

HOMENAJE A TORRES QUEVEDO

En la Escuela de Caminos se ha celebrado, el día 22 del pasado, un homenaje al insigne ingeniero D. Leonardo Torres Quevedo, con motivo de haberle sido conferido por el Gobierno el título de inspector honorario del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Presidió el acto el ministro de Fomento, quien tenía a su derecha al Sr. Torres Quevedo, y ocupaban los demás puestos de la mesa presidencial los directores generales de Obras públicas y de Ferrocarriles, el presidente del Consejo de Obras públicas, el presidente de la Asociación del Cuerpo, el director de la Escuela y el profesor Sr. González Quijano.

Inició los discursos el Sr. Gaytán de Ayala, presidente de la Asociación, que explicó el proceso de esta concesión, solicitada con verdadero entusiasmo por todo el Cuerpo y acogida con cariño por el Gobierno de S. M. Dedicó asimismo un recuerdo al ilustre director de la Compañía de Caminos de Hierro del Norte, D. Félix Boix, agraciado con la misma distinción y al que no se ha podido asociar a este homenaje, en atención a su delicado estado de salud, pero al que, en momento oportuno, se le hará patente el cariño de los ingenieros de Caminos.

El Sr. Machimbarrena puso de manifiesto el honor que cabía a la Escuela en prestar albergue para actos de esta naturaleza que, en definitiva, enaltecen a la propia colectividad que los organiza.

El Sr. Perier, en nombre del Consejo de Obras públicas, se adhirió al acto y comunicó el orgullo del organismo que preside por contar en su seno al señor Torres Quevedo.

El Sr. González Quijano leyó a continuación las siguientes primorosas cuartillas:

Discurso del Sr. Quijano

Designado para recordar en este acto la fecunda labor del Sr. Torres Quevedo y su significación dentro de la ciencia española, honroso encargo que no he querido declinar, pero que no sé si acertaré a cumplir, encuéntrame en situación un poco difícil, porque empiezo por dudar de la necesidad de ese recuerdo.

Nos congrega en este momento el deseo de celebrar una merecida distinción otorgada por el Gobierno de Su Majestad; pero si esta distinción emana del Poder, único que podía otorgarla, tiene también por precedente una solicitud de la Asociación de Ingenieros de Caminos, que por unanimidad de sus zonas hubo de reclamarla a favor del eximio compañero, que tan altos puso los prestigios del título profesional. Entre compañeros estamos: ¿qué necesidad tenía de recordaros yo lo que nunca habéis olvidado; lo que, por estar tan presente en vuestra memoria, movió vuestra voluntad con noble estímulo para hacerle presente de este modo la admiración, la consideración, el respeto y el cariño que todos le profesamos?

Pero era preciso exteriorizar de alguna manera esos sentimientos, porque si no han de ganar con ello en intensidad, es preciso que consten de una manera fehaciente, para incorporarlos al acervo de las tradiciones corporativas, que son las que, a través del tiempo, man-

tienen el espíritu de las colectividades, a pesar de la ley fatal que condena a renovación a sus individuos.

Yo me someto, pues, a llenar un número en este homenaje familiar e íntimo que, para mejor cumplir la finalidad expresada, celebramos en esta Escuela, símbolo de la continuidad del Cuerpo, lazo de unión entre la juventud que con fervor se inicia en las enseñanzas de la ciencia y los hombres maduros que laboran en los distintos campos abiertos a su actividad. Es ella la que ha recogido el espíritu de aquella otra Escuela de la calle del Turco, que no conocimos ya la mayor parte de los vivos, y de la que hace cincuenta años salió a la vida profesional el hombre ilustre al que rendimos este agasajo.

También en él hemos de ver un símbolo de la continuidad del Cuerpo. Hijo de otro distinguido ingeniero, D. Luis Torres Vildósola, es padre, a su vez, de otros dos compañeros nuestros. Si los estímulos de su genio inventivo le apartaron del servicio del Estado, no le alejaron del todo de la práctica de la profesión, a la que se dedicó primero al lado de su padre, aunque no con carácter oficial, en la construcción de los ferrocarriles del Noroeste, que habían sido encomendados a aquél, y más tarde en proyectos originales, realizados unos en España, otros en el Extranjero y alguno fracasado en las mallas burocráticas, que también fuera de España pueden ser rémora y obstáculo para las Empresas útiles. ¿Qué de extraño tiene, pues, que le reclamemos como uno de los nuestros y que queramos verle ostentar aquellos honores que le hubieran correspondido a su tiempo, de haber limitado sus aspiraciones a una oscura labor profesional?

Pero, además de esto, el Sr. Torres Quevedo ha sabido, con sus inventos, atraer la atención universal, poniendo muy alto el nombre de España y el título que ostenta. De su labor científica se ocupó ya D. Francisco de P. Arrillaga, cuando, en 1916, la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales hubo de otorgarle la medalla Echegaray. En el discurso que entonces se publicó, figura nota bastante circunstanciada de sus trabajos, cuya completa enumeración sería fatigosa y, por tal, inoportuna. Dispensadme, pues, si no entro en ella, y me limito a exponer a grandes rasgos los engendros más notables de su peregrino ingenio.

Impúlsale su contextura mental a las aplicaciones prácticas, con lo que se muestra verdadero ingeniero; pero, desde ellas, sabe también elevarse, de abstracción en abstracción, a las más elevadas cumbres de la concepción teórica, tocando los linderos de la Filosofía, que rehusa traspasar, pero ante los cuales deja planteados los más interesantes problemas.

Su practicismo no es tampoco un practicismo vulgar: no marcha atraído por el lucro ni por la aplicación inmediata; es la dificultad del problema lo que le seduce y su anhelo dar realidad y vida a concepciones que los prejuicios de la multitud reputarán imposibles y que los mismos entendidos han de juzgar maravillosas.

Su primer gran invento, el que llamó ya hacia él la atención del mundo científico, fué la máquina para resolver ecuaciones algebraicas de cualquier grado, y este invento marca tal vez la orientación preponderante de su espíritu, y es en el que ha desplegado mayor ingeniosidad. No se planteaba el problema por primera vez: las máquinas de cálculo habían tentado ya el talento de otros inventores desde el primer imperfecto aritmóme-

tro de Pascal; pero las dificultades inherentes al asunto no habian podido ser vencidas, y esto avaloraba la solución presentada por nuestro compatriota.

