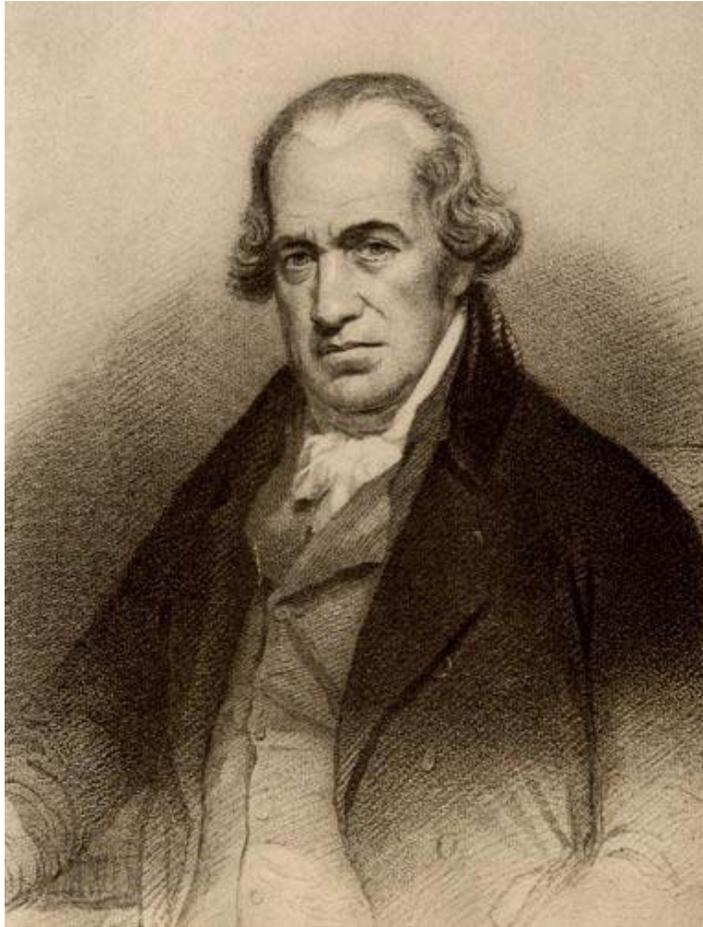
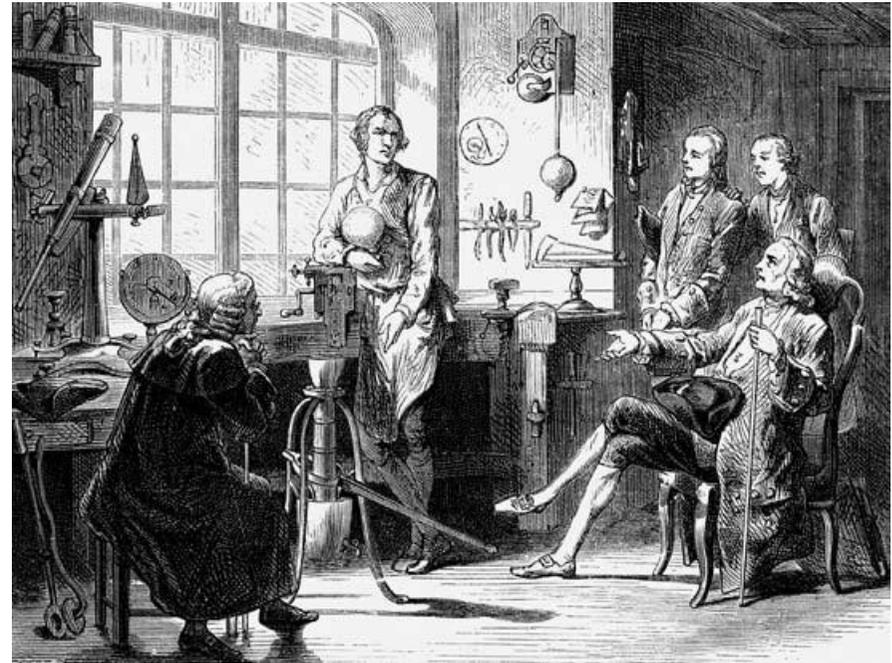


Document per a ús privat / Document for private use.

Es recomana consultar les fonts esmentades /
It is recommended to consult the sources mentioned



Text: GRIBBIN, J., *Historia de la Ciencia*, 1543-2001, Barcelona, Crítica-RBA.



