

LEONARDO TORRES QUEVEDO, precursor de la moderna ciencia automática

Por MIGUEL SANCHEZ-MAZAS

HACE ahora cien años nacía en un pueblo de la montaña santanderina, Santa Cruz de Iguña, un prodigioso ingeniero, desbordante, a la vez, de fantasía creadora y de sentido profundamente lógico, un hombre de extraordinaria modestia y, al mismo tiempo, de gigantesco ímpetu constructivo, que supo mostrar a Europa, en los días malos en que perdimos las últimas colonias y el último resto de poder imperial, cuando los poetas y los novelistas, los literatos, en suma, se unían en un orfeón de lamentos y claudicaciones, que aún éramos capaces del pensar sereno y científico, de la invención técnica aplicada tanto al mejoramiento de la vida material como al recreo del espíritu; que, a pesar de los siglos de picardía y de vicio, de desgobierno y de estéril desprecio a la cultura y al trabajo, aún nos llegaba la savia de Grecia, aún conocíamos la fórmula de la armonía entre el entendimiento teórico y el interés práctico que en nuestro 1500 supo vincular química y minería, geometría, cartografía, náutica, arquitectura, relojería y música.

Leonardo Torres Quevedo: un Leonardo español del siglo XX, que también miró al cielo —como La Cierva— para enseñar la fórmula de estabilidad e indeformabilidad de los dirigibles; que guió por el mar, con su aparato de dirección a distancia —el telekino—, utilizando las ondas hertzianas, barcos llenos de pasajeros, maniobrando desde tierra; que llevó a las cataratas del Niágara su transbordador de tensión invariable; que construyó, con un método nuevo, máquinas algébricas y el autómata ajedrecista que siempre gana la partida, y que el año pasado, en la Exposición Cibernética de París, cuando ya la ciencia automática, que Torres Quevedo definió con más rigor y claridad que nadie, se había convertido en la moderna Cibernética, gracias a los tubos electrónicos, aún causó la admiración de los sabios visitantes. ¿Por qué sentimos una especial emoción cuando llega el momento de recordar nombres como éste?

Después del centenario de Ramón y Cajal,

viene ahora, con un alto valor de ejemplaridad, el de Torres Quevedo. Esta cercanía puede servirnos admirablemente para advertir con toda energía a los españoles que aceptan servilmente la historia patria que les pretenden imponer desde arriba, sin examinarla de manera crítica, cómo no hay una actitud unánime de las minorías intelectuales de la Península ante el desastre del 98; cómo no hay en rigor una sola generación del 98. Porque mientras los *literatos*, en su mayor parte, fabricaban *pesimismo* y se retiraban a contemplar el paisaje de la meseta, atendiendo, con frecuencia, sólo a su vanidad personal, los científicos como Torres y como Cajal, hombres objetivos y serenos, fabricaban progreso para la humanidad entera y extendían por el mundo sus investigaciones y sus descubrimientos; mientras Unamuno gritaba de modo suicida —irracional— «¡ Que inventen ellos, los extranjeros!», otros compatriotas, sin medios, sin apenas ayuda oficial, se ponían a inventar nuevos métodos de investigación biológica o máquinas y autómatas únicos en el mundo. Y el cielo se poblaba de dirigibles Astra-Torres; y los norteamericanos, los hombres de la técnica, presentaban a los turistas el gigantesco transbordador del Niágara como «Spanish Aerocar». ¡ Cuántos jóvenes españoles de hoy deben su estímulo, su raíz patriótica, más que a los políticos y escritores que han manejado la gran retórica de fuegos artificiales, sin reservorio de sinceridad, honradez, capacidad, trabajo y cultura, al ejemplo de estos pocos valientes verdaderos, científicos y técnicos, que han sabido remontar nuestra tradición barroca y picaresca, volviendo al antiguo esfuerzo clásico, al equilibrio de facultades que nos dió gloria, a la investigación sincera, dura y humilde. A todos nos corresponde rehacer hoy la historia de la Patria, celebrando sus verdaderas glorias.

