máquinas ante la novedad introducida; 2) el concepto de la *nueva ciencia*; 3) el método que la hace posible; y 4) una interesante novedad explicativa de la potencia del método concebido, con un 'invento concreto'.

El estudio histórico intentará descubrir las repercusiones inmediatas de su obra y fijará la categoría de *ciencia nueva* cuando el progreso científico conduzca hacia ella la atención que no merecía en los momentos creacionales, dada la condición de precursor que hablaba en el desierto, muy adelantado a su tiempo. 'Oficialmente', no obstante, según acuerdo generalizado de científicos e historiadores de la disciplina, esta *nueva ciencia* nacería en otras mentes y en otro tiempo, pasados unos treinta años.

Un paseo por la ya 'tradicional' Historia de la Automática nos invitará a la colocación que le corresponde en ella a Leonardo Torres Quevedo. En síntesis, deseamos actualizar la memoria de este Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, en relación con la Automática, dada la circunstancia de olvidado o marginado de los textos de referencia actuales de la Historia de esta disciplina, siendo así que, al menos, fue su precursor, si no el auténtico creador de la disciplina, como *nueva ciencia* de las máquinas.

2. UNA BREVE HISTORIA PRECEDENTE: LAS MÁQUINAS ALGÉBRICAS

2.1. Antes de Torres Quevedo

Unas breves referencias históricas permitirán situar históricamente la aportación de Leonardo Torres Quevedo en este tema de las *máquinas algébricas*. Hasta **Charles Babbage** (1791-1871) se recuerdan los intentos, entre otros, de Napier, Schickard, Pascal, Leibnitz, Hahn, Stanhope, Müller y Molnar, en los que las operaciones aritméticas se realizan paso a paso.

En el proyecto de Babbage se introducen previamente las instrucciones y los datos y la máquina ‘realizaría’, en su concepción, aunque no le fue posible la consecución práctica, todas las operaciones y ‘registraría’ todos los resultados -intermedios y final-. “Su fracaso -sentencia Torres Quevedo- se debió al uso de elementos mecánicos”.

Este período, caracterizado por su referencia general a las *máquinas algébricas*, ha sido bien estudiado y establecido; aquí carece de interés, salvo el reconocimiento de su necesidad, dejando constancia de ellos, para una adecuada perspectiva histórica.

2.2. La contribución singular de Torres Quevedo, 1893-1901

El periodo 1893-1901 de la biografía científica de Torres Quevedo, caracterizado por lo que hemos denominado 'Primera fase de la dedicación de Torres Quevedo a las máquinas de calcular'⁶, se desarrolla precisamente en torno a las *máquinas algébricas*, etapa que se coronaría con su *Discurso* de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1901, trabajo que representa el final del período de dedicación a estas máquinas, orientado ya hacia el problema de la aerostación con la concepción de nuevos tipos de dirigibles.

A la búsqueda de máquinas que resolvieran ecuaciones, se había lanzado don Leonardo, tras el inicial fracaso social de sus transbordadores⁷, concebidos en el Valle de Iguña, al instalarse en Madrid. La obra de Torres Quevedo perteneciente al recinto de las máquinas de calcular por la metodología vigente, que se centraría en la *cinemática de máquinas*, consistió en el conjunto de memorias y máquinas que, a modo de hitos, pueden organizarse de la manera siguiente.

Primero, en 1893, preparó una *Memoria sobre las máquinas algébricas* manuscrita, en solicitud de ayuda al Gobierno español, que recaba informe a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. En ella acompaña noticia de algunas máquinas calculadoras anteriores. La edita con ese título en 1895 incluyendo el "Informe" del académico, también Ingeniero de Caminos, Eduardo Saavedra, de enero de 1894, de 107 páginas⁸, que se publicó en el *Anuario* de la Real Academia de Ciencias de dicho año 1895⁹.

⁶ González de Posada (1992): *Leonardo Torres Quevedo*. Madrid: Biblioteca de la Ciencia Española.

⁷ Ibidem.

⁸ Torres Quevedo (1895): *Memoria sobre las máquinas algébricas*. Imprenta de la Casa de Misericordia, Bilbao 1895.

⁹ La *Memoria* -íntegra- se reproduce en la *Revista de Obras Públicas*, XLIII, 169-170, 177-178, 185-186, 193-194, 201-205, 209-215, 217-222, 225-227, 233-240, 241,246, 249-255, 257-262 a lo largo de doce números, desde el 22 al 33, de 1895, desde el 10 de agosto al 30 de noviembre.

Segundo, en **1895** publicó complementariamente en **Francia**: 1) Memorias “Sur les machines algébriques” en la *Académie des Sciences*¹⁰ y “Machines algébriques” presentada en un Congreso en Burdeos¹¹. Se le abrían así las puertas de la ciencia francesa.

Tercero. Este primer período de la atención de Torres Quevedo a las máquinas, *máquinas algébricas*, lo cierra el inventor español con un extenso conjunto de publicaciones en los años **1900-1901**. En **lengua francesa**: la comunicación “Sur les machines à calculer”¹² presentada en la *Académie des Sciences* de París con la memoria “Machines à Calculer”, de la que existe un *Rapport*, de 2 de abril de 1900, de Deprez, Poincaré y Appell.

Cuarto. Esta primera etapa de la dedicación de Torres Quevedo a las máquinas se cierra en el año **1901** con la lectura de su *Discurso* de ingreso en la **Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales** de Madrid¹³, *Máquinas algébricas*, que, en versión francesa, se publicaría en abril de 1902 como *Machines algébriques*¹⁴. Y con este *Discurso* se concluyó la atención a las *máquinas algébricas* de variables continuas y construcción prioritaria en el ámbito de la que consideró cinemática de máquinas.

2.3. La recepción en Francia de Torres Quevedo y de su obra: Maurice d'Ocagne

Torres Quevedo, ingeniero de Caminos, en algún sentido, se había presentado en Francia, en el Congreso de Burdeos de 1895, como innovador en el campo de las máquinas de calcular. ¿Floreció su

¹⁰ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. 121, 245-249, (29 Juillet 1895).

¹¹ Association Française pour l'Avancement des Sciences. Congrès de Bordeaux, Au Secrétariat de l'Association. París.

¹² *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 130, 1-3.

¹³ En *Discursos leídos ante la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en la recepción pública del Sr. D. Leonado Torres y Quevedo*, págs. 1-33. Contestación (págs. 35-54) a cargo de Francisco de Paula Arrillaga, 19 de mayo de 1901. Madrid, (1901).

¹⁴ *Machines algébriques*, 31 págs. Edición de *Revue de Questions Scientifiques*. Abril 1902. Société Scientifique de Bruxelles. Imprimerie Polleunis & Ceuterix. Louvain.

semilla? La había plantado en España y en Francia, y en ésta, fecunda, dio fruto. Veamos el proceso de la obra del ingeniero español en la acogida francesa por la mediación principal del también ingeniero civil del Instituto Politécnico de París, Maurice d'Ocagne.

Philbert Maurice d'Ocagne (1862-1938), ingeniero y matemático francés, puede considerarse como el introductor en el mundo de la cultura científica francesa de la obra de Torres Quevedo. Bajo esta luz conviene recordar, en el campo de la ciencia matemática, que desde 1901 fue presidente de la *Société Mathématique de France* y desde 1922 miembro de l'*Académie des Sciences*. Pero también que, desde el propio campo de la Ingeniería, en 1893 ingresa en el cuerpo de profesores de l'École Polytechnique, alcanzando la cátedra de Geometría en 1912, y que accede a cargos relevantes en el Ministère des Travaux Publics, ingeniero jefe en 1908 e Inspector general en 1920. Su ámbito de trabajo creativo se centró en la Nomografía, cuerpo de las técnicas gráficas para la resolución de ecuaciones.

En fecha tan temprana como 1896, Maurice d'Ocagne escribió "Note sur les machines á résoudre les équations de M. Torres" en *Le Génie Civil*, de 18 de enero de 1896, en París, consecuencia de la presencia en Francia de Torres Quevedo presentando las obras anteriormente citadas. Puede considerarse como una positiva respuesta inmediata de recepción por su colega francés desde la común condición de ingenieros civiles aficionados a las matemáticas.

En 1901 publica *Sur la construction des Machines algébriques*¹⁵. Pero, en este año, como se ha indicado, Maurice d'Ocagne accede a la presidencia de la *Société Mathématique de France*, y, como es fácil de interpretar, solicita a Torres Quevedo unos trabajos para su revista, y, entonces, el ingeniero español, conocido el campo de atención preferente del ingeniero francés, le envía: "Sur les rapports entre le calcul mécanique et le calcul graphique"¹⁶ y "Sur l'utilité des exemples cinématiques dans l'exposition des théories mathématiques"¹⁷, trabajos que inician el *Bulletin* de la *Société* de ese año. Se sellan las

¹⁵ Edición de *Revue de Mécanique*. Septiembre y octubre de 1901. Dunod, París.

¹⁶ *Bulletin de la Société Mathématique de France*, 29, 1-6.

¹⁷ *Bulletin de la Société Mathématique de France*, 29, 7-12.

razones de una amistad científica entre dos figuras, ingenieros matemáticos, enfrentadas a uno de los problemas fronteras del gozne del cambio de siglo.

De esta manera, por la especial mediación de Maurice d'Ocagne, la obra de Torres Quevedo podría difundirse sin dificultades en Francia. Esto se pondría claramente de manifiesto en la obra de Michel Serres¹⁸ y en la exposición “De la Machine à Calculer de Pascal à l'Ordinateur”¹⁹, como hemos constatado en la Conmemoración del Centenario del *aritmómetro*²⁰.

¹⁸ Serres. M. (1989): *Éléments d'histoire des Sciences*. Editorial Bordas, París.

¹⁹ *Musée National des Techniques* (1990): *Catálogo*, París.

²⁰ Discurso de recepción como Académico de Honor en la Real Academia Europea de Doctores de Barcelona, 26 de junio de 2020, pp. 43-46.

3. UNA BREVE HISTORIA INTRODUCTORIA INTRÍNSECA: LA PROTOHISTORIA DE LA AUTOMÁTICA

Tras el discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1901, Torres Quevedo cambia su dedicación. Será el tema de los dirigibles, a partir de este momento, el que atraerá su atención preferente, como hemos puesto de manifiesto en distintas ocasiones anteriores²¹, desde las perspectivas de las alabanzas que recibe de José Echegaray, en la Academia de Ciencias española, y de la *Académie des Sciences* francesa, donde don Leonardo ya era conocido, mediante el informe elaborado por Paul Émile Appell.

Como complemento de la dedicación a los dirigibles surgiría el *telekino*, que, tras su exhibición en Bilbao, con la presencia de S.M. Alfonso XIII en 1906, animaría el proyecto de construcción del transbordador del Monte Ulía, en San Sebastián, primer transbordador del

²¹ Por ejemplo, en: González de Posada, F. (1992): *Leonardo Torres Quevedo*. Madrid: Biblioteca de la Ciencia Española. González de Posada, F. y González Redondo, F.A (ed) (2002): *Leonardo Torres Quevedo y los globos dirigibles*, edición bilingüe español/francés. Madrid: INTEMAC. González de Posada, F.; González Redondo, F.A.; Gavilán Pimentel, E.; González Cascón, A.; y Trujillo, D. (2007): *Leonardo Torres Quevedo y la Conquista del Aire*. Guadalajara: Amigos de la Cultura Científica.

mundo para personas, que desempeñaría el papel de prólogo del que se construiría años más tarde en el río Niágara. En el interregno surgiría el viaje a Argentina, 1910, y mientras sus dirigibles y su transbordador aéreo conquistan los aires, él se encierra, bajo el trasfondo de sus *máquinas analíticas*. Y así, comienza la que hemos considerado 'Segunda fase de dedicación a las máquinas: en torno a las *máquinas analíticas*', 1910-1920, que alcanzará su máxima expresión teórica en 1914 con los "Ensayos sobre Automática" y práctica en 1920 con el *aritmómetro*.

La protohistoria intrínseca de la *Automática* de Torres Quevedo estaría constituida por tres referentes: el *telekino*, su estancia en Argentina y el *ajedrecista*.

3.1. El *telekino*, 1901, albor de la protohistoria

En los años 1901-1906 ha concebido y consolidado, con fuertes discusiones en defensa de la primacía de su invento²², el *telekino*, que había supuesto, en realidad, el inicio de su *Automática*, aunque no propiamente de la *era electromecánica* de las máquinas de calcular. El *telekino* era una máquina, sí, pero no máquina de calcular.

Destacamos algunos de los trabajos de Torres Quevedo de esta nueva época: En 1902 solicita, ¡cómo no!, en Francia, patente de invención del *telekine: Système dit Telekine pour commander à distance un mouvement mécanique*²³ y presenta una comunicación en la *Académie des Sciences*, "Sur le télékine"²⁴, que se publica en 1903²⁵. Ha inventado el 'mando a distancia', una máquina concreta, como ingeniero, pero sin ningún fundamento teórico o abstracto o general que le diera cobijo en un marco establecido; sólo se presenta como

²² Puede verse González de Posada, F. (1992), pp. 71-83.

²³ *Brevet d'Invention* du 10 décembre 1902. N° 317.218. République française, Office National de la Propriété Industriale, París.

²⁴ *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 137, 317-319.

