



HISTORIA DE LA ROBÓTICA

Al escuchar robótica, probablemente pensaremos en tecnología punta o en robots casi indistinguibles del ser humano. Sin embargo, la robótica tiene sus orígenes mucho antes de lo que se podría imaginar: colosos que cantan en el Egipto de las pirámides, muñecos que bailan en la antigua China o cabezas parlantes que hacían las delicias de los nobles de Europa durante la Edad Media. Todos ellos nos demuestran que el deseo de imitar la vida de forma artificial lleva con nosotros desde los comienzos de la historia.

Los colosos de Memnón son dos estatuas de unos dieciocho metros de altura, que representan a **Amen-hotep III** (que gobernó de c. 1390/1 a 1353/2 a. C.), ubicadas junto al Nilo, frente a Luxor. Las figuras, en posición sedente, miran hacia el Nilo, en dirección Este. Están construidas en cuarcita procedente de la meseta de Giza y presidían la entrada del complejo funerario del citado faraón, complejo que, en origen, era mucho mayor que el de Karnak, ocupando 35 hectáreas, aunque en la actualidad apenas quedan restos. El famoso historiador griego Estrabón (63 a.C.–23 d.C.) escribió que un terremoto, en el 27 a.C., asoló el lugar, dañando a los colosos. Se decía que, a partir de ese momento, las estatuas cantaban al amanecer; al pare-

cer, la humedad se acumulaba por la noche en su interior y, al comenzar el día, con la subida de temperatura se producía un efecto de evaporación del agua que, al salir por las fisuras de las estatuas, daba lugar al espectacular sonido.

Fue **Septimio Severo**, emperador romano, quien decidió la restauración de los colosos en el siglo III d.C., terminando con uno de los primeros automatismos de la historia.

No era el primero evidentemente, los egipcios construyeron lo que se conoce en griego como clepsidra o reloj de agua, que se trataba de un recipiente de cerámica con agua en su interior hasta un determinado nivel, con un agujero en la base por donde salía el líquido de manera



Figura 1. Colosos de Memnón, fotografía de Antonio Beato del siglo XIX (Wikipedia).



BEGOÑA PEREIRA PAGÁN

Responsable de Análisis de Datos de APS. Departamento de Seguridad.

EMPRESARIOS AGRUPADOS.

Ingeniera industrial, especialidad Técnicas Energéticas, por la ETSIM de la Universidad Politécnica de Madrid.



MARINA HURTADO ROSALES

Estudiante de 4º curso de Grado de Ingeniería informática en la Universidad de Granada.

HISTORY OF THE ROBOTICS

When listening to the word robotics, we will probably think of cutting-edge technology or robots that are almost indistinguishable from humans. However, robotics has its origins long before it could be imagined: giants that sing in the Egypt of the pyramids, puppets that dance in ancient China, or speaking heads that delighted the nobles of Europe during the Middle Ages. All of them show us that the desire to imitate life artificially has been with us since the beginning of history.

controlada en un cierto tiempo. La vasija estaba marcada en diferentes partes, lo que permitía conocer el tiempo transcurrido desde que estaba llena. Normalmente, se empleaba en los periodos nocturnos, cuando los relojes de sol dejaban de ser útiles. Se tiene constancia de un artilugio de estas características construido para el faraón **Amenhotep I** (gobernó del c. 1525 a 1504 a.C.) hacia el año 1530 a.C. Los griegos adoptaron el invento y se solía emplear especialmente para controlar el tiempo de los oradores. Se cuenta que en el siglo IV a.C. Platón inventó un reloj despertador basado en este ingenio y en el siglo III a.C. Ctesibio, un alumno de Arquímedes, ideó un reloj de agua con indicadores numéricos llamado *horologium ex aqua*. Los romanos los usaron en los tribunales e incluso en los campamentos militares para medir las guardias nocturnas.

