

Para que surja algo que aclare relaciones distintas y aparentemente dispares, algo que transforme la casualidad en causalidad, a fin de que los acontecimientos adquieran sentido en este mundo, el historiador tiene que inventar la unidad: un héroe, un pueblo, una idea.
El viaje a Oriente. Herman Hesse.

La automática en la antigüedad

Antoni Escrig Vidal,
Ingeniero Técnico de Telecomunicación



El gran sacerdote de Alejandría levantó pausadamente la antorcha hacia el cielo, como pidiendo la aprobación de los dioses, pues una atávica ceremonia estaba a punto de realizarse. La multitud congregada aguantó la respiración. Sólo

se oía el sordo crepitar de las llamas que emergían de un discreto altar.

Al poco tiempo, una inquietante vibración se adueñó del ambiente, provocando apagados murmullos entre los asistentes griegos. El ruido aumentó

abruptamente haciéndose palpable que algo insólito estaba sucediendo: las pesadas e imponentes puertas del templo, un mastodónico tributo a los entes superiores, se abrían sin intervención humana, permitiendo vislumbrar las entrañas de lo desconocido, de lo inmaterial.

Más tarde, cuando las llamas habían fenecido, el templo cerró sus puertas. El público se fue dispersando, no disponiéndose a volver hasta la siguiente ceremonia. Entonces, un enjuto hombre, de nombre Herón, sonrió apaciblemente. Todo había salido a la perfección, no habiéndose producido ningún contratiempo. Por fin podía dar por acabado su encargo.

Pero la historia de su asombrosa ciencia, se remonta a años atrás, incontables años atrás.

OBJETIVO: SOBREVIVIR

La mera existencia de una especie implica una feroz lucha por la supervivencia: lograr cazar y evitar ser cazado. La especie humana no ha sido una excepción y desde antes del paleolítico, hace más de 100.000 años, el hombre se ha visto obligado a defenderse y a depredar. Pero partía de una decisiva ventaja sobre las otras especies. Un salto evolutivo, producto de mutaciones y de la selección



Dibujo idealizado de Herón.

natural, fue portador de nuevas conexiones cerebrales y proporcionó nuevas técnicas y estrategias para cazar. Por una parte, se percató que poco podía hacer sólo con las manos, e inventó las primeras herramientas de caza: hachas y dagas que le permitían conseguir la necesaria ración de comida. Y por otra, ante piezas de gran tamaño, sobrepasados en fuerza bruta, contemplaron la posibilidad de actuar coordinadamente y de preparar trampas; unos engaños muy simples pero enormemente efectivos.

Imaginemos la siguiente escena: Un mamut se abalanza sobre un grupo de

hombres prehistóricos. Pero antes que los atrape, el suelo cede y la presa cae pesadamente en un angosto agujero. Allí, del todo indefenso, es rematado despiadadamente con piedras. Se trata, quizás, del primer sistema automático de la historia. Unas ramas y maleza tapan un agujero previamente realizado. Éstas, detectan la presión de un animal y ceden. Una vez preparada la trampa, esta funciona ya por sí sola.

Estos ardides, fueron sólo el preámbulo. Pronto la inteligencia se agudizó y los hombres inventaron armas. Percibieron que la forma de cuña penetraba la materia y la emplearon en las trampas y en los ataques.

AL SERVICIO DE LA RELIGIÓN

Los miedos atávicos, a la oscuridad, a lo desconocido, forman parte de nuestra herencia genética. Los especímenes que contenían genes que predisponían a reaccionar ante estas amenazas, fueran reales o no, dejaron descendencia. Por tanto, sus genes han sobrevivido hasta nuestros días.

Ante el inevitable fenómeno de la muerte el hombre intentó buscarle un sentido, siguiendo un instinto de trascendencia. Se tiene constancia, de que el hombre prehistórico ya fabricaba monigotes, con las extremidades articuladas, siendo quizás la motivación de especie religiosa, manifiestos de preguntas sin respuesta como la de la creación del universo, y la creación de la vida. Y decidieron entonces formar comunidades religiosas. En Egipto, hace más de 3000 años, ya se tiene constancia del uso de primitivas clepsidras en ceremonias religiosas, con la finalidad de registrar el paso del tiempo.