²⁵ Problemas posteriores que surgen como consecuencia de la pretensión de otros científicos de considerarse descubridores del 'aparato' le harán, aparte de la organización de demostraciones públicas, escribir sus reclamaciones de prioridad con comunicaciones a las academias de ciencias española (1906) y francesa (1907).

alborear de una nueva época. Pero Torres Quevedo está dedicado a sus dirigibles y la nueva tarea de la resurrección de su transbordador aéreo que había quedado olvidado, y ahora, 1907, se plantea su inauguración en San Sebastián.

Pero ¿cuándo surge, de hecho, la *Automática torresquevediana*? Leamos a su autor, en los párrafos finales de la Memoria del 1914 que hoy recordamos:

El estudio del telekino fue el que me encaminó en esta nueva dirección.

El telekino es, en suma, un **autómata que ejecuta las órdenes que le son enviadas por medio de la telegrafía sin hilos**. Además, para interpretar las órdenes y obrar en cada momento en la forma que se desea, debe tener en consideración varias circunstancias. Su vida de relación es, pues, bastante complicada.

Esta importante cuestión relativa al *telekino* retrotrae el momento de su invención de la *Automática* de 1914 a 1901. Así, el invento paralelo a, y complementario de, los dirigibles, con la finalidad, en tanto que presupuesto de aceptación generalizada, de ahorrar víctimas en los vuelos de pruebas, constituiría el origen, como él consideró después, de una nueva ciencia: la *Automática*. El *telekino* sería, pues, al menos, un esbozo y un preludio de la *Automática*.

El reconocimiento internacional del *telekine* como primer dispositivo de mando a distancia del mundo, descubrimiento de Torres Quevedo, lo formalizaría el Institute of Electrical and Electronics Engineers al conceder al *Telekino* un “IEEE Milestone in Electrical Engineering and Computing” por el “Early development in remote-control, 1901”, estableciendo oficialmente su primacía en la resolución de este otro problema.

3.2. La visita cultural a Argentina, 1910

Un acontecimiento especial, anómalo podríamos decir por su significado político y representativo, de la biografía de Torres Quevedo

fue el de su integración en la Misión extraordinaria que acompañó a la Infanta Isabel a los actos conmemorativos del centenario de la independencia de la República Argentina, en mayo de 1910, portando, por otra parte, la representación de España en el Congreso Científico Internacional de Buenos Aires (julio 1910).

En éste presentó un proyecto de “Unión Internacional Hispano Americana de Bibliografía y Tecnología Científica” con las importantes finalidades de “depurar, perfeccionar, unificar y enriquecer” el lenguaje técnico español. Con gran interés se aprobó su complejo, bien concebido y estructurado proyecto; sin embargo, posteriormente no se obtuvo el éxito deseado.

La primera tarea de la nonata Unión Internacional debía consistir en la publicación de un Diccionario Tecnológico de la lengua española, para afrontar los numerosos problemas existentes, tales como el establecimiento de neologismos científicos y tecnológicos, y la adaptación de vocablos de otros idiomas, ante la avalancha de términos extranjeros que nos invaden y que aceptamos directamente o degenerados.

Pero como acontecimiento paralelo, durante su estancia en Argentina en 1910, da publicidad a un *nuevo sistema de máquinas de calcular electro-mecánicas*, que constituiría los prolegómenos de sus “Ensayos” y de su *aritmómetro*, como consta en la publicación “Sobre un nuevo sistema de máquinas de calcular electromecánicas”²⁶ de 1911.

3.3. El primer ajedrecista, 1911

Llama la atención que no se refiera, en la Memoria “Ensayos sobre Automática” a su *primer ajedrecista*, construido en 1911 y que se presentaría muy poco después de la publicación de los “Ensayos sobre Automática”, enero de 1914, en el Laboratorio de Mecánica de la Sorbona, en París.

²⁶ *Revista de Obras Públicas*, LIX, 227-233 y 274-278.

En este ambiente, H. Vigneron, que ha conocido la máquina 'el primer *ajedrecista*', publica en *La Nature*²⁷, 13 de junio 1914, "Les automates: Le joueur d'échecs automatique de M. Torrès y Quevedo", como colofón de la presentación del aparato en el Laboratorio de Mecánica de la Sorbona. La *Automática* de Torres Quevedo entra así en la escena internacional en 1914.

La originalidad y el posterior éxito del sabio iguñés en este campo se debió a la introducción de **elementos electromecánicos**. En la etapa de su vida 1910-1920 va destacando paulatinamente las ventajas inherentes al sistema electromecánico que preconiza sobre los procedimientos mecánicos, incluidos los suyos de la etapa anterior. No sería hasta 1940 cuando se produciría el alborar de lo que poco más tarde se llamaría la 'era de las computadoras'.

Finalmente, debemos decir que estos tres aparatos o máquinas principales fueron previa, simultánea y posteriormente alumbradores y consecuencia de sus concepciones sobre Automática: el *telekino*, el *ajedrecista* y el *aritmómetro electromecánico* que portan el sello de la singularidad y de la genialidad torresquevedianas.

²⁷ *La Nature*, XLII, 56-61.

4. LOS “ENSAYOS SOBRE AUTOMÁTICA”, 1914. OBRA ESPAÑOLA, ESCRITA EN ESPAÑOL POR UN INGENIERO Y ACADÉMICO ESPAÑOL

La protohistoria, en tanto que antecedente intrínseco al pensamiento de Torres Quevedo, estaría constituida por unos ‘aparatos’ que se integrarían en ella, el *telekine*, cuyas expresiones escritas lo fueron en francés, y el *ajedrecista*, que se presentaría en París, pero las primeras exposiciones teóricas, en Argentina, se habían ofrecido en español.

En enero de 1914 se publica en la *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* de Madrid, la Memoria “**Ensayos sobre Automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones**”. Esta Memoria se lee perfectamente y se explica -ella misma- intrínsecamente de forma magistral; lo mejor y lo recomendable, por tanto, es la lectura directa del texto. Nuestra misión, en consecuencia, no consiste tanto en analizarla en sí misma sino, en todo caso, en contextualizarla, historizarla y valorarla desde las luces del presente. Con esta perspectiva, sí destacaremos algunas expresiones del texto de Torres Quevedo.

Lo primero a destacar es que Torres Quevedo **la escribe en espa-**

ñol. ¡Menuda sorpresa!, dado que, de hecho, prácticamente toda su obra hasta ese momento la había escrito en francés. Bien es verdad que toda la producción científica anterior, como prácticamente la ya más escasa producción siguiente, había sido prioritariamente sobre máquinas y ésta, ¡novedad!, era más bien **de pensamiento científico-filosófico**. No tenía ábacos, no tenía gráficos, no tenía figuras, no se complementaba con una máquina de demostración, ... tenía construcción filosófica sobre ... una *nueva ciencia*.

Esta Memoria, en el contexto de la I Guerra Mundial, se publicó en francés el año siguiente: “Essais sur l’Automatique. Sa definition. Etendu théorique de ses applications”, en la *Revue Générale des Sciences*²⁸, texto que utiliza como referencia en su trabajo “Arithmomètre électromécanique” de 1920.

En consecuencia, debe destacarse que **el origen de la Automática fue netamente español**, porque:

- 1) La obra original **se escribió en España**;
- 2) Fue **publicada en una revista española**: la de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales;
- 3) **Escrita en lengua española**, posiblemente porque era teórica, más bien filosófica y lingüística que matemática (formulaciones) y/o técnica (aparatos o dibujos), siendo así que la casi totalidad de las obras de Torres Quevedo se editaron en francés, de tal manera que, de alguna de ellas, de excepcional importancia, como el *arithmomètre électromécanique*, publicado en francés, no existiría versión española hasta 1996²⁹; y
- 4) **Su autor fue el español Leonardo Torres Quevedo**.

²⁸ 15 de noviembre de 1915, pp. 601-611

²⁹ Edición trilingüe francés-inglés-español editada por INTEMAC como regalo de Navidad en edición no venal.

5. “ENSAYOS SOBRE AUTOMÁTICA”: OBRA HISTÓRICA

El inventor, en su obra de 1914, había dejado escrito que “estas máquinas [sus *máquinas analíticas*] pertenecen a un **capítulo nuevo de la ciencia de las máquinas que se podría llamar automática**”. Así nacía, no un capítulo nuevo de una ciencia preexistente, sino que nace una *nueva ciencia*, la *Automática*, en los “Ensayos sobre Automática”, que se convierten en auténtica ‘**obra histórica**’.

Y esto se justifica cuando escribe que la nueva máquina “**no tiene ninguna relación con las máquinas algébricas**” ya que las operaciones se hacen con magnitudes discretas.

En el *aritmómetro*, 1920, se pone en evidencia la **facultad de decisión introducida en la máquina**. Así, puede leerse: “En suma, este **autómata** actúa como una persona circunspecta y reflexiva: **examina las circunstancias en que se encuentra para decidir lo que debe hacer, y lo hace**”.

* * *

Parece oportuno dar, aunque sólo sean introductorias, unas primeras respuestas a la pregunta **¿Qué es la Automática?** Puede aceptarse,

al menos en principio, la definición del *Vocabulario Científico y Técnico* de la Academia de Ciencias (1990):

Estudio de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la **sustitución del operador humano por un operador artificial** en la ejecución de una tarea física o mental previamente programada.³⁰

A continuación, en el terreno que aquí interesa, creemos adecuado recordar la valoración que, sobre la contribución de Torres Quevedo en este ámbito, hizo nuestro maestro José García Santesmases:

[...] uno de los aspectos más importantes de la obra de Torres Quevedo y que por sí solo le hubiera dado renombre universal, es el de **precursor de la Automática actual, cuya denominación introdujo hace más de sesenta años.**³¹

y más adelante:

[En los “*Ensayos sobre Automática*”] **se establecieron los fundamentos de la Automática**, presentando puntos de vista proféticos y que, incluso hoy día, pueden considerarse válidos.³²

Quizá sólo falte por añadir, diciendo así algo propio, [aunque pudiera considerarse poco original por la facilidad con que se utiliza, que la hace, con frecuencia, expresión vulgar,] que estos “**Ensayos sobre Automática**” constituyen lo que suele denominarse una ‘**obra histórica**’, que está recibiendo un progresivo y paulatinamente generalizado reconocimiento mundial como obra pionera y fundamental en la historia del pensamiento del conjunto de disciplinas que brotaron de su tronco: Automática, Informática, Teoría de la Computación, Cibernética, Robótica e Inteligencia Artificial.

³⁰ El uso de negritas en los textos de referencia, a partir de aquí, es nuestro.

³¹ García Santesmases, J. (1980): *Obras e inventos de Torres Quevedo*, p. 27. Madrid: Instituto de España.

³² *Ibid.* pág. 119.

6. “ENSAYOS SOBRE AUTOMÁTICA”. APORTACIONES

Este punto dedicado a catalogar y describir las ‘**aportaciones**’ de Torres Quevedo, en el ámbito de la *nueva ciencia* por él creada, es, a nuestro juicio, el de mayor relevancia. Son varias y de diferentes naturalezas. Veámoslas.

Primera. Clasificación de las máquinas

Torres Quevedo establece, en primer lugar:

[Una clasificación de] los autómatas en dos grupos, según que las circunstancias que regulan su acción actúen de un modo continuo, o que, por el contrario, lo hagan bruscamente, por intermitencias.

Con un lenguaje más actual, las máquinas pueden ser de *variable continua* (los *sistemas analógicos* -entre los que se encuentran sus *máquinas algébricas* y el *integrador*-) o de *variables discretas* (los *sistemas digitales* o *numéricos*).

En los del primer tipo “se establecen enlaces mecánicos invariables”

(problema, por tanto, de Cinemática y de Teoría geométrica de Mecanismos); en los del segundo tipo “se trata, por el contrario, de alterar bruscamente estos enlaces cuando las circunstancias lo exigen [...] Se requiere, en definitiva, que el autómatas intervenga en un momento dado para alterar bruscamente la marcha de las máquinas, las cuales puede decirse que serán gobernadas por él”.

Y tiene conciencia de que se enfrenta con un tema nuevo:

[...] es evidente que el estudio de esta forma de **automatización no pertenece a la Cinemática**. Así es que nunca se ha estudiado sistemáticamente, que yo sepa. Esta deficiencia debería corregirse agregando a la teoría de las máquinas **una sección especial: la Automática**, [...].

Segunda. Concepto de Automática. “Su definición”

El concepto torresquevediano de *Automática* es preciso y precioso. Esta *nueva ciencia*, que decimos aquí, la descubre bajo la consideración de una ‘sección especial’ de la teoría de las máquinas. Basta reproducir, en síntesis, la página capital de su Memoria:

[...] la **Automática** [examina] los procedimientos que pueden aplicarse á la construcción de **autómatas dotados de una vida de relación más o menos complicada** (*).³³

Los autómatas deberán **tener sentidos**: termómetros, brújulas, dinamómetros, manómetros ... aparatos sensibles á las circunstancias que deben influir en su marcha. La impresión recibida por cada uno de estos aparatos se

³³ Hay una nota de pie de página que dice: “El estudio teórico y experimental de estos procedimientos es el fin principal del *Laboratorio de Automática*, de cuyos trabajos me propongo dar cuenta en notas sucesivas que formarán la continuación de estos ensayos”. En las referencias se mantienen la ortografía, la puntuación y la acentuación del autor. El uso de negritas, como se ha indicado, es nuestro.

traduce, generalmente, por un movimiento, por ejemplo, el desplazamiento de una aguja sobre un limbo graduado. Los autómatas deberán **tener miembros**: las máquinas ó los aparatos capaces de ejecutar las operaciones que les sean encomendadas. La *orden* de ejecutar una operación será transmitida al aparato encargado de realizarla por procedimientos muy sencillos, aunque se trate de operaciones complicadas; esto se ve, por ejemplo, en algunos relojes, en los cuales una pieza que se dispara permite que se ponga en marcha un mecanismo, el cual actúa sobre muñecos que ejecutan diversos movimientos.