En los mitos de muchos pueblos podemos encontrar historias que nos hablan de la vida artificial. Nuevamente, en el mundo griego, vemos al titán Prometeo y sus engaños a Zeus, al que respetaba poco. En una de las historias, cuando el titán robó el fuego de los dioses para dárselo a los hombres, recibió como castigo ser encadenado a una roca para siempre y que un águila (hija de los monstruos Tifón y Equidna) comiese su hígado todas las noches, órgano que se regeneraba cada día, al ser inmortal. De tal castigo lo liberó el propio hijo de Zeus, Hércules. Pero volviendo al asunto, Zeus, también para castigar a la Humanidad, le pidió a Hefesto –de quien se decía que, en el Olimpo, se había construido un palacio radiante, todo de bronce, donde era ayudado por autómatas de oro– que le construyese una mujer de arcilla llamada Pandora y ya sabemos lo que esta acabó haciendo, liberó todos los males que circulan por el mundo al abrir la famosa caja que lleva su nombre, aunque la pequeña “Esperanza” fue la última en salir para alivio de las mujeres y hombres de este planeta. En fin, la primera mujer automática de la historia. Otra versión nos cuenta¹ que fue el propio Prometeo quien modeló al primer hombre y a la primera mujer, dándoles el aliento divino mediante el fuego celeste.

¹Biblioteca mitológica del pseudo Apolodoro, libro elaborado en el siglo I o en el II d. C. que recopila, de manera detallada pero incompleta, la mitología griega tradicional, desde los orígenes del universo hasta la guerra de Troya.

La Biblia también habla del mítico Trono de **Salomón** (c. 1015 a.C. - c. 928 a.C.), que estaba custodiado por dos leones autómatas, y que se elevaba hasta el techo, mientras pájaros de bronce lo sobrevolaban.

Ejemplo de ingenios o esculturas que cobran vida hay varios. Conocemos el de Pigmalión, rey y sacerdote de Chipre (cuyo nombre real es fenicio, Pumayyaton), conocido por *Las metamorfosis* de Ovidio, quien durante mucho tiempo buscó a la mujer de sus sueños para contraer matrimonio sin éxito. Finalmente, se dedicó a esculpir estatuas de gran belleza para paliar su desgracia y una de ellas cobró vida, gracias a Afrodita: “Pigmalión se dirigió a la estatua y, al tocarla, le pareció que estaba caliente, que el marfil se ablandaba y que, deponiendo su dureza, cedía a los dedos suavemente, como la cera del monte Himeto se ablanda a los rayos del Sol y se deja manejar con los dedos, tomando varias figuras y haciéndose más dócil y blanda con el manejo. Al verlo, Pigmalión se llenó de un gran gozo mezclado de temor, creyendo que se engañaba. Volvió a tocar la estatua otra vez y se cercioró de que era un cuerpo flexible y que las venas daban sus pulsaciones al explorarlas con los dedos.” En la mitología romana, Vulcano (el Hefesto griego) también diseñó aparatos mecánicos para que le ayuden en sus tareas y, en la hebrea, existe la figura del Gólem que cobra vida mediante la pronunciación de palabras cabalísticas.

Quizás el artilugio más antiguo que puede decirse que permitió el desarrollo posterior de la aritmética y, por ende, de la computación, sea el ábaco. Hay evidencias de su existencia entre el año 1000 y 500 a.C. Por ejemplo, en China se descubrieron cuentas de cerámica durante la dinastía Zhou con más de 3000 años. En la obra de **Xu Yue**, *Crónica Aritmética*, de hace 2000 años, durante la dinastía Han (206 a.C. - 220 d.C.) se registran cálculos con un ábaco que tenía una cuenta en la parte superior y cuatro en la inferior. Por supuesto, los egipcios, griegos y romanos también lo emplearon. Heródoto (484 a.C. - 425 a.C.) explicaba que los egipcios movían el ábaco de derecha a izquierda mientras que los griegos lo hacían al revés. Demócrito (384 a.C. - 322 a.C.) ya escribía sobre el uso de piedra para calcular operaciones matemáticas complicadas de realizar mentalmente. La palabra *cálculo* se la debemos a los romanos cuyo

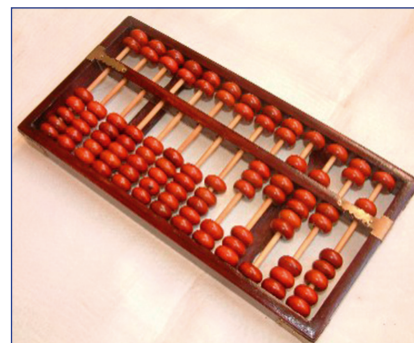


Figura 2. Ábaco chino.