El paso del empleo de la piedra, hacia el bronce y el hierro transcurrió en un lapso muy largo. Hace cinco mil años que en Oriente Medio se aprendió a dominar el arte del bronce. La utilización del hierro, aunque con un punto de fusión más alto que el bronce, significó un material más duro y más fácil de obtener. Aparecieron las primeras civilizaciones y desarrollaron éstas la tecnología para do-

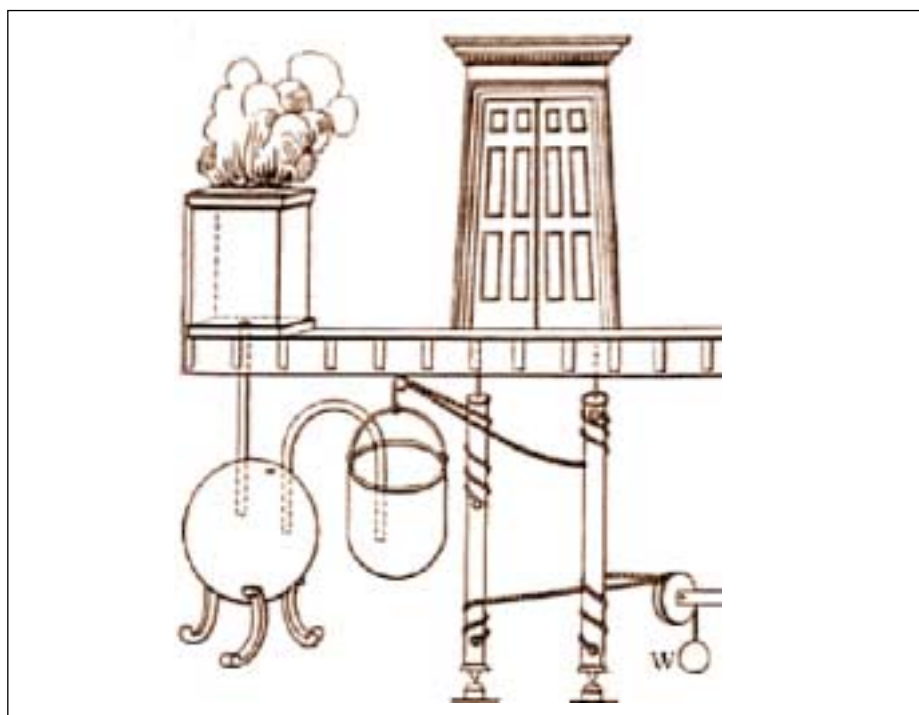


Figura 1. Puerta automática de Herón de Alejandría.

minar el entorno. Pero ante todo, el más grande inconveniente fue la inexistencia de técnicas elaboradas para fabricar herramientas y piezas con una alta precisión.

Contrariamente a lo que mucha gente cree, los automatismos que ahora invaden nuestro modo de vida, tuvieron su origen no en el siglo pasado, sino en la antigüedad; conservándose actualmente la descripción de unos 300 artilugios que podríamos considerar como verdaderos autómatas. Ingenieros tales como Herón de Alejandría, Philo y los posteriores Banu Musà y Al-Jazary fueron algunos de los artífices de estos prodigios.

LOS GENIOS GRIEGOS

En sentido estricto, los genios griegos no eran científicos. La ciencia, como la conocemos actualmente, aún no había nacido. Pero aquellos ya empezaron a descubrir leyes que gobernaban el universo, a encontrar un cierto orden dentro del aparente caos. Y sacaron a la luz una de las ideas más primigenias: la de la vida artificial.

El concepto de robot proviene de la *Ilíada*. En ella Homero (VIII A.C.) describe una serie de sirvientes mecánicos dotados de inteligencia construidos por Hephais-tos, el dios de la metalurgia. Los animales mecánicos también fueron foco de atracción para los ingenieros, como el pájaro automático construido por Archytas de Tarentum (400-350 A.C.).

Uno de los genios más notables fue Arquímedes de Siracusa (287-212 A.C.). Aunque es difícil diferenciar lo real del mito, Arquímedes fue el que dio a conocer las leyes de la palanca. Calculó también el centro de gravedad de las figuras planas y desarrolló la hidrostática. Cabe señalar que la sociedad griega despreciaban el trabajo manual, labor que era dejada a los esclavos o a los más pobres.

Apolonio de Perga, que vivió en los años 262-190 A.C., es considerado el autor de importantes tratados de mecánica, desarrollando también el astrolabio pla-

Estos ingenieros, eran maestros de la técnica, avanzaban siguiendo la metodología de prueba y error. Faltando aún una teoría general de la física, estaba naciendo la preciencia.