Los autómatas deberán **tener la energía suficiente**: los acumuladores, las corrientes de agua, los depósitos de aire comprimido que han de suministrársela á las máquinas destinadas á ejecutar las operaciones necesarias.

Además, se necesita -y éste es el **principal objeto de la Automática**- que los autómatas tengan **discernimiento**, que puedan en cada momento, *teniendo en cuenta las impresiones que reciben, y también, á veces, las que han recibido anteriormente, ordenar la operación deseada. Es necesario que los autómatas imiten á los seres vivos, ejecutando sus actos con arreglo á las impresiones que reciban y adaptando su conducta á las circunstancias.*

Ha sintetizado de esta manera su pensamiento respecto de la clasificación de los autómatas y, sobre todo, del **concepto y objeto de la Automática**. Pero, en este marco, ¿cuál es el objeto de sus “Ensayos”? Es importante destacarlo: constituye el hilo conductor; no sólo inventa máquinas, sino que crea conceptos y abstracciones, de tal modo que las **máquinas** las considera de hecho -y así lo explicita repetidamente- como **ejemplos de demostración** “para que resulten más claras las explicaciones teóricas”. He aquí el objeto de su trabajo:

Se piensa, generalmente, que sólo en algunos casos muy sencillos puede conseguirse [construir un autómata que, para determinar sus actos, *pese* las circunstancias que le

rodean]; **se cree** que es posible automatizar las operaciones mecánicas, puramente manuales de un obrero, y que, por el contrario, **las operaciones que exigen la intervención de las facultades mentales nunca se podrían ejecutar mecánicamente** [...]

Intentaré demostrar en esta nota -desde un **punto de vista puramente teórico**- que **siempre es posible construir un autómata cuyos actos, todos, dependen de ciertas circunstancias más o menos numerosas, obedeciendo á reglas que se pueden imponer arbitrariamente en el momento de la construcción.**

Las palabras en negritas son las importantes para nuestro juicio, con ellas decimos nosotros que contra lo que se creía, intentará demostrar Torres Quevedo, desde una perspectiva puramente teórica, que **siempre** es posible construir un **autómata**, e introducimos, por nuestra parte, una expresión posttorresquevediana, **dotado de inteligencia artificial**.

Tercera. Relativa a los modos de solución del problema: **el método electromecánico**

El problema [de los autómatas] podría resolverse de mil modos diferentes; pero -para hacerme comprender más fácilmente- en vez de limitarme a abstracciones puras, indicaré un método electromecánico que **puede dar**, en mi opinión, **la solución general del problema**.

Entre “los mil modos diferentes” uno hubiera sido el exclusivamente mecánico. Invitamos al lector a releer el apartado VII en el que expone las ventajas del sistema electromecánico en relación con el mecánico:

Así es que empecé, como todo el mundo, pensando en las soluciones mecánicas; pero las dificultades me parecieron absolutamente invencibles.

Y analiza y critica el ‘proyecto de máquina analítica’ del ‘genio mecánico’ de Babbage:

Quizá otro triunfe donde fracasó Babbage pero la cosa no parece fácil, y será temerario, a mi juicio, seguir sus pasos mientras no poseamos principios mecánicos nuevos que nos den la esperanza de vencer las dificultades del camino. No estoy en ese caso.

El camino posterior, la electrónica, aún no había nacido. Torres Quevedo inicia y desarrolla la 'era electromecánica'. En el párrafo II de su Memoria explica "el principio del método electromecánico". Éstas son las ideas que reitera:

Se tropezará á veces con dificultades para llevar á cabo la ejecución de este aparato; pero **su posibilidad teórica (de la que únicamente nos ocupamos) no presenta la menor duda.**

...

Se puede complicar [al autómata] cuanto se quiera su vida de relación.

Y esto sin la menor dificultad teórica.

Finalmente, he aquí el resumen-juicio del propio inventor que deberíamos llamar también teórico:

Creo haber mostrado, con todo lo que precede, que se puede concebir fácilmente para un autómata la posibilidad teórica de determinar su acción en un momento dado, pesando todas las circunstancias que debe tomar en consideración para realizar el trabajo que se le ha encomendado.

Se puede concebir igualmente un autómata que obre con una finalidad; un autómata que realice una serie de actos tendiendo á conseguir un objeto determinado.

Cuarta: la concepción general de las 'máquinas analíticas'

En tanto que aplicación del método electromecánico a un caso particular de relativamente fácil exposición:

Una máquina analítica, tal como la entiendo aquí, debe **ejecutar unos cálculos cualesquiera, por complicados que sean, sin auxilio de nadie.**

Puede considerarse como ‘prólogo teórico’ del *aritmómetro electromecánico* que presentaría en París unos años más tarde, 1920, y al que hemos dedicado un trabajo conmemorativo anterior³⁴.

Quinta. La descripción detallada, como invento concreto, de un “autómata dispuesto para calcular el valor de la fórmula $\alpha = ax(y-z)^2$ sin el auxilio de nadie”

De tal modo que

El autómata debe ejecutar todos los cálculos, imprimir los resultados y advertir que la operación ha concluido.

El funcionamiento de esta máquina, no físicamente construida, lo describe con todo detalle sobre la base de un conjunto de gráficos perfectamente elaborados. He aquí su juicio:

Este ejemplo es suficiente para hacernos ver la generalidad del método [electromecánico] [...]

El autómata procede en todo como un ser inteligente que sigue ciertas reglas, y me interesa hacer observar especialmente que **procede como un ser inteligente en el momento en que hay que escoger un camino** en cada caso particular [...]

Es verdad que se ha considerado un caso muy sencillo; pero **el método es completamente general.**

Aquí radica, aunque Torres Quevedo no se salga de la denominación

³⁴ González de Posada, F. (2020): *El aritmómetro electromecánico de Torres Quevedo (1920): Conmemoración de su Centenario (2020) a la luz de la Historia de la Ciencia del último siglo*. Discurso de recepción como Académico de Honor en la Real Academia Europea de Doctores.

de Automática, el origen simultáneo con la denominada, unos cuarenta años más adelante, Inteligencia Artificial.

Como se ha indicado, el ejemplo que utiliza lo explica con gráficos, pero no presenta la máquina que lo realice. La memoria queda pues como teórica, y eso, en aquel momento histórico y en el ambiente práctico en el que se desenvuelve la sociedad del progreso indefinido y en plena Primera Guerra Mundial, no interesa: hacen falta 'objetos' concretos, 'máquinas', al modo del *telekino*, o como el ejemplo del *ajedrecista ...*, así como serían, en su caso, los "del *Laboratorio de Automática* de cuyos trabajos me propongo dar cuenta en notas sucesivas que formarán la continuación de estos ensayos", según anuncia en la nota de pie de página referida. Entre éstos estaba ya el *aritmómetro*.

7. EL LABORATORIO DE AUTOMÁTICA

Con la expresión “El Laboratorio *de* Torres Quevedo” quisimos significar la trayectoria de don Leonardo en el plano experimental en nuestra obra-compendio, primera, sobre don Leonardo³⁵. Y ¿por qué, “Laboratorio *de*”? La razón es muy sencilla. Suele confundirse, con harta frecuencia, la formalidad con la realidad, caso no extraño en aquellos historiadores que, pegados y sometidos a los documentos, no son capaces de salir de ellos para comprenderla.

La historia de los laboratorios, escrito en plural, *de* Torres Quevedo es formalmente confusa y expresa notables altibajos como institución(es) y los sucesivos cambios de nombre exigen muchas páginas de escritura para no salir de los embrollos de adscripción, de responsabilidades, de presupuestos, de problemas de personal, de estar sometido o al menos a disposición de otras instituciones, etc., etc. No es ésta nuestra pretensión aquí.

El objetivo es muy sencillo y para destacar lo no señalado: el **Laboratorio de Automática**, ‘real’ -creado por Torres Quevedo-, al

³⁵ González de Posada, F. (1992): *Leonardo Torres Quevedo*. Madrid: Fundación Banco Exterior. Biblioteca de la Ciencia Española.

margen de los títulos utilizados en las Reales Órdenes, fue el **primero del mundo con esta denominación**. Había nacido en su concepción como Laboratorio de Mecánica Aplicada, denominación análoga, correspondiente, al francés y a los que existían por Europa. ¡Sólo hubiera faltado que, sin estar establecido el nombre de *Automática*, existiera un 'Laboratorio de Automática'!

El Laboratorio *de* Torres Quevedo, consecuencia de su éxito de la primera etapa de las máquinas algébricas, y en consonancia con su ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, empezó con la denominación formal, al modo de los europeos, "Laboratorio de Mecánica Aplicada", creado (sobre papel) por el Gobierno con fecha 22 de enero de 1901, bajo la dirección de Torres Quevedo y en el marco del Ministerio de Fomento. En este momento comienza don Leonardo la que hemos denominado **tercera etapa**³⁶, la que se inicia prácticamente con el siglo y con sus cincuenta años. Aquí cambia radicalmente su vida. Ya no sólo inventa, podríamos decir simbólica y exageradamente que, para él, sino que se constituye socialmente en un *genial inventor*. Esta etapa se caracteriza, sobre todo, por la creación y funcionamiento de *su(s)* Laboratorio(s).

Con la condición social de acceso a la fama, aunque desde diferentes perspectivas y acontecimientos, la revista *ATENEOS* [bajo el título "En justa demanda"] se atreve a pedir, "por considerarlo de justicia, que no se dejen malograr los esfuerzos de una inteligencia tan privilegiada como la de Torres Quevedo por falta de medios para realizar sus concepciones: y así como en otros casos se ha concedido a ilustres pensadores españoles los elementos con que llevar a la práctica sus ideas, pedimos al Gobierno y a las Cortes, con la confianza puesta en el porvenir, que se monte un laboratorio de Mecánica Aplicada para el desarrollo de las iniciativas del ilustre ingeniero español, y lo pedimos con absoluta fe y seguridad de que el sacrificio del país no ha de resultar estéril". Esta petición la suscribió la Junta Directiva en la que figuraban Ramón y Cajal, Menéndez y Pelayo, Rodríguez Carracido, Menéndez Pidal, Simarro, Antón

³⁶ González de Posada, F (1992).

Fernández, Marv, La Fuente, Piera y Gomez Ocaña. ¡Buen ejemplo!

La instalación del Laboratorio se aprueba por el Ministerio de Instrucción Pública en el Palacio de la Industria y de las Artes, en los altos del antiguo hipódromo. En 1908 se proyect la reforma del Palacio para integrar en un mismo edificio organismos tales como la Escuela de Ingenieros Industriales, el Museo de Historia Natural y los Laboratorios de la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Este laboratorio *de* Torres Quevedo se termin en marzo de 1910.

Y mientras tanto ... dnde trabajaba? en qué? Era director nominal de un laboratorio inexistente. Los primeros ensayos privados y experiencias públicas del *telekino* en España tuvieron lugar en el frontón Beti Jai “aprovechando el espacio libre del frontón en que no se juega” según recuerda Juan María Torroja Miret. Otro elemento de mediación en este interregno que hizo posible unas primeras experiencias fue el otro centro (laboratorio?) torresquevediano -el **Centro de Ensayos de Aeronáutica**- del que hemos hablado en el capítulo de los dirigibles. Con él fue posible hacer trabajos de taller en almacenes alquilados para guardar máquinas y material en diversos lugares (Casa de Campo, Guadalajara, Moncloa).

Bien! En marzo de 1910, próximo a cumplir los sesenta años, dispone ¡por fin! de un aceptable buen laboratorio. Completemos los datos históricos de naturaleza administrativa: por orden del Ministerio de Instrucción Pública de 8 de junio de 1910 se crea la Asociación de Laboratorios con la finalidad de “construir toda clase de material científico destinado a los laboratorios o Centros de Enseñanza que dependan del Estado y además cualquier máquina o aparato que a los ojos de la Comisión ofrezca novedades importantes de interés científico o técnico”. Creada esta Asociación, Julio Borell, a la sazón ministro de Instrucción Pública, comunica con fecha 15 de diciembre de 1910 a Fermín Calbetón, ministro de Fomento, lo siguiente: “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 eficazmen-

te a realizarlos”. Apenas si se ha puesto en funcionamiento para desarrollar los inventos de Torres Quevedo ... y ya le han salido importantes clientes, casi todos los posibles en la España de aquellos momentos, de diversos ámbitos científicos y técnicos. Estimando dicha sugerencia, el Ministerio de Fomento autorizó al Laboratorio de Mecánica Aplicada para “formar parte de la Asociación de Laboratorios y cooperar en la medida de sus medios a la realización de sus fines, auxiliando especialmente la construcción y reparación de aparatos científicos”. En consecuencia, formalmente dejaba de ser el ‘laboratorio *de* Torres Quevedo’ en el que, como parece obvio, se instalaría en unas dependencias ‘privadas’, para no verse dedicado a las tareas a que habría de dedicarse el que tan pronto deja de ser ‘su’ Laboratorio, de modo que éste ahora quedará centrado en unas dependencias del general:

¿Qué se hizo en el que podría considerarse formalmente Laboratorio de Torres Quevedo? Por una parte, sus máquinas, ciertamente que a ritmo lento, destacando: la máquina de resolver ecuaciones (que sólo serviría como “hito histórico” y manifestación de la extremada calidad constructiva posible en aquella reducida nueva España científico-técnica), los autómatas ajedrecistas y el aritmómetro electro-mecánico.