En primer término, era preciso representar, dentro de un mecanismo manejable y con un grado de aproximación suficiente, la serie de las magnitudes positivas y negativas entre límites muy extensos. Las escalas ordinarias, aun arrolladas sobre cilindros y llevadas casi al contacto, hubieran exigido longitudes enormes. Torres Quevedo resuelve el problema sustituyendo el número por su logaritmo mediante la ingeniosa concepción de un elemento de máquina, al que dió el nombre, propuesto por Saavedra, de *aritmóforo*.

Conseguía de este modo eliminar todo lo que hubiera habido de aproximación inútil en una escala natural. La serie de las cantidades reales es infinita en su totalidad y en cada una de sus partes; pero, prácticamente, los números todos que nos interesan vienen expresados por un corto número de cifras significativas: nuestros sentidos no aprecian más; los aparatos más perfeccionados apenas si añaden dos, tres cifras, a lo sumo cuatro, sobre la apreciación de los sentidos. Ir más allá en los cálculos no sólo es inútil, sino que es, además, completamente ilusorio.

Ese grupo de cifras significativas puede ser, sin embargo, de un orden cualquiera de magnitud; cada fenómeno tiene su propia escala, y, dentro de ella, son las relaciones más que las diferencias lo que importa. Todo eso viene expresado con la característica y la mantisa de los logaritmos, y por eso el recurrir a ellos era una feliz idea que además facilitaba las elevaciones a potencias, operaciones indispensables para el cálculo de las funciones algébricas de orden superior al primero.

Pero si los logaritmos aportaban consigo esas facilidades, también planteaban un nuevo problema: las funciones cuyos valores se nos dan no están construídas por las raíces mediante simples multiplicaciones y divisiones: la suma y la resta intervienen también en los cálculos, y mientras las primeras, cuando se opera con logaritmos, se pueden realizar mecánicamente mediante elementos que guarden entre sí relaciones de velocidad constantes, las segundas se rebelan a ese procedimiento, y para someterlas a la mecanización se hace preciso idear algo que sustituya en este terreno a los logaritmos aditivos de Gauss; y aquí entra de nuevo la ingeniosidad de Torres Quevedo con su original *husillo*, que se interpone entre los elementos representativos de los sumandos, y que hace posible la relación variable que había que realizar.

Tales eran las fecundas ideas que constituían, por decir así, el alma del mecanismo. Los detalles del cuerpo encierran también otra porción de ingeniosidades; pero no es posible detenernos en su anatomía ni en su fisiología; bástenos con verle marchar de uno a otro infinito, señalando las raíces reales que encuentra a su paso.

La concepción y realización de estas máquinas daban ya a Torres Quevedo posición científica preponderante en los dominios de la Cinemática; pero no se ha limitado a ella la actividad de su ingenio. Cuando todavía la Aeronáutica forcejeaba por iniciar sus primeros aleteos, los problemas por ella planteados llamaron poderosamente la atención de Torres Quevedo, y, prescindiendo de los relativos a la propulsión y a la dirección, ya casi resueltos, y, en todo caso, pendientes, más de perfeccionamientos técnicos que de disposiciones geniales, se dirige a conseguir la rigidez del globo, dándole una estabilidad de forma, sin la cual las perturbaciones que se introdujeran en los supuestos de la teoría podrían invalidar por completo las más racionales previsiones.

Planteado el problema, lo resuelve con singular maestría y por procedimientos que tienen en sí algo de paradójicos. Había que dar rigidez al globo, y la rigidez se logra con elementos flexibles o flúidos: una tela, varios cables y una masa gaseosa.

Una quilla funicular situada en el interior del globo,

y que se mantiene tensa por la presión del gas, suficiente ya cuando alcanza tan sólo el valor equivalente a algunos milímetros de agua, concentra en sí los esfuerzos de armaduras triangulares formadas igualmente con cables constantemente estirados por igual sencillo mecanismo, y a los cuales viene a ligarse la cubierta, cuyo perfil trilobulado se estudió también con la mayor sagacidad, dando de este modo solución elegante y eficaz al problema planteado.

Tras los informes favorables de varias Academias (encomendó la de París a una Comisión, en que era ponente el ilustre Appell), el proyecto fué ejecutado, y los ensayos fueron tan brillantes que la casa inglesa Astra adquirió las patentes, y varios Gobiernos han adquirido globos de este tipo para sus Cuerpos de Aeronáutica militar. La fábrica entrega hoy tipos hasta de 12 000 m³, con cuatro motores de 150 HP.

Aparte de los objetivos que habian guiado en su concepción, los dirigibles Astra-Torres han demostrado ventajas prácticas innegables, consecuencia, en su mayor parte, de su rigidez cuando están henchidos, de su flexibilidad si han de estar plegados. Aunque la forma trilobada de la sección recta podía hacer temer un mayor rozamiento lateral para el mismo volumen y aun también una mayor resistencia al avance, la estabilidad de la forma y la supresión de las cuerdas exteriores que en los sistemas ordinarios sirven para la suspensión de la barquilla, directamente ligada aquí a los cables internos, superan con mucho aquellas dos causas de retardo, como se vió ya desde las primeras pruebas, en las que la velocidad alcanzada fué superior a la que las previsiones habian hecho suponer. Como además se han suprimido todas las armaduras metálicas rígidas, el peso es menor que cuando se recurre a ellas para obtener la rigidez, y por lo mismo la fuerza ascensional para el mismo volumen es mayor.

Si en marcha el globo saca de su rigidez todas sus ventajas, su flexibilidad facilita considerablemente las operaciones cuando ha de ser inflado o desinflado. Su transporte terrestre no ofrece dificultad, y tampoco la de la barquilla, que puede ser en estos casos muy corta, pues debe calcularse sólo por el servicio que haya de prestar, sin tener que preocuparse de distribuir su peso sobre la superficie de la cubierta, puesto que su amarre va directamente a puntos precisos de los cables interiores, que se pueden calcular con toda seguridad, acumulando en ellos la resistencia necesaria.