LA GRAN CIVILIZACIÓN CHINA

En grandes civilizaciones antiguas como la china, encontramos ejemplos de aplicaciones prácticas de la automática. Un caso no por prosaico menos interesante es el uso de la caña de bambú que

«Los griegos comenzaron a descubrir las leyes que gobernaban el universo y a encontrar un cierto orden dentro del aparente caos»

no, que permitía medir la posición de las estrellas. Pero su labor más famosa fue la de inventar una serie de autómatas musicales impulsados por agua.

Ctesibio, por otra parte, construyó diversos autómatas musicales; cuya fuente sonora provenía de la impulsión de aire a través de diversos tubos. También se le atribuye el perfeccionamiento de la clepsidra o reloj hidráulico.

regulaba el consumo de vino en las celebraciones. Un sistema donde si el bebedor aspiraba demasiado débilmente (quizás debido a ebriedad) se interrumpía la salida de vino. Lo mismo ocurría si se succionaba violentamente, siendo únicamente provechosa una succión moderada. El mecanismo era muy original: un pequeño pez hecho de plata flotaba dentro de la caña. La posición del pez podía tapan o abrir los conductos donde circulaba el vino. Posteriormente, dos mil años más tarde, se aplicaría este principio para el diseño de puertas lógicas neumáticas.

Una aplicación de más envergadura, destinada a salvar vidas, es el de un detector de terremotos que indicaba la dirección del epicentro. Construido en el siglo II por Chang Hêng, básicamente constaba de un recipiente con ocho salidas (con forma de boca de dragón) en la parte superior. Dentro moraba un péndulo invertido en posición vertical. Cuando aparecía una onda sísmica la punta del péndulo se desplazaba y accionaba uno de los ocho deslizantes que a su vez desplazaban una bola que por efecto de la gravedad caía a través de

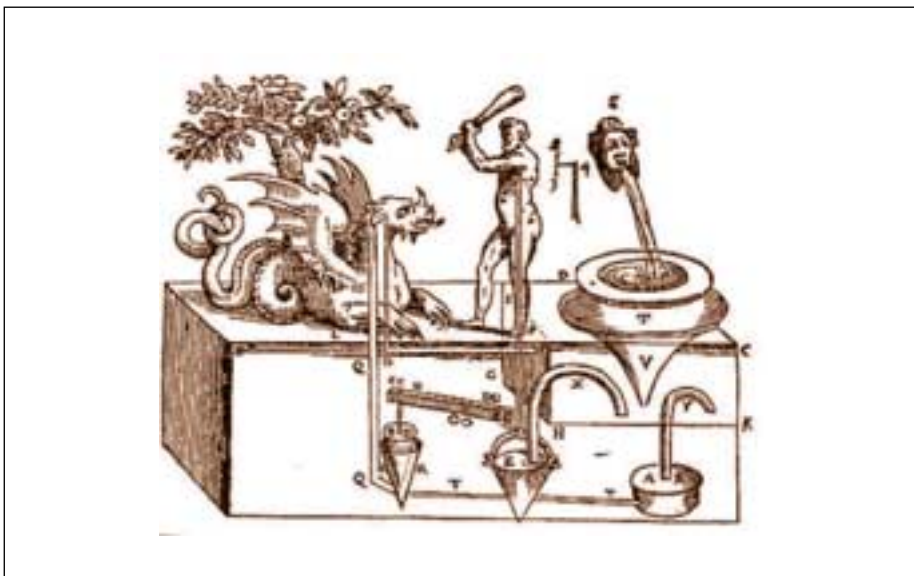
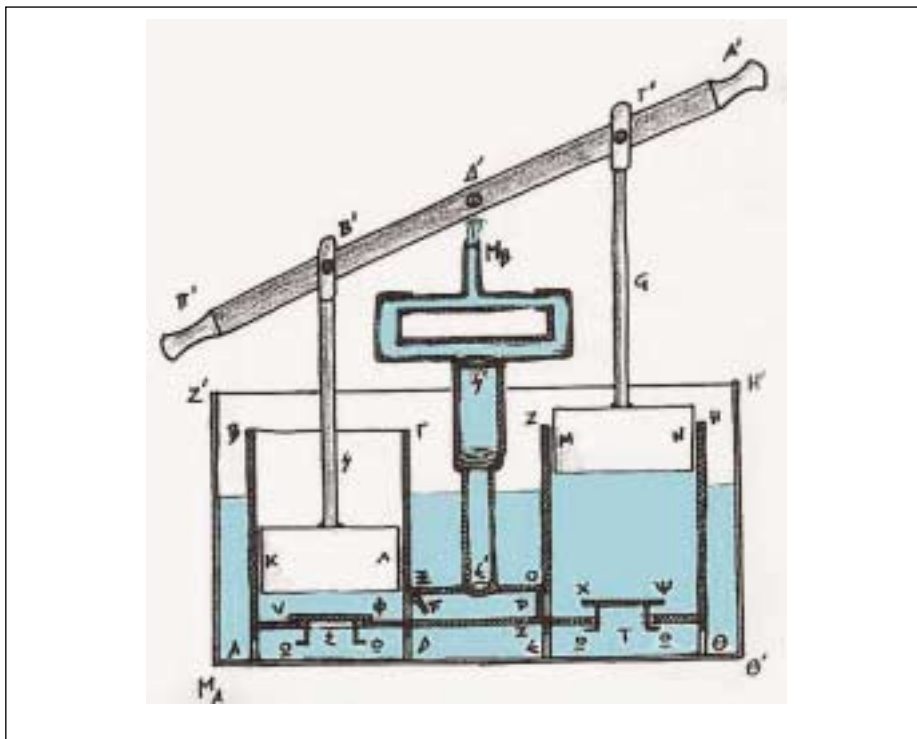