Por otra parte, en cumplimiento de sus *nuevos fines* en el marco de la Asociación de Laboratorios que presidía Santiago Ramón y Cajal, se construyen numerosos aparatos para los científicos e ingenieros más destacados de la época, que pasan así por el supuesto Laboratorio de Torres Quevedo y se relacionan con él. Parece interesante hacer una relación representativa de los investigadores que acuden al laboratorio y de los aparatos construidos en éste para ellos: Gonzalo Brañas (magnetógrafo, microrradiógrafo, cimaciógrafo), Blas Cabrera (diferentes órganos para instalaciones magneto-químicas, espectrógrafo de rayos X), Blas Cabrera y Juan Costa (mecanismo para manejar a distancia una balanza de Runge, depósito de altura variable con movimientos micrométricos para mediciones magneto-químicas), Juan Calafat (oxímetro), Ángel del Campo (comparador espectrográfico), Salustiano Felipe (máquina para fabricar tapices de nudo), José Gómez Ocaña (cardiógrafo sencillo, cardiógrafo doble, soporte universal), Juan N. López (estalagmógrafos),

Manuel Martínez Risco (interferómetro de distancia variable, sistema Michelson), Eduardo Mier (sismógrafo analizador), Domingo de Orueta (microscopio para rocas y otros aparatos ópticos), Miguel Pérez Santano (sistema Duplex-Hughes para transmisión simultánea de dos mensajes por una línea telegráfica), Santiago Ramón y Cajal (micrótopo y panmicrótopo), Esteban Terradas (vibrador de suelo, electroimán), Luis Torres Quevedo (transportador taquimétrico), Antonio Torroja (estereógrafo), José María Torroja (foto-taquímetro y otros aparatos fotográficos) y marqués de Cerralbo (armaduras metálicas para exposición de fósiles). Y hacemos una afirmación con pocas posibilidades de error: no debió dedicar el inventor mucho tiempo a estas tareas 'ajenas' enfrascado como estaba en las realmente suyas.

¿Cuáles son las notas significativas, a nuestro juicio, del quehacer de Torres Quevedo en esta última etapa de su vida de inventor? Debe reconocerse previamente que, aparentemente al menos y en primera instancia, ya trabaja al uso ordinario de su tiempo en los centros europeos y con posibilidades muy por encima de las usuales en nuestro país. Dejando de lado la importante tarea del laboratorio al servicio de los demás, y centrando la atención en nuestro personaje, dos aspectos nos llaman especialmente la atención.

Primero. Trabajo **al margen de la Universidad**. Es verdad que nuestra Universidad (al menos en los centros científicos), en su época, lo era poco en el sentido europeo o en contraste con los correspondientes de Europa. Cuando él ya es autoridad científica comienza a nacer en la Facultad de Ciencias de Madrid la nueva generación que representará Blas Cabrera. Torres Quevedo siempre estuvo fuera de la Universidad, entendida ésta de la manera más amplia, incluyendo en ella a las Escuelas Técnicas -bastante mejores en la época que las Facultades de Ciencias- y los Centros de enseñanza e investigación del Ejército y de la Armada que no supieron o no quisieron integrarlo.

Segundo. **No hizo -no creó- escuela**. Torres Quevedo fue un *genio* y no un *número uno* que sabe más, orienta mejor, organiza más eficazmente las tareas sobre temas ordinarios, aunque éstos sean de primera categoría y actualidad, que está más reconocido que sus

colegas, que publica más y en mejores revistas. Es otra cosa, de otra naturaleza. La invención se integra en la acepción más genuina del término lingüístico *genio*, creador. Torres Quevedo va por libre, inventando cosas de las que muchas veces no se detecta su importancia o que, incluso, no la tiene. Hacer escuela de *genialidad* es difícil si no imposible; podría hacerse de *usualidad*, aunque ésta fuera pionera y de excepcional calidad. Por otra parte, podemos decir complementariamente que Torres Quevedo no tuvo iguales, ni casi iguales, ni colaboradores más o menos semejantes en relieve intelectual; tuvo en esta última etapa *ayudantes*, pero de ninguna manera un “equipo de colaboradores” que pudieran seguir firmes en la senda del maestro. Su obra creadora no tuvo -en realidad, a nuestro juicio, no podía tener por su propia naturaleza- sucesión ni siquiera seguimiento. Con esto no infravaloramos -simplemente queremos describir la situación con su lógica interna- al elenco de científicos e ingenieros que de forma más o menos continuada trabajaron en su laboratorio: su hijo Gonzalo Torres-Quevedo, Manuel Lorenzo Pardo, Miguel Pérez Santano, Juan Costa, Bienvenido Oliver, Pedro Arriba, Mario Legórburu y, especialmente, Marcos López del Castillo, considerado brazo derecho del inventor, de gran habilidad mecánica y quien a la muerte de D. Leonardo, diciembre de 1936 en el Madrid republicano cercado por los nacionales, se encargó del mantenimiento y puesta a punto de las máquinas e incluso de escribir algunos artículos sobre ellas.

En estas notas radican, en parte, la gloria de D. Leonardo, pero también son, según creemos, las causas principales de que su obra haya estado tanto tiempo olvidada y esté costando tantos esfuerzos que alcance entre nosotros el lugar que en justicia le corresponde. En resumen: no tuvo discípulos, no creó escuela, sus máquinas no están a punto ni exhibidas de manera apropiada.

Hemos titulado este capítulo “El Laboratorio *de* Torres Quevedo” desde la convicción de que es la denominación más apropiada. Se solicitó para él, se concibió para él, lo dirigió él toda su vida, era ‘suyo’ aunque se trabajara para los demás. Por ello cambiaba de nombre. En su concepción se denominaba Laboratorio de Mecánica Aplicada. Al poco tiempo de su entrada en funcionamiento, y en el momento torresquevediano en que se produce, se le cambia pronto

el nombre con el añadido de Automática, de modo que se presenta como Laboratorio de Mecánica Aplicada y de Automática, término éste -automática- que, en su acepción más propia actual, en medida importante, había concebido él.

Un último detalle puede resultar de interés: el aspecto económico de *su extraño* trabajo 'al servicio del Estado'. Torres Quevedo disponía ya de medios, modestos si se quiere, pero importantes: local aceptable, subvención estatal, colaboradores, y ... sueldo oficial. Como recuerda su hijo Gonzalo "en los seis o siete lustros que dirigió el Laboratorio de Automática, en el que trabajaba con una asiduidad extraordinaria, percibió un sueldo de diez mil pesetas anuales, sin ningún aumento ni ingreso en otra forma. No creo que fuera mezquindad del Gobierno; si él hubiese pedido alguna forma de aumento, con su categoría, ya plenamente reconocida, probablemente se lo habrían concedido, pero nunca lo solicitó". Pero con este detalle lo que queremos destacar no son las cuestiones administrativas sino la consideración de su hijo denominándolo sólo, con referencia nada menos que a los treinta o treinta y cinco años de existencia, exclusiva y propiamente como Laboratorio de Automática. En éste, así supuesto parte 'separada' del general, se concibe en consonancia con el título que le concedía el propio Leonardo Torres Quevedo, tal como hemos visto en la nota de pie de página de su obra de enero de 1914: "el fin principal del *Laboratorio de Automática*, de cuyos trabajos me propongo dar cuenta [...]"³⁷.

En resumen, el Laboratorio que formalmente dirige Torres Quevedo realiza, de hecho, dos finalidades: a) 'su' investigación personal, como Laboratorio de Automática; y b) la puesta a disposición de los investigadores españoles que desean disponer de unos determinados aparatos. Pero él está encerrado en una zona "pensando en sus cosas" mientras la estructura general, en acuerdo con la administración, está al servicio del exterior. Los documentos dicen lo que dicen, y es bueno -al hacer historia- conocerlos, pero, por favor, ¡cuidado!, que, a veces, ocultan en vez de aclarar. El 'vicio' de la 'documentalidad' acaba atrayendo y esclavizando.

³⁷ "Ensayos sobre Automática", pág. 33.

Tras esta larga disertación, el resumen que deseo presentar consiste en afirmar que, en realidad, el Laboratorio *de* Torres Quevedo fue, de hecho, el **primer 'Laboratorio de Automática' del mundo.**

8. REPERCUSIONES DE LOS “ENSAYOS SOBRE AUTOMÁTICA”

8.1. Escasa en Europa

En el año 1914 estallaría la Guerra Europea del siglo XX o Primera Guerra Mundial. Los años siguientes no presentaban buenos augurios para la difusión de las máquinas de Torres Quevedo, aunque sí para la construcción de decenas de sus dirigibles y cobro de los derechos correspondientes.

No obstante, la memoria “Ensayos sobre Automática”, de 1914, se publicó, en francés, el año siguiente, “Essais sur l’Automatique. Sa définition. Etendu théorique de ses applications” en la *Revue Générale des Sciences*³⁸, texto que usaría de referencia en su trabajo “Arithmomètre électromécanique” de 1920.

Por otra parte, Maurice d’Ocagne, más ingeniero y quizás más lejano de la filosofía -o del filosofar, aspecto de la obra teórica de don Leonardo- no deja pasar la ocasión y publica en 1916 *L’Oeuvre Mécanique de Leonardo Torres Quevedo*³⁹.

³⁸ *Revue Générale des Sciences*, 15 de noviembre de 1915, pp. 601-611.

³⁹ *Extrait de la Revue Générale des Sciences pures et appliquées*. París.

La edición francesa de los “Ensayos” tendría poco recuerdo posterior. Lo que interesa a su mundo y en su mundo son las máquinas, son los ‘aparatos’, éstos habían sido los que le abrieron las puertas de Europa, no la filosofía, aunque fuera filosofía de la ciencia, ésta propiamente aún no nacida como disciplina.

8.2. Señales españolas

No todo fue páramo en España, pero tampoco un jardín en el que se cultivara la obra de Torres Quevedo. Veamos unas breves muestras.

Su colega, ingeniero de Montes y académico de Ciencias, Francisco de Paula Arrillaga, estudioso y admirador de su obra y ligado a ella: a) por el papel decisivo que jugó, desde la Dirección General de Obras Públicas del Ministerio de Fomento, en la concesión de la primera ayuda del Gobierno para sus estudios sobre las máquinas algébricas; b) por su contestación al discurso de recepción de Torres Quevedo en la Academia de Ciencias; y 3) por la *Laudatio* en el acto de entrega de la Medalla Echegaray, escribe en esta última ocasión - 12 de marzo de 1916-:

No me figuré (y confieso que no anduve previsor en esto y en alguna otra apreciación) que de la Cinemática y de la Mecánica aplicada, para cuyos estudios, juntos con los de Aeronáutica, se creó bajo su dirección un laboratorio oficial, pasara con tanta decisión y tanto brío como pasó, a los **estudios y creaciones de Automática** a que estos últimos años vive dedicado.

Una vez en esta dirección, ya no era de extrañar que, procediendo como siempre, **abordara sus problemas en sus fundamentos primeros, fuese derechamente a su resolución y ensanchara los horizontes** de esta parte de la Mecánica, de tantas y tan trascendentes aplicaciones en la maquinaria industrial.

La primera referencia escrita de la máquina que conocemos, de acuerdo con el autor, como *aritmómetro*, está en Arrillaga⁴⁰. En este escrito se incluye como apéndice un *curriculum* de Torres Quevedo

con el título de “Publicaciones y aparatos del Excmo. Sr. D. Leonardo Torres Quevedo”, tal que, en la relación de aparatos, se mencionan: “Aritmómetro electromecánico. (Aparato de demostración)”, “Multiplicación automática. (Aparato de demostración)” y “Automata aritmético. (En construcción)”.

Gonzalo Torres-Quevedo, colaborador de su padre en el Laboratorio, como hemos indicado en el punto anterior, realizó unas actividades en recuerdo de la memoria de D. Leonardo con ocasión de la celebración en París de un *Colloque international à Paris sur “Les Machines à calculer et la pensée humaine”*, del 8 al 13 de enero de 1951. Se presentaba como acontecimiento de suma actualidad, completamente sosegados los espíritus tras la finalización ya lejana de la Segunda Guerra Mundial. En él exhibió Gonzalo “Les travaux de l’Ecole espagnole sur l’automatique” con una “Presentation des appareils de Leonardo Torres Quevedo”. Con ese motivo publicaría en la *Revista de Obras Públicas* “Torres Quevedo y la Automática”⁴¹.