LA MÁQUINA DE VAPOR: THOMAS NEWCOMEN, JAMES WATT
Y LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Aunque este libro no es una historia de la tecnología, al igual que no es una historia de la medicina, vale la pena examinar brevemente los logros de James Watt, el amigo de Black, porque estos logros fueron un paso especialmente significativo hacia el tipo de sociedad en que vivimos actualmente, una sociedad basada en la ciencia. El aspecto especial del caso de Watt es que fue la primera persona que tomó unas cuantas ideas que estaban en el filo de lo que era la investigación científica en su tiempo y las aplicó para realizar un avance tecnológico importante. El hecho de que estuviera trabajando en una universidad, en contacto directo con los investigadores que estaban logrando notables avances científicos,³ fue un precedente del modo en que trabajan las industrias modernas de alta tecnología, que disponen de laboratorios estrechamente relacionados con la investigación. En la segunda mitad del siglo XVIII, las mejoras que hizo Watt en la máquina de vapor fueron realmente de alta tecnología; fue el es-

tilo global del proyecto de Watt el que señaló el camino para el desarrollo de la tecnología durante los siglos XIX y XX.

Watt nació en Greenock, Clydeside, el 19 de enero de 1736. Su padre, que se llamaba también James, fue un carpintero naval que había diversificado sus actividades para ser también abastecedor de buques, constructor, naviero y comerciante, con lo cual podía construir un barco, equiparlo, proveer una carga y enviarlo para que el cargamento se vendiera en un puerto extranjero. La madre, Agnes, había tenido tres hijos antes de que naciera el joven James, pero todos ellos murieron jóvenes; un quinto hijo, John, nació tres años después de James y sobrevivió a la infancia, pero desapareció en el mar siendo aún joven, cuando navegaba en un barco de su padre.

El joven James Watt fue criado en un ambiente confortable y recibió una buena educación básica en la escuela local, aunque sufría de migrañas y se le consideraba delicado físicamente; mostraba más interés por el taller de su padre que por la escuela y realizaba modelos con funcionamiento real de distintas máquinas, así como otros artilugios, entre otros un organillo. No fue enviado a la universidad porque la intención de su padre era que se hiciera cargo del negocio naval y naviero de la familia. Sin embargo, como resultado de una serie de quiebras de negocios que afectaron a la red de intereses de James padre, estos planes de futuro se esfumaron y, cuando le faltaban un par de años para cumplir los veinte, el joven James tuvo que enfrentarse de repente a la perspectiva de tener que buscar por sí mismo un modo de ganarse la vida. En 1754 fue a Glasgow para aprender el oficio de fabricante de instrumentos matemáticos y, más tarde, se trasladó a Londres, donde, a cambio de su trabajo y del pago de una tasa de 20 guineas, uno de los mejores fabricantes de instrumentos del país le dio un curso acelerado, una especie de aprendizaje comprimido, durante un año. Regresó a Escocia en 1756 con la intención de empezar con un negocio en Glasgow, pero se lo impidieron los poderosos gremios de artesanos, alegando que no había realizado un aprendizaje tradicional; sin embargo, al año siguiente, le concedieron un taller y alojamiento dentro del recinto universitario, donde se convirtió en fabricante de instrumentos matemáticos para la universidad, pudiendo también aceptar trabajos particulares. La universidad tenía poder para hacer lo que quisiese dentro de sus propias instalaciones, y una de las cosas que ciertamente disgustaban a personas como Adam Smith, que entonces ocupaba una cátedra en Glasgow, era el modo en que los gremios ejercían su poder.

Watt, más o menos, se ganaba la vida en su nuevo puesto de trabajo y tuvo tiempo para dedicarse a hacer algunos experimentos con la fuerza del vapor, animado sobre todo por uno de los alumnos que estudiaban entonces en Glasgow, John Robinson, quien, en 1759, sugirió a Watt la posibilidad de que la fuerza del vapor sirviera para impulsar un carruaje. Aunque estos experimentos no dieron resultado alguno, sí parece que Watt tenía ya una idea de lo que podría ser la máquina de vapor cuando le pidieron, durante el invierno de 1763-1764, que reparara un modelo con funcionamiento real de la máquina de Newcomen, que la universidad había adquirido y que presentaba el problema de que, siendo de funcionamiento real, sin embargo no funcionaba.

Thomas Newcomen (1664-1729) y su ayudante John Calley habían construido en 1712 la primera máquina de vapor que funcionó correctamente. La habían instalado en una mina de carbón cerca de Dudley Castle, en la región central de Inglaterra. Aunque otras personas habían experimentado ya anteriormente con la fuerza del vapor, ésta fue la primera máquina que se pudo utilizar para realizar un trabajo útil,

