
MIRANDO HACIA ATRÁS

Sección a cargo de

Francisco A. González Redondo

Leonardo Torres Quevedo (1852-1936) 2ª Parte. Automática, máquinas analíticas¹

por

Francisco González de Posada y Francisco A. González Redondo

1. EL PRIMER AUTÓMATA TORRESQUEVEDIANO: EL TELEKINO

Al comenzar el siglo XX Torres Quevedo centra su atención preferente en la solución del problema de la navegación aérea. En el tema de las máquinas de calcular puede considerarse que “vive de las rentas” de los últimos años del siglo XIX, publicando, en el corto período 1900-1902, los ocho trabajos que cierran el ciclo glorioso de las *máquinas algébricas*, pero en estos años se ocupa, de hecho, en reflexionar sobre los problemas de los globos en los momentos del tránsito al dirigible. En 1902 había presentado sus dos primeras memorias sobre aerostatos en las Academias de Ciencias de Madrid y París, que merecieron informes muy positivos de Echegaray (1902) y Appell (1902),

¹Los contenidos de este artículo constituyen una versión revisada y actualizada de tres trabajos anteriores: A) Los capítulos 5º, 6º, 8º y 9º del libro *Leonardo Torres Quevedo*, publicado en 1992 por Francisco González de Posada en la colección “Biblioteca de la Ciencia Española” (Fundación Banco Exterior, Madrid), con la colaboración de Francisco A. González Redondo, B) El artículo de Francisco A. González Redondo y Lourdes de Vicente Laseca, *La Automática de Torres Quevedo entre los “Ensayos” y el “Aritmómetro”*. Nota bibliográfica en torno al “Ajedrecista”, publicado en 2000 en *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Vol. 23 (nº 46), pp. 197-203. C) El artículo de Francisco A. González Redondo y Amor González Redondo, *Bibliografía general para el estudio de la vida y la obra de Leonardo Torres Quevedo*, recogido en 1994 en las Actas del I Simposio “Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra”, pp. 251-254 (Amigos de la Cultura Científica, Madrid).

respectivamente. Pero mientras se resuelven trámites burocráticos, de financiación y de patrocinio estatal, dada la complejidad y carestía de las pruebas, el *telekino*, obra de *menor* envergadura económica y técnica, ocupa el centro de sus preocupaciones de inventor.



¿Qué es el *telekino*? Comencemos la lectura de la primera comunicación del inventor para conocer su respuesta:

Los aparatos de demostración que tengo el honor de presentar en la Academia [una caja provista de una hélice y de un timón] constituyen un sistema que he denominado télékine, destinado a gobernar a distancia la maniobra de una máquina por medio de un telégrafo con o sin hilo.

¿Para qué sirve? Concluyamos la lectura de dicha primera comunicación, en cuyo párrafo final puede observarse la claridad de objetivos desde estos primeros momentos de su concepción, los ensayos con los dirigibles y la dirección de torpedos submarinos:

Entre las numerosas aplicaciones de las que el telekino es susceptible, pueden señalarse los ensayos de globos dirigibles, que podrían realizarse con una economía muy considerable y sin ningún peligro para el experimentador; y la dirección de torpedos submarinos, que

sería particularmente interesante, si se puede obtener la sintonía del telégrafo sin hilo, para impedir que el enemigo pudiera enviar señales y perturbar el gobierno del aparato.

Con él se introduce el mando a distancia mediante ondas hertzianas. Cada señal emitida hace avanzar un paso a una rueda; según el número de señales recibidas —establecido por un código—, mediante un conmutador se actúa en un circuito determinado y se efectúa la maniobra correspondiente. Posee un mecanismo de contacto retrasado del conmutador para que reciba la orden completa, un automatismo de vuelta a la posición inicial del conmutador y un dispositivo de seguridad que paraliza el motor si se produce avería o no se reciben señales durante un determinado período de tiempo.

En suma, el *telekino* es un *autómata* que ejecuta las órdenes que se le envían por telegrafía sin hilos y, por ello, está considerado como el primer aparato de radiodirección (o teledirección) del mundo. Por otra parte, también puede considerarse como el instrumento de unión y el vehículo de relación, en Torres Quevedo, de los dirigibles con la automática, los dos campos prioritarios tan dispares a que se dedicó don Leonardo de 1901 a 1920.

No existe historia ‘previa’ del *telekino*. Los antecedentes y su papel fundamental los resumió magistralmente Francisco de Paula Arrillaga, estudioso y admirador de su obra y ligado a ella 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, por su contestación al discurso de recepción de Torres Quevedo en la Academia de Ciencias y por la laudatio en el acto de entrega de la Medalla Echegaray. Decía en esta última ocasión —12 de marzo de 1916—:

El mando de mecanismos y de maniobras a distancia por medio de ondas calóricas, luminosas y eléctricas, por muchos sabios y mecánicos intentado, pareció que podía tener realización relativamente fácil por la propagación de ondas hertzianas, desde que se puso en práctica la telegrafía sin hilos.

Ninguno, ni el más afortunado pasó, sin embargo, de transmitir un solo mandato o en una dirección y de producir por consiguiente otra cosa que un solo movimiento, un solo efecto, un solo cambio.

El telekino de Torres Quevedo logró por la invención del que llamó contacto retrasado o retardado, mandar y transmitir mandatos en cualquier número y para cualquier cambio de mecanismos o de efectos o de sentidos del movimiento.

Lo importante, en consecuencia, desde el punto de vista científico que aquí conviene destacar, es que representa una novedad absoluta y radical, una genialidad, independientemente de la aceptación o rechazo social en su época y de los resultados económicos posteriores.

Hemos afirmado, con rigor y escuetamente, que no existe historia ‘previa’ del telekino. No obstante, sí existe una intensa y extensa historia anterior al

telekino de intentos, fracasados, de operaciones de 'mando a distancia': esta operación constituía otra de las aspiraciones humanas de todos los tiempos, análoga, por ejemplo, a la de 'volar'. Tampoco fue Torres Quevedo el primero que efectuó por medio de ondas hertzianas una maniobra a distancia, pero todos los ensayos anteriores se limitaban a una acción en una dirección (es decir, a un solo mandato, un solo cambio, un solo efecto, un solo movimiento). En modo alguno se trataba de un aparato capaz de dirigir diferentes maniobras necesarias para gobernar un móvil –buque, dirigible, torpedo– marino o aéreo desde tierra o simplemente un vehículo terrestre –triciclo, coche– desde un puesto de mando.

Sí existe la 'propia historia' del telekino, breve pero intensa, que puede escribirse en unos cuantos párrafos. En esta ocasión es imprescindible extremar el rigor de las dataciones, dadas las disputas sobre 'prioridad' que se le presentaron, expresión singularísima de sus primeras tensiones graves social y públicamente asumidas.

Primero. Solicitud de patente francesa, con *Brevet* (nº 327.218) de 10 de diciembre de 1902, por "Système dit Télékine pour commander à distance un mouvement mécanique".

Segundo. Solicitud de patente en el Registro de la Propiedad Industrial (España), con fecha 10 de junio de 1903. Se registra con el nº 31.918, "Un sistema denominado 'Telekine' para gobernar a distancia un movimiento mecánico", presentado por Mr. Leonardo Torres, domiciliado en París (Francia), a donde se ha trasladado para dirigir la construcción y exhibición de su primer telekino. La patente se expide con fecha 19 de septiembre de 1903.

