

# Del fuego de los Dioses a la Microbótica

D. Pascual Santos López  
Profesor de Tecnología

Desde que Prometeo fuera condenado a sufrir los más terribles suplicios<sup>1</sup> por habernos liberado y cedido el fuego, el hombre y la mujer<sup>2</sup> han jugado con el don de la creatividad. “Con él aprenderán muchas artes”<sup>3</sup> palabras que Esquilo puso en labios de Prometeo y no se equivocó pues los límites del ingenio humano están todavía por descubrir. Ya sea acuciados por la necesidad ya por que tenemos manos<sup>4</sup>, la inteligencia del ser humano se ha forjado a la par de la Tecnología.

Infinidad de construcciones, ingenios y artefactos han sido creados por esos pequeños hacedores que conformamos el género humano. Diseños, vías de comunicación, instalaciones, fábricas, puentes, aviones, torres gigantescas, hablan de la grandeza de las consecuciones tecnológicas. Pero es la magia de la automática la que desde hace milenios más curiosidad ha despertado. Es sabido que ya los sumerios fabricaban sistemas de riego automáticos y mecanismos que se movían con la fuerza hidráulica. Por tanto, el desarrollo de la automática es paralelo al del bronce, la rueda, el vidrio y la escritura.

El gran historiador de la tecnología, Bertrand Gille, nos habla de inventores de la antigüedad clásica que formaron parte de lo que posteriormente se llamaría la escuela de mecánicos de Alejandría, donde convergieron numerosas curiosidades gracias a la voluntad de los Ptolomeos de concentrar la sabiduría más avanzada del momento. Nos dice Gille que existía un clima intelectual favorable para la creatividad tecnológica. “La resurrección de una corriente pitagórica no fue ajena a esta nueva actitud que venía a contraponerse abiertamente a las doctrinas de Platón y Aristóteles”<sup>5</sup>. Que anteponían el trabajo intelectual al manual de los artesanos, aunque no se puede decir que despreciaran la tecnología, muchos inventos quedaron como simples curiosidades. A fin de cuentas la griega era una sociedad basada en la esclavitud y precisamente por eso

no se planteaban los inventos con un fin de utilidad. Los dispositivos neumáticos e hidráulicos de Ctesibio, la máquina de vapor de Herón de Alejandría, los relojes y órganos de agua se utilizaron en los “teatros automáticos, muñecos animados, autómatas de juguete y mecanismos sorprendentes instalados en los templos”<sup>6</sup>.

Ctesibio, supuesto fundador de la escuela de mecánicos de Alejandría, experimentó con la hidráulica y la neumática, uniendo así agua y aire, en la construcción de diversos artilugios como la primera bomba de pistón aspirante-impelente y el primer órgano de tubos con teclado que se llamó “órgano de agua”<sup>7</sup> porque gracias al agua se mantenía la presión del aire necesaria. Otro de sus inventos o mejoras (pues se atribuye a Platón) fue la clepsidra o reloj de agua, también llamado reloj de noche o de invierno ya que hasta el momento sólo se conocía el reloj de sol. Dicho reloj funcionaba dejando escapar el agua por un fino agujero, también incorporaba un flotador con un mecanismo de piñón y cremallera para que marcara las horas e hiciera sonar trompetas a mediodía.

6.-Crónica de la Técnica, 1992, p. 64.

7.-DRACHMANN, A. G., 1981, p. 63.

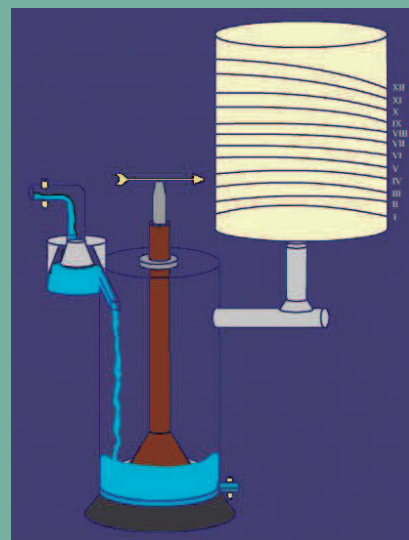
1.-ESQUILO, 2000. Más información en la bibliografía.