ábaco contenía piedras calizas o de mármol a las que llamaban *calculi*. En cuanto a restos arqueológicos, cabe mencionar el descubrimiento realizado en 1851 de un ánfora de 1,2 m de alto, conocida como Vaso de Darío, decorada, entre otras cosas, con una figura que está realizando cálculos con cuentas.

Ahora bien, si volvemos a los automatismos antiguos, se sabe que, en el 500 a.C., el chino **King-su Tse** inventó un pájaro volador, hecho de madera y bambú, y un caballo, también de madera, que saltaba. Años después, **Arquitas de Tarento** (430 a.C. - 360 a.C.), contemporáneo de Platón y considerado como el padre de la ingeniería mecánica, construyó una paloma de madera que giraba sola gracias a un artilugio que manejaba agua y vapor, a la que hizo volar cerca de 300 metros gracias al impulso del vapor comprimido. También se le considera el inventor de la polea y el tornillo. El propio **Ctesibio** (285 a.C. - 222 a.C.), de quien ya hemos hablado, también ideó un órgano que emitía sonidos por impulsos de agua, no por menos también se le atribuye ser el padre de la mecánica hidráulica. Admirador de este último, aunque no le conoció, **Filón de Bizancio** (c. 280 a.C. - c. 220 a.C.) creó varios autómatas acuáticos; escribió una obra llamada *Sintaxis Mecánica*, donde describe técnicas para elaborar palancas, artefactos neumáticos, clepsidras y maquinaria bélica. En sus obras sobre clepsidras y neumática describe, siguiendo las ideas de Ctesibio, relojes de agua a los que se podían acoplar diversos tipos de autómatas con música y figuras móviles, surtidores y fuentes provistas de figuras de animales que rociaban agua por sorpresa o que se movían o emitían sonidos, todo causado por el efecto del agua.

Dentro del ámbito de la leyenda, se cuenta que en el mausoleo de **Qin Shi Huang** (206 a.C.), el monarca que unificó China y construyó la Gran Muralla,



Figura 3. Ejército de terracota. Mausoleo de Qin Shi Huang en Xi'an (Wikipedia).

junto con el famoso ejército de terracota, hay numerosos tesoros aún por descubrir, entre ellos, una orquesta mecánica de muñecos que se moverían de forma independiente. Lo cierto es que, en la antigua China, se encuentran documentos de la mencionada dinastía Han (206 a.C. - 220 d.C.), asegurando que existían artesanos extraordinariamente perfeccionistas con muñecas capaces de andar, mover cabeza y brazos, bailar, hablar y cantar, y cuya anatomía tanto externa como interna podía imitar completamente a la humana:

"...estaba hecha de cola, pintura, cuero y astillas. El emperador examinó la figura de cerca, y halló que tenía corazón, hígado, vesícula, pulmones, bazo, estómago, riñones e intestinos, pero sus huesos, tendones, dientes, piel y cabello eran artificiales... Muy complacido, el emperador dijo: '¿Puede el hombre ser tan listo que alcance a hacer quizá el trabajo de la Naturaleza?', y metiendo la figura en su carruaje, volvió a China."²

Herón de Alejandría del siglo I de nuestra era es sin duda uno de los mayores ingenieros del pasado. Su invento más conocido es la eolípila, primera máquina de vapor, consistente en una esfera hueca llena de agua conectada a una caldera a la que se adaptaban dos tuberías curvas, al hervir el agua y producir vapor, la bola giraba muy rápi-

do. Su obra se dedicó a los mismos temas de mecánica, neumática, incluyendo los relojes de agua, artilugios bélicos y autómatas. En *Autómatas* (62 d.C.) hace una descripción de sus famosos teatros donde se representaban escenas de la Guerra de Troya, con aves que volaban, gorjeaban o bebían, con aparatos y juguetes que funcionaban con la fuerza creada a partir de las aspas de un molino o de circuitos de agua en ebullición. Llegó a recibir el apodo de *El Mago*.

