

# LAS TÉCNICAS DE GRABADO Y LA LITOGRAFÍA EN LOS LIBROS DE MÁQUINAS DE LOS SIGLOS XV AL XIX

*Engraving and Lithography Techniques Used in 15<sup>th</sup>-19<sup>th</sup> Century  
Machine-printed Books*

PATRICIA ZULUETA PÉREZ y MARIANO OLCESE SEGARRA\*  
Universidad de Valladolid

## **Resumen**

Al contrario de lo que en un principio pudiera parecer, resulta poco probable reconocer, a primera vista, con exactitud, la técnica con la que ha sido elaborada una determinada imagen impresa y, en el caso de que así fuera, el nombrarla adecuadamente. Durante la consulta de manuales y textos sobre la historia de la estampa, sus diferentes tipos y sus diferentes acepciones, se encuentra más de una ambigüedad al respecto. Se pretende por tanto, en este trabajo, traer a la memoria la relevante presencia de la estampa en la historia de la técnica recapitulando, mediante una exposición ordenada, los procedimientos más utilizados en los siglos XV al XIX, sin entrar en detalles excesivamente minuciosos pues sería objeto de un estudio más amplio, y presentar muestras de su aplicación a la divulgación tecnológica durante dicho período por medio de los ejemplos más significativos.

*Palabras clave:* grabado, litografía, divulgación científica, libros de máquinas.

## **Abstract**

Contrary to first impressions, it is rather unlikely that one would be able to accurately recognise, at first glance, the technique that has been used in composing a certain printed image and, in the event it were possible to do so, to be able to name it accurately. In reading manuals and textbooks on the history of printing as well as on its various types and nuances of meaning, there seem to be a number of

---

\*. Doctores arquitectos y docentes de las áreas de Expresión Gráfica en la Ingeniería y de Expresión Gráfica Arquitectónica, Escuela de Ingenierías Industriales. Correo electrónico: pzulueta@eis.uva.es, tetuan@ega.uva.es. Fecha de recepción del artículo: 9 de noviembre de 2011. Fecha de aceptación: 11 de enero de 2012.

ambiguities on this subject. Therefore, the aim of this essay is to bring the importance of printing in the history of technique to mind by summarising, by means of a structured presentation, the most frequently used procedures between the 15<sup>th</sup> and the 19<sup>th</sup> centuries, without going into too minute a detail since this would have to be the subject of a much broader study, and present some instances of how it was employed in scientific dissemination during said period by including some of the most relevant examples.

*Key words:* engraving, lithography, scientific dissemination, machine-printed books.

## 1. INTRODUCCIÓN

*El objetivo de la estampa y del arte gráfico ha sido el de transmitir información visual, a veces con intencionalidad artística, por lo que se llegó a convertir en un poderosísimo método de comunicación entre los hombres, que produjo grandes efectos sobre el pensamiento y la cultura occidental durante cinco siglos.<sup>1</sup>*

Comenzaremos planteando unas descripciones generales de los principales términos que intervendrán a lo largo de la exposición.<sup>1</sup> Así, para el término ‘grabado’ atenderemos a lo que puede leerse en el diccionario de la RAE:

1. Arte de grabar. (Grabar: Señalar con incisión o abrir y labrar en hueco o en relieve sobre una superficie un letrero, una figura o una representación de cualquier objeto).
2. Procedimiento para grabar.
3. Estampa que se produce por medio de la impresión de láminas grabadas al efecto. (Estampa: Reproducción de un dibujo, pintura, fotografía, etc., trasladada al papel o a otra materia, por medio del tórculo o prensa, desde la lámina de metal o madera en que está grabada, o desde la piedra litográfica en que está dibujada).

En estas acepciones encontramos la primera y más común paradoja: si se atiende a la segunda acepción de las propuestas, se califica al grabado como un *proceso*, mientras que la tercera entrada lo define como un

---

1. Para establecer las definiciones de todos estos términos se ha tenido en cuenta lo expuesto en los siguientes textos: *Diccionario de la RAE* en sus diversas ediciones; Javier Blas Benito (coord.), Ascensión Ciruelos Gonzalo, Clemente Barrera Fernández, *Diccionario del dibujo y la estampa: vocabulario y tesoro sobre las artes del dibujo, grabado, litografía y serigrafía*, Madrid, RABASF, Calcografía Nacional, 1996; Javier Blas Benito y José Manuel Matilla Rodríguez, «La terminología de arte gráfico en la normativa española», *Museo, Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España*, 3, 1998, pp. 171-184; y Mariano Rubio Martínez, *Ayer y hoy del grabado y sistemas de estampación: conceptos fundamentales, historia y técnicas*, Tarragona, Tarraco, 1979.

*producto*. En el presente estudio nos vamos a referir al grabado como la operación técnica conducente a la obtención de estampas, entendidas estas como un *producto final* en el cual la multiplicidad es su característica más genuina. Otra indeterminación muy habitual es designar a la ‘estampa’ como ‘lámina’ pues este vocablo equivale a la propia matriz grabada (o plancha) y no al resultado sobre papel, principalmente, o sobre un tejido. Consecuentemente, admitiremos que «una estampa, surge de la conjunción de dos tipos de actividades: el trabajo sobre una matriz a partir de técnicas de grabado, litografía o serigrafía y la impresión de dicha matriz o estampación».<sup>2</sup>

A continuación, definiremos el conjunto de métodos artísticos cuyos resultados conforman el denominado «arte gráfico». Entre los mismos se encuentran las ya citadas técnicas de grabado que se aplican realizando incisiones sobre tacos de madera o sobre planchas —metálicas, desde los orígenes, o de linóleo, siglos después— y que, a su vez, pueden ser de dos tipos: técnicas de grabado en relieve y técnicas de grabado en hueco. En las primeras, debido a su carácter tipográfico, se vacían los espacios que deben quedar en blanco dejando en relieve las zonas correspondientes a los contornos y aristas de la imagen; pertenecen a este tipo de técnicas tanto el grabado en madera como el linograbado. Por el contrario, en las técnicas de grabado en hueco se realizan incisiones en una plancha metálica siguiendo las líneas del dibujo a través de métodos directos —buril, punta seca y manera negra— y por procedimientos indirectos —al agua fuerte, barniz duro o blando, aguatinta y aguada.

Existen otras técnicas que permiten, igualmente, obtener estampas a partir de una matriz entintada; son aquellas que dan origen a una plancha sin incisiones, por lo cual no deberían formar parte de las técnicas de grabado como en ocasiones se las designa pues ¿cómo se concibe una incisión sin profundidad? Realmente, se trata de técnicas aditivas de impresión planográfica en las que la matriz se obtiene añadiendo materia y no, como en los procesos de grabado, sustrayéndola. Entre ellas se encuentran la litografía, sobre piedra, la cincografía, sobre plancha de cinc, y la algrafía, sobre plancha de aluminio.

En cuanto a los orígenes de estas técnicas, resumidos en unas cuantas pinceladas históricas, las primeras impresiones de dibujos parece que se

---

2. Blas *et al.* (1996), voz ‘estampación.’

realizaron en Egipto, sobre tejidos, mediante planchas grabadas en madera, mientras que en China se estamparon por vez primera textos con este mismo procedimiento. En Occidente, las primeras muestras coinciden con la aparición del papel y la elaboración de naipes y estampas de carácter religioso. En Europa, las primeras estampas conocidas se realizaron mediante la técnica del grabado en relieve y tuvieron lugar a principios del siglo XV, sin conocerse una fecha exacta. Tras los primeros códices manuscritos propios de época medieval, comenzaron a elaborarse otros cuyas ilustraciones se realizaban mediante tacos de madera tallados y posteriormente entintados y estampados; al parecer, el grabado en madera constituyó el antecedente directo de la imprenta. Los primeros ejemplares editados en Alemania y Países Bajos, los denominados incunables, se ubican temporalmente entre 1453 y 1500. A partir del siglo XVI la difusión de la imprenta y del libro impreso propiciaron el desarrollo de, entre otros, el campo de la mecánica. Se llevaron a cabo traducciones de textos de Arquímedes, Herón y Vitruvio, se editaron libros de fortificación y máquinas de guerra, de instrumentos de medida, de máquinas hidráulicas y de maquinaria para las minas, canteras y talleres. Progresivamente, los libros se fueron poblando de estampas en relieve de la mejor calidad, sobre todo en sus portadas, con orlas, iniciales y escudos que aportaban mayor vistosidad.