2.-Si alguien duda de la creatividad de la mujer en materia tecnológica puede leer el artículo de CABALLERO, Manuela, “Mujeres inventoras, a pesar de Voltaire”, publicado en III Congreso Virtual sobre Historia de las Mujeres, 2011. Disponible en Internet.

3.-ESQUILO, 2000, p. 38.

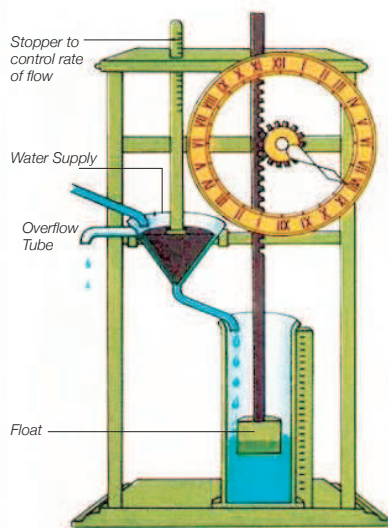
4.-Filósofos y antropólogos como Engels, Unamuno, Margaret Mead, Mumford y Piveteau afirman que los seres humanos somos inteligentes porque tenemos manos. Incluso otros como H. Bergson en La evolución creadora, 1973, pp.130-131, dice: “Si pudiéramos despojarnos de nuestro orgullo; si para definir nuestra especie nos atuviéramos estrictamente a lo que la Historia y la Prehistoria nos presentan como característica constante del ser humano y de la inteligencia, no diríamos quizá Homo sapiens, sino Homo faber. En definitiva, la inteligencia, considerada en lo que parece ser punto de partida, es la facultad de fabricar objetos artificiales, particularmente utensilios para hacer utensilios y de variar indefinidamente su fabricación” Citado en Abad, García y Sangüesa, 1997, p. 9.

5.-GILLE, Bertrand, 1985, p. 97.



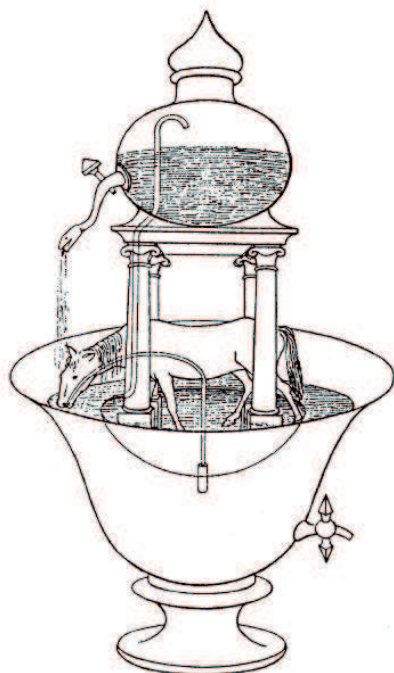
Clepsidra de Ctesibio.

Fuente: <http://automata.cps.unizar.es>



**Clepsidra.**  
Fuente: [www.periodicolaopinion.com.ar](http://www.periodicolaopinion.com.ar)

A Filón de Bizancio, Gille lo ubica hacia el 225 a.C. Fue discípulo o seguidor de Ctesibio y su obra nos ha llegado en parte intacta. El compendio de sus obras se titula *Sintaxis mecánica* y dentro de este conjunto las que más nos interesan son: *Neumáticas*, *Autómatas*, *Instrumentos maravillosos* (órganos y tubos), *Clepsidras*, *Ruedas que se mueven por sí solas* y *Mensajes secretos*. Gille analiza el conjunto de su obra y nos dice: “Otra tradición considerable, desde luego, era la de los autómatas y las clepsidras. En este terreno se podía demostrar la habilidad individual”<sup>8</sup>. Téngase en cuenta que las clepsidras se utilizaban para mover, con