Torres Quevedo era, a la vez, un gran teórico y un gran técnico: un genio íntegro. Todos sus principios abstractos, lógicos, sobre el *automatismo* tuvieron feliz realización en algún modelo ingenioso, y a la vez todos los aparatos que

construyó eran realizaciones geniales no de teorías ajenas, sino de teorías propias. Y, sin embargo, ¡cuánta modestia hay en toda su vida y, especialmente, en el comienzo de su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en que no quiere considerarse científico, sino simplemente mecánico! «Mis aficiones, poco variadas —dice—, me han llevado a ocuparme exclusivamente, durante largos años, en tres o cuatro problemas relacionados todos con la Mecánica, dejando entretanto abandonado casi todo el ancho campo de la Ciencia, que vosotros cultiváis sin descanso; y así, me encuentro hoy con tan escaso caudal científico, que difícilmente podré nunca ser de utilidad en vuestras tareas.»

Después de estas palabras, no exentas de cierta ironía, con las cuales, en realidad, más que humillarse a sí mismo, humillaba a la Academia de Ciencias, el sabio español expuso una novísima teoría de las máquinas algébricas, con una claridad y un rigor dignos de la mejor tradición analítica *cartesiana* y *leibniziana*. «Una máquina algébrica es un aparato que impone, entre los valores simultáneos de diferentes elementos, las relaciones expresadas matemáticamente en una fórmula analítica. Todo aparato que permita reproducir a voluntad un fenómeno físico, cuyas leyes estén formuladas matemáticamente, puede, en rigor, denominarse máquina algébrica.» El horizonte mecánico que deja entrever una definición tan radical es amplísimo. Puede decirse que Torres Quevedo explica en ella la doble aplicación que permite la relación íntima entre máquinas y fórmulas matemáticas, pues si, por una parte, el conocimiento de la ley matemática de un fenómeno mecánico hace posible deducir del valor de ciertas magnitudes el de otra con ellas asociada, a su vez podrá decirnos cuál es el valor de una función matemática de una variable, cuando ésta adopta el mismo valor que una magnitud, ligada con otra mensurable por la función dicha. Así, por ejemplo, el *péndulo* puede considerarse como una máquina algébrica, ya que, una vez sabido que el tiempo de una oscilación es proporcional a la raíz cuadrada de la longitud, no hay dificultad en el cálculo de raíces cuadradas dado un péndulo de longitud variable, pues, tomadas una unidad de longitud y otra de tiempo correspondientes en el aparato, toda duración de una oscilación, medida con su unidad, será la raíz cuadrada de la correspondiente longitud del péndulo, medida con la suya. Pasando a otro campo, el termodinámico, también un cuerpo de bomba que contenga un gas, con un émbolo

ajustado, puede ser considerado como una máquina algébrica si se hace uso de la ley de proporcionalidad entre la temperatura y el producto de presión por volumen. Pues haciendo subir la temperatura hasta que el índice marque el valor que se desea dar a un dividendo, y colocando pesas sobre el émbolo hasta alcanzar el número de un divisor, se podrá leer, en el índice que marque el volumen del gas, el cociente correspondiente, con lo que la máquina se habrá utilizado como una calculadora de divisiones.

Tales hechos fueron resumidos por Torres en unas precisas afirmaciones, explicativas de su fundamento: «En general, cada uno de los elementos de un fenómeno sometido a leyes matemáticas está representado por una variable, y las variables todas están sometidas a ciertas condiciones indicadas en una fórmula, a la cual —por ser ella expresión de la ley del fenómeno— satisfarán constantemente los valores simultáneos de todos los elementos. Esta circunstancia permite deducir de los valores de algunos de entre ellos que sean conocidos los que corresponden a los otros, y determinar así, por medio del cálculo, ciertas magnitudes, sin necesidad de medirlas directamente. Pues lo mismo permitirá, procediendo a la inversa, *sustituir a un cálculo un experimento*: los datos que habían de servir para efectuar el cálculo determinarán las condiciones en que el experimento ha de verificarse; siendo preciso que, al producirse el fenómeno, cada elemento correspondiente a una de las variables conocidas alcance el valor que a esta variable se atribuye para que entonces, midiendo los elementos restantes, obtengamos el valor de las incógnitas.»