Por otra parte, en torno a 1460, habían comenzado a utilizarse algunas técnicas de grabado en hueco cuya autoría atribuyó Giorgio Vasari, sin absoluta certeza, a Tommaso Finiguerra, orfebre florentino conocido por sus ‘niellos’ (labor similar al esmalte negro, obtenida al rellenar las incisiones realizadas con buril con una aleación de plomo y plata fundidos con azufre). Con el interés de obtener una copia de sus niellos, el artesano Finiguerra entintaba los surcos realizados y luego estampaba sobre papel humedecido; esta operación se denominaba nielado (Rubio, 1979: 21).

A su vez, otras técnicas de grabado en hueco —al agua fuerte— eran ya utilizadas en época medieval por los árabes de Damasco, en los talleres de los maestros armeros que decoraban sus creaciones utilizando ácidos corrosivos. Desde Oriente llegó a la Península Ibérica donde a principios del XVI ya comenzaba a utilizarse la llamada técnica del ‘damasquinado’ para el arte de grabar (Rubio, 1979: 161). Durante el siglo XVII, el cobre fue desplazando a la madera y las mejores obras del siglo se realizaron al buril y al agua fuerte. En el Setecientos se siguieron utilizando técnicas clásicas en relieve y en hueco, pero emergieron nuevos procedimientos como el inventado por el inglés Thomas Bewick en las últimas décadas del siglo y que consistía en una nueva modalidad del grabado en madera con la que se

conseguió competir a la par con la talla dulce en cuanto a la libertad de trazo y calidad de acabado.

Durante el proceso de grabado intervenían habitualmente el artista o autor del dibujo, el grabador y, con frecuencia, se interponía otro personaje más: aquel que trazaba el dibujo sobre la matriz. En las estampas anteriores al s. XIX, la mención del grabador se hacía constar mediante una serie de vocablos latinos. Así, las expresiones *delineavit* o *pinxit* se anteponían al nombre del autor del original que se estaba convirtiendo en grabado; ligados a ellas, existían los términos *fecit*, *incidit* o *incisit*, y *sculsip* que indicaban el nombre del grabador que había realizado la obra de otro artista; en español: *lo grabó* o *gº*. Completando esta serie se encuentra el término *excudit* que enlaza con los anteriores y servía de antefirma al editor (Cabo, 1981: 40-63).

Ya en los umbrales del siglo XIX, en 1796, un autor de obras de teatro, el alemán Alöis Senefelder, en un intento de imprimir sus propias obras y al no tener medios económicos suficientes para utilizar el cobre, recurrió al empleo de piedras de las canteras de Solnhofen (Baviera), lo que le condujo al descubrimiento de la litografía. Se trataba de una técnica de impresión plana en la que, a diferencia de las anteriormente expuestas, no había sido abierta ni tallada la matriz y que permitía la estampación a partir de una imagen dibujada sobre una piedra con tinta o lápiz graso. Senefelder patentó su invento en Londres en el año 1800.

Atendiendo ahora a las aplicaciones del conjunto de estas técnicas al tema que nos ocupa, es bien sabido que desde el Renacimiento y durante varias centurias estuvieron muy en boga un tipo de publicaciones que albergaban en su interior descripciones y dibujos de los más variopintos aparatos e inventos. Los libros de máquinas publicados en Europa durante el siglo XVI se orientaron a la búsqueda de soluciones para los nuevos problemas planteados por el apresurado desarrollo de la minería, las artes militares, la metalurgia y la navegación. Estos antiguos tratados fueron considerados por Denis Diderot como antecedentes directos de *L'Encyclopédie* (1751-1772) y citaba como paradigmas: *De re metallica* de Giorgius Agrícola (1556), *Le diverse et artificiose machine* de Agostino Ramelli (1558) y el *Theatrum instrumentorum et machinarum* de Jacques Besson (1578). El título de esta última obra se utilizó con frecuencia por otros autores en los siglos XVII y XVIII para designar esta clase de trabajos. En particular, Georg Andreas Böckler y Jacob Leupold lo adoptaron respectivamente en el *Theatrum machinarum novum* (1661) y los *Theatri machinarum hydraulicarum* y *Teatrum machinarum generale* (1724 y 1725). Se trataba

de los conocidos ‘Teatros de máquinas’, presentaciones escenográficas de objetos de curiosidad que siempre han estado presentes en el recorrido por la historia de la técnica. (Le Bot 1979: 56)

Al abrir un teatro de máquinas, generalmente un gran infolio, se descubre primero el frontispicio, seguido de una dedicatoria a un gran personaje, luego una epístola al lector, a veces acompañada de un prefacio, donde el autor anuncia cómo y por qué ha decidido hacer públicas sus invenciones. Inventos que aparecen en la serie de planchas grabadas a toda página, que constituyen lo esencial de la obra. Cada una representa un instrumento o una máquina con una leyenda descriptiva, a menudo en latín. Lo acompaña un texto más o menos desarrollado, la «presentación de la figura». Consiste en precisar la utilidad de la máquina, en qué circunstancias usarla y cómo se propagan y transforman en ella las fuerzas y movimientos (Verín, 2004).

Estos libros constituyeron las primeras colecciones impresas conocidas de dibujos de máquinas y contenían, fundamentalmente, imágenes científicas de máquinas hidráulicas y bélicas, representadas en sus inicios a partir de procedimientos de grabado en madera. Más adelante, se fueron complementando con muestras de otro tipo de ingenios y mecanismos, con ilustraciones cada vez más numerosas que se elaboraron mediante nuevos métodos, como el de grabado en cobre. El grabado en hueco con sus diversas variedades se aplicó con profusión en la representación de la máquina.

Ya entrado el siglo XIX fue muy utilizado el invento de Bewick debido a los buenos resultados que ofrecía y al escaso desgaste de la matriz tras un uso prolongado. Con esta técnica se llevaron a cabo en nuestro país relevantes publicaciones de la prensa periódica del Ochocientos en las que se incluían los logros industriales del siglo.

Por otra parte, existen numerosas muestras de manuales, tratados, atlas y álbumes de máquinas del siglo XIX elaborados en los establecimientos litográficos de nueva creación y que en su mayoría se basaban en el invento por excelencia de la Revolución Industrial, la máquina de vapor.

## 2. APUNTES SOBRE EL GRABADO EN MADERA

Según explica el pintor Tomás G. Larraya (1979), todavía hoy no ha podido determinarse con exactitud quién descubrió la técnica del grabado en madera. Cuenta Plinio en su *Historia Natural* que «Marcos Varrón superó el volumen de retratos editado por Atico con su invención maravillosa gracias a lo que pudo reunir en una voluminosa iconografía, setecientas figuras de personajes célebres, epigrafiados con sus nombres, reproducidos

a manera de pinturas». Con base en este comentario, hay autores que suponen que esta ‘invención maravillosa’ tal vez se refiriese al grabado sobre madera, pero ante la ausencia de estampas no puede asegurarse. Lo que sí parece indudable es que esta práctica es la más antigua de las técnicas de grabado occidental. Llegada desde China, donde era conocida desde el siglo VII para la estampación de la seda, fue ejercitada en Europa en el Medioevo y dedicada —si no totalmente, sí en gran parte—, a la fabricación de falsos manuscritos que eran vendidos por originales. En un primer momento se trataba únicamente de un método de reproducción de imágenes —naipes y estampas religiosas— y, posteriormente, se fueron incluyendo los textos. Todo parece indicar que esta técnica fue el origen de la imprenta inventada a mediados del siglo XV y cuya utilización a finales de esa centuria estaba ya extendida por Centroeuropa. El entramado conjunto de la impresión de textos y la estampación de dibujos tallados en un taco de madera supuso un auxilio fundamental a las ciencias y las artes y una auténtica revolución para la difusión de los saberes, entre ellos los tecnológicos.