**Caballo de Filón.**  
Fuente: *Historia de la automatía*

## Del fuego de los Dioses a la Microbótica

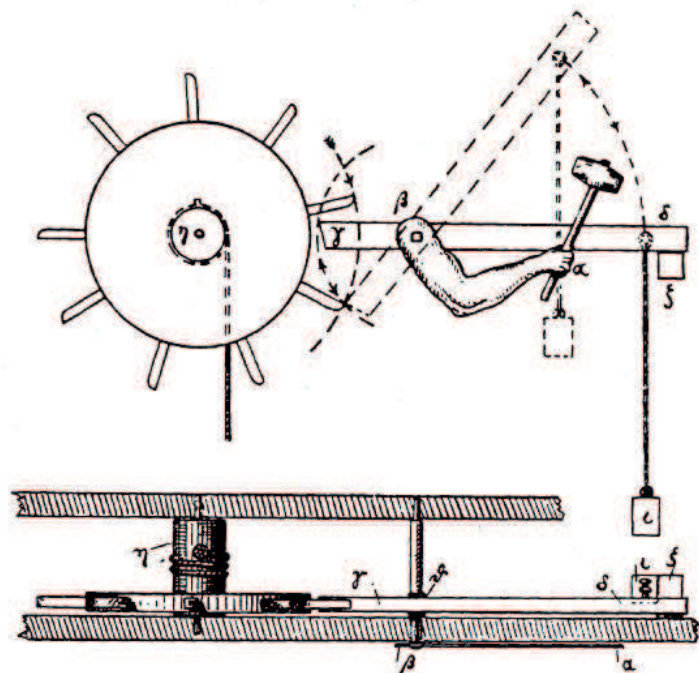
la fuerza del agua, autómatas o muñecos animados. Filón fabricó autómatas con clepsidras como el de un caballo en el abrevadero o un buitre que amenazaba a unos pajarillos.

De Herón de Alejandría que vivió en el siglo I d.C., se conservan varias obras en griego: *Neumática*, *Teatro automático*, *Dioptra*, que era un instrumento de agrimensor, *Belopoiica* o libro de las catapultas y una obra titulada: *Mecánica*, de la que se conserva la copia traducida del griego al árabe.

Pero la obra que más nos interesa de Herón de Alejandría en este artículo es su *Teatro automático*, donde se describen

con precisión la ejecución práctica de escenas, mecanismos y la diferencia entre teatros fijos y móviles. Incluso explica ejemplos prácticos como la representación de la obra: *la leyenda de Nauplio*, en cinco actos. Según Diego Moñux: “En la primera escena aparecen tres filas de figuras representando a griegos que están reparando un barco antes de salir a la mar; las figuras se mueven simulando el efecto de serrar, martillar o taladrar. En la segunda escena los barcos se echan a la mar arrastrados por carretas. En la tercera se nos muestra un mar y un cielo pintados en que aparecen pronto los barcos, acompañados de delfines que saltan y vuelven a introducirse en las aguas. De repente llega la tormenta y los barcos zozobran, En la cuarta escena aparece Nauplio junto a Atenea con una antorcha, encendiéndose un fuego para simular la luz de ésta. En la última escena se produce el naufragio y se ve a Ajax nadando. Atenea es elevada, cae un rayo sobre Ajax y éste desaparece. Tras describir las escenas, Herón se detiene en los mecanismos del teatro: el de abrir y cerrar las puertas, los de simular el trabajo de reparación del barco, etc. Algunos de los mecanismos puestos en juego son palancas, contrapesos y ruedas de trinquete que hacían el papel de levas”<sup>9</sup>.

8.-GILLE, Bertrand, 1985, p. 124.  
9.-MOÑUX CHÉRCOLES, Diego, 2001, p. 20.