Durante el imperio romano, hubo una gran afición a los juguetes autómatas que incluían en sus fiestas para el deleite de los asistentes.

En el periodo de los Tres Reinos (220 - 280 d.C.) de China, la construcción de figuras activadas estaba ya tan desarrollada que les permitía tocar la flauta y el tambor, bailar sobre una cuerda, ponerse cabeza abajo y de pie sobre un túmulo, jugar lanzando al aire bolas y cuchillos. En la dinastía Qi del Norte (550-577) también se habla de figuras que sabían tocar melodías con campanas y cítaras en perfecta armonía. En las fiestas sobre lagos artificiales del último emperador de esa era, **Kao Wei** (c. 565-576), se hacía un espectáculo circense con muñecos vestidos de seda y adornados con oro y jade, y algunos lanzaban cuchillos y anillos, se subían a grandes alturas sobre palos y tiraban cuerdas, haciendo que todo pareciera real.

En el 770 d.C., **Yang Wu-Lien** construyó un mono que alargaba las manos y pedía limosna, guardando la

recaudación en una bolsa cuando esta tenía un peso determinado. Los espectáculos con títeres y muñecos florecieron en tiempo de los Tang (618 - 907). El príncipe **Kaya** construyó en el año 840 una muñeca que derrama agua y en el 890, Han Chih Ho presentó un gato de madera que cazaba ratas. Durante la dinastía Song (960-1289) los muñecos se volvieron aún más sofisticados. Capaces de bailar solos o en grupos formando parte de las diversiones en banquetes de la corte junto a los artistas de carne y hueso. En cuanto a la animación física, se dice que las figuras estaban activadas por mecanismos movidos por ruedas de agua, medios químicos y mecánicos, incluyendo hilos, varillaje y alambres.

El *Libro de Mecanismos Ingeniosos* fue una obra escrita en el año 805 por los hermanos Banu Musa (**Ahmad, Muhammad y Hasan bin Musa ibn Shakir**) en los que describieron un centenar de mecanismos y autómatas, y cómo emplearlos. Los hermanos Banu Musa trabajaban en la Casa de la sabiduría, el libro fue un encargo del califa Al-Mamun, quien les había dado instrucciones para recopilar todo el saber al respecto de las diversas obras grecolatinas que se habían conservado. Algunos de los aparatos se inspiraban en las obras de Herón de Alejandría y Filón de Bizancio, así como en la antigua Persia, China e India. Otros fueron invenciones suyas.

En el año 1050 el rey hindú **Bhojadeva Virachitam** (1000 - 1055) escribió el *Samarangana-Sutradhara*, una obra enciclopédica acerca de



Figura 4. Dibujo de la lámpara auto relleable del Libro de Mecanismos Ingeniosos de los hermanos Banu Musa.

²The Chinese Conception of the Theatre of Hsu Tao-Ching, University of Washington Press, Seattle and London, 1985.



la arquitectura clásica hindú, que incluía comentarios (capítulo 31) sobre la construcción de *iantras*, máquinas capaces de actuar por sí solas y que se podían emplear como guardianes de palacio (robots).

En el siglo XII **Al Jazari** (1136-1206) fue famoso por sus inventos entre los que se incluyen bombas, árboles de levas, bielas y cigüeñales, así como distintos tipos de engranajes, relojes de agua y sus autómatas musicales. Los árabes idearon diversos automatismos, como fueron las máquinas dispensadoras de agua, recogiendo la herencia grecorromana y asiática y buscando no solo la diversión sino aplicaciones de utilidad, pero por encima de todo dominaban el mundo de los relojes. En realidad, los relojes pueden verse como las máquinas más antiguas cercanas al concepto de robótica. Muchos de ellos, en catedrales o ayuntamientos, han hecho las delicias de los ciudadanos con los movimientos de sus figuras humanas o animales. Como ejemplo podemos citar el Gallo de Estrasburgo que todavía se conserva y funcionó desde 1352 a 1789 formando parte del reloj de la catedral, y que movía el pico y las alas. En España tenemos el Papamoscas de la catedral de Burgos que data del siglo XV, aunque la imagen actual fue reemplazada en el siglo XVIII; se trata de una figura de medio cuerpo que se asoma sobre la esfera del reloj; su rostro es algo grotesco y muestra una partitura en su mano derecha con la que empuña la cadena del badajo de una campana. Cada hora en punto se acciona un mecanismo que mueve el brazo para dar las campanadas.