En relación con los dirigibles del tipo indicado, el Sr. Torres Quevedo ha estudiado otros problemas de Aeronáutica, como lo demuestra su proyecto de campamento o parque, que permite el amarre de los globos al aire libre, sin peligro de accidentes, aun con vientos duros, y el de un barco, capaz de recibirlos y transportarlos, sirviendo así de auxiliar poderoso a la Hidroaeronáutica.

Sus nuevas preocupaciones no alejaron, sin embargo, la atención del inventor de sus originarias aficiones mecánicas. Contribuyeron más bien, por el contrario, a ensanchar ante sus ojos el campo de sus aplicaciones: elevados sobre la tierra sus aparatos, fuera de su contacto inmediato, su imaginación ingeniosa no podía resignarse a contemplarlos a lo lejos sin comunicación posible con ellos: las oscilaciones hertzianas daban la posibilidad de esta comunicación; pero todavía parecía necesario otro intermediario más para actuar sobre el aparato: el tripulante que recibiera la orden y se aprestara a ejecutarla.

En su natural bondadoso, Torres Quevedo prefiere mandar mecanismos a mandar hombres, y la persistencia en su idea nos dió el telekino, cuyos satisfactorios ensayos en el Centro de Aeronáutica de la Casa de Campo y en el Abra de Bilbao diéronle merecida popularidad en España y en el Extranjero.

No habian bastado para ello los recursos de la Cinemática; la Electricidad había entrado en juego, y con

ella el medio de realizar nuevas maravillas. Pero no bastaba ya a la férvida investigación del Sr. Torres Quevedo el estudio de problemas, aunque complicados y difíciles, al fin particulares y concretos. Su ideación le atraía hacia temas más generales, y la sistematización de los hechos y conceptos que le habían servido de base en la invención del telekino le llevan a su amplia concepción de la Automática como ciencia independiente o, por lo menos, como rama importantísima de la Ciencia universal y única. En un trabajo publicado en 1914 en la revista de la Real Academia de Ciencias, sentó los principales fundamentos de la nueva ciencia. En él declara que fueron sus estudios sobre el telekino los que le encaminaron en esta dirección.

Parte el Sr. Torres Quevedo de la definición del *autómata*. Se ha solido dar este nombre a ciertos mecanismos capaces de imitar determinados actos propios del hombre o de los animales, cuya exterior apariencia procuran de ordinario remedar. Claro es que desde el punto de vista científico esta apariencia es lo de menos, y que, aparte del efecto artístico o grotesco que pueda producir, sólo causará admiración al espectador vulgar e ignorante que se deje seducir por esa semejanza puramente superficial.

Pero debajo de esa apariencia hay para el hombre científico un hecho digno de observación y de estudio, y es el movimiento del autómata, mantenido, al parecer, sin intervención exterior, por lo menos mientras dura la energía acumulada, bajo una u otra forma, en sus entrañas. Considerados desde este punto de vista, por autómatas podrán reputarse una porción de mecanismos a los que nunca se había pensado en dar tal nombre; el reloj es el ejemplo más vulgar. El uso diario que de él hacemos nos impide mirarle con la admiración que seguramente nos causaría si, faltos de toda preparación, lo examináramos por la vez primera. ¿No es el movimiento propio el que distingue al animal de la naturaleza inorgánica? Pues el reloj se mueve. Cierto es que no se mueve indefinidamente; pero el animal tampoco; más tarde o más temprano, también muere. Sin embargo, el animal muerto no vuelve a la vida; el reloj parado puede ponerse en marcha de nuevo; pero es que también el animal, sin morir, puede carecer de energía para proseguir la vida y mantenerse, a pesar de eso, en vida latente hasta que nuevos estímulos conviertan la potencia en acto.

Las semejanzas no desaparecen del todo; pero al lado de ellas hay consideraciones de otro orden, ante las cuales las diferencias se hacen más marcadas y nos deciden al fin a clasificar los dos fenómenos en categorías completamente distintas, entre las cuales no parece que pueda haber gradación que los acerque ni puente que los comuniquen.

Lo que decimos del reloj se puede repetir de todos aquellos autómatas en que la energía acumulada se gasta en ejecutar ciertos movimientos, *siempre los mismos*, sin que lleguen a cambiar por ninguna influencia exterior. Pero al lado de estos autómatas hay, como dice el Sr. Torres Quevedo, *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*. Son aquellos que parecen responder a las circunstancias ambientes o a las acciones exteriores, variando, por decirlo así, de conducta cuando las unas se alteran o las otras se producen, ya buscando de una manera continua la realización de una finalidad, ya reaccionando bruscamente ante un obstáculo imprevisto con el cual ni siquiera hayan llegado al contacto. Tales autómatas tienen, como se ve, una semejanza mucho mayor con los seres vivos: pueden señalarse en ellos especies de *sentidos*: termómetros, brújulas, dinamómetros; en suma, aparatos sensibles a las circunstancias que hayan de influir en sus movimientos; deberán tener también miembros capaces de ejecutar las operaciones que les sean encomendadas, y entre una y otra serie de órganos deberá haber otro de

enlace donde lleguen los avisos de los sentidos y de donde parta, cuando convenga, la orden que ha de poner en acción a los órganos ejecutores. Tienen, en suma, una *vida de relación* más o menos extensa, y hasta cierto punto se conducen como si pudieran sentir, pensar y obrar más o menos libremente.

Entre los numerosos mecanismos que el progreso industrial pone en movimiento cada día, podrían citarse muchos ejemplos de autómatas de esta clase. Nada puede extrañar en ello a las personas instruidas; pero se cree de ordinario que tales apariencias no pueden conseguirse sino en algunos casos muy sencillos en los que sólo se trate de automatizar las operaciones puramente manuales y mecánicas del obrero no especializado, pero que nunca podrá hacerse lo mismo con aquellas otras operaciones en que intervienen las facultades mentales superiores.

Hace notar el Sr. Torres Quevedo que esta distinción carece de valor, porque no hay ninguna acción humana en que no intervengan las facultades mentales, y llega a demostrar que *es siempre posible construir un autómata cuyos actos todos dependan de ciertas circunstancias más o menos numerosas, obedeciendo a reglas que se pueden imponer arbitrariamente en el momento de la construcción*, o lo que es lo mismo, que *se puede complicar cuanto se quiera la vida de relación de los autómatas*.