Presentó en ese año 1951 en París el ‘Segundo ajedrecista’ que causaría sensación, olvidado el encuentro de Vigneron con el ‘primer ajedrecista’. Ante él desfilarían numerosísimas personas en un marco de la automática en auge: era una máquina sorprendente. Dos figuras de distintos ámbitos conviene recordar entre los visitantes, pertenecientes al novedoso mundo de la Cibernética y al tan internacionalizado del ajedrez: **Norbert Wiener** (Columbia, EE.UU., 1894; Estocolmo, 1964) considerado ‘padre de la Cibernética’, que en su obra *Cybernetics* describe esta nueva disciplina como “la ciencia del control y la comunicación en el animal y en la máquina” estimada como ciencia multidisciplinar para el análisis de los procesos de control de la información y de las comunicaciones; y **Savielly Tartakower** (Rostov, Rusia, 1887; París, 1956), nacionalizado francés, que perteneció al primer grupo de jugadores en recibir el honor de ser nombrado maestro internacional.

⁴⁰ Arrillaga, F.P. (1916): *Solemne entrega de la Medalla Echegaray al Excmo. Sr. D. Leonardo Torres Quevedo*, Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, p. 30.

⁴¹ XCIX, 99-109. (1951). Al año siguiente Gonzalo publicaría “El Centenario de Torres Quevedo” en la *Revista de Obras Públicas*, C, 515-523 (1952).

El ajedrecista se convirtió en un hito cultural.

Así lo describió Puig Adam⁴², tras el regreso de París de Gonzalo Torres-Quevedo anteriormente referido, en 1953:

Esta automatización completa de largos programas de cálculo, que abarca desde la inscripción de datos hasta la lectura del resultado final, fue ya concebida por el inglés Babbage en la primera mitad del siglo pasado. No desconocía Torres Quevedo los esfuerzos prodigiosos de Babbage en tal sentido, moviéndose en un plano puramente mecánico; sabía bien que su vida, su fortuna y la que a su disposición puso en su día el Gobierno inglés no bastaron para alcanzar la meta deseada, y que Babbage murió en el camino gloriosamente, pero sin legar más que unos pliegos emborronados de esquemas y un montón informe de ruedas, muelles y engranajes que nadie fue capaz de montar dando cuerpo y vida a geniales concepciones. **Torres Quevedo se guardó de seguir la huella de Babbage y buscó soluciones con los recursos de la electromecánica**; es decir, combinando circuitos, relés, electroimanes, únicos elementos de que entonces podía disponer, y con ellos recorrió con éxito buena parte de la empresa. No llegó, ciertamente, a la etapa óptima final concebida por Babbage y realizada actualmente con las modernas máquinas electrónicas, pero no cabe duda de que **dio pasos definitivos**, que le sitúan como un **precursor notable del cálculo automático actual**.

La originalidad y el éxito del sabio iguñés se debió a la introducción de *elementos electromecánicos*. En la etapa de su vida 1910-1920 va destacando paulatinamente las ventajas inherentes al sistema electromecánico que preconiza sobre los procedimientos mecánicos, incluidos los suyos de la etapa anterior. No sería hasta 1940 cuando

⁴² Puig Adam, P. (1953): "Torres Quevedo. El Cálculo mecánico y la Automática". *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XLVII, 11-47. El uso de negritas es nuestro.

se produciría el alborear de lo que poco más tarde se llamaría la 'era de las computadoras'.

El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos preparó una magnífica exposición en 1978 de carácter general que tuvo un largo recorrido y dejó un buen catálogo.⁴³

De la recomendable obra general sobre Torres Quevedo de nuestro profesor don José García Santesmases⁴⁴ pueden destacarse unos párrafos:

[...] nuestro inventor introdujo, realmente, la *facultad de decisión en los autómatas* de la cual se hace mucho uso en las modernas computadoras.

El mérito de Torres Quevedo fue diseñar la máquina, de suerte que sea ella la que compara y decida y en ello estriba precisamente su gran innovación. Fue el primero que logró que el autómata comparara dos cantidades de varias cifras.

A partir del año 1980 el camino de la difusión de la obra de Torres Quevedo fue el marcado por el Aula de Cultura Científica de la cátedra de Fundamentos Físicos de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Santander continuada por la asociación Amigos de la Cultura Científica. Tareas de orientación múltiple, general, primero en Cantabria, posteriormente en Madrid, después en y desde Lanzarote, y finalmente, de nuevo en y desde Madrid. Esta tarea se continúa en la actualidad de manera esplendorosa bajo la dirección del profesor Francisco A. González Redondo de la Universidad Complutense.

⁴³ Exhibida primero en Madrid, tuvimos el honor de presentarla en Santander, utilizada para la inauguración del Museo Municipal de Bellas Artes.

⁴⁴ García Santesmases, J. (1980): *Obras e inventos de Torres Quevedo*. Madrid: Instituto de España.

9. LA CREACIÓN DE UNA NUEVA CIENCIA: LA AUTOMÁTICA

Hemos destacado en el análisis de la obra “Ensayos sobre Automática” unas características determinantes: 1) su naturaleza de *obra española*: española, lo que, por su extrañeza y singularidad, ha costado, más bien sigue costando, el reconocimiento de su primacía en las historias de las disciplinas hijas suyas; 2) su carácter de ‘obra histórica’, en el que naufragamos a la espera de que se recoja el importante hecho de nuestra ciencia; y 3) el conjunto de aportaciones singulares con que contribuyó Torres Quevedo a esta ciencia.

Parece conveniente reflexionar un poco más sobre su carácter de *ciencia nueva*.

La **revolución intelectual** en el ámbito de las máquinas, quiero decir de manera más concreta y llamativa, **ciencia con trasfondo filosófico, se escribe en español** y, en principio, lo que podría llamar más la atención, en ámbitos propiamente externos. El aldabonazo, 1911, de modo sorprendente, lo da en la española *Revista de Obras Públicas*⁴⁵ con “Sobre un nuevo sistema de máquinas de cal-

⁴⁵ *Revista de Obras Públicas*, LIX, 227-233 y 274-278.

cular electromecánicas”. Y la ‘obra cumbre’, pero aparentemente perdida, y en todo caso devaluada, por su naturaleza científico-filosófica, los **Ensayos sobre Automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones** se publicará, enero de 1914, en la *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*⁴⁶, **también en español**, al margen del hecho de la guerra europea que no comenzaría hasta finales de julio de dicho año. Se rubricaría esta advertencia con la publicación en francés el año siguiente: “Essais sur l’Automatique. Sa definition. Etendu théorique de ses applications” en la *Revue Générale des Sciences*⁴⁷.

Concluida la primera guerra mundial, y ya en la cumbre del reconocimiento francés y español, pero camino de los setenta años, 1920, será el *aritmómetro electromecánico*. Y con él su coronación como **creador de la Automática**. Sólo que ésta no interesa a nadie, se ha adelantado tanto a su tiempo que pasaría inadvertida para casi todos los que seguirían esta senda sin saber que ya había sido iniciada y recorrido en un importante trecho.

Quizá falte añadir, una vez más, reiterando así algo propio, aunque sea poco original por ser ya casi expresión vulgar, que estos “Ensayos sobre Automática” constituyen lo que suele denominarse una ‘obra histórica’, que está recibiendo un progresivo y generalizado reconocimiento mundial como obra pionera y fundamental en la historia del pensamiento automático, informático, cibernético y de la inteligencia artificial. Pero ‘obra histórica’ como creación de *ciencia nueva*. En la Memoria que comentamos enuncia los fundamentos teóricos de la Automática, expone un proyecto de sistemas para realizar operaciones aritméticas por procesos digitales, introduciendo la idea de los circuitos de conmutación mediante relés, única posibilidad en aquella época, desarrolla un procedimiento original para comparar dos cantidades, diseña un autómatas sencillo y se refiere a

⁴⁶ XII, 391-419. Se hace una edición especial independiente -a modo de separata- en la Imprenta del Renacimiento. Madrid, 1914, 29 páginas. Se publica también, en versión española, con un título llamativo, “Automática. Complemento de la teoría de máquinas” en la *Revista de Obras Públicas*, LXII, 575-583 (19 de noviembre de 1914).

⁴⁷ 15 de noviembre de 1915, pp. 601-611. Este texto será el que use de referencia en su trabajo sobre el aritmómetro, objeto de conmemoración.

Babbage y a su célebre *máquina analítica*, destacando que la causa de su fracaso había sido el uso de procedimientos mecánicos exclusivos; en consecuencia, Torres Quevedo se decidió por el uso de *sistemas electromecánicos* haciendo ver que en éstos radica el futuro. Los *autómatas* -según nuestro inventor- tendrían *sentidos* (aparatos sensibles a las circunstancias externas), poseerían *miembros* (aparatos capaces de ejecutar operaciones), dispondrían de *energía necesaria* y, además, y, sobre todo, tendrían **capacidad de discernimiento (objeto principal de la Automática), es decir, de elección entre diferentes opciones en función de las circunstancias.**

9.1. ‘Aparatos’ de esta nueva estirpe

Dos habían sido los ‘aparatos’ antecedentes del aritmómetro electromecánico que respondían al espacio creador de Torres Quevedo en lo que sería una nueva disciplina. Dedicuémosles, unas nuevas fugaces atenciones.

- a) El **telekino, 1901**, lo acabamos de ver reconocido, **2007**, es una máquina que desempeñó el papel de primer ‘aparato’ de mando a distancia.
- b) El **ajedrecista, 1911**, consistía en una máquina que juega al ajedrez, aunque fuera sólo un final de partida de torre y rey contra rey. La máquina juega sabiamente y concluye dando jaque mate al rey contrario. En su primera versión se comportó propiamente como un *primer autómata práctico*. Tras él elaboraría Torres Quevedo definitivamente sus *Ensayos sobre Automática*. Unos meses más tarde H. Vigneron “Les automates: Le jouer d’échecs automatique de M. Torres y Quevedo”⁴⁸.
- c) El **aritmómetro electromecánico** lo consideraba como un *autómata*, y así escribiría: “este autómata actúa como una persona circunspecta y reflexiva: examina las circunstancias en las que se encuentra antes de decidir lo que ha de hacer y después lo hace”, ampliando un poco más adelante: “Estos mismos principios podrían aplicarse a otras máquinas de calcular e incluso a máquinas

⁴⁸ *La Nature*, 13 de junio de 1914.

industriales”, para acabar afirmando: “En resumen, el autómeta puede tener en cuenta todas las circunstancias que se quieran para decidir la manipulación a realizar y puede tener también los medios de manipular las palancas de dirección. Me creo, por tanto, en la situación de decir que **estamos en disposición de automatizar una operación mecánica cualquiera**. Bien entendido que no se trata más que de una posibilidad puramente teórica; pero aparte del interés que pueda presentar esta verdad en sí misma, es posiblemente útil -hablo aquí por experiencia-”.

Estos ‘aparatos’ -como escribía él- o máquinas principales que fueron previa, simultánea y posteriormente, causa y consecuencia de sus concepciones sobre Automática: el *telekino*, el *ajedrecista* y el *aritmómetro electromecánico*, portan el sello de la singularidad y de la genialidad torresquevediana.

9.2. La nueva ciencia: Automática

Con estos ‘aparatos’, no exentos de fundamentos teóricos, se atrevió a elaborar una **ciencia nueva**, a la que pertenecían las ideas básicas que ellos representaban. Así, nacería la obra cumbre de la ciencia matemática española *Ensayos sobre automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones*. Esta *ciencia nueva* la bautizó como *Automática*. En ésta se integraría posteriormente el *aritmómetro electromecánico*.

Y con ella y sus ‘aparatos’, ahora concebidos como aplicaciones, logró su extensión teórica, dando **origen a la pléyade de disciplinas hijas** que ocupan en la actualidad lugares de la frontera del conocimiento: Robótica, Informática, Cibernética e Inteligencia artificial.

10. EL ACONTECIMIENTO CONMEMORATIVO EN 2020: EL ARITMÓMETRO DE TORRES QUEVEDO

Quiero recordar expresamente que el aritmómetro fue uno de los grandes acontecimientos de la ciencia y de la ingeniería españolas, uno de los muy pocos grandes logros de nuestra ciencia. El 26 de junio de 1920, hace, pues, cien años, Leonardo Torres Quevedo presentaba en París el *aritmómetro electromecánico*, que en terminología actual debemos decir el primer ordenador, en el sentido presente, del mundo. Como es frecuente, dados nuestros escasos conocimientos históricos, amén de haber asumido que hemos carecido de hacedores de ciencia a lo largo de la historia, que podrán sorprendernos, si no nos surge un espíritu de rebeldía ante lo que pudiera presentarse como provocación, de las palabras que acabo de pronunciar. Sí, quiero manifestar en este preceptivo discurso y dedicar en él que **el ordenador fue inventado por un español**, que además construyó el primero del mundo y probablemente continúa siendo el único que puede llevar nombre propio, ya que a partir de él los sucesivos llevan nombre de una casa o compañía o empresa, como, por ejemplo, el que en casi todos los textos se considera primero, el ENIAC.