Entre la gran variedad de máquinas algébricas posibles, señala nuestro sabio, sin embargo, la gran superioridad de las máquinas *puramente cinemáticas*, «en las cuales se utilizan, para efectuar los cálculos, ciertas relaciones, establecidas por medio de enlaces mecánicos, entre los valores simultáneos de los espacios recorridos por diferentes móviles». De este tipo son la mayor parte de las máquinas algébricas, integradores y multiplicadoras construídas por Torres Quevedo.

Pero el genio de nuestro sabio no se detuvo en la Cinemática. Su teoría de las máquinas no fué, en modo alguno, derivación de un hallazgo técnico particular y patentable, ni un método ingenioso para resolver un problema práctico concreto. Métodos de esta suerte podrán encontrarse a centenares en sus obras. Pero la teoría de las máquinas de Torres Quevedo fué,

ante todo, desarrollo de unas cuantas ideas abstractas, universales, lógicas y matemáticas, capaces de marcar un rumbo a la investigación futura y de encarnar en máquinas externamente muy distintas. De esta manera, algunos de los prodigios del inventor son aparatos electromecánicos, como el ajedrecista, y otros utilizan las ondas hertzianas, como el telekino. Lo verdaderamente importante no es, como superficialmente pudiera creerse, la técnica empleada, a pesar de que es ésta, fundamentalmente, la que deslumbra al vulgo, sino la teoría *lógica* de los *mecanismos*, de las *comunicaciones*, del *automatismo*, campo en el que Torres Quevedo alcanzó tal claridad, precisión y profundidad, que, sin ningún género de dudas, la moderna *Cibernética* o *ciencia de los movimientos automáticos* deberá considerarle como su principal precursor y maestro. Y no se vea en esta afirmación otra pasión patria que la que nace de la verdad histórica, una verdad, por desgracia, poco conocida de los españoles. Si siempre es difícil ser profeta en patria, la dificultad aumenta si la patria es España y el profeta un hombre de ciencia que no buscó la popularidad, sino que empleó todo su tiempo en un trabajo sereno y eficaz. ¿Quién fué Leonardo Torres Quevedo? ¿Cuántos lo conocen en este ingrato y envidioso país? En vano buscará la juventud su nombre en la *Enciclopedia Espasa*, repleta, no obstante, de largos párrafos dedicados a literatos de ínfima categoría. El nombre del fundador de la Automática tampoco aparece —y esto es aún más extraño— en la muy reciente revista española de *Cálculo automático y Cibernética*, fruto de un propósito, por otra parte, muy laudable. Pero, ¿por qué no reconocer, no proclamar desde el principio el gran precedente español al reiniciar tales estudios? Semajante reconocimiento nunca puede humillar, sino al contrario, honrar. Esperemos que la celebración del centenario que ahora prepara nuestra Academia de Ciencias sepa colocar en su debido lugar a un hombre famoso en todo el mundo, con cuya colaboración se honraron las principales revistas científicas europeas, y que, solo, con lenguaje propio, sin proceder de ninguna escuela, supo acuñar los primeros conceptos de una nueva ciencia y establecer ciertas definiciones y métodos aún hoy vigentes, pese a la revolución traída por la Electrónica, debido a su generalidad y precisión. Pero ¿por qué razón los centenarios han de ser tantas veces en España verdaderos descubrimientos del personaje celebrado?

No podemos exponer aquí, naturalmente, más

que los preliminares y los principales supuestos en que se apoyó la obra de Torres Quevedo. A nuestros matemáticos, ingenieros y lógicos corresponde la larga y difícil tarea de crítica y exposición sistemática de la concepción del sabio, desde los puntos de vista modernos, separando el trigo de las ideas permanentes de la cizaña de lo pasajero. A nuestro juicio, hay más de lo primero que de lo segundo, y nos proponemos demostrarlo más adelante, en otra ocasión propicia, como modesto homenaje póstumo al maestro. Entretanto, vamos a dar una idea general de la Automática, como base previa para el entendimiento de los modernos problemas que han acabado por afectar a la Teoría de la Comunicación, la Matemática, la Lógica, la Medicina y la Psicología.