Se trataba de un sistema mediante el cual se vaciaba la superficie de la madera que una vez estampada debía quedar en blanco y se conservaba el relieve en las zonas que ocupaba la imagen. Posteriormente, una vez grabada la madera, se procedía al entintado de la superficie. Las primeras tintas, hasta la invención de la imprenta, eran acuosas y se componían de pigmentos batidos con agua gomosa; pero ya desde el siglo XVI, mientras en Oriente se continuó con el uso de tintas al agua, los grabadores occidentales prefirieron el empleo de compuestos grasos a base de aceite de linaza hervido, pigmentos y barnices. (Chamberlain 1988: 16) Era entonces el momento de colocar el taco grabado y entintado en la pletina de una prensa vertical; sobre la madera se colocaba una hoja de papel humedecida y al hacer descender la prensa ejerciendo la presión adecuada, el motivo se traspasaba del taco al papel. En este tipo de estampas las líneas entintadas de las imágenes quedan en hueco sobre la superficie de papel, rasgo inequívoco de la estampación en relieve. Conviene destacar que las primeras reproducciones de este tipo datan del último cuarto del siglo XIV, anteriores al descubrimiento de la prensa tipográfica a mediados del siglo XV. Por lo tanto, las primeras estampas en relieve no se configuraban por prensado, sino que se obtenían mediante una impresión manual por frotamiento. Muchos grabadores, particularmente los japoneses, realizaron sus obras mediante este método, apropiado para una tirada no muy extensa pues en otro caso constituiría un trabajo excesivo. El procedimiento habitual consistía en friccionar el envés de la hoja de papel colocada sobre la superficie

recién entintada mediante un utensilio como el que manejaban los grabadores del *ukiyo-e* y que denominaban *baren*; en general serviría cualquier objeto duro, redondeado y liso. Los mejores papeles a utilizar eran los blancos, o ligeramente coloreados, de hilo o tina, y los verjurados de superficie lisa, no debiendo utilizarse los escasos en cola ni los brillantes.

## 2.1. Métodos para grabar la madera

Existen, según los textos, acepciones diferentes relativas a las dos maneras mediante las cuales se puede trabajar la madera: el grabado a fibra o entalladura y el grabado a contralibra o xilografía.

La técnica más antigua de grabado en madera es la denominada *grabado a fibra* o *al hilo* —en francés *gravure sur bois de fil* o en inglés *woodcut*—, que corresponde a finales del siglo XIV y en la cual el taco se obtenía por medio de cortes verticales, paralelos al eje del árbol. Sobre una tabla de madera extraída del tronco en el sentido de las vetas y preparada para dotarla de un formato manejable, actuaba el grabador provisto de los instrumentos tradicionales de carpintería: cuchilla enmangada, gubia y escoplo. Las maderas preferentemente utilizadas eran las más duras de nogal, ébano, aliso, peral y cerezo. La superficie debía mostrarse totalmente plana y con un grosor uniforme en toda su extensión, de modo que una vez calibrada y alisada comenzaba el proceso. El método de trabajo a seguir contemplaba en primer lugar el reporte o traslado del dibujo a la madera teniendo en cuenta la inversión propia de la imagen una vez estampada. Para lograrlo, una opción consistía en representar detalladamente el asunto a grabar directamente sobre la madera —con lápiz blando, tinta china aplicada con pincel o pluma que no arañase la superficie. Sin embargo, era más aconsejable dibujar el original en un papel aparte, obtener un calco en soporte transparente, invertirlo y transportarlo a la superficie del taco intercalando un pliego de papel recubierto con lápiz de plomo o sanguina con la parte embadurnada hacia la madera. Bien sujetos ambos pliegos, se *reseguían* todas las líneas con un lápiz duro o con una punta roma —de marfil, hueso o metal— para no rasgar el papel; y así, una vez reportado el dibujo sobre la madera, se procedía al tallado aislando el dibujo con la herramienta previamente afilada con una muela.

En los primeros tiempos del grabado en madera este recibía la acepción de *entalladura*. Durante los siglos XV al XVII se llamaba «entallador» al artesano que, entre otros oficios, grababa la madera a la fibra. Al tratarse de una técnica en relieve, en un principio se realizaban tallas con un grosor

de línea bastante ancho, surgiendo trazos robustos y toscos que perfilaban figuras y objetos sin indicar relieve ni claroscuro. En etapas posteriores, se fue reduciendo la anchura de las líneas alternando trazos gruesos y finos, con lo que se iba perdiendo progresivamente ese efecto de imagen alámbrica, pero aún no se lograba obtener una sensación de volumen.

Según explica la profesora Vives (2003: 55-56), algunos de los elementos identificadores de este tipo de estampas son los siguientes:

La apariencia es la de un dibujo lineal con trazos separados planos —sin relieve en el papel— y de anchos variables. Las líneas son angulares y más bien duras. Los perfiles son continuos y las formas muy delimitadas... En una mirada rápida se puede confundir con un dibujo a pluma.

En un paso adelante, surgió en el siglo XVI una nueva modalidad de grabado al hilo: el denominado *camafeo* o *claroscuro*, origen del grabado a color, que consistía en la estampación sobre un mismo papel de unas cuantas matrices idénticas —habitualmente de tres a cinco— entintadas en cada caso en distintas tonalidades de un mismo color y que permitía obtener reproducciones que parecían trabajadas con pincel. Su invento fue reivindicado en el año 1516 por el artista veneciano Ugo di Carpi; sin embargo, al parecer, anteriormente ya se habían llevado a cabo trabajos de este tipo en Alemania.

Hasta el siglo XVIII todas las técnicas empleadas para grabar madera eran a fibra. Y los maestros por excelencia en esta técnica fueron Alberto Durero, Lucas Cranach el Viejo, Martín Schönhauer o Hans Holbein. Sin embargo, los artesanos entalladores condicionados por las propias limitaciones de este método, no podían ya competir con la limpieza y la calidad de acabado que proporcionaban otras técnicas emergentes denominadas de «grabado en hueco» de las que hablaremos más adelante. De esta suerte, en 1775, el inglés Thomas Bewick, descubrió un nuevo modo para grabar en relieve. Se trataba de cortar la madera perpendicularmente al eje del tronco, a *contrafibra*, a *contrahílo* o *a la testa*, como se denominaba en español, o bien *gravure sur bois debout* o *Wood-engraving* como se nombraba en francés y en inglés respectivamente. Con este corte horizontal se eliminaba la veta, lo que permitía trabajar de forma parecida a la del buril sobre el metal. Las maderas debían presentar un mínimo de porosidad y una gran dureza, por lo que resultaba aconsejable la de boj, pudiéndose utilizar también la de ébano, cerezo, acebo, serval, serval bravío y peral. Los métodos de dibujo y reporte eran muy similares a los mencionados para el grabado a fibra, aunque en ocasiones para el traspaso de motivos se

utilizaban otros métodos como el que exponemos a continuación. Se trata del método académico del grabado en hueco, para el que se empleaba ‘papel cristal’. Sobre el mismo se calcaba el dibujo original rayándolo con una aguja enmangada. En los surcos así realizados se vertía sanguina llenando las hendiduras y se pasaba después suavemente un lienzo sobre el papel para limpiarlo. Entonces, se colocaba el papel de calco sobre el taco de madera y de cara al mismo frotándolo por su reverso; de esta manera, las líneas quedaban perfectamente reportadas a la madera pudiendo comenzar entonces el proceso de grabado propiamente dicho.

Los elementos que pueden identificar a estas estampas son, entre otros:

Los trazos son muy finos y pequeños y no tan audaces como en las anteriores (grabado a la fibra). Las líneas y medios tonos son delicados. El negro y el blanco se ven equilibrados... En una mirada rápida puede confundirse con un dibujo a pluma (Vives, 2003: 56-57).

El término ‘xilografía’ aparece por vez primera en el diccionario de la lengua castellana de la Real Academia Española, en su undécima edición de 1869,<sup>3</sup> y dice así: «Impresión tipográfica con planchas de madera grabadas». Este mismo significado será el que se muestre en la duodécima edición de 1884.<sup>4</sup> Sin embargo, es la décima tercia edición, la de 1899,<sup>5</sup> la precursora en añadir a la definición anterior la acepción de «arte de grabar en madera» y con este significado ha llegado hasta nuestros días.

Así se explica en las páginas del *Diccionario del dibujo y la estampa* publicado por la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (Blas, 1996: 123-124), estableciendo la siguiente definición:

XILOGRAFÍA: Técnica de grabado en madera y de estampación en relieve. Etimológicamente podría ser entendido genéricamente como el arte de grabar en madera. Este es el alcance que le dan los grabadores actuales españoles, sin entrar en distinciones relativas al tipo de taco empleado ni al modo de rebajarlo. Conviene recordar que el término xilografía fue acuñado durante el s. XIX para referirse a un procedimiento concreto de grabado en madera inventado en los años finales del s. XVIII y que consiste básicamente en rebajar con buriles un taco cortado a la testa. Así pues, xilografía equivaldría a grabado en madera a la testa, excluyendo de su significado al grabado en madera a la fibra.

3. Madrid, Imprenta de Don Manuel Rivadeneyra.

4. Madrid, Imprenta de Don Gregorio Hernando.

5. Madrid, Imprenta de los Sres. Hernando y compañía.

[...] El taco de madera a la testa, utilizado como soporte del procedimiento xilográfico es considerablemente más duro y compacto que el taco a la fibra empleado en la técnica antigua de la entalladura.