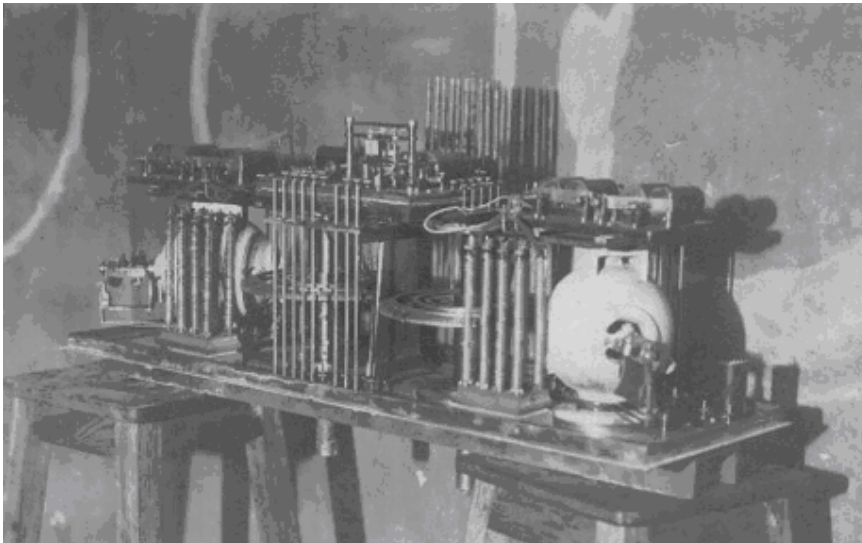
Tercero. La comunicación que presenta el 3 de agosto de 1903 en la Academia de Ciencias de París, "Sur le télékine" haciendo una demostración experimental con un primer prototipo. Para la construcción de éste recibió ayuda de Koenigs, director del Laboratorio de Mecánica de la Sorbona donde se construyó el primer telekino, y de O. Rochefort, que colaboró facilitando los aparatos de telegrafía sin hilos. Estos estudios supusieron una estancia en París de unos seis meses, por ello en la patente española se registra "domiciliado en París".

Cuarto. Poco después, 9 de diciembre, presenta una Memoria de adición a la patente española de título "Mejoras introducidas en un sistema denominado 'Telekine' para gobernar a distancia un movimiento mecánico", certificado de adhesión que se expide el 12 de febrero de 1904. Paralelamente había solicitado también una *première addition* a la patente francesa que se expide también el 12 de febrero.

Quinto. Se hicieron numerosas pruebas públicas del invento: con un triciclo en el frontón Beti-Jai de Madrid (1904), con una barca en la ría del

Nervi3n (1905) y con un bote en el estanque de la Casa de Campo de Madrid en sesiones repetidas a lo largo de la primavera (1906). El peri3dico *El Nervi3n* (Bilbao, mi3rcoles 8 de noviembre de 1905) dedic3 una extensa cr3nica a la primera experiencia bilba3na.

- Sexto. La primera pol3mica –exteriorizada– que queda perfectamente reflejada en el dossier que publica en la *Revista de la Academia de Ciencias de Madrid* “Une reclamation de priorit3 à propos du t3lékine et des experiences d’Antives” (1906). Casi paralela y simult3neamente tiene lugar la *segunda pol3mica* que no se exterioriza en publicaciones conocidas y le caus3 un da3o moral considerable; tuvo lugar con el Ministerio de Marina ante la no aceptaci3n de su solicitud-oferta para ensayar el *telekino* con torpedos.
- S3ptimo. En 1906, en Bilbao, ante una gran multitud y en presencia del Rey Alfonso XIII, en la ‘prueba oficial’, cosecha un impresionante 3xito popular. El *telekino* fue probablemente el invento de Torres Quevedo que caus3 m3s admiraci3n en el p3blico. Parece que con el espect3culo, de gran difusi3n, pretendi3 recuperarse de la ingratitud e insatisfacci3n de las pol3micas anteriores, y se le concedi3 al invento una importancia social –que indudablemente merec3a– inusual.
- Octavo. El art3culo “Le Telekine et la T3lémécanique”, manifestaci3n de la tercera pol3mica, ahora, ante todo, sobre la primac3a del invento del *contacto retardado*. En esta ocasi3n s3 atendieron su ‘reclamaci3n de prioridad cient3fica’.



Las fechas de los escritos, patentes y experiencias indican que durante los años 1903 a 1907 el *telekino* ha ocupado una atención preferente, con tan notables éxitos científicos, técnicos y populares, como intensos y frecuentes sinsabores en sus enfrentamientos para que se le reconocieran sus derechos de prioridad como inventor. No obstante, a nuestro juicio, el motivo de mayor dolor (del que no publicó nada) fue el infringido por la Marina española al no interesarle su “mando a distancia”. No pudo realizar sus deseos experimentales sobre torpedos submarinos, como tampoco logró hacer ensayos efectivos no pilotados de dirigibles gobernándolos a distancia con su *telekino*.

Con la perspectiva histórica actual, y en síntesis extrema, puede afirmarse que el *telekino* ha supuesto: primero, de hecho, el primer autómatas de Torres Quevedo, segundo, el nacimiento –imprevisto– si no de la ciencia Automática, sí, al menos, de *su* Automática, que se constituirá en Automática en 1914; tercero, con él se inicia la era electromecánica, en tanto que método y sistema para resolver problemas pendientes, de Torres Quevedo y de las máquinas, de modo que esta ‘era torresquevediana’ se completará, en cuanto creaciones de máquinas o de autómatas, entre otros, con los *ajedrecistas* y el *aritmómetro* y en ella se concebirá la Automática como *nueva ciencia* en sus “Ensayos”; cuarto, la introducción del mando a distancia en tanto que aparato para gobernar movimientos y órdenes complejas, gracias a su singular invento del contacto retardado; y quinto, primer aparato de radiodirección o teledirección del mundo.

Sus “Ensayos sobre automática” –la obra histórica, su obra cumbre desde la actualidad–, comienza con el *torpedo automóvil* (nonnato como hemos visto y que explica someramente) y concluye con el *telekino*; es decir, prólogo y epílogo que con esta perspectiva se comprenden mejor –y que hasta hoy pasaron desapercibidos para sus biógrafos– y que así pierden el carácter algo descorcentante que presentaban para los estudiosos de los “Ensayos”. Veamos sus palabras. En el primer apartado (concepto de autómatas, clases de autómatas, vida de relación de los autómatas y objeto de la Automática) recuerda, siete años después y ya en el apogeo de los dirigibles Astra-Torres, en el instante de dar a luz la *nueva ciencia* y utiliza como ejemplo singular su torpedo automóvil, no considerado aceptable por la Armada:

I. La denominación de autómatas...

Hay otra clase de autómatas que ofrecen un interés mucho más considerable: los que imitan, no los gestos, sino las acciones del hombre, y algunas veces pueden reemplazarle.

El torpedo automóvil, que sabe maniobrar para llegar al término de su carrera; ... y mil aparatos más muy conocidos, pueden servir como ejemplos de autómatas de esta última especie.

... Convendría... dividir los autómatas en dos grupos, según que las circunstancias que regulan su acción actúen de un modo continuo, ó que, por el contrario, lo hagan bruscamente, por intermitencias.