Una de las más viejas y más grandes ilusiones del hombre ha sido la de construir autómatas. En cierto modo, un autómata es el juguete por excelencia, la obra de arte máxima, aquella que pretende emular más directamente la creación del hombre por parte de Dios. Un ser que se mueve por sí solo, sin que se le ayude desde fuera en forma alguna, un mecanismo que tiene en sí mismo la ley que le permite reaccionar adecuadamente ante los movimientos del exterior y los cambios del medio ambiente: esta es la suprema maravilla de la técnica, el mito que permanece en el fondo invariable, aunque se llame en la Edad Media «homúnculo» y en la Edad Moderna «cerebro mecánico». Herón de Alejandría ya construía autómatas increíbles; los emperadores bizantinos asombraban a los que llegaban a su corte con mecanismos que fingían diversos animales, desde la jaula de pájaros cantores hasta los leones que echaban fuego por la boca, a ambos lados del trono. No todos estos aparatos, sin embargo, deben llamarse, en rigor, autómatas: no es la apariencia externa de animal o de persona lo que realmente define al autómata, sino el modo de su funcionamiento. Ya en la época moderna tenemos la maravilla de los flautistas de Vaucanson; y por otra parte, ¿qué son los grandes relojes que, como el de Beauvais, por citar un ejemplo conocido, ponen en marcha por sí mismos todo un teatro de figuras, como el Juicio Final, cuando llega la hora? Autómatas de muy distintos tipos ha habido siempre, y hay todo un sentido popular del automatismo. Se recuerdan artistas prodigiosos de este noble arte. Sin embargo, no es tan difícil construir autómatas como intentar contestar a las preguntas siguientes: ¿Qué es en el fondo un autómata? ¿En qué se diferencia esencialmente de un ani-

mal, de un hombre? Queremos señalar aquí que Torres Quevedo no se inscribe sólo en la tradición de los constructores geniales, con su ajedrecista y sus máquinas automáticas, sino, principalmente, en la de los filósofos, como Descartes y Leibniz, que han hablado de autómatas y los han relacionado con el hombre; en la de los neurólogos y psicólogos, que han estudiado los aspectos de automatismo en las reacciones del ser humano, y en la de los sabios, como Ashby y Wiener, que han intentado formular los más universales conceptos de autómatas.

¿Qué es un autómata? El concepto ha permanecido ambiguo a lo largo de toda la historia de la filosofía. Si nos enfrentamos con Aristóteles, encontramos ya en él tres sentidos de la voz griega *αὐτόματα*, señalados por Bonitz; en primer lugar, el filósofo llama así al *azar*, en oposición a la naturaleza y la voluntad; por otra parte, *automático* es también lo espontáneo, opuesto a lo artificial, al arte; finalmente, *autómata* son para él los prodigios mecánicos, a la manera de Herón de Alejandría.

En realidad, no hay fundamento para oponer la acepción popular y primitiva de *autómata* a la posterior acepción científica. *Autómata* es, en el plano superficial e ingenuo, todo lo que aparece actuando por sí mismo, espontáneamente, sin intervención exterior. Sin embargo, *automatismo* es también el carácter que presentan los fenómenos que se mueven de acuerdo con una *regularidad* determinada. ¿A qué llamamos *regularidad*? Al imperio de una ley o regla universal que vincula a cada estado o circunstancia su movimiento correspondiente; también podríamos decir: a un *determinismo* de movimientos, por el que un movimiento cualquiera está determinado por las condiciones a que se encuentra sometido el sistema. Pero, si bien se mira, ambas acepciones pueden tomarse como coincidentes, pues sólo podrá observarse y considerarse un *determinismo* de movimientos cuando sea lícito mirar un sistema como *autónomo*, es decir, como *aislado* de toda influencia exterior desconocida, o, lo que es lo mismo, cuando sea posible abarcar toda la región de condiciones de las que se dice que depende el movimiento observado; y viceversa, la idea de un *mecanismo autónomo* sólo adquirirá un sentido preciso cuando aluda al hecho de que sus movimientos están *determinados* por las condiciones a que se halla sometido, con arreglo a una ley fija y universal.

En resumen, todo determinismo estará definido sólo cuando se refiera a un sistema de condiciones que pueda considerarse aislado y toda

autonomía sólo estará definida cuando se establezcan las leyes que muestran que los movimientos del sistema llamado autónomo dependen exclusivamente de su estado interno, de un modo rígido y determinado.