Herón de Alejandría. Teatro Fijo. Mecanismo de martillar de *Historia de la automatía*

## AUTÓMATAS, ROBOTS Y ANDROIDES

Cuando les explico a mis alumnos los sistemas de control y les pregunto por primera vez el significado de la palabra autómatas o la de robot, todos o la gran mayoría se imaginan una máquina con aspecto humano que puede andar, hablar o hacer los más duros trabajos. Si consultamos el diccionario de la RAE, la palabra autómatas, que viene del griego *αὐτόματος* (espontáneo), significa: "Instrumento o aparato que encierra dentro de sí el mecanismo que le imprime determinados movimientos" por lo que autómatas puede ser cualquier máquina, como por ejemplo un reloj. ¿Por qué entonces pensamos en una máquina con aspecto humano cuando escuchamos la palabra autómatas o robot?

En realidad, autómatas en su segunda acepción significa: "Máquina que imita la figura y los movimientos de un ser animado" que puede tener la forma de un animal o en el caso de tener forma humana se denomina androide. Es decir, un androide es un autómatas con forma humana.

El origen de la palabra robot es mucho más moderno. Proviene del checo *robot* que significa trabajo pesado y esclavo. El escritor Karel Čapek la acuñó por primera vez en 1921 en su obra de teatro R.U.R. (*Robots Universales Rossum*) cuyos estrenos en Praga, Londres y Nueva York fueron un completo éxito. Tras el cual el término robot se introdujo en todas las lenguas.

Las referencias sobre autómatas en mitos y leyendas son abundantes y han formado parte de nuestros miedos y deseos forjando así nuestra cultura. El mito griego de Prometeo antes mencionado, un dios menor que crea a la humanidad a partir del barro y le regala el fuego, símbolo de vida e inteligencia, se mezcla con el del Golem de la tradición judía, un siervo creado a partir de arcilla al que su amo da vida pronunciando las palabras mágicas de la Cábala y la moderna visión de Mary Shelley, que en el año sin verano<sup>10</sup>, creó su más conocida obra *Frankenstein o el moderno Prometeo*.

Mitos, Ciencia y Tecnología han llegado hasta nosotros gracias también a traducciones árabes de los textos griegos, difundiendo además de su pensamiento sus conocimientos técnicos y creando nuevos ingenios destinados a la diversión de las cortes andalusíes como también para aplicaciones prácticas. Un ejemplo lo tenemos en la clepsidra de las gacelas inventada por Ibn Jalaf al-Muradi, ingeniero e inventor de la España del siglo XI y autor de la obra *Kitab al-asrar o Libro de los Secretos*, tratado manuscrito de mecánica en el que se describen relojes, clepsidras, bicicletas, ingenios voladores y escafandras. En la actualidad existe una reconstrucción del autómatas llamado la clepsidra de las gacelas realizado por Eduard Farré<sup>11</sup> que se expone en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Madrid.

En la Europa del Renacimiento van a coexistir magia y conocimientos científicos y tecnológicos, sucediéndose numerosos avances en la automática. En Toledo existe una calle llamada del hombre de palo que la leyenda atribuye a un autómatas con forma de monje construido por Juanelo Turriano, que encontrándose anciano y pobre su amo enviaba todos los días a pedir limosna. Aunque el cronista Ramírez de Arellano<sup>12</sup> aclaró que se trataba de un muñeco de madera provisto de una alcancía que colocado en lugar estratégico contribuía a la construcción del Hospital del Nuncio Viejo.

A Turriano se le atribuye también el manuscrito titulado: *Los veinte y un libros de los ingenios, y máquinas de Juanelo...*, un compendio de mecánica del siglo XVI, aunque García-Diego y García Tapia demuestran que no es obra suya. Éste último lo atribuye al erudito, científico, ingeniero y maquinista de Felipe II, el aragonés Pedro Juan de Lastanosa<sup>13</sup>. Lo que si es seguro, según nos cuenta Nicolás García Tapia, que la frase "y máquinas de Juanelo" encontrada en una portada añadida en el siglo XVII se refiere a que en dicho siglo "se llamaba genéricamente 'máquina de Juanelo' a todo artefacto realizado con sabias artes mecánicas, aunque no fuese obra del ya mítico Turriano que había vivido y trabajado en el siglo anterior"<sup>14</sup>.