Podemos tomar como ejemplo del primer grupo el torpedo automóvil. El timón horizontal, destinado á mantenerle á una profundidad aproximadamente invariable, es gobernado por la acción de un depósito de aire comprimido, que hace equilibrio á la presión del agua, y por un péndulo: las variaciones de altura producen el desplazamiento de una pared que separa el depósito de aire del agua que le rodea; las variaciones de inclinación producen el movimiento, con relación al torpedo, del péndulo, que permanece vertical; el timón horizontal está unido al péndulo y á la pared del depósito por medio de mecanismos que le hacen tomar en cada momento la posición conveniente para que el torpedo vuelva a la profundidad que se desea.

Se trata, pues, de establecer entre tres móviles: el péndulo, la pared y el timón, enlaces mecánicos invariables.

En la última página –referencia final– escribe:

El estudio del telekino fue el que me encaminó en esta nueva dirección [la automática... con sistema electromecánico].

El telekino es, en suma, un autómeta 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.

Durante la construcción de los diversos modelos de telekino que ensayé, tuve ocasión de apreciar prácticamente la gran facilidad que dan para estas construcciones los aparatos electromecánicos, y pensé que se les podría aplicar con éxito á las máquinas de calcular.

A modo de conclusión de naturaleza histórica, final de este parágrafo y prólogo del próximo, puede afirmarse que la *Automática*, sistema electromecánico, había nacido –sin apercibirse entonces su autor y creador– en 1903... y no en 1914.

2. LOS “ENSAYOS SOBRE AUTOMATICA”: OBRA HISTÓRICA

El *telekino* (1903-1906) había supuesto, en realidad, el inicio de su era *electromecánica*, pero el método electromecánico se aplicaba con él a una ‘máquina’ –o autómeta– alejada conceptualmente de las ‘máquinas de calcular’. Es, durante su estancia en Argentina en 1910, cuando da publicidad a un *nuevo sistema de máquinas de calcular electro-mecánicas*, como prólogo de su *aritmómetro*.

Decía su colega, Francisco de Paula Arrillaga, en la laudatio en el acto de entrega de la Medalla Echeagaray:

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.

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 en analizarla 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.

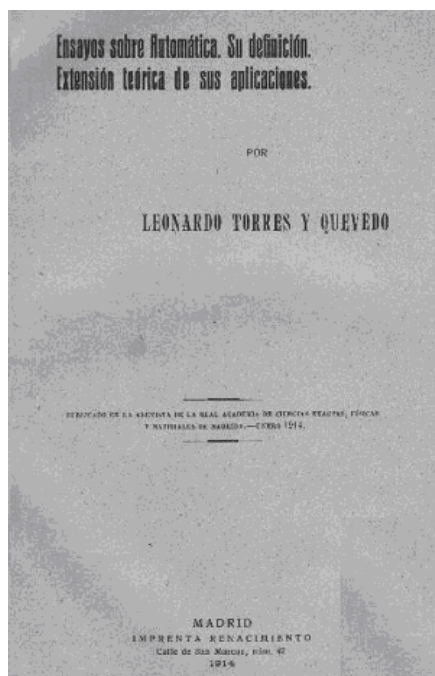
Parece oportuno iniciar esta sección con la pregunta ¿Qué es la Automática? Como respuesta puede aceptarse la definición del Vocabulario Científico y Técnico de la Academia de Ciencias (1990):

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.

A continuación creemos adecuado recordar algunas valoraciones sobre la contribución de Torres Quevedo en este ámbito. García Santesmases (1980, pág. 27) dice: “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”, y más adelante (1980, pág. 119): “[*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”.

Quizá sólo falte por añadir, diciendo 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.

A nuestro juicio, las aportaciones de Torres Quevedo, en este ámbito, son varias y de diferente naturaleza.



Primera. Clasificación, concepto y objeto de la Automática. 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 de Cinemática y 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 autómata 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.

El concepto torresquevediano de Automática es preciso y precioso. Basta reproducir, en síntesis, sus palabras:

La Automática [estudia] los procedimientos que pueden aplicarse á la construcción de autómatas dotados de una vida de relación más o menos complicada.

Los autómatas deberán tener sentidos: ... 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...

Los autómatas deberán tener la energía suficiente...

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.

Hemos sintetizado el pensamiento de Torres Quevedo respecto de la clasificación de los autómatas y 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 podrán ejecutar mecánicamente...

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

Como puede detectarse, Torres Quevedo intentará demostrar, frente a lo que entonces se creía y desde una perspectiva puramente teórica, que siempre es posible construir un autómata, e introducimos una expresión posttorresquevediana, dotado de ‘inteligencia artificial’.

Segunda. Relativa a los modos de solución del problema: el método electro-mecánico.

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 actual, 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.

Tercera. 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.

Cuarta. 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”, máquina que describe con todo género de detalle. He aquí su juicio:

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

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 autómata sencillo y se refiere a 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 decide 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.

Finalmente, debemos decir que fueron tres los aparatos o máquinas principales que 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 torresquevediana. Pero ¿cuándo surge, de hecho, la *automática torresquevediana*? Leamos a su autor, en los párrafos finales de la Memoria:

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, como anticipamos en el apartado precedente, retrotrae su invención de la Automática de 1914 a 1903. Por otra parte, llama la

atención que no se refiera, en absoluto en esta Memoria, a *su primer ajedrecista* construido desde 1912 y que se presentará muy poco después (1914) en el Laboratorio de Mecánica de la Sorbona. Esta Memoria se publicó, en francés, el año siguiente “Essais sur l’Automatique. Sa définition. Etendu théorique de ses applications” en la *Revue Générale des Sciences*, 15 de noviembre de 1915, págs. 601-611, texto que usa de referencia en su trabajo “Arithmomètre électromécanique” de 1920.

3. LOS AUTÓMATAS AJEDRECISTAS

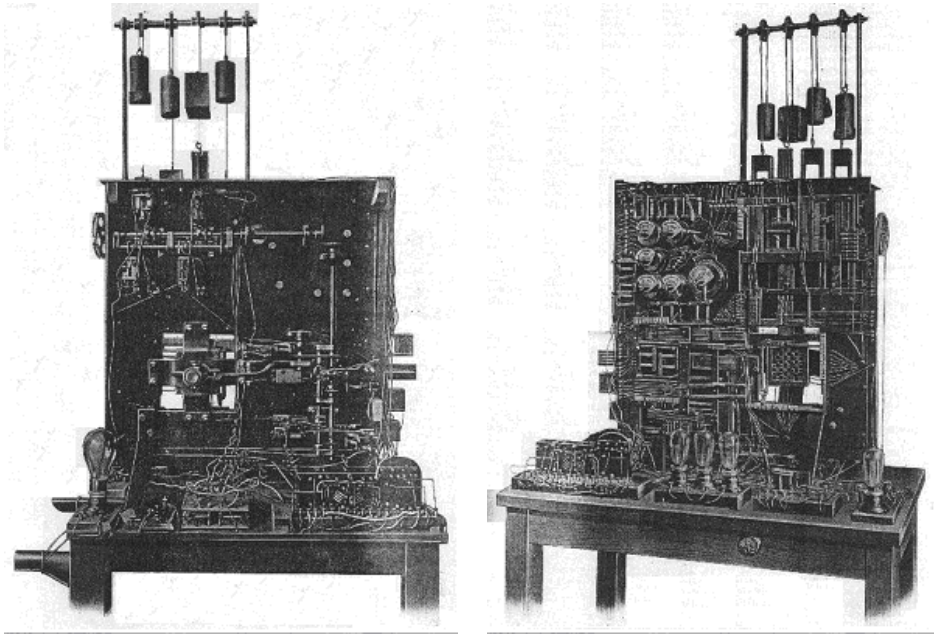
La década de 1910 al 1920 puede considerarse como la de mayor gloria para Torres Quevedo. Se inicia con el viaje a la República Argentina, integrado en la embajada presidida por la Infanta Isabel en representación española al centenario de la independencia, y concluye con el éxito parisino del *aritmómetro* y el ingreso en la Real Academia Española. En medio, los Astra-Torres, el transbordador del Niágara, los “Ensayos sobre Automática”, y, por si fuera poco, el inicio de los revuelos populares de los ajedrecistas que le otorgan nuevos elementos de fama universal.