No se puede evitar entrar en el mundo de la leyenda nuevamente para hablar de las cabezas parlantes o de los autómatas que se movían cual seres humanos atendiendo a sus señores. Empecemos por el monje benedictino **Gerbert d'Aurillac** (c. 945 - 1003), elegido papa con el nombre de Silvestre II en el año 999, a quien se atribuye la invención de una cabeza parlante, además de otros avances como un sistema de taquigrafía encriptada e introducir

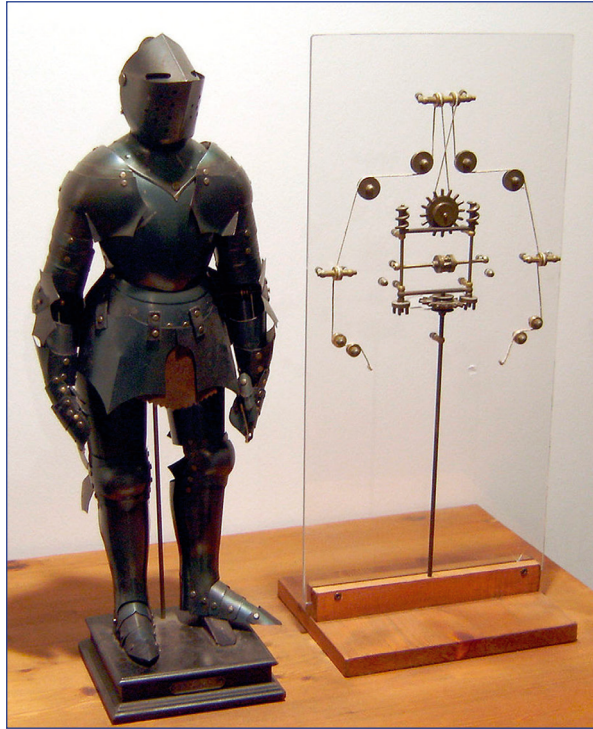


Figura 5. Modelo del robot de Leonardo con funcionamiento interno, mostrado en Berlín (Wikipedia).

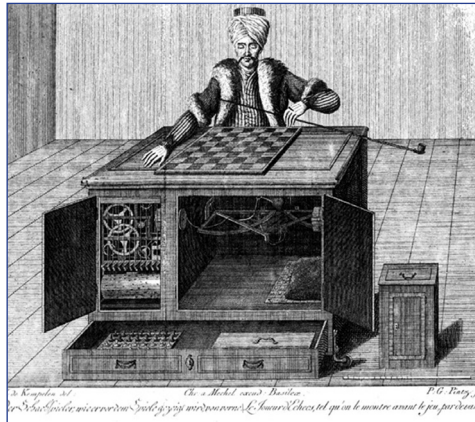


Figura 6. El turco como lo veía el público.

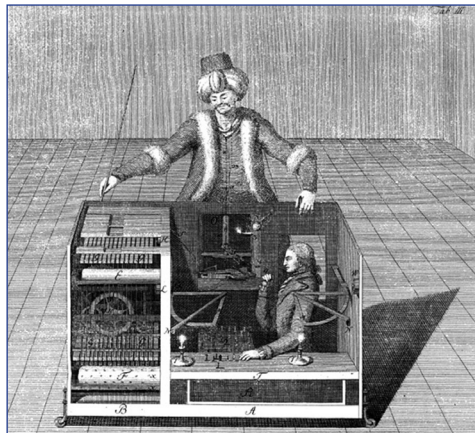


Figura 7. El turco como se cree que funcionaba.