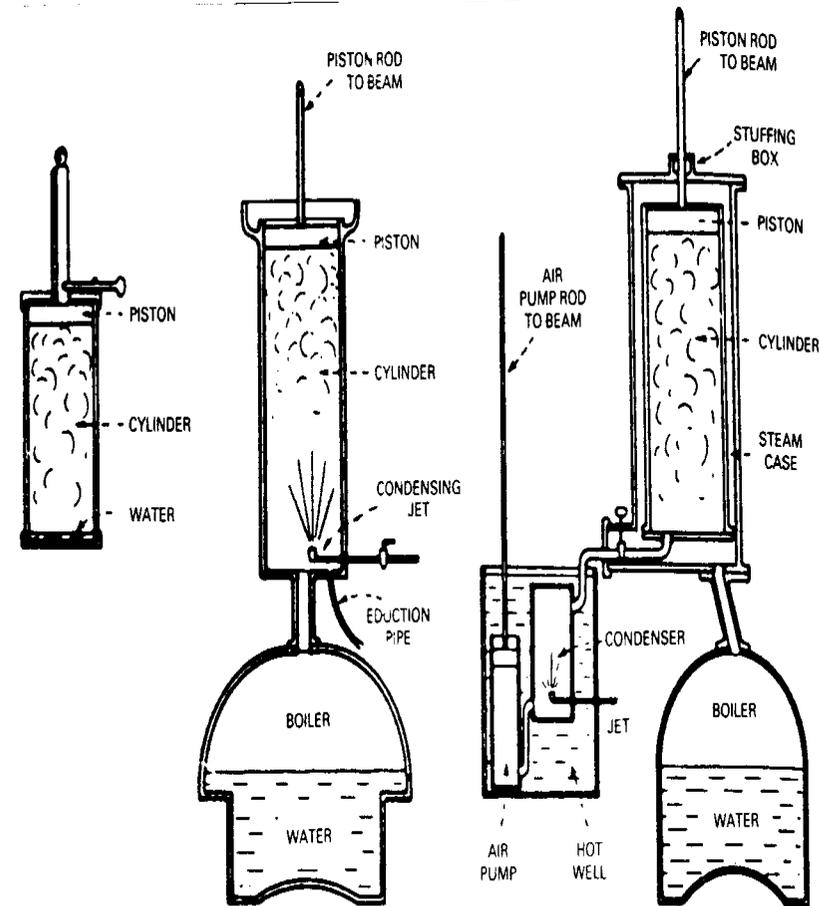


Figure 5.1: Schematic arrangements of the steam engines of Papin, Newcomen, and Watt.

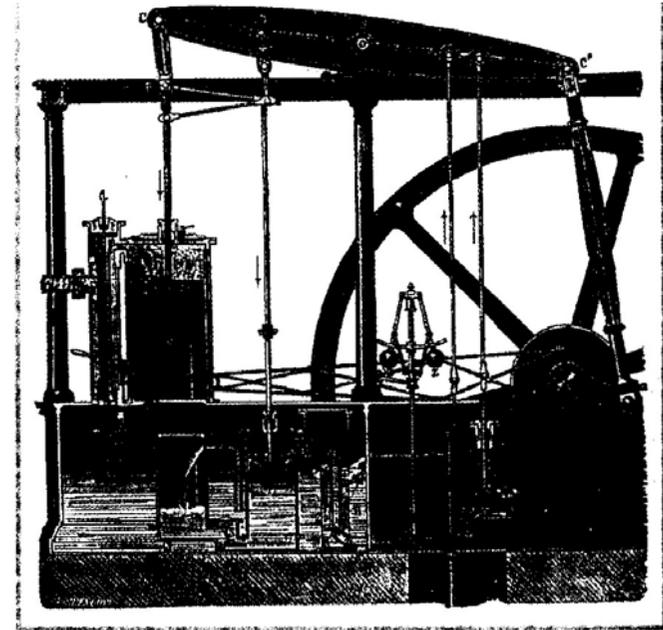
McNEIL, I., An Encyclopaedia of the History of echnology. Londres-Nova York: Routledge, 1990.

-achicando por bombeo el agua de la mina. La característica principal del diseño de Newcomen era que contenía un cilindro vertical con un émbolo, construido de tal manera que el émbolo se encontraba unido a un contrapeso mediante una viga. En condiciones normales, el peso cae y levanta el émbolo hasta el extremo superior del cilindro. Para hacer que la máquina funcione, el cilindro que está debajo del émbolo se llena de vapor. A continuación, se rocía con agua fría el interior del cilindro, haciendo que el vapor se condense, con lo que se crea un vacío parcial. La presión atmosférica impulsa el émbolo hacia abajo, entrando éste en el espacio vacío, a pesar del contrapeso. Cuando el émbolo llega a la parte inferior del cilindro, se deja que el vapor vuelva a entrar por debajo del émbolo igualando la presión, o incluso aumentándola ligeramente por encima de la presión atmosférica, aunque esto no es necesario, de tal forma que el contrapeso pueda levantar de nuevo el émbolo hasta la parte superior del cilindro. Después, este ciclo se repite una y otra vez.⁴