Entonces, ¿cómo se plantea el conflicto entre determinismo y autonomía, o mejor, entre determinismo y libertad? ¿Cuál será la consideración que nos permita decir del hombre que es *autónomo* y que, sin embargo, no es *autómata*? Para que un sistema pueda llamarse *autónomo* es suficiente, al parecer, que las razones de su movimiento, o actividad, residan en su interior. Ahora bien, no podrá denominarse *autómata* más que en el caso de que sus movimientos sean *automáticos*, es decir, estén previamente *determinados*. Pero, en esto último, ¿no hay una ambigüedad? Determinados ¿por quién? Determinados ¿cómo? Determinados ¿de dónde? La relación entre una causa y un efecto obedece a un *determinismo*, según la concepción clásica, si es de carácter *esencial*, o sea, si, cada vez que se pone la misma causa ha de seguirse el mismo efecto, o, lo que es lo mismo, si la relación es universal, de modo que el conocimiento de la causa permita el conocimiento del efecto. Decir que un fenómeno sigue *automáticamente* a otro, es tanto como afirmar que está *condicionado* de modo necesario y suficiente por éste, o sea, que éste es *razón suficiente* del primero. Pero éstas son definiciones dadas según una perspectiva *ontológica*, o sea, mirando al *ser* mismo del sistema estudiado. Desde un punto de vista *psicológico*, es decir, atendiendo ante todo a nuestro *conocimiento*, decimos que un sistema sigue un *determinismo* o que un aparato es *automático* cuando se comporta *siempre del mismo modo ante la misma situación*, o también *en la forma esperada*. Un teléfono que, de vez en cuando, al marcar un número, nos pusiera en contacto, no con el abonado correspondiente, sino con otro inesperado, no podría llamarse automático. Ahora bien, se dice, de ordinario, que no es posible prever con seguridad la respuesta de la voluntad humana a determinadas condiciones, y que en esto, precisamente, consiste su libertad. El planteamiento más conocido del problema del libre albedrío humano viene a ser, entonces, el siguiente: ¿Es que las reacciones humanas en una determinada situación son *en sí mismas*, es decir, *esencialmente*, imprevisibles, por no estar *de por sí* determinadas, o es, acaso, que sólo son imprevisibles por una insuficiencia de nuestro conocimiento, que no alcanza a establecer las leyes psicológicas y de

la actividad humana con la misma facilidad que las leyes físicas? En otras palabras, ¿tal vez son sólo accidentalmente imprevisibles, pero en sí mismas determinadas? ¿Se comporta el hombre de un modo automático, aunque no podamos conocer las leyes de su automatismo? ¿Es el ser humano un autómeta de tipo más complicado que los que fabrica?

La respuesta a estas cuestiones no es fácil, por la especial dificultad que comporta definir los conceptos de *determinismo* y *automatismo* de un sistema con independencia de toda consideración relativa a nuestro conocimiento. Una relación entre causa y efecto es *determinista* cuando no es como es por *azar*, sino porque *debe* ser así; y el criterio externo para comprender que *debe* ser así es que *siempre* a causas como la dada suceden efectos como el dado. Pero supongamos que no hay ocasión de aplicar este criterio externo: que el fenómeno que llamamos causa se presenta sólo una vez en el universo, es un fenómeno original, distinto de todos los demás: ¿qué sentido tiene, entonces, decir que a un fenómeno semejante le ha de seguir *siempre* el mismo efecto, si ese «*siempre*» se agota en la ocasión única observada? ¿Cómo sabremos si un efecto sigue *determinísticamente*, *automáticamente* a la causa, es decir, por una razón *esencial*, o por *azar*, o sea, *accidentalmente*? Un primer intento de negar la libertad del hombre consiste en la afirmación de que todos los procesos humanos son resultantes de procesos elementales que siguen leyes físicas deterministas y que la actividad del ser racional está condicionada por el medio físico de modo total: el automatismo de nuestras reacciones sería, según esta hipótesis, análogo al de una máquina. Claro que ya al parecer las interpretaciones indeterministas de la micro-física nos permiten reducir los procesos humanos a los materiales, admitiendo, como concesión, la libertad humana, desde el momento que esa libertad se atribuye, sin dificultad, a la materia. Pero no es una libertad de esa clase, naturalmente, la que exige una concepción espiritualista, sino otra muy distinta. Veamos ahora cómo la cuestión admite otra salida. Hay, en efecto, una segunda reducción de la libertad a un determinismo universal; pues, ¿acaso los actos del hombre no pueden ser, a la vez, *libres* y *automáticos*? *Libres*, pues no dependen exclusivamente de condiciones físicas, no pueden asimilarse a todos los restantes del universo, proceden de una causa ajena, la voluntad humana; pero, al mismo tiempo *automáticos*, pues están determinados necesariamente por la esencia to-