en Francia el sistema decimal y el cero. Del franciscano inglés **Robert Grosseteste** (1175-1253), posiblemente el primer canciller que tuvo la Universidad de Oxford, también se dijo que había fabricado una cabeza oracular de bronce y en la que estuvo trabajando siete años. El siguiente es otro monje, esta vez dominico, **Alberto Magno** (1204-1282) que construye el primer androide, "el hombre de hierro", con hierro, cristal y cuero, del que se decía que era capaz de andar, atendía la puerta del monasterio, avisaba si había llegado alguien, se encargaba de entretener a los visitantes y, además, podía hacer tareas caseras. Para este "ser" acuñó el término "androide". A San Alberto también se le atribuyen algunos descubrimientos alquímicos como el arsénico, las propiedades

fotosensibles del nitrato de plata e incluso la piedra filosofal, de la que se sirvió, según cuentan, para crear el metal de una cabeza parlante femenina y la misteriosa sustancia que la vivificaba; al parecer, tardó treinta años en confeccionar aquella maravilla, y se cuenta que, a su muerte, fue destruida a bastonazos por un escandalizado discípulo suyo, Santo Tomás de Aquino (1225-1274), cosa difícil de creer por llevar años fallecido. Y, finalmente, otro religioso, el franciscano **Roger Bacon** (1214 - 1294) profesor en Oxford, famoso filósofo y teólogo, de quien se afirma que fabricó una cabeza parlante que le hizo sospechoso de hechicería o magia siendo llamado a capítulo por el general de los franciscanos.

Leonardo da Vinci (1452-1519) construyó, para el rey Luis XII de Francia, un león mecánico, que se abría el pecho con la garra y mostraba el escudo de armas real. Se cree que sobre el 1495 diseñó un autómata humanoide: un caballero con armadura, capaz de incorporarse, agitar los brazos, mover la cabeza (tenía un cuello flexible) y abrir y cerrar la mandíbula. Las notas de diseño para el robot aparecieron en unos cuadernos de bocetos redescubiertos en los años 1950. Se construyó dicho autómata basándose fielmente en los diseños de Leonardo, demostrándose que era plenamente funcional. Leonardo



también diseñó una máquina de calcular.

En la España del siglo XVI **Juanelo Turriano** (originalmente Giovanni Torriani) (1500-1585), inventor, arquitecto y relojero real del emperador Carlos V, construyó en Toledo el llamado "Hombre de Palo". No se conoce muy bien su naturaleza y función, pero la leyenda más extendida afirma que consistía en un aparato antropomórfico de madera, construido con el fin de recolectar limosnas, y con capacidad para mover piernas y brazos. En 1640, **René Descartes** (1596-1650) construyó una mujer autómatas a la que llamaba *mon fill Francine*, en memoria a su hija. En 1662 se celebró la inauguración del teatro de autómatas Takedo en Osaka.

Quizás uno de los más famosos autómatas sea el pato de **Jacques Vaucanson** (1709-1782), artificio mecánico de más de 500 piezas, capaz de graznar y comer de la mano del público. Relojeros aficionados a los automatismos con gran éxito fueron el suizo **Pierre Jaquet-Droz** (1721-1790) y su hijo **Henri-Louis** que diseñaron, entre otras muchas cosas, paisajes animados –el más famoso el de la Cueva– y figuras humanas capaces de escribir, dibujar o tocar un instrumento musical. También cabe señalar en el ámbito de la ortopedia al socio de Pierre, **Jean-Frédéric Leschot** que fabricó prótesis para miembros amputados con bastante éxito en cuanto a la movilidad de sus brazos y piernas artificiales.

Gottfried Leibniz (1646-1716), ya había documentado el sistema binario moderno en su *Explication de l'Arithmétique Binaire*, facilitando el desarrollo de la inteligencia artificial. Pero fueron personajes como **Wilhelm Schickard** (1592-1635), **John Napier** (1550-1617) y **Charles Babbage** (1791-1871), quienes contribuyeron con sus máquinas calculadoras, y **Leonhard Euler** (1707-1783), **John Venn** (1834-1923), **Allen Marquand** (1853-1924) y **George Boole** (1815-1864), quienes desarrollaron algoritmos lógicos y modelos matemáticos, los que permitieron pasar a la robótica moderna utilizando como base la computación.