Inmediatamente puede decirse que, aunque concebido, construido y

descrito por un español y construido en su laboratorio de Automática, no se escribió su ponencia explicativa y descriptiva en español, sino en francés, ya que fue en París, en la ocasión de la celebración del centenario de Thomas de Colmar, donde el ingeniero de caminos Leonardo Torres Quevedo presentó su invento. Maurice d'Ocagne, presidente de la Sociedad Matemática de Francia, lo llamaría “el más prodigioso inventor de su tiempo”.

Puede sorprender más aún que durante todo el siglo XX no existiera una versión castellana del referido artículo en francés, *L'arithmomètre électromécanique*, que, si bien no precisaba entre las personas cultas traducción en los universitarios de mi generación, de educación francesa en el bachillerato, es completamente necesaria desde el último tercio del siglo XX, donde nuestros jóvenes hablan en general con aceptable soltura la lengua inglesa.

Y puede sorprender aún más que se hiciera una versión inglesa del trabajo, de naturaleza obviamente histórica y con finalidad de conocimiento de algo entonces ya histórico sin propio valor científico o técnico para el presente.⁴⁹

El ‘aparato’ y la comunicación que lo explica los presenta en París, en la *Société d'Encouragement* (Sociedad de Fomento), en la Reunión que organiza para conmemorar el centenario de la invención del primer aritmómetro práctico, el de Thomas de Colmar, en sesión del 26 de junio de 1920. La comunicación con dibujos explicativos como Anexos se publica con el título “Arithmomètre électromécanique” en *Les Machines à Calculer. Bulletin de l'Académie des Sciences*, CXXXII, 588-599 (1920).

Las notas destacables pueden ser: 1) Primer ordenador del mundo; 2) La manifestación explícita, mediante un autómatas clave, de la rubricación de la nueva ciencia, la *Automática*; y 3) Con la pretensión de demostrar el carácter de generalidad de la ciencia de la Automática.

⁴⁹ Brian Randell (1975): *The Origins Digital Computers: Selected Papers*. Springer-Verlag. Véase González de Posada (2020), pp. 39-40

La Real Academia de Doctores de España ha tenido la feliz idea, en la aceptación de este discurso, de conmemorar el bicentenario de la invención del primer aritmómetro práctico, de Thomas de Colmar, y, sobre todo, el centenario del *aritmómetro electromecánico* de Torres Quevedo, hito histórico conocido, pero poco difundido.

11. UN PASEO POR LA HISTORIA DE LA AUTOMÁTICA

Un ilustre colega, Manuel Alfonseca Moreno⁵⁰, que me honro en citar, en un blog de relieve intelectual bajo la consideración de ‘Divulgación científica’, precisa los conceptos, ahora de interés aquí, de manera exquisita.

Como se verá, lo que ahora llaman *inteligente* es lo que antes se llamaba *automático*. Pero claro, la palabra *inteligente* tiene más gancho, por eso se abusa de ella. En la misma línea, últimamente se tiende a llamar *inteligencia artificial* lo que antes se llamaba *informática*.⁵¹

¿Qué es la *inteligencia artificial*? El término fue inventado en 1956 por John McCarthy, con ocasión de un seminario que tuvo lugar en el Dartmouth College de Hanover, U.S.A.⁵²

Nótese que se trata de la expresión ‘inteligencia artificial’ pero no de

⁵⁰ Profesor emérito de la UAM, catedrático de Lenguajes y Sistemas Informáticos.

⁵¹ Manuel Alfonseca. Blogg ‘Divulgación de la ciencia’ 16/11/2017.

⁵² Ibid.

una *ciencia nueva*, ya que, de acuerdo con la precisión anterior relativa a la sinonimia de denominaciones y equivalencia de contenidos, desde su perspectiva, Automática, Informática e Inteligencia Artificial, sus comunes contenido, objeto y definición, estaban en la creación de la *Automática* por Torres Quevedo como, entonces sí, *ciencia nueva*.

En síntesis, **Automática, Informática e Inteligencia Artificial se presentan como sinónimos**. En todo caso conviene, a los efectos históricos, precisar, en honor a la verdad y a la justicia con el español Torres Quevedo, objeto de este recuerdo, que, en 1914, cuarenta años antes, definió, con precisión suficiente, qué era *Automática*, la nueva ciencia que formalmente como disciplina intelectual inventó.

Continúa Alfonseca:

Cegados por los avances recientes que habían tenido lugar en el diseño y construcción de computadoras, los asistentes a ese seminario predijeron que en diez años se dispondría de *programas inteligentes* capaces de ganar al campeón del mundo de ajedrez, y de otros que realizarían *traducciones perfectas* entre dos lenguas humanas cualesquiera. El primer objetivo se consiguió, no diez, sino cuarenta años más tarde; el segundo todavía no se ha conseguido.⁵³

Historia de la Automática se confunde, por la relevancia posterior de esta otra, con la Historia de la Computación.

La historia de los autómatas puede considerarse que comienza, por ejemplo, con las 'trampas para cazar animales' en las que cuando se da una determinada circunstancia el primitivo autómata caza al animal. El hombre ha ahorrado esfuerzos físicos y quizás también número de personas en la tarea.

⁵³ Ibid.

En la Grecia clásica se recuerda el reloj despertador de Platón instalado en el olivar de la Academia para despertar a los alumnos.

En los tiempos de Roma, siglo I d.C., Herón de Alejandría proyectaría varios dispositivos automáticos.

En 1642 **Blaise Pascal** inventó la primera máquina calculadora, conocida como 'la pascalina', y que ocupa el lugar de referencia primera entre las máquinas históricas.

La siguiente en importancia es la de **Charles Babbage**, que en 1835 presenta su *máquina analítica*, que puede considerarse como intento precursor del ordenador.

En algunas historias se recuerda que en 1914 el ingeniero español **Leonardo Torres Quevedo** presentó "El ajedrecista", autómata que jugaba un final de rey y torre contra el rey contrario, que bastantes veces se estima como el primer juego por computadora de la Historia. Sorprende que no se citen ni el aritmómetro electromecánico ni los Ensayos, la obra histórica por excelencia.

En todo caso, sin la menor duda, Pascal, Babbage y Torres Quevedo son los hitos personales de la historia de las máquinas de calcular que conducirían al ordenador. Y por aquí seguiríamos la senda marcada en el trabajo referido en el punto anterior⁵⁴.

Los ordenadores posteriores serán obras de empresas hechas por equipos. El MARK I, de dimensiones gigantes, se construiría bajo la dirección de Howard Aiken en 1944, y en 1946 se presentaría la versión definitiva del ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator), primer ordenador electrónico.

El invento del transistor en 1948 por Walter Brattain y John Bardeen, de los Laboratorios Bell, de los EE.UU., significaría el avance que ha conducido a la época actual.

⁵⁴ González de Posada (2020): *El aritmómetro electromecánico de Torres Quevedo*. Barcelona: Real Academia Europea de Doctores.

- 1) En el citado trabajo anterior se ha descrito la **Historia de la Computación**, a la que conduce la Historia de la Automática, como primera de las hijas, en la intención de Torres Quevedo.
- 2) Pero la hija más apropiada a las características de la definición de Torres Quevedo parece que ha sido la **Robótica**, en tanto que se establece como definición de *robot* una *máquina* que es: 1) *automática* (es decir, que realiza las tareas sin ayuda externa); 2) reprogramable (esto sería disponer de dos o más autómatas en la misma máquina, concepto que no está explicitado en la memoria de don Leonardo); y 3) *reactiva*, que actúa según las circunstancias, reaccionando a éstas.

En relación con las características de la Automática de Torres Quevedo, en tanto que “dotados de vida de relación más o menos complicada”, en su versión más actual, puede hacerse el siguiente cuadro:

Terminología de Torres Quevedo de las unidades funcionales	Terminología actual de las unidades funcionales
Tener sentidos (captación por medio de movimientos)	Sensores (la variable captada se transforma en magnitud eléctrica)
Tener miembros (<i>reciben las órdenes</i>)	Actuadores (reciben las órdenes)
Tener energía suficiente	Alimentación que proporcione energía
Tener discernimiento	Unidad de control (prioritariamente con ordenadores)

Conviene destacar que las unidades funcionales que se consideran en la actualidad se corresponden exactamente con las indicadas por Torres Quevedo en sus “Ensayos” de 1914.

- 3) La otra hija de la Automática de Torres Quevedo, la **Inteligencia Artificial**, fue objeto de tratamiento en el Discurso inaugural 2021 de la Real Academia Nacional de Medicina de España leído el pasado mes de enero.
- 4) Y finalmente, la **Informática**.

12. A MODO DE EPÍLOGO

En este día de profundo significado personal, en ocasión solemne de la Real Academia de Doctores de España, hemos recordado de manera especial la pequeña gran '**obra histórica**' del ingeniero español Leonardo Torres Quevedo que fue considerado "el más prodigioso inventor de su tiempo".

¡Cuánto honor me han concedido ustedes, mis queridos nuevos compañeros académicos, al acogerme en el seno de la ya 'nuestra' señora Real Academia! Y dado que mis méritos son tan escasos para tan alta distinción, espero que hayan recibido como modesto regalo el reflejo que he intentado transmitirles de la luz que desde España iluminó al mundo de la invención y del progreso con la **creación de una nueva ciencia**, que denominó **Automática**, y que hoy, ramificada (Automática, Informática, Robótica, Cibernética, Computación, Inteligencia Artificial), ocupa un lugar primordial en el plano de la cultura y de la ciencia.

España, ciertamente, ha aportado poco a la historia de la ciencia universal, pero hoy hemos dado actualidad a uno de los escasos hitos de los que podemos enorgullecernos como académicos españoles. Nuestras tareas tienen precedentes relevantes que pueden despertar

el escaso aprecio tradicional a la ciencia en nuestro país. Que el **recuerdo de don Leonardo Torres Quevedo** y de su obra, que nos ha reunido hoy, impulse nuestros deseos y nuestras aspiraciones de colaborar en el progreso de las ciencias y del conocimiento en general para bien de la humanidad.

Reiterando mi gratitud, reciba, admirado presidente, y recibid, queridos compañeros, mi disposición a colaborar con la que desde hoy es también mi Real Academia de Doctores de España.

He dicho. Muchas gracias.

DISCURSO DE CONTESTACIÓN
DEL EXCMO. SR.
DR. D. JOSÉ RAMÓN CASAR CORREDERA

Excmo. Sr. Presidente,
Excmos. Señores Académicos y Señoras Académicas de la Real
Academia de Doctores de España,
Señoras, señores, amigos:

Recibimos en esta sesión solemne al Dr. D. Francisco González de Posada, que contribuirá a partir de hoy a dar aún más autoridad a esta muy prestigiosa Real Academia, con su pensamiento y magisterio. Sucederá en la medalla nº 38 a nuestro querido y admirado compañero Dr. Luis Alberto Petit Herrera, que pasó a la condición de Académico Supernumerario, a petición propia, en 2018.

Ingeniero y Doctor Ingeniero Electromecánico, Licenciado en Informática y antes Diplomado en Organización Industrial y Administración de Empresas, D. Luis Alberto cursó también estudios de Postgrado en la Escuela de Altos Estudios Comerciales de París (1983) y en la Universidad de Cornell (USA, 1970). Es miembro de Honor del Instituto de Ingeniería de España y de la Asociación de Licenciados en Informática y está en posesión de distinciones como la de Comendador de la Orden de Alfonso X el Sabio y de la del Mérito Civil. Por encima de los títulos y las distinciones, D. Luis Alberto es un referente personal, intelectual y profesional.

Querido Francisco: suceder al Dr. Luis Alberto Petit en el desempeño de esta medalla te resultará un reto, incluso para tus muchas capacidades. Al Dr. Petit deben mucho esta Real Academia y la Real de Ingeniería, por su dedicación generosa y sus numerosas buenas ideas y valiosas contribuciones.

Y ahora permítanme que exprese que es para mí un honor haber sido designado para contestar al discurso de ingreso del nuevo Académico, a pesar de mis escasísimas credenciales para hablar sobre el tema elegido por él tan oportunamente. Agradezco la confianza de la Junta de Gobierno, que espero no desmerecer demasiado en esta breve intervención.

Debo empezar por hacer una semblanza resumida de la dilatada y admirable trayectoria del Dr. González de Posada, como ya hiciera el día en que celebramos el Pleno que lo eligió con amplísima mayoría. Es tarea muy complicada seleccionar unos cuantos méritos que resaltar hoy de entre tantos que acumula y tan importantes, y que listo a continuación:

Nació en Cádiz en 1942.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1966).

Licenciado en Ciencias Sociales (1968).

Licenciado en Ciencias Físicas (1969).

Licenciado en Teología (2014).

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1973).

Dr. en Teología (2013).

Dr. en Filosofía (2015).

Dr. en Sociología (2018).

Dr. en Medicina (2019).

Dr. en Filología Hispánica (2019).

Profesor de Fundamentos Físicos. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid (1965-77).

Catedrático de Fundamentos Físicos. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Cantabria (1977-87).

Catedrático de Física Aplicada (1987-2012). ETS Arquitectura.

Universidad Politécnica de Madrid.
Rector de la Universidad de Cantabria (1984-86).

Presidente de Cáritas Española (1973-76).
Presidente de Amigos de la Cultura Científica, Santander, (1983-).
Fundador de los Cursos Universitarios de Verano de Laredo.
Director del Centro Científico-Cultural Blas Cabrera. Arrecife (Lanzarote). (1995-2004).
Director de los Cursos Universitarios de Verano en Canarias. Lanzarote (1996-2010).
Presidente de la Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote (2000-).
Presidente de Amigos de la Astronomía “Arturo Duperier” (2001-).