Figura 2. Escena mitológica automática de Herón de Alejandría.



«Ctesibius de Alejandría fue el inventor de numerosos relojes de agua e ideó el primer reloj de cuco»



Figura 3. Aelópila de Herón de Alejandría.

uno de las ocho caminos hacia la boca de unos sapos situados en la parte inferior. Dependiendo por donde había salido la bola se detectaba la dirección del epicentro.

Otro ejemplo muy peculiar es el de la invención de un carro que llevaba incorporado una estatua que siempre señalaba al sur. Se cree que data del siglo III D.C. y aún hoy sorprende por la precisión de sus mecanismos. Básicamente se trataba de un diferencial. Recuérdese que un diferencial permite que dos ruedas puedan girar a velocidades distintas cuando un móvil toma una curva. Este mecanismo, cuando el carro cambiaba su dirección, convertía la diferencia de velocidades de las ruedas, en un movimiento de giro de la estatua, de manera que ésta siempre señalaba al sur. Se ha comprobado que un

error de un 1% en las circunferencias de las ruedas conllevaría que el sistema funcionase incorrectamente.

No sólo fueron unos hábiles mecánicos, sino que se cree que inventaron el ábaco, la primera máquina, que aunque muy elementalmente, lograba aumentar la rapidez de los cálculos matemáticos.

LAS PUERTAS DEL TEMPLO

Volviendo a los pioneros griegos, cabe destacar la crucial labor de Ctesibius de Alejandría (300 A.C.). Inventor de numerosos relojes de agua, aunque no dejó documentos escritos, ideó el primer reloj de cuco. Es en esa época cuando se estilan los automatismos que reflejan escenas de la naturaleza. Un claro ejemplo es el nido autómatas que consistía en la representación de un nido (polluelos vigilados por un pájaro grande) en una vasija. Cuando se introducía agua o vino en ella, aparecía una serpiente amenazando a los polluelos. Si el líquido alcanzaba un cierto nivel, las alas del pájaro se movían tomando una postura amenazadora. La posición inicial se fijaba al vaciarse la vasija.

Pero el ingeniero, el maestro de la automática más grande de la antigüedad fue, sin lugar a dudas, Herón de Alejandría. Nacido aproximadamente en el año 100 A.C. diseñó y construyó innumerables autómatas basados en la neumática. Sus logros llegaron hasta el punto de desarrollar un motor accionado por el vapor: la aelópila. Esta se considera el primer ingenio que utilizó la energía del vapor para producir movimiento, aunque es preciso resaltar que sin finalidad práctica. Ésta constaba de una esfera metálica parcialmente hueca, rellena de agua y suspendida mediante dos soportes, que permitía un movimiento de rotación. De ella sobresalían dos toberas en sentidos opuestos. Cuando se calentaba la esfera, el vapor de agua sobresalía por las toberas dando lugar a un par de rotación, por lo que la esfera giraba. Otra invención de Herón fue el odómetro, utensilio que contaba la distancia recorrida por un carro, dejando caer granos por un agujero a medida que se movía un engranaje accionado por las ruedas.