tal del hombre concreto, la cual incluye la libertad; no por la naturaleza de la especie humana, sino por la esencia particular de *este* hombre, Pedro, Juan, etc. De modo que aquel que poseyera la noción completa de dicha esencia —Dios, por ejemplo—, sabría prever con precisión absoluta las reacciones del hombre, sin mengua para la libertad de éste. Cada hombre es, por lo tanto, un *autómata*, pero un autómeta distinto de todos los demás, con leyes propias y diferentes de cualquier otro hombre; su *automatismo* no se repite jamás en otro ser: no está *determinado* en el sentido de admitir previsiones por comparación con el resto del universo, pero lo está en tanto que su mecanicismo único y maravilloso no procede de interna arbitrariedad, sino que le ha sido impuesto por el Creador, cuando éste determinó su esencia: *libertad* no se identifica, pues, con *azar*, sino con determinación propia, singular, original e intransferible. Desde este punto de vista, el hombre es *autómata* en el más pleno sentido de la expresión, pues además de funcionar *automáticamente*, o sea, en estricto acuerdo con una razón suficiente, que reside en su interior esencia, es el único ser verdaderamente *autónomo*, ya que obra según una ley exclusivamente suya, propia.

Ahora estamos en condiciones de comprender las palabras de Leibniz en su *Monadología*, cuando dice: «En cada cuerpo orgánico de un viviente hay una suerte de máquina divina, o un *autómata* natural que sobrepuja infinitamente a todos los autómetas artificiales. Porque una máquina hecha por el arte humano no es máquina en todas sus partes. Por ejemplo: el diente de una rueda de metal tiene partes o fragmentos que no son ya, para nosotros, nada artificial ni poseen nada que tenga carácter de máquina con respecto al uso a que la rueda está destinada. Pero las máquinas de la naturaleza, o sea, los cuerpos vivos, son máquinas hasta en sus mínimas partes, hasta el infinito. Esta es la diferencia entre la naturaleza y el arte; es decir, entre el arte divino y humano». No hemos de entrar ahora, naturalmente, en el estudio de la mónada leibniziana: nos basta observar cómo en el vértice de la filosofía racionalista el hombre aparece como un *autómata*, en un sentido aún más propio que los juguetes mecánicos que se mueven por sí mismos. Descartes, que no veía diferencias realmente esenciales entre el animal irracional y la máquina, decía además: «El cuerpo de un hombre vivo difiere tanto del de un hombre muerto como un reloj u otro autómeta (es de-

cir, otra máquina que se mueve por sí misma), cuando está montado y tiene en sí el principio corporal de los movimientos... y el mismo reloj u otra máquina, cuando está rota y el principio de su movimiento ha cesado de actuar».