Hijo adoptivo de Molledo (Cantabria), 1986.
Hijo adoptivo de la Villa de Laredo (Cantabria), 2011.

Medalla de Honor al Fomento de la Invención, 1995.

Académico Numerario de la Real Academia Nacional de Medicina, 1998.

Académico de Honor de la Real Academia de Medicina de Cantabria, 2000.

Académico Honorario de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Cádiz, 2002.

Académico Correspondiente de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, 2002.

Académico Correspondiente de la Real Academia de Ciencias, Bellas Artes y Buenas Letras de Écija “Luis Vélez de Guevara”, 2002.

Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia, 2002.

Académico Numerario de la Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote, 2003

Académico Correspondiente de la Real Academia Hispano Americana de Cádiz, 2003.

Asambleísta de la Asamblea Amistosa Literaria, 2004

Académico Correspondiente de la Real Academia de Bellas Artes de Cádiz, 2005.

Académico Honorario de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Granada, 2005.

Miembro del Ateneo de Cádiz, 2005.
Miembro de Número del Instituto de Estudios Canarios, 2005.
Socio de la Sociedad Cántabra de Escritores, 2006.
Asambleísta de Honor de la Asamblea Amistosa Literaria, 2007.
Académico de Honor de la Real Academia de Medicina de Santa Cruz de Tenerife (Canarias), 2009.
Académico Correspondiente de la Academia de Bellas Artes Santa Cecilia de El Puerto de Santa María, 2009.
Académico Correspondiente de la Real Academia de San Romualdo de Ciencias, Artes y Letras de San Fernando (Cádiz), 2010.
Cofrade de la Cofradía Internacional de Investigadores. Toledo, 2011.
Miembro del Consejo Científico de la Universidad Valenciana de Verano, 2012.
Socio de la Real Sociedad Menéndez Pelayo de Santander, 2012.
Medalla de Honor de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, 2012.
Miembro del Centro de Estudios Montañeses de Santander, 2013.
Medalla de la Universidad Politécnica de Madrid, 2013.
Académico de Honor de la Real Academia de Cultura Valenciana, 2014.
Socio de Honor de la Sociedad Cántabra de Escritores, 2014.
Medalla Conmemorativa del VIII Centenario de las Islas Canarias, 2014.
Socio honorífico de la Real Sociedad Española de Física, 2015.
Gaditano del Año. Ateneo de Cádiz, 2015.
Medalla del Centenario de la Real Academia de Cultura Valenciana, 2016.
Metopa de Honor del *Propeller Club International* del Puerto de Sevilla, 2016.
Académico de Honor de la Real Academia de Ciencias, Bellas Artes y Buenas Letras de Écija “Luis Vélez de Guevara”, 2016.
Gaditano de Ley. Ateneo de Cádiz, 2016.
Miembro colaborador del Instituto de Estudios Madrileños, 2016.
Socio de Honor de la Sociedad Erasmiana de Málaga, 2017.
Miembro Numerario del Centro de Estudios Montañeses de Santander, 2018.
Miembro de Número del Instituto de Estudios Madrileños, 2019.
Fellow de The World Academy of Art and Science. USA, 2019.
Académico de Honor de la Real Academia Europea de Doctores de Barcelona, 2020.
Trabajos especiales de investigación hidráulica: Presa Daule-Peripa

(Ecuador), Presa de Hatillo (Rep. Dominicana), Presa de Riaño, Presa de El Pardo, Presa de El Gergal (Abastecimiento de agua a Sevilla), Presa de Valdesia (Rep. Dominicana), Dique Seco nº 2 de Astano (El Ferrol), Dique Seco de Puerto Real (Cádiz), etc.

Obras significativas (del centenar de libros publicados):

Matemáticas: *Álgebra y Análisis, Vectorial y Tensorial*. (8 volúmenes; Alhambra).

Física: *Teorías Termológicas*, Pearson.

Filosofía: *La Física del siglo XX en la Metafísica de Zubiri*, Instituto de España.

En torno al tiempo, Universidad Pontificia de Salamanca.

Teología: *Teología de la Creación del Universo y de la relación de Dios con su obra cósmica*, CLIE.

Historia: *La Ciencia en la España Ilustrada*, Instituto de España; *José Celestino Mutis y la ciencia fundamental de su época en la América Española*, Instituto de España.

Sociología: *Ortega y Gasset, sociólogo de la ciencia y del conocimiento científico. Su actitud y su pensamiento acerca de la física, 'ciencia por excelencia'*, Universidad San Pablo CEU.

Filología Hispánica: *La formulación lingüística de los personajes femeninos en Delibes: De la realidad socio-histórica al realismo literario*, Universidad de Alcalá de Henares.

Medicina: *Historia contextualizada de la Academia Médica Matritense en el siglo XVIII*, editado por la Real Academia Nacional de Medicina de España.

Biografías de: Torres Quevedo, Blas Cabrera, Julio Palacios, Arturo Duperier, Enrique Moles, Ángel del Campo, Jorge Juan, Celestino Mutis, Louis Godin, Tomás Batuecas, etc.

Director de 17 tesis doctorales, autor de unas 200 comunicaciones a Congresos y de unos 150 trabajos en revistas, ha impartido más de 900 conferencias.

Presidente de numerosos Congresos, Simposios y Reuniones científicas y Comisario de múltiples exposiciones científicas y artísticas.

Hasta aquí alcanza este resumen modesto de su extraordinaria vida académica y cultural.

Ha elegido nuestro nuevo brillante Académico pronunciar un discurso sobre la ciencia nueva concebida por D. Leonardo Torres Quevedo, que fue y es la Automática, insertando así su contribución en el ciclo de estudios, a caballo entre la biografía y la preocupación científica e intelectual, que ha venido realizando y que le son tan caros. Sucede este estudio a otro sobre el Aritmómetro electromecánico, que dictó en diciembre de 2020, conmemorando el centenario de su presentación por el Dr. Torres Quevedo en la Sociedad de Fomento en París, para conmemorar, a su vez, la invención del primer aritmómetro práctico, el de Thomas de Colmar, como nos recuerda el Dr. González de Posada.

Es la tesis principal de su discurso de hoy, a la que luego me referiré, que D. Leonardo fue el hacedor de la ciencia nueva y práctica que llamamos Automática; si no el único, sí primero y principal.

La elección del personaje de Torres Quevedo, sobre cuya vida, méritos y hazañas tiene por cierto nuestro Académico varias otras publicaciones, me da la ocasión de referirme antes de nada, a modo de homenaje y recuerdo a la profesión, a otros grandes ingenieros de Caminos, como lo fue él y como lo es nuestro nuevo Académico.

Como no puedo recordar a todos, traigo a la memoria de ustedes a D. Agustín de Betancourt y Molina (1758-1824), fundador en 1802 de la primera Escuela de Caminos, con sede en el Palacio del Buen Retiro, prolífico inventor, que volaría por primera vez en España el globo aerostático e instalaría la primera línea española de telegrafía óptica entre Madrid y Aranjuez; arquitecto, urbanista y ensayista, sería nombrado director del Real Gabinete de Máquinas, inaugurado en 1792. Como saben, proyectaría numerosas obras públicas en Rusia. Y a D. Lucio del Valle y Arana (1815-1874), también director de la Escuela de Caminos, ingeniero y arquitecto, que dirigió las obras del Canal de Isabel II y la gran reforma de la Puerta del Sol y que fue Académico de la Real de Ciencias. Y a D. Federico Cantero Villamil (1874-1946), número 1 de promoción, conocido, entre otras cosas, por sus presas y saltos de agua en la cuenca del Duero, por su proyecto de ferrocarril entre Orense y Zamora a través de Puebla de Sanabria, atravesando Padornelo y por volar el primer helicóptero español. Y a D. Juan de la Cierva y Codornú (1895-1936), inven-

tor del autogiro, cuyo primer modelo construiría en 1920. Y a D. Eduardo Torroja Miret, también profesor de la Escuela, especialista en la construcción con hormigón armado y pretensado, autor y proyectista de tantas obras, como el frontón Recoletos, el hipódromo de la Zarzuela o el viaducto sobre el embalse del Esla. Y por supuesto, al gran D. José Echegaray y Eizaguirre, número 1 de promoción, que sería también profesor de la Escuela y de la Universidad Central, matemático extraordinario, que fundó la Real Sociedad Matemática Española. Ministro de Fomento y de Hacienda varias veces, durante el Sexenio Democrático y en época de Alfonso XIII, aunque ciertamente, para su propio bien, por cortos periodos de tiempo (todo duraba poco en aquella época) y, sobre todo, dramaturgo, ocupación que le acarreó críticas de algunos de sus contemporáneos y le valió el Nobel de Literatura, nuestro primer Nobel, en 1904. Sería miembro de la Real Academia Española y presidente de la de Ciencias entre 1901 y 1916, como, por cierto, D. Leonardo Torres y Quevedo, que lo fue entre 1928 y 1934.

Este ingeniero de telecomunicación que les habla quiere hoy reconocer el legado intelectual de esas promociones irrepetibles de Ingenieros de Caminos españoles.

Torres Quevedo (1852-1936) compartió con ellos no sólo formación y talento sino principalmente una actitud innovadora, creadora y visionaria, que es la única actitud que construye el progreso. El progreso en las soluciones científicas y tecnológicas, entre la ciencia y la ingeniería (y a veces en la arquitectura o el urbanismo, en otros casos), me atrevería a decir que fue el empeño primordial de estas generaciones; y notablemente de D. Leonardo Torres Quevedo.

De D. Leonardo nos hace notar el Dr. González de Posada que no hizo escuela, que no tuvo colaboradores que continuaran su obra, lo que puede explicar que “haya estado tanto tiempo olvidada y (...) no haya alcanzado el lugar que en justicia le corresponde”. Esto se ha ido corrigiendo por la iniciativa y esfuerzo de algunos de nuestros estudiosos, y en especial precisamente del Dr. González de Posada, en la estela de D. Leopoldo Rodríguez Alcalde y del Dr. José García Santesmases (1907-1989), que fue autor (1980) del libro “Obras e inventos de Torres Quevedo”, otro pionero español (de la

informática), que dirigió el equipo que realizó la primera calculadora electrónica analógica en España y que ingresó en 1960 en la Real Academia de Ciencias. Y que fue Académico también de número de nuestra Real de Doctores, ingresando en 1976 con el discurso: evolución de la Cibernética y su proyección en el futuro.

Si Torres Quevedo no tuvo discípulos, en el sentido que contemporáneamente le damos al término, mantuvo, desde luego, excelentes relaciones, especialmente con las sociedades científicas francesas, a través de su amigo y admirador Maurice d Ocagne, presidente de la Société Mathématique de France y miembro de l'Académie des Sciences, que le abrió las puertas de los foros franceses; y también en España, a través de los reconocimientos de la Academia de Ciencias (en la que ingresa en 1901), pero sobre todo, en tiempo posterior, en su Laboratorio de Automática, un hito, del que nos habla en su discurso el Dr. González de Posada, con profusa y amena precisión histórica. Allí se relaciona con algunos de los científicos y tecnólogos más conspicuos del momento.

A la postre, el discurso del Dr. González de Posada se centra en la contribución decisiva del Dr. Torres Quevedo a la definición de la nueva disciplina de la Automática. A ello me referiré en unos minutos, aunque les anticipo que poco valioso voy a dictar.

Sin embargo, quiero mencionar antes algunos de los antecedentes intelectuales y tecnológicos de esa aportación central; en concreto, sus reflexiones compendiadas sobre las máquinas algébricas; el uso de la tecnología inalámbrica para el control remoto, y la tecnología de dirigibles, que le ocupó a partir de 1902. Todo ello complementariamente a lo magistralmente expresado por el Dr. González de Posada en torno al tema principal de su discurso.

En mayo de 1901, Torres y Quevedo leyó su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que hizo versar sobre las llamadas máquinas algébricas, máquinas que invertían la común perspectiva de usar la formulación matemática para expresar un fenómeno físico, por la menos común de usar una máquina que reproduce un fenómeno físico para realizar el cálculo algebraico o matemático de alguna de las variables, a partir de la

medida de las otras variables implicadas en el fenómeno; en definitiva, el cálculo matemático a partir de la medición física. El primer ejemplo que pone, y el único que traeré yo aquí, es el del péndulo y su relación entre la longitud y el tiempo que dura su oscilación: el tiempo es proporcional a la raíz cuadrada de su longitud; así que, para calcular la raíz cuadrada de un número, bastaría darle al péndulo tal longitud y medir el tiempo de la oscilación. Como pueden suponer, D. Leonardo no se paró en ejemplos simples como este, sino que abordó problemas globales con las máquinas llamadas cinemáticas, en las que los cálculos algebraicos se realizan a partir de las relaciones establecidas entre los valores simultáneos de los espacios recorridos por diferentes móviles. En su discurso de ingreso, D. Leonardo explicó la forma de resolver ecuaciones simultáneas y ecuaciones diferenciales, usando los mecanismos para construir los entonces llamados planímetros o integradores, y en general las máquinas dedicadas a calcular fórmulas algébricas, de las que finalmente expuso las claves principales para resolver sus dificultades prácticas: emplear aritmóforos logarítmicos, prescindir de las transmisiones por contacto y admitir sólo mecanismos sin fin, con argumentos simples e impecables, que hoy no corresponde recordar.