## 2.2. Los libros de máquinas

La mayoría de los manuscritos de ingeniería que se elaboraron durante el Renacimiento establecieron sus bases en la tradición greco-romana, expresada en los textos que se habían conservado sobre máquinas y arquitectura. Durante el Medioevo ya se habían elaborado manuscritos de carácter técnico, que se presentaban como un conjunto de reglas a seguir a modo de manuales o libros de apuntes; entre los pioneros se encuentran el Álbum de dibujos de Villard de Honnecourt o el libro de ingenios mecánicos de Ibn al Razzaz al Jazari, ambos del siglo XIII. Posteriormente vieron la luz el libro *Bellifortis*, de máquinas de guerra con dibujos a tinta coloreados, realizado por Konrad Kyeser entre 1402 y 1405, los códices de Leonardo da Vinci, los manuscritos de Mariano di Jacopo (Il Taccola), los tratados de Lorenzo Ghiberti y muchos otros entre una extensa recopilación que se completa en nuestro país con diversas obras manuscritas como *Los Veintún Libros de los ingenios y las máquinas* de Pedro Juan de Lastanosa.

Ahora bien, en referencia a la edición de libros, las primeras colecciones impresas conocidas de dibujos de máquinas datan de finales del siglo XV y principios del XVI. Dichas muestras contenían, fundamentalmente, imágenes de máquinas hidráulicas y bélicas y se ilustraban mediante estampas obtenidas por medio del grabado en madera a la fibra. Más adelante, estas obras se completaron con representaciones de otro tipo de ingenios y mecanismos y fueron surgiendo «teatros de máquinas» con mayor profusión al irse perfeccionando el arte del grabado y descubriéndose nuevas técnicas.

Haremos a continuación una recopilación de algunos de estos libros impresos presentando en cada caso la edición a la que se ha tenido acceso, no en todos los casos coincidente con la edición original. Se muestran los ejemplos seleccionados por orden cronológico de su primera edición.

1. Roberto Valturio, *De Re militari*. Tras varias copias manuscritas de este trabajo, Matteo de Pasti, arquitecto, medallista y miniaturista, primer ilustrador italiano al que se atribuyen este tipo de estampas, elaboró en Verona, en 1472, la primera copia grabada de la citada obra del ingeniero de Rimini, Roberto Valturio. En ese año, el libro apareció en imprenta en una edición en latín y posteriormente, en 1483, en versión italiana. Las

imágenes fueron estampadas separadamente al texto, como ocurrió en las etapas iniciales de los libros impresos.

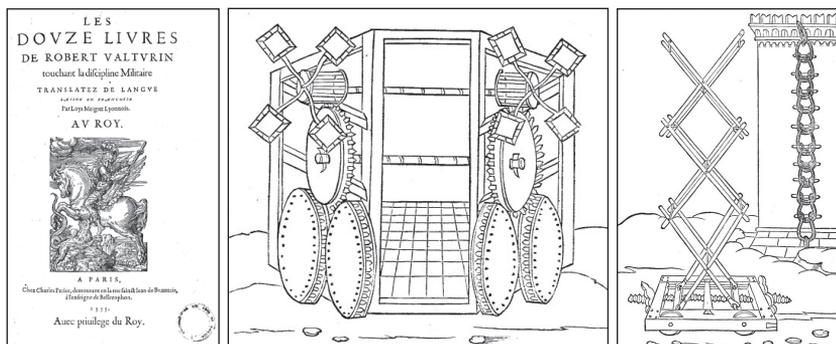


Figura 1. Roberto Valturio, *De re Militari*, París, Charles Perier, 1555 (1.ª ed. 1472). Grabado en madera a fibra.

2. Flavius Vegetius Renatus, *De Re Militari*. Vegetio, como también era conocido, fue un escritor del imperio romano del siglo IV. En su tratado se describían las costumbres castrenses en la antigüedad. Por ser una obra eminentemente práctica y escrita en un latín sencillo, fue tenida como referencia entre los militares de la Edad Media y el Renacimiento y se consideró una importante fuente para los historiadores. Copiado con profusión, el texto ha sobrevivido íntegro hasta nuestros días y ha sido traducido a varios idiomas; fue impreso por vez primera en Utrecht en 1473.

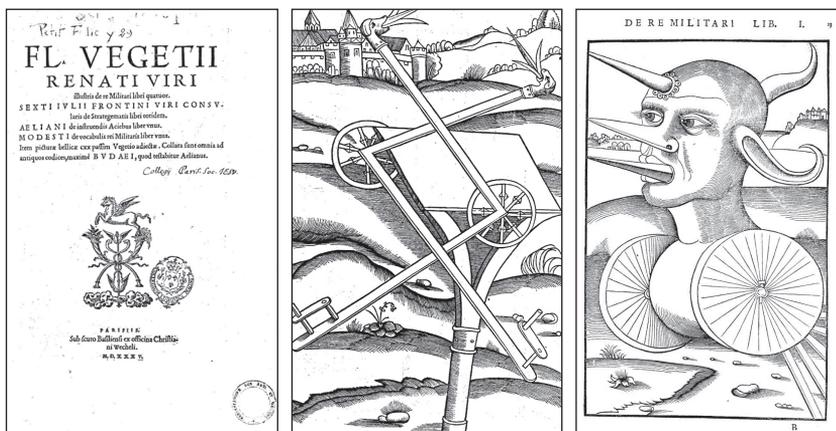


Figura 2. Flavius Vegetius Renatus, *De re Militari*, Parisiis: Ex officina C. Wecheli, 1535. (1.ª ed. 1473). Grabado en madera a fibra.

3. Vannoccio Biringuccio, *De la Pirotechnia*. En el conjunto de los libros sobre máquinas basados en la experiencia directa de la naturaleza, se encuentran tres tratados dedicados a la metalurgia. El primero de ellos es este libro, obra del noble senés Biringuccio publicado por vez primera en Venecia en el año 1540 y que consta de 94 grabados en madera a la fibra.



Figura 3. Vannoccio Biringuccio, *De la Pirotechnia*, Venecia, Giovanni Padovani e Curzio Troiano. Navò 1550 (1.ª ed. 1540). Grabado en madera a fibra.

4. Ignazio Danti, *Trattato dell'Vso, e Fabbrica dell'Astrolabio*. Entre los textos dedicados a otros artilugios e ingenios se encuentran este tratado de Danti, matemático y cosmógrafo italiano, publicado originalmente en Florencia en 1569. El astrolabio era un antiguo instrumento, utilizado por navegantes, astrónomos y científicos en general, que permitía determinar la posición de los astros sobre la bóveda celeste y observar su movimiento, establecer la hora local a partir de la latitud o viceversa, y medir distancias por triangulación. Durante los siglos XVI al XVIII fue considerado como el principal instrumento de navegación hasta la invención del sextante en 1750.

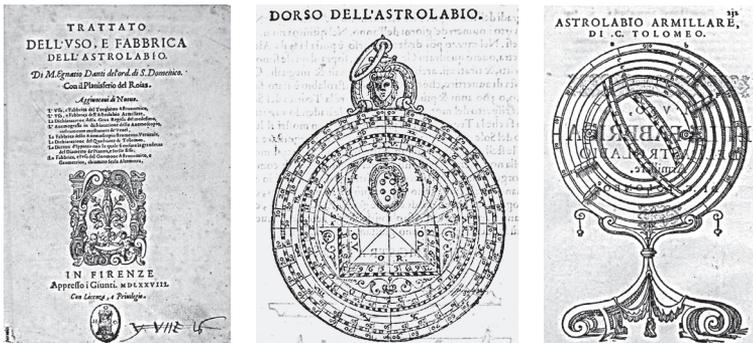


Figura 4. Ignazio Danti, *Trattato dell'uso e fabbrica dell'Astrolabio*, Firenze, Giunta 1578 (1.ª ed. 1569). Grabado en madera a fibra.

5. Georgius Agricola, *De re metallica*. Segundo tratado —tras el de Biringuccio— dedicado a la minería y los metales, escrito por un médico sajón cuyo verdadero nombre era Georg Bauer y publicado por primera vez en 1556. Se dividía en doce libros y durante los dos siglos siguientes a su aparición, devino en la obra fundamental de la técnica minera. Este tratado se encontraba profusamente ilustrado con 294 grabados en madera realizados por maestros grabadores de la época. En el prefacio de la obra, el autor declaraba sus intenciones de llevar a cabo una exhaustiva tarea de observación de herramientas, hornos, máquinas, etc. y una descripción sistemática y analítica elaborada con técnicas ilustrativas específicas: «...he contratado a ilustradores que los dibujaran, por miedo a que las explicaciones que ofrezco con palabras puedan no ser entendidas...»