Después de haber reparado los mecanismos de aquel modelo de la máquina de Newcomen, Watt se dio cuenta de que, cuando se avivaba el fuego y el pequeño calentador de agua de la máquina se llenaba de vapor, éste se agotaba del todo en muy pocos recorridos del émbolo, aunque se suponía que era un modelo a escala perfecto de una máquina que tendría que funcionar durante mucho más tiempo. Watt constató que esto se debía a lo que se conoce como efecto de escala -Isaac Newton había señalado en su *Opticks* que un objeto pequeño pierde calor más rápidamente que uno grande que tenga la misma forma; la razón es que el calor escapa a través de la superficie y que cuanto más pequeño es un objeto, mayor es la superficie en proporción a su volumen, que es el que almacena el calor-. Sin embargo, en vez de limitarse a encogerse de hombros y aceptar que el modelo a escala nunca podría funcionar igual de bien que la máquina real, Watt comenzó a examinar detenidamente los principios científicos en que se basaba el funcionamiento de la máquina, para ver si conseguía aumentar su eficacia -teniendo en cuenta que, en consecuencia, las mejoras valdrían asimismo para que las máquinas de vapor de tamaño real fueran mucho más eficientes que las máquinas de Newcomen.

Watt constató que, en la máquina de Newcomen, la mayor pérdida de calor era la que resultaba de la necesidad de enfriar todo el cilindro en cada recorrido del émbolo (al ser de metal, dicho cilindro tenía un elevado calor específico), y calentarlo luego de nuevo hasta por encima de la temperatura de ebullición del agua, para poder llenarlo otra vez de vapor. Se dio cuenta de que la solución era utilizar dos cilindros, uno de los cuales se mantenía caliente durante todo el recorrido del émbolo, mientras que el otro se mantenía frío durante todo el tiempo (en los primeros modelos esto se hacía sumergiéndolo en un depósito de agua). Cuando el émbolo estaba en el punto más alto de su recorrido, se abría una válvula para que el vapor fluyese del cilindro caliente al cilindro frío, donde se condensaba, creando así el vacío parcial que era necesario. En la parte inferior del recorrido, esta válvula se cerraba y otra válvula se abría, dejando que un vapor más frío entrara en el cilindro que aún estaba caliente. Había muchas otras mejoras, incluido el uso de vapor caliente a presión atmosférica para impulsar el émbolo hacia abajo desde la parte superior, contribuyendo así a mantener caliente el cilindro que estaba funcionando; pero el avance fundamental fue el condensador separado.

En el transcurso de estos experimentos, Watt se encontró con el fenómeno del calor latente, unos pocos años después de que Black lo descubriera. Parece ser que no



22. La máquina de vapor de Watt.

se había enterado de lo que había hecho Black (lo cual no sorprende, ya que Black nunca publicaba cosa alguna), pero comentó sus descubrimientos con Black, el cual le puso al día, ayudándole a seguir mejorando su máquina. Lo que Watt observó fue que, si se añadía una parte de agua hirviendo a treinta partes de agua fría, el aumento en la temperatura del agua fría apenas era perceptible; pero, si una cantidad comparativamente pequeña de vapor (a la misma temperatura que el agua hirviendo, por supuesto) se mezcla con el agua fría, pronto hace que el agua hierva (ahora sabemos que se debe a que el calor latente que se libera en forma de vapor se condensa convirtiéndose en agua).

Watt patentó su máquina de vapor en 1769, pero no fue un éxito comercial inmediatamente; su ocupación principal entre 1767 y 1774 fue el trabajo de supervisor de los canales escoceses, incluido el canal de Caledonia. Se había casado en 1763, pero su primera esposa, Margaret, falleció en 1773, dejándole dos hijos, y en 1774, Watt se tras-

lado a Birmingham, donde formó parte de un grupo con inquietudes científicas conocido como la Lunar Society (porque se reunían una vez al mes), en el que estaban también Joseph Priestley, Josiah Wedgwood y Erasmus Darwin (estos dos últimos eran los abuelos de Charles Darwin). Fue en Birmingham donde Watt se asoció con Matthew Boulton (1728-1809), a quien había conocido por mediación de Erasmus Darwin, y esta asociación fue lo que les condujo al éxito comercial de sus máquinas de vapor. Watt también inventó y patentó muchos detalles para mejorar las máquinas, como, por ejemplo, un regulador automático para cerrar la entrada de vapor si la máquina estaba funcionando con demasiada rapidez. Watt se volvió a casar en 1775 y tuvo un hijo y una hija con su segunda esposa, Ann. Se retiró de sus negocios de máquinas de vapor en 1800, a los 64 años de edad, pero siguió diseñando inventos hasta su muerte, acaecida en Birmingham el 25 de agosto de 1819.