Una ocupación singular de la inteligencia humana, ya tradicional, de plena vigencia aún en nuestros días, la constituían las posibles máquinas que jugaran al ajedrez. El invento de Torres Quevedo causó sensación en su época y hoy continúa causándolo por la maravilla de ingenio que desarrolló con los medios existentes en las primeras décadas del siglo. Torres Quevedo diseñó dos ajedrecistas, el primero lo construyó él mismo en torno a 1912, y el segundo, su hijo Gonzalo lo termina, bajo su dirección, en torno a 1920.

El *primer ajedrecista* se construye alrededor de 1912 con fines de demostración. Se presentó en París, en el Laboratorio de Mecánica de la Sorbona, en 1914. Llama la atención la inexistencia de referencias al mismo en los “Ensayos sobre Automática”, donde sí se citan el *telekino* y las máquinas analíticas así como numerosos aritmómetros (acepción restringida), y, de alguna manera, se anticipa el aritmómetro (acepción integradora como máquina total). Por ello, resulta harto significativo que sea Vignerón quien lo describa en el artículo “Les automates: le jouer d’échecs automatique de M. Torres y Quevedo” en *La Nature* de 13 de junio de 1914, primera alusión escrita documentada del invento que tanto interés produjo desde entonces. Este ajedrecista sí lo cita Torres Quevedo en la comunicación a la Academia de Ciencias de París, de 26 de junio de 1920, al presentar su *aritmómetro electromecánico*:

Dí en esta nota [los “Ensayos sobre automática”] que acabo de citar, la demostración teórica de este hecho, que siempre es posible construir un autómeta, tal que todos sus actos dependan de ciertas circunstancias más o menos numerosas, y que obedezca a reglas que se le han podido imponer arbitrariamente en el momento de su construcción.

Y fue para demostrar experimentalmente esta posibilidad para lo que he construido el aritmómetro, como había construido anteriormente el jugador de ajedrez, que pudo verse en el Laboratorio de Mecánica de la Sorbona en 1914.



En nota de pie de página escribe el autor: “Ver su descripción en *La Nature* del 13 de junio de 1914, p. 56 á 61: “Les automates: Le joueur d’échecs automatique de M. Torres y Quevedo”, por H. Vigneron”.

Como es natural, la presentación realizada en la Sorbona también fue recogida en diversas revistas españolas. Así, en el volumen 21 de *Madrid Científico*, tras hacer una breve descripción del funcionamiento del “jugador de ajedrez”, pasa al ejemplo habitual en sus explicaciones, el torpedo automóvil, en el que “como en las máquinas de calcular, el trabajo cerebral del hombre es el que la máquina hace”. A continuación, tras reconocer que ya nadie negaba que los autómatas pudieran tener “órganos sensibles” que les permitan conocer las circunstancias que determinan sus maniobras, destaca que “no se quiere admitir que puedan poseer algo análogo a un cerebro y deducir, en cada caso de las respectivas circunstancias, las operaciones que hay que realizar”. Y termina enlazando con las demostraciones teóricas recogidas en los *Ensayos*:

A la tesis de que era posible construir autómatas con una vida de relación tal compleja como se quiera le faltaba una demostración, y la he hallado en la realización del jugador de ajedrez.

Aunque nuestro insigne sabio nunca dedicó un trabajo monográfico a la descripción detallada de las características técnicas de su *primer ajedrecista*, éstas sí pueden conocerse a partir de las “notas tomadas al oído” por el Ingeniero de Caminos Fermín Casares Bescansa a partir de la conferencia impartida por D. Leonardo en Valladolid, el 21 de octubre de 1915, durante el Congreso celebrado en esa localidad castellana por la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias y recogida en sus *Actas*.

Como vemos, el impacto en el mundo científico de su época debió ser considerable. Unos días después, el 6 de noviembre de ese mismo año, aparecía publicado en el nº 2079 de *Scientific American Supplement* el denso artículo “Torres and his remarkable devices”. De nuevo encontramos una descripción del *ajedrecista*, elaborada por el periodista científico a partir de las explicaciones del propio inventor, ilustrada con numerosas fotografías y esquemas:

Torres piensa que de ninguna manera se han alcanzado los límites en cuanto a lo que las máquinas automáticas pueden realizar, y para sostener sus opiniones presenta su máquina automática para jugar al ajedrez.

El *segundo ajedrecista* lo construye Gonzalo Torres-Quevedo, a partir de los principios desarrollados en el primero, por indicación de su padre, y resulta más elegante de presentación y perfeccionado técnicamente. Lo presentó Gonzalo en París, en 1922.

Leonardo Torres Quevedo muere en diciembre de 1936. La guerra civil española concluye en 1939; ha supuesto muchas rupturas con el pasado. Para Torres Quevedo llegó un poco tarde la recuperación de la ‘memoria histórica’. En 1951 se celebra en París un coloquio internacional sobre “Les Machines à calculer et la pensée humaine”, del 8 al 13 de enero. Asiste su hijo Gonzalo Torres-Quevedo que interviene con el título “Los trabajos de la Escuela española sobre automática” y hace una “Presentación de los aparatos de Leonardo Torres Quevedo”. En la *Revista de Obras Públicas* de marzo de 1951 escribe el artículo “Torres Quevedo y la Automática”.

Estas actuaciones de su hijo significan, de hecho, un nuevo re-conocimiento internacional de la obra del genial inventor –y movilización nacional consecuen-te– que tiene lugar en un momento singularmente interesante: un año antes del centenario de su nacimiento que así comienza a prepararse y que se celebrará, sobre todo, en 1953, un año después de lo reglamentario y usual. La presencia parisina supone un nuevo revuelo coyuntural de popularidad, como puede verse por los significativos títulos de los periódicos y revistas de la época sobre un invento de hacía cuarenta años que fue, de nuevo, actualidad en París. En septiembre de 1952 debió presentarse el *ajedrecista* en Ginebra causando análoga sensación popular y periodística. En 1953 se celebran actos conmemorativos del Centenario. El más importante fue, sin duda, la exposición de sus inventos organizada por la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en febrero-marzo de 1953 en el Casino de Madrid donde, de nuevo, el *ajedrecista*, por su atractivo, se constituyó en la pieza clave. Otro

acontecimiento interesante, por lo que deja escrito como documentación para el futuro, fue el acto conmemorativo de la Academia de Ciencias. Veamos el estado de la cuestión en 1950, tal como lo narra Puig Adam en 1953:

Acuciábale [a Couffignal, director del Instituto de Cálculo Mecánico “Blaise Pascal” de París, en 1950] expresamente el deseo de conocer el funcionamiento de su famoso ajedrecista, primer autómatas que fue capaz de reaccionar diestramente ante circunstancias variables a voluntad de un contrincante humano. Y espoleábale tanto más cuanto que se anunciaba en publicación americana entonces recientemente llegada a Europa la posibilidad de la construcción futura de ajedrecistas automáticos, desconociendo, sin duda, el autor de tal publicación (la Cibernética, de Wiener) la existencia efectiva de las realizaciones de Torres Quevedo, efectuadas con más de treinta años de antelación a tales profecías.