A su discurso contestó el Dr. D. Francisco de Paula Arrillaga y Garro, quien recuerda el antecedente de Pascal (1642) y su máquina de sumar; y, haciéndose eco del vulgo, como él reconoce preventivamente, enuncia que el “asombro se acrece y el prodigio se reviste de caracteres de magia al contemplar máquinas de ejecutar operaciones de cálculo. Al fin y al cabo, las máquinas industriales no hacen sino lo que, si bien en peores condiciones, el hombre puede realizar con sus manos (...). Pero ¡idear, construir y montar máquinas o aparatos mecánicos para sumar, restar, multiplicar y dividir, extraer raíces y aun resolver ecuaciones! Pues ¿no es necesaria para operar con los números la intervención continua de la mente humana? ¿Es labor puramente material la del cálculo aritmético o algébrico, para encomendarla a ruedas o a discos movidos por un manubrio? Bueno que se construyan máquinas para fabricar objetos, para librar al hombre de la esclavitud de la materia; para, según frase admitida en elogio y definición de la maquinaria, reemplazar al trabajador, sustituir con ventaja sus brazos o ahorrarle esfuerzos; pero pretender cambiar por mecanismos el entendimiento humano y hacer manufactura de los

productos intelectuales, parece temeridad insana.

De ahí a fabricar mecánicamente estatuas en emulación con Fidias, o pintar cuadros a millares en competencia con Velázquez, creyéndose que no hay sino dar un paso”.

Pues en ese paso estamos también, queridos Académicos, por cierto; en el Arte ejecutado por máquinas. Pero ese es otro discurso.

Además de a Pascal, el Dr. Arrillaga menciona a Neper, a Lalanne, a Thomas de Colmar y a Babbage, entre otros antecedentes remotos y limitados de las máquinas algébricas de Torres Quevedo.

Y, principalmente, a Ernest Stamm (1834-1875) y sus “Essais sur L Automatique pure” (1863). Dice: “Emprender su estudio en toda su generalidad, lo hizo, aunque de distinta manera, antes que el Sr. de Torres y Quevedo, solamente, que yo sepa, Ernesto Stamm, ingeniero dedicado al estudio de los talleres de hilados y tejidos automáticos, quien en 1863 dio a luz un opúsculo muy instructivo sobre Automática pura. Nada realizó; pero escribió sobre la posibilidad de realizar movimientos dados por la ejecución automática de las operaciones indicadas o contenidas en las expresiones o funciones algébricas, con ayuda de las cuales se pueden representar estos movimientos”.

He querido recordar este episodio de acto de ingreso en la Real Academia de Ciencias por su valor histórico y simbólico, simbólico como el que estamos celebrando hoy, pero también porque permite aludir a los antecedentes que entonces se conocían sobre el tema.

Ahora quiero referirme muy brevemente a otros dos grandes méritos de D. Leonardo, a las que ha aludido el Dr. González de Posada en su discurso, que son su contribución a los dirigibles y la invención del *telekino* (un hito conocido y reconocido).

Torres Quevedo comienza a ocuparse de la tecnología para dirigibles hacia 1902 (en ese año presentó su primer proyecto de dirigible a las Academias de Ciencias de Francia y España), contribuyendo principalmente a resolver los problemas de estabilidad, más que los de propulsión. Para ello ideó un sistema de estructura semirrígida, a

diferencia de la rígida de von Zeppelin y de las flexibles. El proyecto de Torres Quevedo recibió el apoyo del gobierno español, creándose para él el Centro de Ensayos de Aeronáutica. En 1905, junto con Alfredo Kindelán se embarcó en la construcción de un prototipo, que se probaría en 1908.

La innovación acabaría explotándose por Astra, compañía francesa que le compró la patente para todo el mundo, excepto para España. El primer dirigible Astra con la tecnología de Torres Quevedo se construyó en 1911. Y en 1914 se construyó otro de capacidad comparable a la de los zeppelins alemanes, capaz de alcanzar una velocidad próxima a los 100 kilómetros por hora. En la Primera Guerra Mundial fueron utilizados con éxito por Francia e Inglaterra, según podemos leer en el Diccionario Biográfico de la Real Academia de la Historia, en biografía escrita precisamente por el Dr. González de Posada.

También, y notoriamente, en los primeros años del siglo, Torres y Quevedo inventó el denominado *telekino*, una invención pionera (lo patentó en 1903), antecedente de los mandos de control remoto, pensada principalmente para controlar remotamente el vuelo de los dirigibles sin necesidad de embarcar a un piloto. El dispositivo se basaba en la emisión de comandos mediante telegrafía inalámbrica. Hizo experimentos de telecontrol de barcos en Madrid (estanque de la Casa de Campo) y en la ría y puerto de Bilbao, en 1905 y 1906, con la presencia de Alfonso XIII y éxito acreditado. El *telekino* fue una invención única, explícitamente reconocida por el IEEE como *milestone*, hito en el desarrollo del control remoto inalámbrico.

Pero todo esto no son más que los prolegómenos al tema principal desarrollado por nuestro nuevo Académico, que es precisamente el de la Automática, ciencia concebida por Torres Quevedo en el decurso intelectual de su largo reflexionar, inventar e imaginar máquinas y artefactos.

Vuelvo al discurso del Dr. González de Posada, y a las máquinas analíticas y electromecánicas de D. Leonardo, para ir terminando.

En sus "Ensayos sobre Automática", está la clave de la tesis de que

Torres Quevedo fue el precursor y creador de la disciplina, por cuanto establece en ese texto su "concepto y objeto". Nos recuerda el Dr. González de Posada la página principal de los Ensayos en la que Torres Quevedo establece normativamente que:

"Los autómatas deberán tener *sentidos*: termómetros, brújulas, dinamómetros, manómetros ... aparatos sensibles a las circunstancias que deben influir en su marcha. Los autómatas deberán tener *miembros*: las máquinas o los aparatos capaces de ejecutar las operaciones que les sean encomendadas. La *orden* de ejecutar una operación será transmitida al aparato encargado de realizarla por procedimientos muy sencillos, aunque se trate de operaciones complicadas.

Los autómatas deberán tener la *energía* suficiente: los acumuladores, las corrientes de agua, los depósitos de aire comprimido que han de suministrársela a las máquinas destinadas a ejecutar las operaciones necesarias.

Además, se necesita -y éste es el principal objeto de la Automática- que los autómatas tengan *discernimiento*, que puedan en cada momento, teniendo en cuenta las impresiones que reciben, y también, a veces, las que han recibido anteriormente, ordenar la operación deseada. Es necesario que los autómatas imiten a los seres vivos, ejecutando sus actos con arreglo a las impresiones que reciben y adaptando su conducta a las circunstancias."

Estos conceptos siguen siendo actuales, no han variado en su esencia, son los mismos que manejamos en la robótica moderna o en determinados escenarios de la denominada Internet de las Cosas.

Propone además Torres Quevedo el método electromecánico para realizar secuencias de operaciones (la electrónica moderna aún no se había inventado, evidentemente). Su propuesta culminaría y se concretaría en 1920 en el aritmómetro electromecánico, un autómata precursor, el primer ordenador, calificado por el Dr. González de Posada como "uno de los grandes acontecimientos de la ciencia y de la ingeniería españolas, uno de los muy pocos grandes logros de nuestra ciencia"

La historia de la Automática, que podríamos retrotraerla imaginativamente a los primeros sistemas de regadío de Asia Menor, o, al inicio de la edad contemporánea, al regulador centrífugo de Watt (1788), tiene, ya en tiempos plenamente industriales, a Leonardo Torres Quevedo como precursor, con el permiso de Charles Babbage y su máquina analítica, que presentó en 1835. No pudo inventar el ordenador porque no era el momento. Habría que esperar, en los años 40, al genial Alan Turing y al ENIAC, a los 50 para el transistor y el microchip y a los 70 para los microprocesadores.

Leonardo Torres Quevedo no inventó el ordenador que conocemos ni inventó el término Automática. No inventó como un genio de fantasía desde la nada; nadie inventa desde la nada. Pero imaginó los conceptos, elaboró sobre lo conocido y lo transgredió. Tuvo así la presciencia de anticipar: la visión del visionario, que casi nunca sabe que lo es, o lo sabe a medias.

Con sus Ensayos, como nos dicta el Dr. González de Posada, anticipa la Automática actual, ya no basada, obviamente, en la electromecánica “clásica”, sino en actuadores avanzados y en la computación electrónica (y en el futuro en la cuántica, quizás). Pero anticipa también Torres Quevedo, siquiera remotamente, la Inteligencia Artificial, cuyo término se atribuye a John McCarthy, en una conferencia en Dartmouth en 1956, pero cuyo mérito, como saben, hay que atribuir a Alan Turing, que en 1941 construye un computador electromecánico y en 1950 publica su famoso artículo *Computing Machinery and Intelligence*, en la revista *Mind*.

Pero describiendo sus autómatas, D. Leonardo, insisto, tuvo esa presciencia anticipatoria que trato de resumir en tres párrafos:

A sus autómatas les exige discernimiento, juicio, que ejecuten sus acciones de acuerdo con las “impresiones” que reciben (y también con las que han recibido en el pasado), es decir, lo que hoy describiríamos como los parámetros, señales o datos que miden e interpretan; y, añade, “según las circunstancias”; esto es, explotando las facultades “mentales”, no meramente mecánicas. Este es el concepto de lo que podríamos denominar computación contextual, en su

esencia, un modo de razonar y decidir propio de la Inteligencia Artificial.

También anticipa Torres Quevedo que es posible construir un autómeta que guíe su comportamiento con reglas que se imponen en el momento de su construcción. Este es el concepto de los sistemas basados en reglas, los sistemas denominados a veces “expertos”, protagonistas ciertos de una de las olas de éxito de la Inteligencia Artificial en los años 70 del siglo XX y posteriores.

Afirma también que se puede concebir una máquina, que, con autonomía absoluta, se dedique a cumplir una finalidad, a satisfacer un objetivo. Pues bien, esta es la realidad actual de robots, vehículos y dispositivos que ajustan inteligentemente su conducta para completar una misión, interpretando las “circunstancias”.

Ciertamente, estos conceptos que maneja para sus autómetas (finalidad, circunstancias, reglas, autonomía), en el contexto en que lo hace Torres Quevedo, son propios de la Inteligencia Artificial; al menos de la Inteligencia Artificial débil, si no de la Inteligencia Artificial general o fuerte, cuyo objetivo de razonar genéricamente está hoy aún lejos también. La Inteligencia Artificial actual está basada, en buena medida, en el aprendizaje a partir de los datos (estructurados y no estructurados) y sus métodos son adaptativos, no cableados ni programados con parámetros fijos. Y su éxito depende críticamente de la capacidad de capturar y reproducir situaciones, de medir, procesar y describir datos masivamente (aunque la denominada “frugalidad” es también un objetivo actual). Pues bien, esto no podía preverlo D. Leonardo para sus autómetas. O quizás sí podía, y lo hizo, y no lo sabemos. Pero anticipó y previó, y eso sí lo sabemos, los caminos de la computación y la automatización.

Voy terminando, apreciados académicos, y quiero hacerlo recordando la reivindicación que hace en su discurso el Dr. González de Posada de sí mismo como Ingeniero y Doctor Ingeniero de Caminos, él que tiene ese perfil tan humanista, tan apropiado al carácter de nuestra Real Academia. Al principio, traía a la memoria a D. Agustín de Betancourt y a D. José Echegaray, entre otros. Ahora, terminando, traigo a Carlos Fernández Casado y a Eduardo Saavedra y

Moragas. Fernández Casado (1905-1988), profesor de la Escuela de Caminos y especialista en ingeniería de estructuras, hizo la Facultad de Filosofía y Letras, el puente sobre el Manzanares de la Carretera de la Coruña o el nuevo estadio de Chamartín, entre otras muchas obras; y colaboró con arquitectos de la talla de Sáenz de Oiza en Torres Blancas o nuestro recordado académico Antonio Lamela en las Torres de Colón. Pero fue también un humanista interesado en la Filosofía, el Arte y la Estética, se licenció en Historia y estudió Derecho y Psicología. Y, por si fuera poco, obtuvo también el título de ingeniero de Telecomunicación. Eduardo Saavedra y Moragas (1829-1912), también ingeniero de Caminos, número 1 de promoción y también profesor de la Escuela, fue un ingeniero extraordinario, pero, sobre todo, un humanista integral, arqueólogo, arquitecto, historiador, arabista y geógrafo. Estudiando la vía romana entre Osma y Muro de Ágreda localizó Numancia. Miembro de la Real Academia Española, de la Real de Historia, y de la de Ciencias.

Humanistas, D. Carlos y D. Eduardo, polifacéticos ingenieros de Caminos, como tú, querido Francisco, del que esta Real Academia de Doctores de España no espera que inventes las Telecomunicaciones ni que descubras Numancia, sino que seas feliz entre nosotros y nos ayudes a hacer más felices y sabios a los nuestros, que son todos.

He dicho. Muchas gracias.