Recuerda a este propósito las ideas de Descartes acerca del automatismo de los animales, que no impedían a su autor el considerar como metafísicamente imposible la construcción de un autómata que pudiera razonar *ni aun como el hombre más atontado*, y demuestra que nada habría en ello de imposible para el soberano poder de Dios, si en su infinita previsión hubiera acumulado en el autómata órganos y conexiones en número suficiente, nunca infinito, para hacer frente a todas las circunstancias que realmente hubieran de presentarse.

Y es que Descartes, haciendo de la extensión la esencia de la materia y del pensamiento la esencia del espíritu, había establecido una barrera infranqueable entre ambas sustancias, que sólo podían marchar acordes gracias a la constante intervención de Dios. Por eso el autómata, aunque fuera orgánicamente idéntico al hombre, si estaba privado de alma, no podría, en el orden normal, ejecutar ningún acto verdaderamente de razón, porque faltarían las órdenes del espíritu, que Dios sólo podría sustituir por medio de un milagro. No sería ya el autómata el que obraba, sino Dios mismo el que se revelaba a través de él. El autómata del Sr. Torres Quevedo, más que a la concepción de Descartes, responde a aquella otra concepción de la *armonía preestablecida* sustentada por Leibnitz frente a la del filósofo francés.

De cualquier modo que sea, esta extensión teóricamente ilimitada del automatismo no deja de alarmar a algunas almas timoratas, y el Sr. Arrillaga, en el discurso que antes hemos mencionado, juzgó conveniente llamar la atención sobre una distinción fundamental hecha por el mismo Sr. Torres Quevedo, y que venía a alejar todo asomo de materialismo, puesto que para que el autómata realice actos razonables es preciso que su constructor haya previamente razonado por él.

No creemos que hubiera en ningún caso verdadero motivo de alarma; la ciencia puramente experimental quedará siempre alejada de cuestiones de esa naturaleza y a igual distancia de las soluciones extremas. Jamás podrá alcanzar en sus experimentos más que las apariencias de las cosas, y siempre quedarán fuera de su campo las sugestiones de ese sentido íntimo, que completará con sus interpretaciones, más afectivas que razonadoras, los huecos grandes o pequeños que deje en el conocimiento la comprobación experimental.

Por eso no veríamos inconveniente en llevar aún más adelante los linderos del automatismo, suponiéndole capaz de traspasar las mismas previsiones del constructor. Y no habría en ello nada de contradictorio ni de pecami-

noso. Las combinaciones de un corto número de elementos son fácilmente abarcadas por el hombre; pero a poco que éstos aumenten, el número de aquéllas crece con una rapidez abrumadora. Ante ella no hay previsión posible, y un autómatas sometido a tan variadísimas influencias, pero que sólo pudiera ejecutar ciertos actos cuando existieran determinadas compatibilidades entre las influencias simultáneas, no sólo daría la impresión de la vida, sino también de la iniciativa y de la libertad. No sería ya el constructor el que le habría transmitido desde el principio órdenes precisas que regulasen su conducta; sería el azar, es decir, el medio, la naturaleza entera con todas sus complejidades, la que, canalizada en los órganos del autómatas, exteriorizara a través de él su inagotable originalidad.

Un paso más, y sería el mismo organismo vivo reflejo de todas las influencias del medio, el que sería el autómatas de nuestra hipótesis, y el paso lo han dado los que, suprimiendo del mundo toda influencia verdaderamente humana, han sostenido la tesis de la conciencia epifenómeno; pero ¿es muy diferente esta teoría de aquella otra que, estableciendo una diferencia radical entre el cuerpo y el alma, los encierra en distintos departamentos estancos sólo comunicables mediante un milagro permanente?

Tal vez el error de Descartes fué poner en el umbral de su filosofía su célebre *pienso, luego existo*, y no decir más bien: *soy, porque siento*; porque, aun concediendo al pensamiento el máximo valor, este valor no dimana sino de la plenitud del alma embebida en la contemplación de la pura y divina esencia de la verdad.

Y los que consideran la conciencia como un puro epifenómeno deben considerar también que es ese epifenómeno el único que nos interesa, porque, fuera de él, el mundo entero no sería sino una sombra absolutamente incomprensible. Ya lo hacía notar Poincaré al terminar su libro sobre el *Valor de la Ciencia*, cuando, al reconocer que el pensamiento en el mundo es sólo un relámpago fugaz en una eterna noche, añade: "Es ese relámpago el que lo ilumina todo."

Y ya que entre ingenieros estamos, no resisto a la tentación de recordar un pensamiento análogo del que fué de todos maestro, del inolvidable Echegaray, que bastantes años antes, en *El puño de la Espada*, puso en boca de uno de sus personajes los siguientes versos:

"¿Y qué fueran, vida mía,
Sin un ser que los amase
Y su vida les prestase
Los aires y su armonía,
De las auras el aliento
Y aun ese sol que Dios mismo
Alumbró sobre el abismo
En el ancho firmamento?
¿Qué fueran? Materia inerte
En noche eterna aventada,
Un escarnio de la nada
Y un remedo de la muerte."

Pero la digresión me ha llevado un poco lejos. Yo pido perdón y vuelvo al tema, del que no hubiera salido si las fecundas sugerencias del Sr. Torres Quevedo no tuvieran la virtud de abrir a la imaginación espléndidas perspectivas en la que, no contenta ya con sus propios vuelos, busca la colaboración de la naturaleza entera para aplacar su insaciable sed de belleza y de verdad.

Como brillante demostración de sus tesis, el Sr. Torres Quevedo nos ha dado su *jugador de ajedrez*, que, armado de rey y torre contra vuestro rey solo, os acosa, os persigue, os acorrala, advierte y rechaza vuestras jugadas ilegales y se niega a continuar si persistís en ellas, u os da mate al fin, si vuestro juego es hasta el final correcto.

Aplicación más práctica de los mismos principios son sus nuevas máquinas analíticas, en las que, abandonando los procedimientos exclusivamente cinemáticos em-

pleados en las primeras, se decide a buscar la solución del mismo problema general en aparatos electromecánicos, cuyas ventajas y facilidades pudo apreciar durante la construcción y los ensayos de los diferentes modelos de telekino.