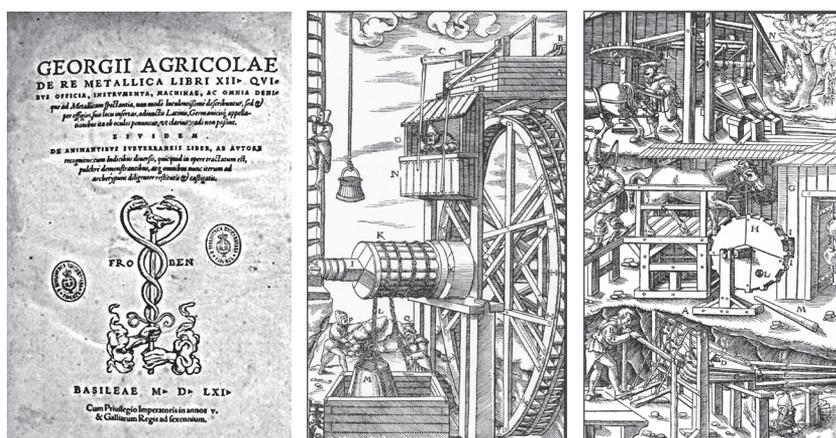


Figura 5. Georgius Agricola, *De re metallica*, Basilea, Froben, 1561 (1.<sup>a</sup> ed. 1556). Grabado en madera a fibra.

Resulta sorprendente comparar este tratado de minería con el homónimo escrito por el científico español Bernardo Pérez de Vargas en 1568, primer tratado escrito en castellano sobre mineralogía. Y ello es debido a la diferencia en la realización de las ilustraciones presentes en sus páginas, pues mientras las de Agricola son de excelente factura, las del español son grabados a fibra con un cierto carácter pueril, sin tratamiento de fondo alguno, por lo que parecen bocetos rápidos explicativos de lo comentado en el texto:



6. Lazarus Ercker, *Tratado sobre ores y ensayos*. Tercero de los libros dedicados a la minería obra del metalúrgico alemán Ercker, publicado originalmente en Praga en 1574, con grabados de características muy similares a las del tratado de Agrícola.

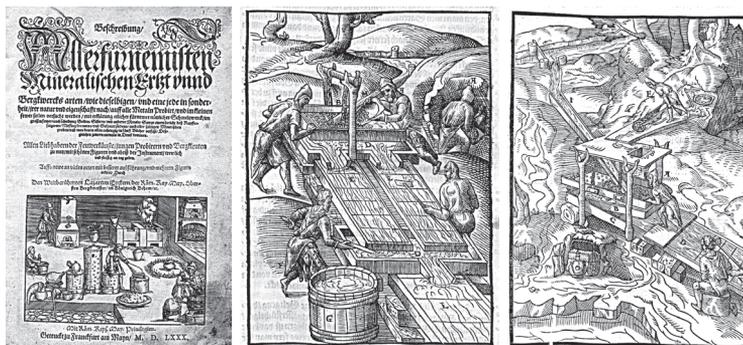


Figura 6. Lazarus Ercker, *Tratado sobre ores y ensayos*, imp. Frankfurt am Mayn 1580 (1.ª ed. 1574). Grabado de madera a fibra.

7. Ambroise Bachot, *Le Timon du capitaine Bachot*. Desde 1579 hasta 1587 Bachot grabó los 42 grabados en madera y 3 en cobre de esta obra que él mismo editó. Tras pasar años en campos de batalla como asistente del ingeniero militar Agostino Ramelli, Ambroise Bachot comenzó en 1579 en su mansión de París a realizar estampas de planos de máquinas de guerra, de fortificaciones y de diversos mecanismos. Parte de ellos resultaron ser muy similares a algunos de los diseños realizados por Ramelli quien, al parecer, hizo notar este hecho en el prefacio de su obra *Le Diverse et artificiosae machine* de 1588 (Teach, 1974).

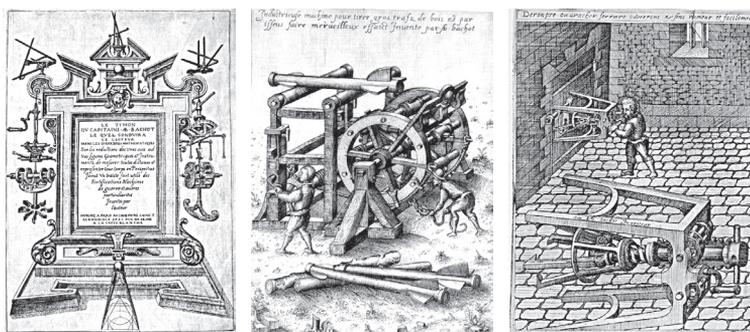


Figura 7. Ambroise Bachot, *Le Timon*, Melun et Paris: Ambroise Bachot, 1598 (1.ª ed. 1587). Grabado de madera a fibra.

8. Fausto Veranzio, *Machinae Novae, cum declaratione latina, italica, hispánica, gallica et germanica*, publicado en Venecia en 1595 en las cinco lenguas indicadas y con 49 estampas de grabado en madera a la fibra. El interés por esta obra técnica proviene tanto de la descripción de invenciones de todo tipo que el autor se atribuye a sí mismo, como de su aspecto plurilingüe. Veranzio, originario de Croacia, fue igualmente el creador de un diccionario políglota en cinco lenguas que amplió posteriormente con dos lenguas más.

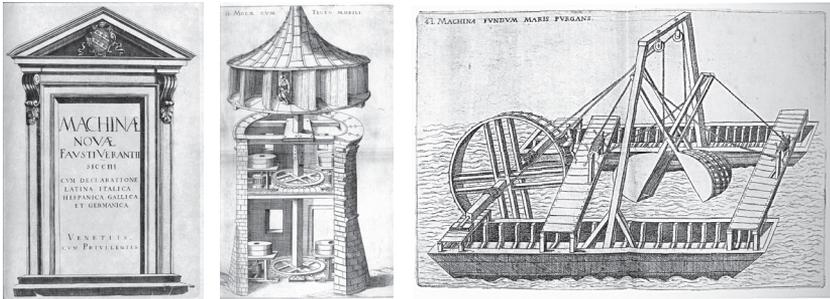


Figura 8. Fausto Veranzio, *Machinae Novae*, Venecia 1595. Grabado de madera a la fibra.

Por último quedaría reseñar, entre otros teatros de máquinas influyentes cuyas ilustraciones se realizaron mayoritariamente mediante la técnica del grabado de madera al hilo, los siguientes: Jean Errard, *Le Premier Livre des Instruments mathématiques mechaniques*, Nancy 1584; Jean van Straet (Stradanus), *Nova reperta*, Amberes 1600; Jacques Strada, *Dessins artificieux de toutes sortes de moulins*, Frankfurt 1617-18; o el de Giovanni Branca, *Le Machine*, publicado en Roma en 1629.

Por otra parte, la técnica del grabado en madera a la testa o a contrafibra, emergente en el siglo XIX, fue muy utilizada por los buenos resultados que ofrecía. El cobre proporcionaba igualmente unas estampas con excelentes acabados pero tenía el inconveniente del rápido desgaste de las planchas, por lo cual no resultaba apropiado para publicaciones que requerían grandes tiradas. Y ese era, precisamente, el caso de las principales publicaciones periódicas españolas del citado siglo; y las mencionamos aquí como ejemplo, porque en sus páginas tuvieron gran presencia los logros industriales del siglo decimonónico —las locomotoras, velocípedos, automóviles, máquinas de vapor—, así como numerosas vistas de las principales fábricas y establecimientos del panorama industrial español. Entre las mismas, *La Ilustración Española y Americana*, «Periódico de ciencias,

artes, literatura, industria y conocimientos útiles», fundada en Madrid en 1869, fue considerada la publicación más importante de la segunda mitad del XIX español y la que aportó mayor cantidad de material gráfico. Cerró sus páginas en 1921. Esta revista fue continuación de *El Museo Universal*, de las mismas características, que estuvo en prensa desde 1857 hasta 1869, año en el que *La Ilustración* tomó el testigo.

Al finalizar el siglo, la xilografía fue desplazada por el fotograbado. Por este y otros motivos se abandonó paulatinamente el grabado a contrafibra, volviéndose a los orígenes del grabado al hilo y alentándose, en el mundo del arte, la práctica del grabado original elaborado enteramente por el propio artista.