En 1769, el ingeniero húngaro **Johann Wolfgang Ritter von Kempelen** (1734-1804), fabricó un autómata para jugar al ajedrez, lo vistió con faldones y turbante y se le conoció como *el Turco*. Estaba sentado a una mesa con un tablero de ajedrez. El "robot" ganaba las partidas más complejas y su fama creció a límites increíbles cuando ganó

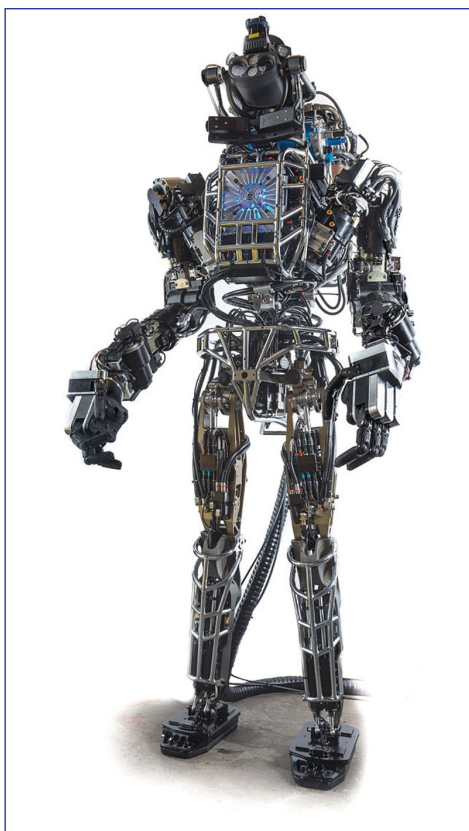


Figura 8. Robot Atlas (de EEUU) diseñado para tareas de búsqueda y rescate (en desarrollo desde 2013) (wikipedia).

tres veces a Napoleón en 1809. También derrotó al emperador José II y a la zarina Catalina II de Rusia. Hoy en día siguen siendo un misterio algunos aspectos de su invento.

El nombre de "caja musical" se debe a **Antoine Favre** (1767-1828), relojero también, creador de un mecanismo que tenía un fino diente que era pulsado por púas, comercializado en 1796. En 1802 surgió una nueva versión del mecanismo, que empleaba un disco plano giratorio con púas y orificios, lo que llevaba a la antesala de la tarjeta multiperforada del telar de Jacquard y la calculadora del es-

pañol **Ramón Verea** (1833-1899). La máquina de Verea fue la primera que podía multiplicar sin recurrir a sumas, diseñada con un único prisma de diez caras, cada una con una columna de agujeros de diez diámetros diferentes. La calculadora, conocida como la *Verea Direct Multiplier*, fue una revolución; de hecho, a finales del siglo XIX, todas las calculadoras cambiaron al modelo directo de Verea.

En 1898 **Nicolás Tesla** (1856-1943) presentó en el Madison Square Garden de Nueva York lo que algunos consideran el primer robot de la edad moderna, un barco teledirigido, a partir del que patentó el *Teleautomation*, un torpedo para uso militar.

En 1906 desarrolló una bombilla incandescente triple conocida como trío, que es una de las bases fundamentales de la circuitería electrónica moderna y que sustentó el desarrollo de las máquinas de computación hasta la invención de los transistores. Los primeros autómatas son ingenios mecánicos más o menos complicados que desarrollaban un programa fijo, pero que no empleaban necesariamente la realimentación.

Isaac Asimov (1920-1992) utilizó por primera vez el término "robótica" y postuló las tres leyes de la robótica en su libro *I Robot* (*Yo robot*), publicado en 1950, coincidiendo con el apogeo de la robótica moderna³.

³1ª Ley: Un robot no hará daño a un ser humano o, por inacción, permitirá que un ser humano sufra daño.

2ª Ley: Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la 1ª ley.

3ª Ley: Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la 1ª o la 2ª Ley.

- <http://www.britannica.com/eb/article-9063935/robot>
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://plato.stanford.edu>
- <http://www.britannica.com>
- <http://www.artehistoria.com/>
- http://automata.cps.unizar.es/Historia/Web/automatas_en_la_historia.htm
- http://www.automates-anciens.com/version_espanola/frames/english_frames.htm
- Yo Robot. Isaac Asimov. Editorial Edhasa. 1979.
- The Chinese Conception of the Theatre. Hsu Tao-Ching. University of Washington Press, Seattle and London, 1985.