El nuevo sistema no presenta una seguridad tan grande como el puramente cinemático, por la posibilidad de que falle un contacto o se produzca un cortocircuito, accidentes más probables siempre que la rotura de una pieza cuando está construída con buenos materiales y su forma y ajustes se encuentran bien estudiados para no estar sometida a esfuerzos excesivos. Pero aunque esto sea cierto, la sencillez podría compensar la inseguridad y, en todo caso, siempre sería posible prevenirse contra los errores haciéndolos ostensibles por medio de pruebas o disposiciones adecuadas.

He mencionado los más importantes inventos del señor Torres Quevedo. Alargaría demasiado esta enumeración si hubiera de mencionar todavía otra porción de ideas, de bosquejos, de ensayos y de experiencias en que ha probado sus relevantes facultades de investigador. Tales son los *indicadores coordinados* para orientarse en las grandes poblaciones, su sistema de notaciones y símbolos para descripción de las máquinas, su construcción mecánica de las derivadas, su aparato para la construcción de la ecuación de segundo grado con coeficientes imaginarios y otros más que no he de citar, porque ni era necesario tanto para justificar el elevado concepto en que todos le tenemos.

Sólo una observación he de hacer a este respecto. Una tan fecunda vida bien merecía el ganado descanso; pero para Torres Quevedo, como para el héroe manchego, *su descanso es pelear*; su mente no puede quedar ociosa y, aparte de otros trabajos que seguramente le ocupan, aún le queda tiempo para idear combinaciones ingeniosas que faciliten el manejo de los diccionarios o repertorios análogos, conduciendo directamente al sitio preciso que contiene la seña, la definición o la equivalencia. A ello le vi entregado no hace muchos días que le visité en su gabinete de trabajo, adquiriendo el íntimo convencimiento de que no será tampoco éste el último sazonado fruto de su preclara inteligencia.

No es fácil en nuestro enrarecido ambiente científico buscar filiación segura a los hombres de ciencia españoles que, aun recibiendo influencias innegables del medio en que han tenido que desarrollarse, suelen destacar de un modo más vigoroso su personalidad preponderantemente autodidáctica; pero la labor del Sr. Torres Quevedo recuerda también la de otro ingeniero insigne inseparablemente unido a la historia de nuestra Escuela y de nuestro Cuerpo. Me refiero a D. Agustín de Betancourt, cuyo retrato nos preside a la derecha del Soberano, que dictó la orden por la que se crearon los primeros ingenieros de Caminos.

Betancourt con Lanz, español también, aunque nacido en América, echaron los cimientos de la cinemática con su *Ensayo sobre la composición de las máquinas*, cuya primera edición se publicó en París en 1808, mereciendo tan benévola acogida en el mundo científico que todavía en 1840 se publicaba una tercera. El genio inventivo de Betancourt se probó de varias maneras, y sus relevantes dotes le valieron más de un puesto prestigioso; pero la tormentosa época en que vivió le arrancó de la patria, y atravesando a Europa, le llevó hasta Rusia, donde, entre otros trabajos importantes, organizó la Escuela de Ingenieros. Sus últimos años se pasaron en Inglaterra. Los franceses le han contado muchas veces como uno de sus hombres de ciencia, y desde cierto punto de vista tendrían razón.

Torres Quevedo ha alcanzado tiempos más bonancibles. España se vanagloria al contarle entre sus hijos, le honra y le agasaja, y contempla orgullosa cómo su nombre se cita con admiración y respeto más allá de sus fronteras. Los tiempos han cambiado, sin duda, y es de esperar y de desear que aún se afirme todavía en

lo porvenir esta consideración de los pueblos y de las colectividades hacia sus hombres representativos, a pesar y por encima de las tormentas y perturbaciones que también en nuestra época, como a principios del siglo anterior, han conmovido a Europa en los últimos años.

Al comparar estas dos figuras que se presentan en la historia científica de España con un siglo de intervalo, me viene a la memoria el discurso del Sr. Jiménez Rueda, con que hace pocos días se inauguraban los trabajos de la Academia de Ciencias. Recordaba el docto catedrático la frase de Menéndez Pelayo: "España ni antes ni ahora ha tenido ni tiene ciencia desinteresada. Hay aquí un misterio de raza que conviene dilucidar."

Ni es éste el momento oportuno ni cabría en tan corto tiempo ahondar en problema tan delicado; pero estos dos ejemplos demuestran cómo por la persecución de problemas de índole práctica es posible elevarse a las alturas de la teoría. Betancourt, sistematizando los mecanismos y estableciendo los fundamentos de la Cinemática, y Torres Quevedo formulando los problemas y el programa de la Automática, no miran ya a las aplicaciones inmediatas; elévanse algunos grados en el camino de la abstracción y preparan nuevas generalizaciones; pero para proseguir el ascenso es preciso que estos hombres cumbres no queden completamente aislados, alzándose sobre la llanura de la medianía y de la vulgaridad; es necesario que otros se agrupen a su lado, se esfuerzen por alcanzarlos, y la solitaria aguja se convierta en sistema montañoso con sus picos y con sus collados, con sus valles y con sus altozanos, para que los horizontes se ensanchen y las perspectivas se diversifiquen y el viajero acuda según sus fuerzas a la exploración tranquila y sosegada, pero a la larga fecunda, o se dedique, atrevido, a escalar las más elevadas cimas del alpino paisaje.

También en este punto hemos mejorado en el siglo transcurrido, pero aún nos falta mucho que hacer, y esa labor ha de continuarla y afianzarla la generación nueva que acude a iniciarse en las enseñanzas de la ciencia con todo el ardor y con todos los entusiasmos de los años juveniles. Que inspire su conducta en la labor ejemplar de hombres como Torres Quevedo y el ambiente científico de España se hará más denso cada vez, y con él crecerán su poder y su riqueza, que sólo en la Ciencia podrán encontrar verdadero y sólido fundamento.