La descripción detallada del segundo ajedrecista –máquina que se encuentra “almacenada”, como tantas otras, en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid– puede verse en García Santesmases, con esta estructuración: reglas que sigue el autómatas, estructura del movimiento de las piezas, estructura electromecánica y automatismos electromecánicos correspondientes a las reglas del juego. No es éste lugar apropiado para describirlo de nuevo; bástenos con indicar que la estructura mecánica para lograr el movimiento de las piezas blancas consiste en un conjunto de ejes, tambores, trenes epicicloidales y lanzaderas que permiten las traslaciones longitudinales y transversales de las piezas por el tablero. La estructura electromecánica se basa en un conjunto de electroimanes y dispone de automatismos electromecánicos que se corresponden con las diferentes posibilidades de las reglas del juego.

Desde el punto de vista de las radicalidades, conceptos e ideas básicas, sí parece conveniente insistir y destacar algunos aspectos.

Primero. El *ajedrecista* produjo una impresionante sensación en su tiempo; no en vano es la primera máquina, históricamente comprobado, que ‘juega’ al ajedrez aunque sea para un pequeño problema –jaque de torre y rey contra rey– con resultado determinista.

Segundo. El *ajedrecista* constituye una de las primeras manifestaciones de *inteligencia artificial* mediante la introducción en la máquina –por el proyectista constructor– de un programa, plan, estrategia o reglas; la máquina ‘juega’ al ajedrez –‘piensa’ y ‘mueve’ las piezas– y gana siempre. El adversario mueve el rey negro, con libertad en el marco de las reglas del ajedrez, y la máquina le da sucesivos jaques por sus movimientos ‘inteligentes’ hasta concluir con el jaque mate que, además, es anunciado por un gramófono.

Tercero. El *ajedrecista* es una máquina de tipo electromecánico, como toda la automática práctica de Torres Quevedo.

4. EL ARITMÓMETRO ELECTROMECAÁNICO

Como anticipamos antes, el origen escrito del *aritmómetro* puede remontarse a la visita a la República Argentina (1910) y consta en la publicación “Sobre un nuevo sistema de máquinas de calcular electromecánicas”. Posteriormente, en sus “Ensayos” dedica el capítulo III, como “aplicación del método [electromecánico] á un caso particular”:

El ejemplo que he de escoger, para ilustrar mis explicaciones, está bien indicado: las máquinas analíticas. Una máquina analítica, tal como la entiendo aquí, debe ejecutar unos cálculos cualesquiera, por complicados que sean, sin auxilio de nadie.

y desarrolla el proceso y describe los mecanismos e instrumentos que debe emplear.

Pero el *aritmómetro* torresquevediano no es teoría sino *máquina* –aunque sea compleja, en tanto que unidad de distintos elementos disjuntos conectados eléctricamente entre sí–. La primera referencia escrita de la máquina que conocemos está en el trabajo de Arrillaga de 1916 que hemos citado antes. 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 “Autómata aritmético. (En construcción)”. Deben constituir, creemos, un conjunto de aparatos anteriores al que causó sensación en París, que posiblemente fuera el “Autómata aritmético. (En construcción)” ya construido y considerado –el conjunto– con el nombre de aritmómetro que hasta entonces se reservaba sólo para los elementos –mecanismos, máquinas parciales– utilizados exclusivamente para el cálculo directo de las operaciones aritméticas, tal como se denominan en los “Ensayos”, siendo el aritmómetro final –en conjunto– la primitiva máquina analítica.

En 1916, en plena guerra europea en la que participan con éxito sus dirigibles Astra-Torres y los de su sistema de *Airships Ltd.* (de los que científica y técnicamente se ha olvidado), disfruta de la ‘gloria canadiense’ de su transbordador del Niágara. Estas dos contribuciones, dirigibles y transbordadores, constituyen sus inventos más propiamente ingenieriles. Desde finales del año 16 hasta mediados del 19 su atención se orienta, de nuevo y exclusivamente, a la Automática; en concreto, al *segundo ajedrecista* –que se construye bajo la dirección de su hijo Gonzalo, regresado de Canadá una vez concluida la obra del transbordador– y al *aritmómetro* (concebido como *máquina analítica* completa).

En el *Musée National des Techniques* (París) se exhibió, del 26 de abril al 23 de septiembre de 1990, una exposición de título *De la Machine à Calculer de Pascal à l’Ordinateur. 350 annes d’Informatique*. De ella, ha quedado para el futuro, como es usual, el catálogo. En la página 22, sobre el título

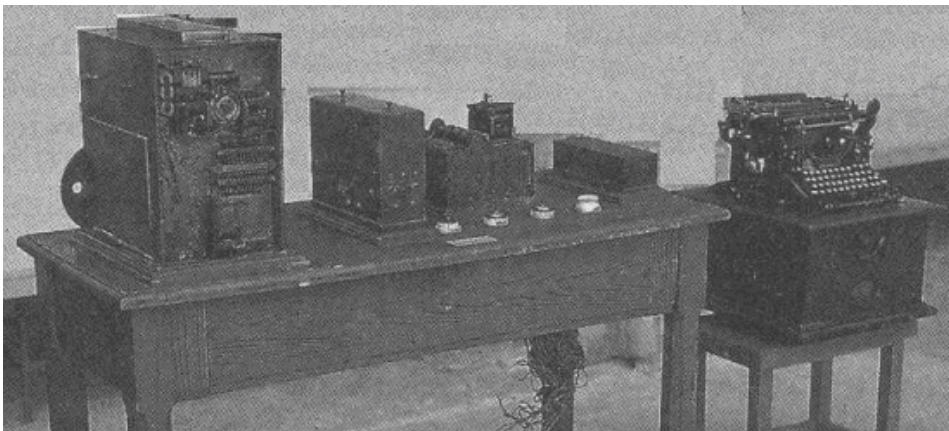
de “Panorama Chronologique des instruments de Calcul” se establece, ciertamente, un panorama histórico-científico bastante completo del tema en lo fundamental.

En la línea que desde la Antigüedad hasta el s. XX conduce a los “ordenadores actuales” se destacan los nombres de Pascal (1642, en la columna de “Adicionadores”), Babbage (1813, en “Máquinas de diferencias”; 1834, en “Máquinas analíticas”), y Torrès –nuestro Torres Quevedo– (1920, también en “Máquinas analíticas”). La columna de “Máquinas analíticas” se completa, sin añadir más nombres propios personales con Mark I (1942) y Eniac (1943) concluyéndose con los Ordenadores actuales. Torres Quevedo es, por otra parte, el único personaje citado del siglo XX en el cuadro panorámico. (En este panorama cronológico se cita, además, a nuestro inventor en otros dos lugares: en la columna de “máquinas algébricas” –Torrès 1893– y en la de los multiplicadores, su aritmómetro de 1920, en línea con “Leibniz 1673” y “Thomas 1820”).