Autómatas.  
Fuente: <http://tcartificio.html>

Tal era el interés que despertaban estas máquinas e ingenios que han dejado su huella en la literatura de la época, como en el caso de nuestro insigne Cervantes cuando envía a don Quijote a Barcelona y se encuentra con una cabeza parlante, artilugio éste que confunde como pocos magia y artefacto. Podemos decir por eso y otras muchas pruebas que en nuestro Siglo de Oro no sólo se trabajó en las letras sino también en la ciencia, la tecnología y la automática, como están demostrando cada día numerosos investigadores.

Ya en el siglo XVIII el arte de la relojería alcanza cotas muy altas y el dominio de la automática revoluciona Europa. El historiador Sánchez-Blanco escribe: "Las cajas de música o los muñecos animados adquieren tal perfección en las primeras décadas del siglo XVIII que parecen poseer vida propia"<sup>15</sup>. Por ejemplo: El relojero suizo Pierre Jaquet Droz (1721-1790) y sus hijos Henri-Louis y Jaquet construyeron, en las últimas décadas del Setecientos, diversos androides que mediante complicados mecanismos de relojería eran capaces de escribir en varios idiomas, bailar, dibujar y tocar el piano.

10.-CABALLERO GONZÁLEZ, Manuela, 2004.

11.-FARRÉ OLIVÉ, Eduard, 1998.

12.-PORRES MARTÍN-CLETO, Julio, 1982.

13.-GARCÍA TAPIA, Nicolás, 1987.

14.-GARCÍA TAPIA, Nicolás, 1987, p. 222.

15.-SÁNCHEZ-BLANCO, 1999, p. 214.

16.-VOLTAIRE, 1835, p. 489.

17.-Crónica de la Técnica, 1992, p. 420.

## Del fuego de los Dioses a la Microbótica

Estos se conservan en Suiza en el museo de Arte e Historia de Neuchatel. Tal era la perfección conseguida en la época de la Ilustración en la construcción de autómatas que Voltaire en su discurso: *Sur la nature de l'homme* decía que Vaucanson con su dominio de la mecánica era rival de Prometeo, pues "Prendre le feu des cieux pour animer les corps"<sup>16</sup>.

En el siglo XIX encontramos un autómata que vende postales construido por Percival Everitt e instalado en Londres por primera vez en 1883<sup>17</sup>. Dicho autómata es a prueba de robos porque entrega en cada ocasión una sola postal con ayuda del peso de la moneda.

En la Cieza de principios del siglo XX dos amigos inventores: Bernardo H. Brunton, abuelo de nuestra compañera Alicia, y Luís Anaya Amorós patentan, en el año 1913, un autómata que será precursor de los modernos cajeros automáticos y los autómatas programables actuales. "Una caja repartidora de un cierto número de monedas con intervalos de tiempo determinados" así se titula la patente cuyo funcionamiento y detalles describo en mi artículo "Un autómata de principios de siglo"<sup>18</sup> publicado en la revista *Andelma* nº 10.

La máquina es una caja de caudales que consta de una serie de tubos verticales abiertos en sus extremos que alojan monedas de diferentes diámetros apiladas en el tubo que les corresponda. Un mecanismo de relojería permite que todos los días a la hora programada se mueva una placa corrediza soltando las monedas sobre un receptáculo y permitiendo a la familia acceder al gasto diario de la casa. En palabras de los propios inventores: "Con este invento se evitará la ruina, la destrucción de la familia y la corrupción de la sociedad. Además el uso de esta caja educará a las generaciones futuras enseñándoles el camino del ahorro, principal elemento de las familias y de los pueblos que quieren llegar a ser grandes"<sup>19</sup>.



Autómata de Anaya y Brunton. Cortesía de Alicia Núñez Brunton

## Microbótica

A principios de los años noventa del siglo pasado el alto nivel de miniaturización de los circuitos integrados, también llamados microchips, constituyó uno de los principales avances tecnológicos. El alto nivel de integración de los componentes electrónicos permitió disminuir peso, volumen, coste y consumo energético de los productos electrónicos manufacturados.