Concluida esta brillante disertación, el conde de Guadalhorce, en nombre de S. M. el Rey y del Gobierno, entregó al Sr. Torres Quevedo el nombramiento de Inspector honorario y pronunció las siguientes palabras:

"Me levanto a cumplir una honrosísima misión: a repetir, primero, mi aplauso más entusiasta al brillante discurso del Sr. Quijano y con él expresar mi admiración al Sr. Torres Quevedo.

Como ha dicho el ilustre Sr. Quijano, habéis sabido dar espiritualidad a la aridez de la ciencia y puesto destellos de vuestra alma en todas las manifestaciones de la mecánica; vuestra gloria honra a España y será orgullo legítimo de nuestra patria.

Recordando, señor, vuestra hermosa obra de invención, debo decirlos que el autómatas maravilloso que nos han descrito es hoy representado por el Cuerpo de Caminos; pero con su alma entera en perfecta conjunción, y él quien os expresa con todas sus potencias intelectuales su admiración y respeto por vuestros extraordinarios méritos y siente inmensa satisfacción por ver vuestro nombre a la cabeza de su Escalafón.

Recordando los profundos pensamientos que en su grandioso discurso nos ha expuesto el Sr. Quijano, puedo afirmar que los ingenieros existimos porque pensamos con el mayor entusiasmo y respeto en los hombres

ilustres de nuestra España; y que somos porque sentimos profundo cariño y admiración por los genios que honran a la patria.

Puedo asegurar, ilustre señor, que ese autómatas elemental, ese reloj que tan científicamente nos describió el Sr. Quijano, marcará una hora feliz, una hora singular y gloriosa en nuestro Cuerpo: aquélla en que se escriba vuestro nombre en su Escalafón.

Y ahora, señor, quiero exponer ante todo el Cuerpo y hacérselo presente, de una parte, la felicitación más cariñosa y expresiva de S. M. el Rey, que tan singular afecto os profesa, y de otra, el unánime aplauso y entusiasmo con que el Consejo de ministros acogió mi propuesta, así como el honroso encargo que me confió de transmitir os su felicitación más calurosa, así como al Cuerpo de Caminos.

Cumplida esta misión de mi cargo, que con tanto gusto hago, réstame decir que, puesto que el hábito no hace al monje, me despojo del primero, del de ministro, que tan mal me viene, para ser el monje más humilde, el último de los ingenieros, pero que ha de tener la satisfacción inmensa de daros, en nombre de todo el Cuerpo, un abrazo de inmenso cariño, de admiración y de respeto."

Una ovación conmovedora de la concurrencia acogió las palabras y el acto del señor Ministro.

Inmediatamente, el ingeniero sabio y el hombre bueno que se llama Torres Quevedo cautivó al auditorio con la lectura del discurso que damos a continuación:

Discurso del Sr. Torres Quevedo

Mis queridos compañeros, y perdóneme el Sr. Ministro que en esta reunión tan íntima y familiar me permita considerarle como tal, sin perjuicio del respeto que le debo; sean mis primeras palabras de agradecimiento a S. M. el Rey, a su Gobierno, especialmente al Ministro de Fomento, y a todos vosotros, a los que me honráis asistiendo a este acto, y a los que no asisten, pero se adhieren a él, al solicitar del ministro de Fomento que me nombrara Inspector honorario del Cuerpo de Caminos.

No intentaré — ni me sería posible — pintaros mi agradecimiento. Sólo quiero mencionar las circunstancias especiales que avaloran para mí la importancia de este acto.

Era mi padre, D. Luis Torres Vildósola, un ingeniero de Caminos cuya memoria se conserva en el Cuerpo con cariño y respeto, por la caballerosidad de su carácter y por la competencia que mostró al desempeñar todos sus cargos durante una larga vida profesional. Mi cariño de hijo hizo que desde niño me acostumbrara a mirar con veneración su carrera y soñara con ser yo también un día ingeniero. Vi mi deseo realizado; pero cuando se me presentó el momento de tomar puesto en el Escalafón estaba ya convencido de mi poco amor al trabajo metódico y disciplinado de las oficinas, y renuncié a él para dedicarme a pensar en mis cosas; ya estaba poseído por la fiebre del inventor que había de padecer toda mi vida. Pero aunque no quise servir a las órdenes — nada draconianas en verdad — del Gobierno, conservé siempre el Cuerpo el mismo prestigio a mis ojos; seguí siempre en relaciones de afectuosa amistad con vosotros, y hoy tengo la satisfacción de ver entre vuestras filas a dos hijos míos; pero a veces me ocurría pensar que quizá mi alejamiento del Escalafón podríais interpretarlo como desafecto al Cuerpo. Comprended mi alegría cuando ahora, al declinar mi vida, he comprendido que estos recelos eran infundados, cuando tuve noticia de que todos, unánimemente, habíais decidido pedir al Gobierno que me nombrara Inspector honorario.

Ningún agasajo pudierais haberme hecho que más claramente me mostrara vuestro afecto o que yo juzgara digno de mayor estimación. Obligado a pronunciar en este momento algunas palabras, voy a hablaros de dos de mis invenciones. Algo espinoso es el tema para mí; pero no tengo otro, y, para abreviar, no trataré de estudiar ni describir las que ya ha mencionado mi buen amigo el Sr. Quijano. Yo sólo quiero hoy demostraros que la buena o mala suerte tienen en el éxito de una invención más influencia que los trabajos del inventor, y para ello os contaré lo que ha ocurrido en dos de las mías: la una, afortunada, es decir, apadrinada por la buena suerte: el dirigible Astra-Torres, y la otra, desgraciadísima, tanto, que, a pesar de haberla concebido hace más de treinta años, no he conseguido darla a conocer ni aun siquiera encontrar quien la tome en serio.

El Astra-Torres

Supongo que todos conocéis su descripción, o sabéis, a lo menos, que está caracterizado por una *viga funicular fusiforme* interior, cosida a las telas de la envolvente, que se pone rígida y conserva invariable la forma del globo cuando éste se infla.

Después de muchas peripecias durante su construcción, tuve que abandonar los trabajos en España, a causa de haber estallado una caldera de la Oxhídrica de Zaragoza, con quien había yo contratado el suministro de hidrógeno; y ésta, en apariencia gravísima contrariedad, fué, como veremos muy pronto, la causa del éxito que más adelante obtuve.