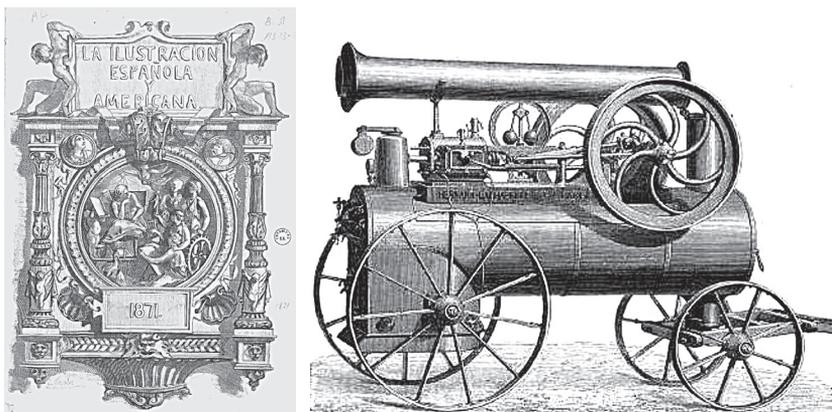


Figura 9. *La Ilustración Española y Americana*, Madrid. Imp. T. Fortanet. Xilografía.

### 3. UNA APROXIMACIÓN AL GRABADO EN METAL

Como decíamos al principio de este estudio, el grabado en metal es una técnica de grabado en hueco que consiste en abrir la plancha haciendo incisiones en profundidad que siguen las líneas compositivas del dibujo a estampar. Los espacios en blanco permanecen en la superficie de la matriz; de ahí que, una vez estampados sobre el papel, los trazos entintados adquieren relieve lo cual constituye un rasgo inequívoco para el reconocimiento de esta técnica. Las láminas pueden ser de cobre, acero, cinc o latón, pero el metal más indicado y más utilizado a lo largo de la historia ha sido el cobre.

Entre los libros de texto más influyentes dedicados a este arte citaremos la obra de Abraham Bosse *Tratado de la maneras de gravar en talla*

*dulce*, editado en París en 1645, primer texto impreso sobre técnicas del grabado y obra obligada de consulta durante más de un siglo. En nuestro país, una destacada obra de referencia en este ámbito fue la *Instrucción para gravar en cobre* de Manuel de Rueda, publicada en Madrid en 1761.

### 3.1. Métodos para grabar en metal

Dentro del variado conjunto de técnicas de grabado en hueco o talla dulce, nos centraremos únicamente sobre aquellas que habitualmente estuvieron presentes en los libros de máquinas durante los siglos XVI al XVIII. Ya desde el siglo XV se había comenzado a grabar el metal; sin embargo, durante el período ilustrado la calcografía jugó un papel fundamental en la difusión del proyecto ideológico. Las técnicas de grabado empleadas por los artistas y los científicos de la Ilustración eran, en su mayoría, técnicas en hueco.

Según la profesora Vives (2003: 68) hay tres elementos identificadores generales para reconocer la estampa calcográfica —esto es, la obtenida mediante láminas metálicas grabadas— independientemente del método utilizado en su realización:

Los trazos y las manchas aparecen en relieve en la estampa, y son visual y tácticamente perceptibles. Alrededor de la imagen, se detecta un desnivel en el papel entre esta y el margen de la estampa —huella—, provocado por la fuerte presión de la plancha sobre el papel. Y las zonas blancas de la imagen aparecen satinadas en el papel, con el granulado o la rugosidad de la superficie aplanada, aspecto que se percibe claramente si se compara con el papel del margen.

Las principales técnicas presentes en los libros de divulgación sobre desarrollo tecnológico son las basadas en procedimientos directos y en procedimientos indirectos.

Mediante los métodos o *procedimientos directos*, el grabador excava el metal manualmente por medio de determinada herramienta. De entre los tipos existentes —buril, punta seca, o manera negra—, el grabado a buril era el más habitual en los teatros de máquinas. Llamado también individualmente *talla dulce* —en inglés *intaglio* y en francés *impression en creux* o *taille douce*—, comenzó su andadura a principios del XVI en Alemania e Italia. Para iniciar el proceso una vez que se conseguía que la superficie de la plancha estuviera totalmente pulida, se realizaba el traspaso del dibujo al metal por medio de métodos similares a los ya comentados anteriormente en el grabado en madera. Posteriormente, una vez grabada la plancha, se procedía a entintar y estampar las láminas mediante una prensa denominada tórculo compuesta de dos cilindros, uno superior que ejercía la presión

y otro inferior que, accionado por unas aspas o una manivela, provocaba el desplazamiento de una platina en la que, previamente, se había colocado la lámina grabada y el papel para la impresión. Este último era generalmente un papel de trapos pues resultaba muy resistente a la presión del tórculo.

Los trazos que se obtienen mediante el grabado a buril son los de mayor nitidez entre los proporcionados por cualquiera de los métodos calcográficos, por lo cual resultó idóneo para los grabados mas 'objetivos' —los didácticos y los de divulgación científica— asumiendo la función de imagen prefotográfica muy adecuada para las estampas de los libros de máquinas.

Las buriladas o trazos son ordenados, regulares y precisos. Los lados o bordes del trazo son limpios...Es fácil identificar el buril clásico por el tipo de línea, que empieza y termina fina y estrecha, mientras que a la mitad se ensancha ligeramente (Vives, 2003: 72).

Paulatinamente se fueron estableciendo una especie de prototipos de trazos con los que se obtenían las texturas de cada elemento a representar; unos códigos visuales que se aplicaron específicamente al grabado de reproducción.

Entre los *procedimientos indirectos* se incluye un amplio repertorio de métodos que se basan en la incisión de la plancha mediante un ácido o una sal que ataca al metal, a través de una reacción química, en aquellas zonas en las que este no se encuentra protegido por un barniz. El proceso es bastante más complejo que el de la incisión directa; sin embargo, el trabajo del grabador es más sencillo en cuanto al manejo de las herramientas pues en ningún momento debe esforzarse en arrancar el metal manualmente.

El procedimiento más común de todos ellos es aquel que toma el nombre del propio ácido utilizado como mordiente: el grabado al agua fuerte (disolución de ácido nítrico en agua), aunque en función del metal elegido podía utilizarse también ácido clorhídrico. En el texto de Abraham Bosse antes citado, se planteaba la posibilidad de imitar los resultados de la laboriosa técnica del buril mediante esta otra práctica de más fácil aprendizaje para los pintores y con la que se obtenían como resultado los denominados *aguafuertes*, poseedores de un carácter más pictórico.

Para dar comienzo al proceso, una vez pulida y desengrasada la plancha metálica se recubre en su totalidad con un barniz impermeabilizante, compuesto principalmente por cera virgen, que, además de proteger bien el metal y resistir al ácido, sea dúctil para poder dibujar sobre el mismo sin que se produzcan resquebrajamientos. Una vez extendido el barniz sobre

la plancha resulta aconsejable ennegrecer la superficie barnizada con el humo de una vela. Después de trasladar el dibujo a la plancha embadurnada, se elimina el barniz de las partes que interesa estampar con una punta metálica fina dejando a la vista el metal; se sumerge entonces la lámina en el mordiente que abrirá el metal de manera indirecta.

Las líneas o trazos en aguafuerte, si se observan con atención, ya a simple vista o con un aumento moderado, presentan un ligero temblor o irregularidad a lo largo de su recorrido, tienen una especial vibración que constituye una de sus particularidades identificatorias (Vives, 2003: 36).

Dos variantes del grabado al agua fuerte se conocen como *barniz duro*, procedimiento muy antiguo y, a decir de Manuel de Rueda en el año 1761 (Rueda, ed. facs. 1991), ya entonces prácticamente olvidado; y el *barniz blando*, mucho más utilizado tanto por la facilidad con que se graba sobre él como por los excelentes resultados que proporciona.

A principios del siglo XVII, el grabador Dietrich Meyer inventó otro sistema para imitar al lápiz en calcografía: el procedimiento al barniz blando. El barniz que da el nombre al procedimiento se obtiene añadiendo un poco de grasa al barniz de bola corriente (Riat, s. a.: 144-145).

Conviene resaltar el hecho de que solo en contadas ocasiones se aplican las diferentes técnicas para la obtención de estampas calcográficas en estado puro, ya que la mayoría de los grabadores prefieren mezclarlas.