Gracias a esta miniaturización aparecieron los microcontroladores que son circuitos integrados que contienen un ordenador completo, aunque de limitadas prestaciones. Según dice el profesor Angulo: "El microcontrolador es un computador dedicado [significa esto que] en su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada"<sup>20</sup>. A partir de aquí aparecieron los llamados microrobots o microbots, cuyo cerebro es un microcontrolador y que con la ayuda de sensores (de luz, humedad, temperatura, etc.) capta lo que ocurre en su entorno físico y actuadores, como motores paso a paso o servomotores, pueden realizar una labor concreta.

La microbótica es la tecnociencia que se ocupa del diseño, construcción y desarrollo de esos robots autónomos que tienen un programa con un reducido número de instrucciones. Dicho programa se aloja en una memoria regrabable del microcontrolador y se ocupa de guiar al microbot, según sea la información obtenida por sus sensores, en la tarea para la que ha sido diseñado. Los microbots pueden ser autónomos y de reducidas dimensiones gracias a que su cerebro y sus ne-



18.-SANTOS LÓPEZ, Pascual, 2005.

19.-SANTOS LÓPEZ, Pascual, 2005, p. 9.

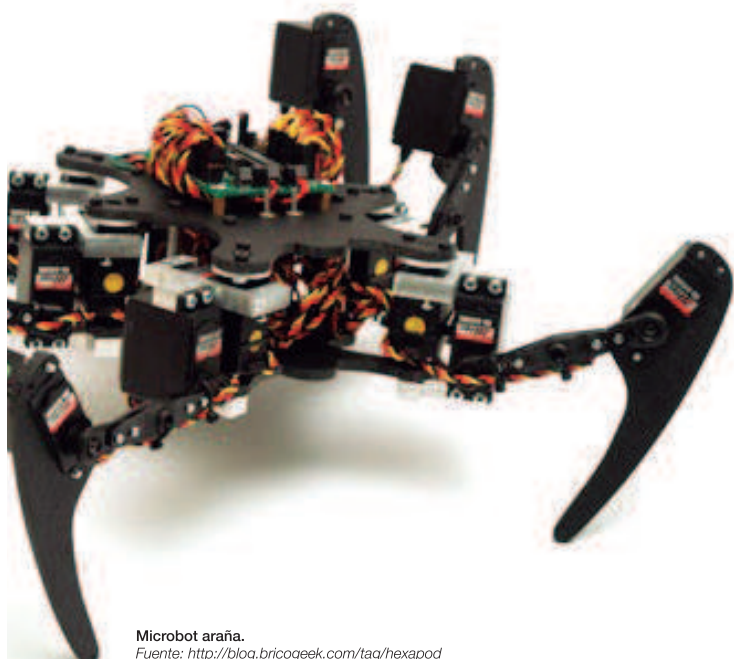
20.-ANGULO y ANGULO, 1997, p. 1.

cesidades energéticas son mínimas, por ejemplo un par de pilas recargables de 1,5 voltios, o mejor, una pequeña placa solar.

Las aplicaciones de los microbots son muchas, tales como: exploración, análisis de terrenos, creación de mapas de zonas inhóspitas, limpieza de recintos, detección de minas enterradas, análisis de volcanes, inspección de tuberías y otras muchas que podamos imaginar. En la actualidad se están utilizando mucho en educación y se hacen concursos y certámenes de microbots que juegan al fútbol, que luchan al sumo y que realizan carreras de obstáculos y de rastreo siguiendo recorridos marcados llenos de trampas y dificultades.