Me obligó a trasladarme a París, donde me entendí con la casa Astra para que me alquilara un cobertizo y me suministrara materiales y obreros. Al cabo de unos meses, pareciéndome que ya había puesto el globo en condiciones de poderle ensayar, avisé al coronel Espitallier y a M. Soreau, dos ingenieros que se ocupaban de Aeronáutica; saqué el globo del cobertizo, le dejé subir unos pocos metros, con sus dos tripulantes: mi amigo el capitán Samaniego y un mecánico francés, y pude confirmar experimentalmente que, según lo había previsto, la viga funicular le mantenía indeformable.

Pero fué imposible hacerle marchar, porque el timón, mal estudiado y de dimensiones insuficientes, era incapaz de dirigirle. Fué marchando a la deriva, conservándole los tripulantes a muy pequeña altura, y a poca distancia del cobertizo se enganchó en los alambres del telégrafo de un ferrocarril. En conclusión: mi dirigible no confirmó mis esperanzas; resultó imposible de dirigir, y este ensayo fué uno de los mayores fracasos que he obtenido en mi larga carrera de inventor.

Pero la *viga funicular* había conservado indeformable la carena del globo, y, afortunadamente, lo hicieron constar así el coronel Espitallier en un artículo muy benévolo que publicó en la *Technique Aeronautique*, y el director de la Casa Astra, el Sr. Surcouf, que vió las ventajas de mi sistema y me ofreció construir, por cuenta de la Casa Astra, un nuevo globo en el que se demostraran prácticamente, a condición de que yo les autorizara a explotar, en ciertas condiciones, mis patentes francesa e inglesa y todas las otras que pudieran ellos sacar fuera de España.

Así nació el Astra-Torres, que durante la guerra presó excelentes servicios en Francia e Inglaterra.

Pero si el Astra-Torres me permitió conseguir un éxito, es evidente que éste se debe a una circunstancia fortuita, la explosión de una caldera en la Oxhídrica de Zaragoza. No creo que hubiera conseguido, al ensayarle en Madrid, mayor resultado del que obtuve en París, y aquí seguramente no hubiera encontrado—porque no existía—ninguna Casa constructora que se ofreciera a construir el globo por su cuenta, ni hubiera yo podido construirle sin auxilio ajeno.

Los indicadores coordenados

El año 1896 se publicó en *Madrid Científico* una nota, firmada por mí, titulada *Orientación en las grandes poblaciones. Indicadores coordenados*, en la cual daba cuenta de un proyecto, el más desgraciado hasta ahora que puede concebirse. En los treinta años transcurridos desde que apareció la nota antes citada, he procurado, en varias ocasiones, en España y en el Extranjero, darle a conocer sin convencer nunca a nadie ni aun conseguir que nadie lo tome en serio.

Por eso, suponiendo que no tenéis noticia ninguna de él, voy a describirle con todo el detalle necesario. Afortunadamente, la idea es muy sencilla, y la expondré en cinco minutos; pero me vais a permitir que durante ellos adopte el tono de profesor y convierta esta sala en una cátedra.

Imaginad que tenéis a vuestra vista un plano de Madrid rodeado por un cuadrado que limita el dibujo, dentro del cual se han trazado dos series de rectas equidistantes: verticales las unas (los meridianos) y horizontales las otras (los paralelos).

Tenemos así dividido el cuadrado que limita nuestro dibujo en otros más pequeños, que forman: columnas (los comprendidos entre dos meridianos consecutivos) y filas (los comprendidos entre dos paralelos).

Numerando las columnas de izquierda a derecha y las filas de arriba abajo, será fácil designar un cuadrado: el fila *m*, columna *n*, lo mismo que en un teatro se designa, sin equivocación posible, la butaca fila *P*, número *Q*.

No hay necesidad ninguna para aplicar este sistema de alterar los nombres de las calles y las plazas ni los números de las casas; cada punto de la población podrá designarse con suficiente aproximación de dos maneras, diciendo: calle *tal*, número *tantos*, o fila *m*, columna *n*.

Este último sistema se aplica con gran frecuencia, aunque no con mucha perfección, en los planos de las ciudades, sobre todo los dedicados a turistas; pero mi propósito es aplicarle en forma que pueda ser utilizado por quien quiera y en cualquier población, lo mismo que el marino se dirige a un puerto cuyas coordenadas geográficas conoce, determinando primero las del punto en que se encuentra, para calcular el rumbo que debe seguir. Mi propósito es, en suma, dar medios prácticos para guiarse en las poblaciones por medio de una *náutica callejera* que no exige llevar plano ninguno y evita la necesidad de preguntar el camino.

Para hacer posible la utilización de esta náutica será preciso instalar en la población un sistema de señales en cada una de las cuales estén escritos dos números, los de la fila y la columna del cuadrado en que la señal se encuentra. Lo más fácil y económico sería utilizar los faroles del alumbrado público. Bastará colocar en cada uno de los faroles elegidos para este objeto, una placa rectangular en que se lean los números de la fila y la columna correspondientes, y orientarla—para que sirva a su vez de orientación al transeunte que quiera servirse de ella—de Este a Oeste, con el letrero mirando al Sur, de manera que quien lo lea estará necesariamente mirando al Norte, y deducirá muy fácilmente, de las coordenadas del farol y de las que corresponden al punto que busca, la dirección en que éste se encuentra. Verá que para llegar a su destino necesita marchar tantos cuadrados hacia adelante o hacia atrás y tantos otros hacia la izquierda o hacia la derecha; un matemático de menor cuantía comprenderá inmediatamente el rumbo que debe seguir, y un rústico cualquiera lo comprenderá si se ejercita unas horas en determinarlo.

Esta operación, repetida siempre que se quiera rectificar el rumbo, basta para llegar a un cuadrado cuyas coordenadas se conozcan. Pero si el sistema prospera, es seguro que lo utilizarán: las guías, para dar las señas de los monumentos; teatros, hoteles y todos los edificios que interesan a los turistas; los comerciantes, para dar

sus señas en los anuncios, y aun los particulares, a quienes nada costará añadir estas señas a las que hoy ponen en sus tarjetas. Pero además sería muy fácil publicar una lista de las calles y plazas indicando la posición de cada calle por dos cuadrados, los que corresponden a sus extremos, y la de las plazas, por un solo cuadrado, situado en su parte central.