Tiene un gran interés ahora, en un momento en que se profundiza en el concepto general de máquina y se estudia su relación con el mecanismo humano, cuando las facultades de las grandes calculadoras electrónicas se han extendido hasta abarcar la mayor parte de las operaciones definidas por la Lógica Simbólica, mereciendo el nombre de «cerebros mecánicos» cuando el gran Ashby ofrece al mundo, como un reto, su homeóstato de cuatro electroimanes que «se adapta» al medio ambiente al estilo de un organismo animal, en los días en que los especialistas en Telecomunicación, como el español Novoa, se atreven a estudiar el mecanismo del cerebro y de los enlaces nerviosos desde el punto de vista de la teoría general de las comunicaciones, examinar cuáles fueron los principios de Torres Quevedo, hombre tan lógico, mesurado y prudente, acerca del automatismo y de los enlaces mecánicos y electromecánicos. No estará de más recordar aquí por otra parte, hasta qué punto los dos grandes sabios españoles cuyos centenarios celebramos con tanta proximidad, Torres Quevedo y Ramón y Cajal, aparecen hoy vinculados cuando se plantean los problemas generales de la relación entre hombre y máquina, tan importantes en los albores de esta Edad Moderna, y que la actual Cibernética ha vuelto a colocar en primer plano. Tenemos hoy autómatas que son calculadores sorprendentes, capaces de efectuar en unos segundos operaciones que ocuparían días enteros del trabajo de un equipo humano; autómatas músicos, que interpretan una sinfonía leyéndola en el pentagrama; autómatas bibliotecarios; autómatas impresores; autómatas economistas que pesan el pro y el contra de una circunstancia económica; autómatas psicólogos que emiten su dictamen sobre el carácter de un individuo presente a base de un cálculo sobre ciertas reacciones físicas; autómatas ajedrecistas temidos por los grandes campeones de este juego; y, en fin, autómatas estrategas que, una vez recogidos todos los datos logísticos, económicos, psicológicos y tácticos de una situación militar, deciden friamente, sin un pestañeo, sin un escalofrío, cuál es la acción más oportuna que cuenta con mayores probabilidades de éxito y supondrá menos bajas. Ha llegado la hora de preguntar: ¿dónde están los límites del automatismo? ¿Qué es lo que, verda-

deramente, un autómata no podrá hacer? Por otra parte, ¿cuáles son los procesos específicamente humanos que no pueden ser reproducidos por una máquina?

Tenemos razones para creer que, en nuestro tiempo, hay una gran tendencia a tratar algunas de estas cuestiones a la ligera, y que, en definitiva, ante el colosal progreso técnico, el hombre medio ha perdido los principales criterios necesarios para distinguir un ser espiritual, o una actividad espiritual, de otra que no lo es. Frecuentemente se confunde una diferencia de cualidad —o esencial— con una diferencia de mera complejidad o cantidad —diferencias, en realidad, accidentales—. Naturalmente, es necesario también reconocer que las nuevas máquinas traen, con respecto a las antiguas, no sólo una superación de complejidad o de cantidad, sino, además, grandes novedades esenciales o cualitativas: entre un aparato que suma o multiplica y uno que es capaz, al mismo tiempo, de decir *sí* o *no* a determinadas cuestiones, de *seleccionar* entre resultados, de *clasificar*, etc., no podemos decir que hay sólo diferencias de complejidad: es otro estilo totalmente distinto de mecanismo el que tenemos delante. Ahora bien, para poner en claro la situación, es preciso seguir la historia del concepto de máquina y del concepto de automatismo. No pretendemos, claro está, llevar a cabo aquí tal estudio, sino sólo sugerir que Torres Quevedo puede ser considerado como un eslabón esencial en semejante tarea.

«Los grandes progresos de la maquinaria —dice el genial inventor— pusieron de manifiesto, ya a fines del siglo XVIII, la necesidad de estudiar sistemáticamente los diferentes medios empleados para conseguir la transformación de unos movimientos en otros». ¿Quiénes fueron los iniciadores de esta investigación? Puede decirse que, ante todo, los sabios militares de la época napoleónica, que tanta gloria dieron a Francia. Así, por ejemplo, Monge, al planear, en 1794, la organización de la Escuela Politécnica francesa, proponía que se dedicara cierto tiempo de sus estudios a la investigación de los elementos de las máquinas. Carnot, poco más tarde, ponderaba la utilidad de estudiar los que llamaba «movimientos geométricos». Pero fué, especialmente, Ampère el que constituyó una *teoría de los movimientos geométricos*, que encontramos en su célebre *Ensayo sobre la filosofía de las ciencias*. En este libro se comprenden dos conceptos distintos: la *Cinemática pura* y la *Teoría de los mecanismos*. Ampère define una máquina diciendo que es *un instrumento*