El capítulo del Catálogo dedicado a “El Ordenador” tiene tres párrafos: 1) El tiempo de los relés; 2) Las máquinas analógicas; y 3) Las máquinas numéricas. En el primero se dice:

En 1920, el español Leonardo Torres y Quevedo construyó un aritmómetro electromagnético enteramente automático. Utilizó para ello la tecnología de los relés, puesta a punto por las necesidades del teléfono.

¿A qué se refieren estas escuetas notas, propias de una exposición-síntesis, de la envergadura que sugiere su título? Al *aritmómetro* que el inventor concibió, construyó, y presentó en el Congreso Conmemorativo del “Centenario del aritmómetro de Thomas de Colmar” acompañado de la Memoria “Arithmomètre électromécanique”.



Ciertamente Torres Quevedo se hizo acreedor a esta presencia tan singular y tan destacada, pionera, en el marco de los ordenadores, con la construcción, el primero entre los inventores, de un “aritmómetro electromagnético enteramente automático” y no sólo en el ámbito teórico general de la nueva ciencia con su obra escrita “Ensayos sobre Automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones” que analizamos antes.

Con la concepción del *aritmómetro electromecánico* Torres Quevedo da un nuevo paso importante más, crea una *computadora digital (electromecánica)*. El que construyó es un modelo de demostración que presentó en París, 1920, con motivo del centenario del primer aritmómetro práctico de Thomas de Colmar. ¿Qué podemos destacar de lo escrito por don Leonardo respecto de su máquina de calcular digital? Seleccionaremos unas pocas referencias traducidas al castellano, ya que no tenemos noticia de la posible existencia en esos años de una versión española de dicha Memoria. Decía así:

... mi aparato está fundado en los mismos principios que el de Thomas de Colmar pero difiere completamente en su funcionamiento. En el mío todos los movimientos son automáticos y es de la forma de automatizarlos de lo que os voy a hablar hoy...

Unas breves referencias históricas permitirán valorar la aportación de Torres Quevedo en este tema. Hasta Babbage (Napier, Schickard, Pascal, Leibnitz, Hahn, Stanhope, Müller, Molnar) 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” todas las operaciones y “registraría” todos los resultados –intermedios y final–. Su fracaso se debió al uso de elementos mecánicos. Así lo describió Puig Adam:

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 este período que comentamos, 1910-1920, va destacando las ventajas inherentes al sistema electromecánico que preconiza sobre los procedimientos mecánicos, incluidos los suyos de la etapa anterior. En torno a 1940 se produciría el alborear de lo que poco más tarde se llamaría la ‘era de las computadoras’.

Más adelante, escribe el inventor que la nueva máquina “no tiene ninguna relación con las máquinas algébricas” ya que las operaciones se hacen con magnitudes discretas. Anteriormente, Torres Quevedo (1914), había escrito que “estas máquinas pertenecen a un capítulo nuevo de la ciencia de las máquinas que se podría llamar automática”.

En el *aritmómetro* se pone en evidencia la facultad de decisión introducida en la máquina. Continúa su inventor: “En suma, este autómeta actúa como una persona circunspecta y reflexiva: examina las circunstancias en que se encuentra para decidir lo que debe hacer, y lo hace”. El profesor García Santemas escribió: “Este aspecto es muy importante, ya que nuestro inventor introdujo, realmente, la *facultad de decisión en los autómetas* de la cual se hace mucho uso en las modernas computadoras”.

Con su *aritmómetro*, Torres Quevedo introduce mecanismos automáticos nuevos y originales. “El mérito de Torres Quevedo –según el profesor Santemas– 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 autómeta comparara dos cantidades de varias cifras”.

La *máquina calculadora* –‘máquina analítica’ la llama él, y también los autores de la exposición y catálogo comentados– es un autómeta. Disponía, ciertamente, de las diferentes unidades que constituyen una computadora actual: unidad aritmética, unidad de control, pequeña memoria y una máquina de escribir como órgano de salida.

En resumen, como hemos escrito en otro lugar, la concepción y la realización de esta calculadora digital mediante sistemas electromecánicos sitúa a Torres Quevedo como pionero de la Automática actual en buena parte de sus principales componentes y tareas, verbigracia: dispositivos para registrar valores numéricos, realizar diferentes operaciones, ejecutar todos los cálculos, imprimir los resultados e informar que la operación ha concluido.

La ‘era electromecánica’ de las calculadoras que inició Torres Quevedo con su aritmómetro electromecánico puede escribirse en pocas líneas. Louis Coufignal publicó en 1938 una tesis en la que describe una computadora binaria electromecánica. Hasta entonces los progresos en computadoras habían sido lentos y además espaciados. Hacia 1940 se inicia lo que en pocos años se convertiría en la era de las computadoras. La más famosa de las primeras máquinas fue la construida por Aiken en la Universidad de Harvard, denominada Mark I, que comenzó a construirse en 1937 y se terminó en 1944. Era

de tipo electromecánico. La primera electrónica fue construida por Eckert y Mauchly (la ENIAC) en la Universidad de Pensilvania y terminada en 1946.

El *aritmómetro*, cronológicamente, da origen a la última publicación propiamente científica del inventor español, “Arithmomètre électromécanique”, que presenta en sesión pública en la Academia de Ciencias de París ya próximo a cumplir los setenta años.

5. NOTA FINAL: UN LENGUAJE SIMBÓLICO PARA LAS MÁQUINAS

Unas consideraciones complementarias debemos hacer para cerrar este recorrido por la biografía científica de Torres Quevedo: debe destacarse, y no lo ha sido hasta ahora, como creador de una *nueva lengua simbólica* para la descripción de las máquinas con la propuesta de *algunas reglas* para su *gramática* y *algunos símbolos* de su *diccionario*. Efectivamente, en 1906 publicó “Sobre un sistema de notaciones y símbolos destinados á facilitar la descripción de las máquinas”. En esta memoria crea un lenguaje simbólico que, independientemente de su inutilidad social real, al menos hasta el presente, pone de manifiesto, una vez más y en otro ámbito, sus principales capacidades: Primera, su *capacidad para la detección de un problema*, en este caso problema social de origen y consecuencias técnicos:

Compónense las máquinas, en general, de órganos diferentes enlazados entre sí de muy diversas maneras, y constituye una gran dificultad el describir estos órganos y estas conexiones de modo que pueda el lector entender la descripción sin un trabajo excesivo.

... las construcciones mecánicas, que se complican más y más cada día, exigen, con apremio cada vez mayor, un medio adecuado de describirlas.

Segunda, su capacidad de creación –invención– para dar una respuesta racional, propiamente técnica:

... creo haber ideado [un medio adecuado] que ofrece indudables ventajas, y me permito someterle al juicio de la Academia.