Aquí termina la lección. Quizá os haya parecido pesada; pero no ha durado ni aun los cinco minutos en que os ofrecí terminarla.

Aunque conozco de antiguo mi torpeza como expositor, espero haberos convencido plenamente de la eficacia del sistema y de la facilidad de aplicarle.

Seguramente no ha de resultar muy caro. Hace ya muchos años, siendo alcalde de Madrid el duque de Santo Mauro, presenté este proyecto en el Ayuntamiento y conseguí que fuera aceptado. La Real Asturiana, a quien acudí para que fabricara las planchas indicadoras, me pidió treinta céntimos por cada una, y aun fabricó a este precio algunas, que se colocaron en la Puerta del Sol, calle de la Montera y calle de Hortaleza; había entonces en Madrid unos 9 000 faroles, de suerte que el comprar este material representaba un gasto de 3 000 pesetas escasas, y el colocarlo debería haber constituido un servicio municipal tan útil o más que cualquier otro de los que están a cargo del Municipio.

Hoy los precios han variado; pero seguramente no resultaría muy costosa la instalación, y además no es necesario realizarla en Madrid. El mismo resultado podría obtenerse instalando los indicadores en cualquier población más pequeña, sobre todo si es visitada por los turistas: Toledo, Avila, Segovia, Granada, Córdoba, Santiago, León..., cualquiera que se prestara a hacer el ensayo.

No puedo comprender cómo he sido bastante torpe para no obtener mejor resultado, y atribuyo mi fracaso a la mala suerte.

Estoy convencido de que el sistema permite conseguir, con pequeño esfuerzo, resultados extraordinariamente útiles. Pensad en que si se pusiera en uso, hasta las villas más pequeñas le instalarían, principalmente para que sus habitantes aprendieran el sistema y pudieran servirse de él en otras poblaciones. Pensad en la utilidad que había de prestar a todo el mundo, y muy especialmente a los turistas. No puede sustituirse con los

planos de las guías; buscad en una guía de Londres, si no entendéis inglés, o de Berlín, si no entendéis alemán, una calle cualquiera al azar, y veréis que casi siempre son necesarios unos minutos para encontrarla, porque no se retiene bien el nombre o no se puede leer fácilmente en el plano, y esto suponiendo que estáis en buenas condiciones, sentados ante una mesa en vuestra habitación, porque si la consulta ha de hacerse en medio del tráfico de una calle importante, con viento, con lluvia o con mala luz, casi siempre prefiere el turista tomar un coche, que quizá es innecesario, o renunciar a la visita que deseaba hacer.

Y no os pido que penséis en otras muchas cosas porque ya es tiempo de que yo acabe. Cuando elegí este proyecto para mostraros la influencia de la mala suerte, también pensé—¿por qué no decirlo?—en que la suerte es muy voluble, y como, a falta de otras condiciones que me faltan para hacer triunfar mis invenciones, he tenido siempre y conservo aún una terquedad invencible y muy poco temor a eso que llaman hacer el ridículo, he decidido resucitar esta idea, que todos los que de ella tenían conocimiento, y aun yo mismo, creíamos abandonada, y pediros que la apoyéis.

Para mí tiene—ya os lo dije—un gran prestigio el Cuerpo de Caminos, y al verme en la obligación de decir ante él algunas palabras de agradecimiento, a las cuales necesariamente había de añadir algunas otras relacionadas con mi trabajo de toda la vida, me ocurrió que podía haceros esta petición; quizá si accedéis a ella cambiará el destino de este inventor, haciéndole pasar al grupo de los afortunados.

Perdonadme esta petición, si os parece inoportuna, y acordaos solamente de que quedo profundamente agradecido a todos vosotros por la honra que en forma tan afectuosa me habéis otorgado.

Los concurrentes, que pasaban de trescientos, aplaudieron con calor a todos los oradores y aclamaron largamente a D. Leonardo Torres Quevedo, que recibió el homenaje con sincera emoción.

El Cuerpo de Ingenieros de Caminos, al recibir con júbilo el ingreso en su escalafón del insigne sabio, siente acrecidos los muchos valores que ostenta orgulloso ante propios y extraños.

Funicular de La Reineta a La Escontrilla, de la Excma. Diputación de Vizcaya

El 25 de septiembre último fué abierto al servicio público este nuevo ferrocarril funicular que, en el término municipal de San Salvador del Valle, une el punto denominado La Escontrilla con La Reineta, barriada ésta de La Arboleda, que es una zona minera de las más importantes de Vizcaya, constituida por 5 000 habitantes, pertenecientes a familias de obreros mineros casi en su totalidad.

La estación inferior de La Escontrilla está situada en San Salvador del Valle, a 13 km de Bilbao, por la carretera a Santander, y a 1,5 km de la estación de Arcocha, del ferrocarril de Triano, también de la Diputación, a 14 km de la capital.

El trazado de esta nueva vía, entre las dos estaciones, es de 1,2 km y comprende dos alineaciones rectas, enlazadas por amplia curva de 405 m de radio, y desnivel total de 380 m, que se salva con pendientes variables del 25 al 35 por 100, correspondiendo ésta al tercio más elevado.

Las obras de fábrica, que sucesivamente comprenden el trazado, son:

Un viaducto en el arranque con dos arcos de medio punto de 10 m de luz y 15 de altura, con sus muros de acompañamiento; un paso inferior a la carretera de La Arboleda, de 8 m de altura y 4,50 de luz, seguido de un muro de contención de la misma de 12 m de altura y 80 de longitud; un paso superior oblicuo a la citada carretera y un segundo viaducto en curva, con cuatro arcos de medio punto de 10 m de luz y 15 de altura, con sus muros de acompañamiento, viaducto que, cimentado sobre terreno firme, salva una zona de terreno corredizo, formado por escombreras de las minas.

Toda la parte en terraplén se ha construido con muros de mampostería hidráulica, coronados para formar la plataforma de la vía por un macizo de hormigón de 300 kg de portland (Ciurrena) por metro cúbico, en el que quedan empotradas las traviesas