con ayuda del cual se puede cambiar la dirección y la velocidad de un movimiento dado. Y añade después: «Resulta así esta definición independiente de la consideración de las fuerzas que obran sobre la máquina: consideración que sólo puede servir para distraer la atención de quien trata de comprender su mecanismo. Para formar idea clara, por ejemplo, del engranaje que obliga a la aguja de los minutos de un reloj a dar doce vueltas, mientras que la aguja de las horas da una sola, ¿es preciso atender a la fuerza que pone el reloj en movimiento? El efecto del engranaje, en cuanto este último establece la relación de velocidades entre las dos agujas, ¿no es siempre el mismo cuando el movimiento procede de una fuerza cualquiera distinta del motor ordinario, cuando, por ejemplo, se hace girar con el dedo la aguja de los minutos?». La observación del sabio francés es acertada y su contribución a la teoría general de las máquinas, derivada de estos principios, importante. En 1841 Willis pretendió criticar y corregir la definición de Ampère. Torres Quevedo disiente de uno y de otro y establece la definición siguiente: «Una máquina es un instrumento que enlaza varios móviles e impone mecánicamente ciertas relaciones entre los valores simultáneos de sus desplazamientos».

Desarrollada su concepción general de las máquinas, nuestro sabio aplica principalmente su inteligencia, como hemos dicho, al estudio de la Automática y de los autómatas, tema que merece capítulo aparte. Nos limitaremos aquí a enunciar, como introducción al mismo, sus puntos de partida, extraídos del famoso ensayo *Sobre la Automática*, publicado en 1915 en la «*Révue générale des Sciences*», que es, a nuestro juicio, su principal aportación teórica a la ciencia universal. Oigámosle.

«La denominación de autómata —explica Torres Quevedo— se aplica, con frecuencia, a una máquina que imita la apariencia y los movimientos de un hombre y de un animal. Se trata, entonces, generalmente, de un mecanismo que lleva en sí mismo la fuente de energía que le hace marchar y que ejecuta ciertos actos, siempre los mismos, sin sufrir ninguna influencia

del exterior». Pero nuestro sabio quiere extender, desde un principio, el concepto de autómata, pasando de la acepción ingenua a una más radical. «Hay otra suerte de autómatas —dice— que ofrecen un interés mucho mayor: aquellos que imitan, no los simples gestos, sino los actos reflexivos del hombre, y que pueden, a veces, reemplazarle». ¡Reemplazar al hombre! ¡Esto se repite hoy con frecuencia, después de treinta y cinco años! Reemplazarle ¿en qué? ¿cómo? Ya lo veremos luego, cuando llegue la ocasión. Nosotros nos hemos limitado, en el ensayo que sigue a éste, a un problema modesto, dentro de esta difícil cuestión: ¿de qué modo, en qué sentido, en qué medida, por qué razón, un jugador mecánico de ajedrez como el construido por Torres Quevedo, reemplaza al jugador humano? Pero abordaremos pronto la cuestión general.

Mientras tanto, adelantemos la idea que nuestro sabio tiene de los autómatas. Estos tienen, estrictamente, una *vida de relación* más o menos complicada. Los cuatro elementos básicos de dicha vida de relación son: los *sentidos*, los *miembros*, la *energía* para moverse y, principalmente, la capacidad de *discernimiento*, por la que pueden, en cada momento, teniendo en cuenta las impresiones que reciben y aun las que han recibido con anterioridad, mandar la operación deseada.

Ya veremos más adelante en qué se concretan estos elementos enumerados por Torres Quevedo. Terminemos ahora exponiendo su gran principio, verdadero fundamento de la ciencia automática, que el sabio español supo, a través de su obra posterior, explicar adecuadamente: «Es siempre posible construir un autómata cuyos actos todos dependan de ciertas circunstancias más o menos numerosas, según reglas que pueden imponerse arbitrariamente en el momento de la construcción. Estas reglas deberán ser evidentemente tales, que basten para determinar, en toda ocasión, sin ninguna incertidumbre, la conducta del autómata».

Nos detenemos hoy aquí, dejando en el aire las decisivas preguntas: ¿Qué es un autómata? ¿En qué sentido preciso, científico, se diferencia un autómata de un animal y de un hombre?