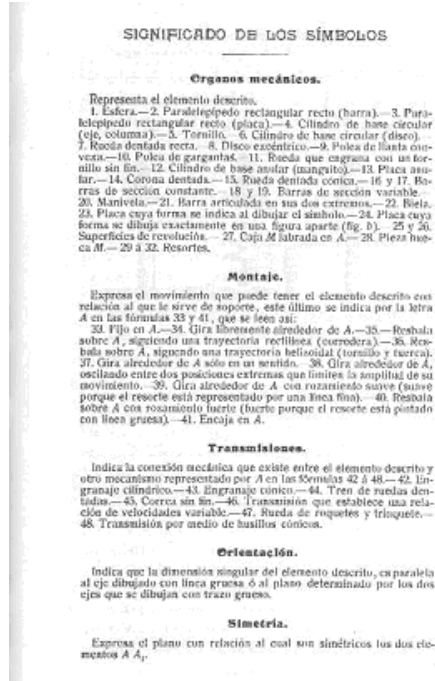
No se trata de suprimir ni aun de alterar esencialmente los procedimientos de representación gráfica que creo insustituibles. Con la solución aquí propuesta aspiro únicamente á simplificar los dibujos y el texto, y a dar más precisión á las descripciones acudiendo a símbolos para representar los órganos y conexiones más usuales...

No cabe dudar, á mi juicio, de las ventajas que ofrecería el lenguaje simbólico: permitiría, en general, simplificar los dibujos, dando noticia exacta al lector...; indicaría con gran precisión...; y, por último, compartiría... la ventaja de ser entendido por todo el mundo, si se adoptan en todos los países los nuevos signos convencionales.

No presento, pues, un estudio acabado; he formulado algunas reglas y he dibujado algunos símbolos de los más usuales, pero sería necesario un trabajo mucho más minucioso y detenido para completar la gramática y el diccionario de esta nueva lengua.

Construye un cuadro de símbolos, una colección de reglas y, como es usual en sus trabajos, los aplica a un ejemplo. Este interesante y dispar “invento” —en sí mismo no mecánico ni propiamente ingenieril ni usualmente científico— no suele referirse y, en todo caso, a pesar de su difusión inicial, ha pasado casi desapercibido. Continúa Torres Quevedo:

Babbage y Reuleaux —y supongo que también otros, aunque yo no tengo noticia de ellos— han tratado, sin éxito ninguno, de poner remedio á este inconveniente; pero el que estos autores eminentes hayan fracasado, no ha de ser motivo suficiente para que se abandone empeño de tanta importancia.



Babbage, Reuleaux y Torres Quevedo fracasaron. El mundo social de las máquinas continúa, de hecho, sin lenguaje simbólico distinto de la Geometría Descriptiva. En la *Revista de Obras Públicas* (volumen de 1906, pág. 294), en la sección ‘Noticias’, se escribió:

Interesante conferencia. El domingo último, el distinguido Ingeniero de Caminos, Sr. Torres Quevedo, disertó en el Instituto de Ingenieros Civiles sobre un nuevo sistema de descripción de máquinas propuesto por el conferenciante á la Academia de Ciencias de París. Es muy ingenioso por la precisión y concisión que da al lenguaje para describir una máquina. Del estilo de las modernas fórmulas químicas, de las del álgebra, de la lógica, etc., tiene todas las condiciones para servir de esperanto mecánico y á tal objeto ha sido propuesto á todas las Naciones. Como juzgamos útil su aplicación y digna de difundirse, nos proponemos dar idea de dicho sistema en un próximo artículo, y en el ínterin reciba el incansable Sr. Torres Quevedo nuestro aplauso más entusiasta, de conformidad con el que le tributó el público que tuvo la fortuna de oírle.

El trabajo se publicó también en 1907 en la revista *Ingeniería*; y en la revista *El Ateneo* (1907, pág. 86) se hizo la referencia bibliográfica siguiente:

Consideramos muy oportuna la publicación de este folleto, por presentar el trabajo en forma manuable para los que quieren estudiar este sistema original y práctico, principalmente ahora, que va a ser objeto de discusión en la Asociación Internacional de Academias reunidas en París.

En síntesis, lo esencial del nuevo lenguaje simbólico de Torres Quevedo se detecta en las tablas del autor que reproducimos, donde se observan los símbolos propuestos y las reglas que formula para la descripción de los diferentes dispositivos de las máquinas.

Tanto en el lenguaje simbólico que preconiza para la descripción de las máquinas como en el uso de los lenguajes ordinarios (español y francés) se manifiestan claramente las características de su forma de pensar, de concebir y de expresarse: intento de sistematización, de clarificación conceptual con sucesivas y precisas adjetivaciones y progresiva generalización (abstracción). A esta actitud general típica del pensador científico une las de sobriedad y rigor propias de las exposiciones genuinamente científicas.

6. BIBLIOGRAFÍA²

- [1] B. CABRERA FELIPE, “Leonardo Torres Quevedo”. *Procès Verbaux des Sciences, Comité Internationale des Poids et Mesures, XVIII* (1937) 293–295.

²Debemos recordar que en el número anterior (Vol. 7.3.) de LA GACETA DE LA RSME se recogían todos los trabajos del sabio español en la relación “Bibliografía de Torres Quevedo”.

- [2] COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, *Leonardo Torres Quevedo*. Catálogo de la Exposición de ese título, 1978.
- [3] A. DOU MÁS DE XEXÁS, “*La inteligencia de las máquinas*”. En *Actas del I Simposio “Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra”*, pp. 129–144. Madrid, Amigos de la Cultura Científica, 1994.
- [4] J. GARCÍA SANTESMASES, *Obra e inventos de Torres Quevedo*. Instituto de España, Madrid, 1980.
- [5] M. GARRIDO JIMÉNEZ, “*Torres Quevedo y la inteligencia artificial*”. En *Actas del I Simposio “Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo”*, pp. 229–246. Madrid, Amigos de la Cultura Científica, 1994.
- [6] F. GONZÁLEZ DE POSADA, “Leonardo Torres Quevedo”. *Investigación y Ciencia* **166** (1990) 80–87.
- [7] F. GONZÁLEZ DE POSADA Y F.A. GONZÁLEZ REDONDO, *Leonardo Torres Quevedo en y desde Cantabria*. Asamblea Regional de Cantabria, Santander, 1991.
- [8] F. GONZÁLEZ DE POSADA, *Leonardo Torres Quevedo*. Fundación Banco Exterior, Madrid, 1992. [Contiene reproducciones facsímil de 8 trabajos de Torres Quevedo]
- [9] F. GONZÁLEZ DE POSADA, P. ALONSO JUARISTI Y F.A. GONZÁLEZ REDONDO, *Actas del II Simposio “Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra”*. Amigos de la Cultura Científica, Madrid. [Incluye 30 artículos sobre Torres Quevedo de 27 autores diferentes].
- [10] F. GONZÁLEZ DE POSADA (ED.), *Ensayos sobre Automática-Aritmómetro electromecánico*. Edición trilingüe castellano/francés/inglés. INTEMAC, Madrid, 1996.
- [11] F. GONZÁLEZ DE POSADA, F.A. GONZÁLEZ REDONDO (EDS.), *Actas del III Simposio “Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra”*. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 1999. [Incluye 30 artículos sobre Torres Quevedo de 31 autores].
- [12] F. GONZÁLEZ DE POSADA, F.A. GONZÁLEZ REDONDO Y D. TRUJILLO JACINTO DEL CASILLO (EDS.), *Actas del I Simposio “Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo”*. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2001. [Incluye 8 artículos sobre Torres Quevedo de 8 autores]
- [13] F. GONZÁLEZ DE POSADA, F.A. GONZÁLEZ REDONDO Y D. TRUJILLO JACINTO DEL CASILLO (EDS.), *Actas del II Simposio “Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo”*. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2002. [Incluye 6 artículos sobre Torres Quevedo de 9 autores].