«Herón ideó una serie de máquinas de aplicación litúrgica que eran accionadas por rústicas monedas»

En aquellos tiempos, al igual que ahora, el ocio era muy importante para la sociedad y, a modo de distracción, se construían teatros. Y la automática pronto fue adoptada por ellos: aparecieron teatros de autómatas y en los convencionales se emplearon plataformas dotadas de automovimiento. Herón ideó también unas plataformas con ruedas que se movían por sí mismas. Constaban de dos depósitos situados verticalmente, estando el primero lleno de grano. Mediante un agujero el primer depósito se vaciaba llenándose el segundo. Entonces, un peso que estaba sobre el grano iba bajando paulatinamente, arrastrando una cuerda que, mediante un sistema de poleas hacía girar las ruedas de la plataforma. Es ingenioso el elemento generador de movimiento: la gravedad. Estas plataformas podían incorporar automatismos que los hacía cambiar de dirección y, a su vez, podían llevar otros autómatas. Se conservan documentos que describen un teatro automatizado que representaba una obra completa Nauplius, ambientada en la guerra de Troya.

Como hemos comentado anteriormente, la religión era una imperiosa necesidad social. Y Herón inventó una serie de máquinas, de aplicación litúrgica, accionadas por monedas. En la entrada de templos, al introducir por una rendija una moneda de 5 dracmas, aparecía un pequeño chorro de agua para el lavado de cara, imprescindible en los rituales religiosos. La moneda caía en un extremo de una palanca. Ésta bajaba, alzando el otro extremo, que acoplado a una válvula, dejaba pasar el agua. Cuando la moneda caía del extremo, la válvula volvía a su posición inicial, interrumpiendo el flujo de agua.

Pero el invento estrella de Herón, si no el mejor, sí el más famoso fue el mecanismo que abría y cerraba de manera automática las puertas de un templo. Al encender el sacerdote el fuego de la pira, el aire del depósito situado bajo el altar se calentaba gradualmente. Por efecto sifón el agua del depósito pasaba hacia el cubo suspendido por unas cadenas. Cuando el peso del agua era suficiente, un sistema de poleas y correas abría las puertas. Una vez el fuego se había apagado y consecuentemente, el depósito enfriado, el agua del cubo volvía al depósi-

to. Un sistema de contrapesos lograban que la puerta volviera a cerrarse.

EL NACIMIENTO DE LA AUTOMÁTICA

En los documentos que se conservan de esa época, se tiene constancia de la aplicación de árboles de levas para determinar la secuencia de operación de los automatismos. Este hecho constituye un claro ejemplo de programación primitiva, donde las órdenes que se han de cumplir vienen determinadas por las protuberancias del árbol y la velocidad de ejecución por la rapidez en la que gira el eje del árbol.

Aunque muchas de las ideas planteadas eran brillantes, aún se habían de solucionar innumerables problemas de índole técnico, debidos principalmente a las imperfecciones constructivas de los mecanismos antiguos. No falló el grado de inventiva, sino los medios disponibles. De todos modos, el enorme legado de los griegos permanece como un hito insuperable de cultura y tecnología. Cabe preguntarse que hubiera sucedido si los griegos hubiesen inventado una máquina de vapor operativa.

El imperio romano conquistó a las ciudades griegas y los romanos se enriquecieron de su cultura. También los romanos aportaron grandes obras de ingeniería, principalmente en la distribución de agua: los acueductos. Al cabo de los años, con las invasiones bárbaras, llegó el desmoronamiento del imperio romano. Y empezó una época oscura... ●



BIBLIOGRAFÍA

BIR, Atilla, KACAR, Mustafa. *Pioners of Automatic Control Systems*, Foundation for Science Technology and Civilisation. Manchester 2006.

GILLE, Bertrand. *La cultura técnica en Grecia*, Juan Granica Ediciones. Barcelona 1985.

JAMES, Peter, THORPE, Nick. *Ancient Inventions*, Ballantine Books. New York 1995.

LANDELS, J. G. *Engineering in the Ancient World*, University of California Press. California, 2000.

MESSADIÉ, Gérald. *Los grandes inventos de la humanidad*, Alianza Editorial. Madrid, 1995.