Otro de los procedimientos indirectos es el llamado *lavis* o ‘mordida a pincel’ que imita el efecto de una aguada de tinta. Su elaboración consiste, en primer lugar, en la aplicación del agua fuerte directamente con el pincel sobre las zonas no protegidas de la plancha de cobre; dependiendo del tiempo de actuación y de la cantidad de ácido que lleva el pincel, queda corroída la lámina en mayor o menor medida. Después de entintar y estampar, aparecen en el papel fondos desvaídos que evocan a la aguada utilizada en la pintura.

Una práctica muy utilizada perteneciente también al grabado en hueco es la denominada *aguatinta*, técnica que generalmente se empleaba junto con el agua fuerte y mediante la que era posible obtener varias tonalidades sobre la plancha de cobre aportando un cierto carácter pictórico. Entre los pasos a seguir para su elaboración, tras la mordida del ácido se cubre la lámina con una capa uniforme de resina pulverizada y tamizada que al calentarse se adhiere al metal. El calor dilata los granos de resina que después, al enfriar, se contraen separándose y dando lugar a pequeñas oquedades.

des resultando una capa porosa. A continuación, se extiende de nuevo el barniz en aquellas zonas de la lámina a las que no debe atacar el ácido y se sumerge en baños sucesivos de mordiente. Como resultado, solo quedarán corroídas las zonas no protegidas, procediendo al entintado y la estampación de la lámina como se ha comentado anteriormente.

### 3.2. Los libros de máquinas

Como es bien conocido, el siglo por excelencia en lo referente a la estampa calcográfica fue el siglo de Las Luces. En su primera mitad todavía abundaba la temática de tipo religioso junto a la que comenzaba a despuntar el grabado científico, e incluso didáctico, de temas diversos tales como: geometría, botánica, agricultura, máquinas y oficios. Las reformas emprendidas en este período encontraban en las técnicas de grabado una de las vías más eficaces de difusión de ideas; así, aunque existía un gran comercio y demanda de estampas sueltas, el grabado —en las mentes ilustradas— se concebía principalmente como medio para ilustrar los libros científicos. En la Europa del siglo XVIII existía un verdadero culto a la máquina, produciéndose una transferencia de lo menestral al plano industrial; culto que se vio reflejado en diferentes escritos y obras de fundamental divulgación científica acompañadas de abundante información gráfica. Entre las mismas se encuentran como paradigmas *L'Encyclopédie* de Denis Diderot y Jean le Rond D'Alembert, los volúmenes monográficos de *Descriptions des Arts et Metiers*, la publicación de Jean Gaffin Gallon titulada *Machines et inventions aprouvées par l'Academie Royale des sciences*, la *Encyclopédie Methodique* de Charles Panckouke, o las publicaciones de otras instituciones como la Royal Society y la Society of Arts de Londres.

En España, todos los técnicos del momento se formaron en la práctica del grabado en hueco en la recién fundada Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Entre ellos, el ingeniero Agustín de Betancourt se interesó sobremedida por las citadas técnicas, ya que permitía obtener reproducciones de gran calidad y muy útiles para la divulgación científica. En un viaje que realizó Betancourt a Inglaterra en el año 1796, en una misión científica, fue acompañado por uno de los componentes del denominado 'equipo hidráulico', el mallorquín Bartolomé Sureda, quien dedicó su estancia a recibir clases de dibujo y aprender las nuevas técnicas de grabado que allí se utilizaban —entre ellas el aguatainta y la aguada o 'mordida a pincel' antes comentada. A su vuelta a España, los científicos Betancourt y Sureda presentaron las nuevas técnicas en la Real Academia de San Fernando el cinco de marzo de 1797 y, al parecer, Sureda las mostró posterior-

mente a Francisco de Goya, quien las utilizó magistralmente en sus *Caprichos* realizados entre 1798 y 1799.<sup>6</sup> Enumeraremos a continuación una muestra significativa de libros de máquinas ilustrados con estampas calco-gráficas.

1. Jacques Besson, *Theatrum instrumentorum et machinarum*, con 60 estampas. Besson, ingeniero y matemático francés, fue pionero en ofrecer una obra impresa mostrando sus invenciones mecánicas en el primero de los llamados *Teatros de máquinas*. En sus páginas se exhiben tornos, aserraderos, coches de caballos, cañones, dragas, martinets, molinos de cereales, máquinas de transporte, grúas, bombas, equipos de salvamento, máquinas de propulsión náutica y muchos otros inventos más. El trabajo resultó ser un éxito por lo que posteriormente vieron la luz otras ediciones en varios idiomas. El *Teatro* de Besson abrió las puertas para muchos otros teatros de máquinas, todos ellos igualmente ilustrados con profusión.

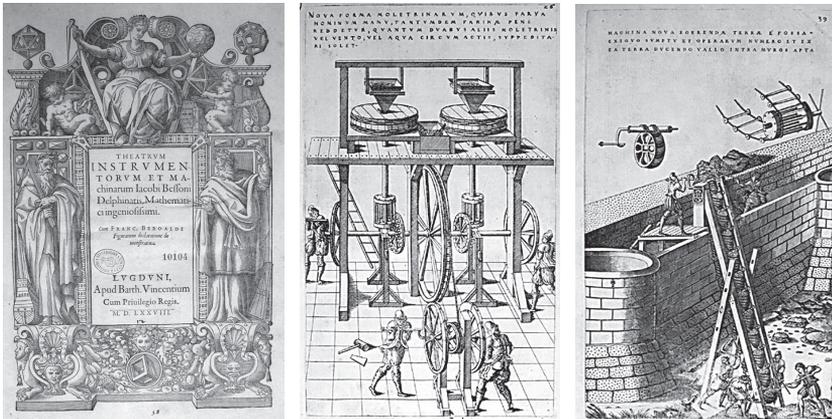


Figura 10. Jacques Besson, *Theatrum instrumentorum et machinarum*, Lyon, por Bartolomé Vicente, 157. (1.ª ed. 1571 o 1572).

2. Agostino Ramelli, *Le diverse et artificiose machine*, primer libro bilingüe, en francés e italiano, publicado en París en 1588 con 195 grabados. Este ingeniero militar italiano publicó, él mismo, uno de los libros de máquinas más conocido e imitado, considerado como uno de los más importantes del Renacimiento. Los grabados, principalmente en cobre y algunos

6. Véase Ignacio González (1996: 250-253 y 325); y Juan Carrete, Fernando Checa y Valeriano Bozal (1987: 519) sobre «El Aguatinta».

en madera, muestran bombas, torres de perforación, telares, grúas, sierras, máquinas de asedio, fortificaciones y equipos de fundición.

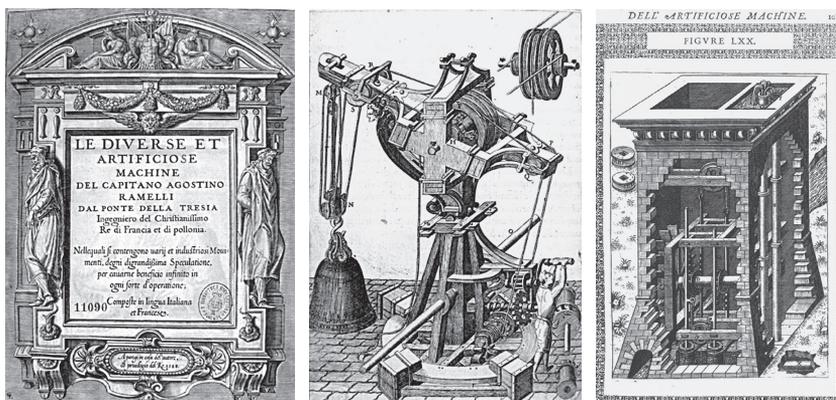


Figura 11. Agostino Ramelli, *Le diverse e artificiose máchine*, París, en casa del autor, 1588.

3. Vittorio Zonca, *Novo teatro di machine et edificii*. Con 42 figuras tagliate in rame (talladas en cobre) al decir de su autor, arquitecto de Padua, esta «es una obra necesaria a los arquitectos y a aquellos otros que se complazcan en su estudio».

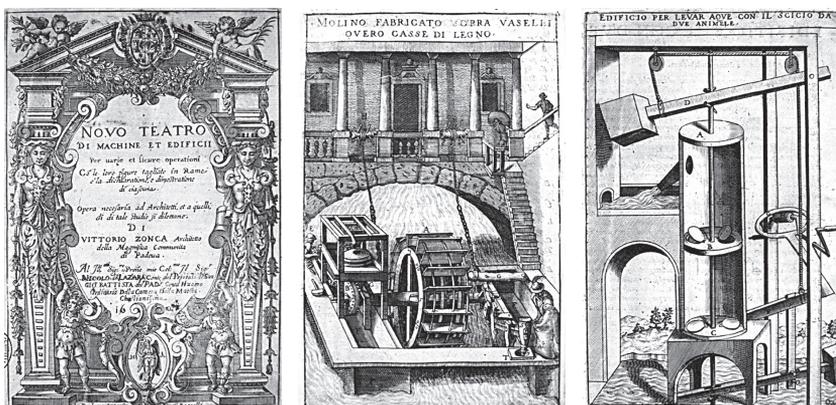


Figura 12. Vittorio. Zonca, *Novo teatro di macchine...*, Padua, Francesco Bertelli, 1621 (1.ª ed. 1607).