- [14] F. GONZÁLEZ DE POSADA, F.A. GONZÁLEZ REDONDO (EDS.), *Leonardo Torres Quevedo y los globos dirigibles*. Edición bilingüe castellano/francés. IN-TEMAC, Madrid, 2002.
- [15] F. GONZÁLEZ DE POSADA (ED.), *Leonardo Torres Quevedo. Conmemoración del sesquicentenario de su nacimiento (1852)*. Madrid, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, 2002. [Incluye 14 artículos sobre Torres Quevedo de 14 autores].
- [16] F. GONZÁLEZ DE POSADA, F.A. GONZÁLEZ REDONDO Y D. TRUJILLO JACINTO DEL CASILLO (EDS.), *Actas del III Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2004. [Incluye 7 artículos sobre Torres Quevedo de 8 autores].
- [17] F. GONZÁLEZ DE POSADA Y F.A. GONZÁLEZ REDONDO, "Leonardo Torres Quevedo (1852-1936). 1ª Parte. Las máquinas algébricas". LA GACETA DE LA REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA, **7 3** (2004) 787–810.
- [18] F. GONZÁLEZ DE POSADA, F.A. GONZÁLEZ REDONDO Y D. TRUJILLO JACINTO DEL CASILLO, *Actas del IV Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2004. [Incluye 8 artículos sobre Torres Quevedo de 11 autores].
- [19] F.A. GONZÁLEZ REDONDO, "Autómatas y Automática en España. Consideraciones Históricas". En T. DE ANDRES TRIPERO (ED.), *Juegos, Juguetes y Ludotecas*, pp. 139–147. Madrid, Ediciones "Pablo Montesino", 1991.
- [20] F.A. GONZÁLEZ REDONDO Y A. GONZÁLEZ REDONDO (EDS.), *Actas del I Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 19994. [Incluye 15 artículos sobre Torres Quevedo de 16 autores].
- [21] F.A. GONZÁLEZ REDONDO Y L. DE VICENTE LASECA, "Leonardo Torres Quevedo y la Sociedad Matemática Española". En *Actas del III Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*, pp. 269–283. Madrid, Amigos de la Cultura Científica, 1994.
- [22] F.A. GONZÁLEZ REDONDO Y L. DE VICENTE LASECA, "La Automática de Torres Quevedo entre los Ensayos y el Aritmómetro. Nota bibliográfica en torno al Ajedrecista". *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, **23 46** (2000) 197–203.
- [23] F.A. GONZÁLEZ REDONDO, "La Matemática en el panorama de la Ciencia española, 1852-1945. En el 150 aniversario del nacimiento de Santiago Ramón y Cajal y Leonardo Torres Quevedo". LA GACETA DE LA REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA, **5 3** (2002) 779–809.
- [24] F.A. GONZÁLEZ REDONDO, "La Matemática española en Argentina, 1910-1940. De Leonardo Torres Quevedo a Luis A. Santaló Sors". En *Entre*

Argentina y España: unas historias matemáticas para el recuerdo. Sociedad Canaria "Isaac Newton" de Profesores de Matemáticas-Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas, 2003.

- [25] A. HERNANDO GONZÁLEZ, "*Torres Quevedo y la controversia sobre máquinas y pensamiento*". En *Actas del II Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*, pp. 109–117. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2002.
- [26] A. HERNANDO GONZÁLEZ, *Leonardo Torres Quevedo, precursor de la Informática*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2004.
- [27] A. HERNANDO GONZÁLEZ, "*Puig Adam y la recepción de la Cibernética en España*". En *Actas del II Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*, pp. 243–260. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2004.
- [28] A. HERNANDO GONZÁLEZ, "*Extensión teórica de las aplicaciones de las máquinas en la obra de Torres Quevedo*". En *Actas del III Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*, pp. 277–286. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2004.
- [29] J. DE LOPE ASIAÍN, "*En torno al ajedrecista de Torres Quevedo. El ajedrez en la historia de la computación*". En *Actas del IV Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*, pp. 325–339. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2004.
- [30] D. MARAVALL GÓMEZ-ALLENDE, "*Robótica: mito y realidad*". En *Actas del III Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*, pp. 239–275. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2004.
- [31] D. MARAVALL GÓMEZ-ALLENDE, "*Más allá del mecanismo*". En *Actas del IV Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*, pp. 309–323. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2004.
- [32] N. METROPOLIS, V. HOWLETT Y G.C. ROTA (EDS.), *A History of Computing in the Twentieth Century*. Academic Press, New York, 1980.
- [33] MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA, *Patentes de invención de Don Leonardo Torres Quevedo*. Registro de la Propiedad Industrial, Madrid, 1988.
- [34] M. D'OCAGNE, "*L'Oeuvre Mécanique de Leonardo Torres Quevedo*". *Revue Générale des Sciences pures et appliquées*, 15 de octubre, 1916.
- [35] E.L. ORTIZ, "*Leonardo Torres Quevedo y Julio Rey Pastor: el cálculo geométrico y el cálculo mecánico en la escuela matemática española*". En *Actas del II Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*, pp. 55–81. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 1993.

- [36] P. PUIG ADAM, “Torres Quevedo. El cálculo mecánico y la Automática”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XLVII (1953) 11–47.
- [37] B. RANDELL (ED.), *The Origins of Digital Computers*. Springer-Verlag, New York, 1973.
- [38] B. RANDELL, “From Analytical Engine to Electronic Digital Computer: The Contributions of Ludgate, Torres, and Bush”. *Annals of the History of Computing*, 4 (4) (1982), 327–341.
- [39] L. RODRÍGUEZ ALCALDE, *Leonardo Torres Quevedo y la Cibernética*. Cid, Madrid, 1966.
- [40] L. RODRÍGUEZ ALCALDE, *Biografía de D. Leonardo Torres Quevedo*. Institución Cultural de Cantabria, Santander, 1974.
- [41] J.A. SÁNCHEZ PÉREZ, *Los inventos de Torres Quevedo*. Monografía de la Sociedad Matemática Española, 1916.
- [42] G. TORRES-QUEVEDO, “*Les travaux de l’Ecole espagnole sur l’automatique*”. Colloque international à Paris sur Les Machines à calculer et la pensée humaine. París, 1951.
- [43] G. TORRES-QUEVEDO, “Torres Quevedo y la Automática”. *Revista de Obras Públicas*, XCIX (1951) 99–109.
- [44] A. VAQUERO SÁNCHEZ, “*La Informática y la Automática en la obra de Torres Quevedo*”. En Actas del IV Simposio “Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo”, pp. 297–308. Madrid, Amigos de la Cultura Científica, 2004.
- [45] H. VIGNERON, “Les automates: Le joueur d’échecs automatique de M. Torrès y Quevedo”. *La Nature* (1914) 56–61.
- [46] H. VIGNERON, “L’Arithmomètre de M. Torrès y Quevedo”. *La Nature* (1920) 89–93.

Francisco González de Posada
Dpto. Física e Instalaciones
ETS Arquitectura. UPM
28040 Madrid

Correo electrónico: fgposada@aq.upm.es

Francisco A. González Redondo
Dpto. Álgebra
Fac. Educación. UCM
28040 Madrid

Correo electrónico: faglezr@edu.ucm.es