Para terminar, decir que desde el Departamento de Tecnología pensamos que la microbótica puede ser un medio eficaz de motivación para que alumnos y alumnas obtengan buenos conocimientos tanto en mecánica y electrónica (meatrónica) como en la ejecución de programas de alto y bajo nivel que influirán de forma determinante en su desarrollo personal e integral. De manera que apostaremos por la construcción, mediante material reciclado, de microbots autónomos y robots controlados por ordenador. ●

## Del fuego de los Dioses a la Microbótica



Microbot araña.  
Fuente: <http://blog.bricogeek.com/tag/hexapod>

### Fuentes documentales

- *Página Web:* [http://www.revistacodice.es/publi\\_virtuales/iii\\_congreso\\_mujeres/](http://www.revistacodice.es/publi_virtuales/iii_congreso_mujeres/)
- *Página Web:* <http://www.tecnologiaycultura.net/andelma.html>
- *Página Web:* <http://users1.jabry.com/geocachingalamos/tcartificio.html>

### Bibliografía

- *ABAD, GARCÍA Y SANGÜESA*, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Madrid, McGraw-Hill, 1997.
- *ANGULO USATEGUI, J. M. y ANGULO MARTÍNEZ, I.*, *Microcontroladores "PIC"*. Diseño práctico de aplicaciones, Madrid, McGraw-Hill, 1997.
- *CABALLERO GONZÁLEZ, Manuela*, "Mujeres inventoras, a pesar de Voltaire", III Congreso Virtual sobre Historia de las Mujeres, 2011. *Página Web en línea de la Revista Códice:* [http://www.revistacodice.es/publi\\_virtuales/iii\\_congreso\\_mujeres/comunicaciones/Mujeres\\_inventoras\\_a\\_pesar\\_de\\_Voltaire.pdf](http://www.revistacodice.es/publi_virtuales/iii_congreso_mujeres/comunicaciones/Mujeres_inventoras_a_pesar_de_Voltaire.pdf). Consultada [27/12/2011].
- *CABALLERO GONZÁLEZ, Manuela*, "Una boda en el año sin verano" en *Andelma* nº 8, Centro de Estudios Históricos Fray Pasqual Salmerón, Cieza, 2004, pp. 5-7. Disponible en Internet: <http://tecnologiaycultura.net/andelma/Andelma8.pdf>. Consultada [5/1/2012].
- *Crónica de la técnica*. Diario 16, Madrid, Plaza y Janés, 1992.
- *DRACHMANN, A. G.*, "Las civilizaciones clásicas", en *KRANZBERG y PURSELL* (eds.), *Historia de la Tecnología*. La técnica en Occidente de la Prehistoria a 1900, Barcelona, Gustavo Gili, 1981.
- *ESQUILO*, Prometeo Encadenado. Los Persas, Barcelona, Océano, 2000.
- *FARRÉ OLIVÉ, Eduard* "La clepsidra de las Gacelas del manuscrito de relojes de Al-Muradi", *Arte y Hora*, n. 128H11, Mar-Abr, 1998, pp. 10-18.
- *GARCÍA TAPIA, Nicolás*, "Aragón en los veintiún libros de los ingenios", *Temas de antropología aragonesa*, nº 4, 1993, pp. 222-240.
- *GARCÍA TAPIA, Nicolás*, "Pedro Juan de Lastanosa y Pseudo-Juanelo Turriano", *Lull* vol. 10, Sociedad Española de Historia de la Ciencia y la técnica, 1987, pp. 51-74.
- *GILLE, Bertrand*, *La cultura técnica en Grecia*, Barcelona, Ediciones Juan Granica, 1985.
- *MOÑUX CHÉRCOLES, Diego*, *Historia de la automática*, Universidad de Valladolid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, 2001.
- *PORRES MARTÍN-CLETO, Julio*, *Historia de las calles de Toledo*, Volumen 2, Zocodover, 1982.
- *SÁNCHEZ-BLANCO, Francisco*, *La mentalidad ilustrada*, Madrid, Santillana, 1999.
- *SANTOS LÓPEZ, Pascual*, "Un autómatas de principios de siglo" en *Andelma* nº 10, Centro de Estudios Históricos Fray Pasqual Salmerón, Cieza, 2005, pp. 8-9. Disponible en Internet: <http://tecnologiaycultura.net/andelma/Andelma10.pdf>. Consultada [5/1/2012].
- *VOLTAIRE*, «*Sur la nature de l'homme*», *Oeuvres complètes de Voltaire*, avec des notes et une notice historique sur la vie de Voltaire, Tome Deuxieme, Paris, 1835.