4. Salomón De Caus, *Les raisons des forces mouvantes*. Tratado del ingeniero hidráulico y arquitecto francés en el que se representan máqui-

nas hidráulicas, relojes hidráulicos, relojes con autómatas, etc. Fue considerado, a partir de diversos estudios sobre la condensación y expansión del vapor, como un precursor de las aplicaciones de dicha fuente de potencia.

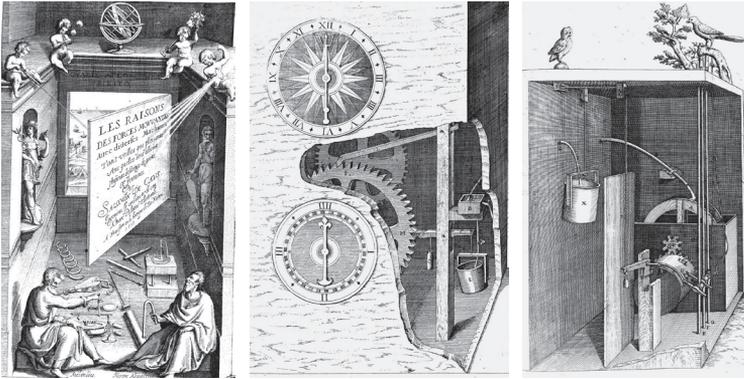


Figura 13. Salomón de Caus, *Les raisons...*, a Franckfurt: en la boutique de J. Norton, 1615.

5. Georges Andreas Böckler, *Theatrum Machinarum Novum*, con 154 figuras sobre molinos de viento bombas y otras máquinas de agua. El alemán Böckler, arquitecto e ingeniero como se denomina a sí mismo en la página de título, anunció explícitamente que retomaba en su obra —escrita en alemán y una parte en latín— los modelos presentados anteriormente por Strada y Ramelli.



Figura 14. Georg Andreas Böckler, *Theatrum...*, Nuremberg, Impreso por Christoff Gerhard, 1661.

6. Jean Gaffin Gallon, *Machines et inventions approuvées par l'Académie Royale des Science, depuis son établissement jusqu'à present;*

*avec leur description. Dessinées et publiées du consentement de l'Académie. 1735-1777.* Colección de revistas publicadas en primera edición por la Academia de Ciencias de París entre los años 1666 y 1751, con 432 estampas calcográficas.

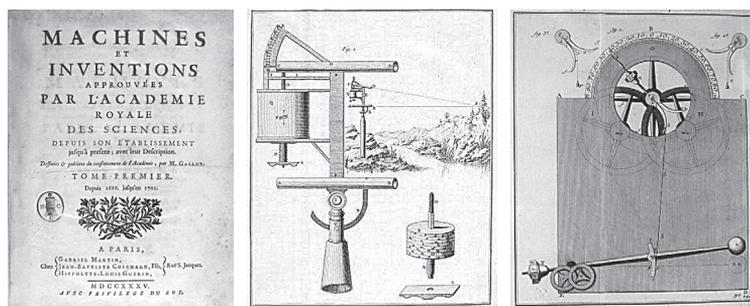


Figura 15. M. Gallon, *Machines...* París 1735-1777.

7. Nicolas Grollier de Servière, *Recueil d'ouvrages curieux de mathématique et de mécanique. ou description de cabinet de Monsier Grollier de Servière.* Obra póstuma de su autor fallecido en 1689.

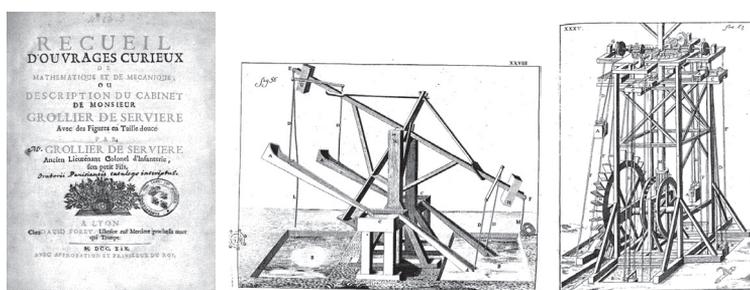


Figura 16. Grollier de Servieres, *Recueil...* A Lyon: chez David Forey, 1719.

8. Jacob Leupold, *Teatrum machinarum generale*, de 1724, y *Theatri machinarum hydraulicarum*, de 1725. Escritos en alemán y realizados con la técnica del grabado en cobre, estos Teatros de Leupold, matemático y mecánico miembro de la Academia de Ciencias de Berlín, se asemejan por su estilo a las planchas que ilustraron con posterioridad los doce volúmenes del *Recueil de planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques de la Encyclopédie* (1751-1772) de D'Alembert y Diderot.

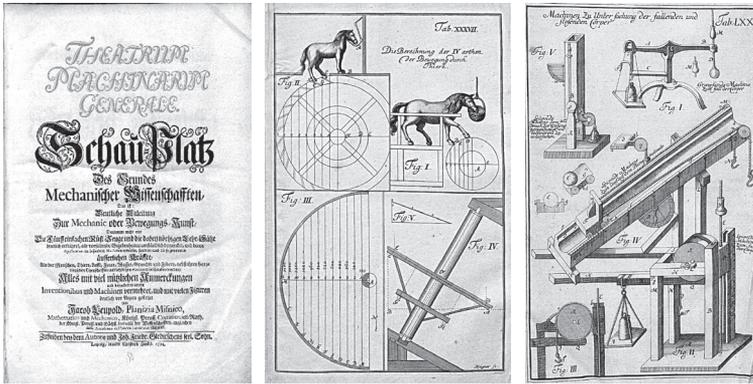


Figura 17. J. Leupold, *Theatrum...*, Impresor Christoph Zunkel, 1724, Leipzig,

9. Denis Diderot y Jean Le Rond D’alembert, *Encyclopedie ou Dictionnaire raisonne des sciences, des arts et des metiers, par une societe de gens de lettres, 1751-1772*. Con 12 volúmenes de láminas publicados entre 1762 y 1772, la edición de esta colosal obra provocó una fuerte oposición y gran polémica en algunos sectores de la sociedad francesa. Es bien conocida la justificación que Diderot exponía para la realización de planchas de la enciclopedia: «La poca costumbre que se tiene de escribir y de leer sobre las artes hace las cosas más difíciles de explicar de una manera inteligible. De ahí nace la necesidad de las figuras. Se podría demostrar con mil ejemplos que un diccionario puro y simple de definiciones, por muy bien que esté hecho, no puede prescindir de las figuras sin caer en descripciones oscuras y vagas».

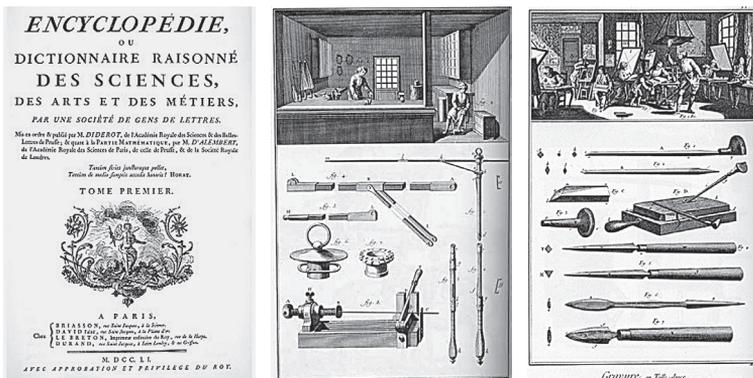


Figura 18. D. Diderot y J. D’Alembert, *Encyclopédie...* 1757-80, París.

10. *Descriptions de arts et métiers, faites ou approuvées par messieurs de l'Académie Royale des Sciences de Paris, 1771-1783*. Publicado por iniciativa del ministro francés Jean-Baptiste Colbert, esta colección de 1.804 planchas, resultó ser una fuente incomparable de información sobre los procesos de fabricación artesanal existentes en los siglos XVII y XVIII.

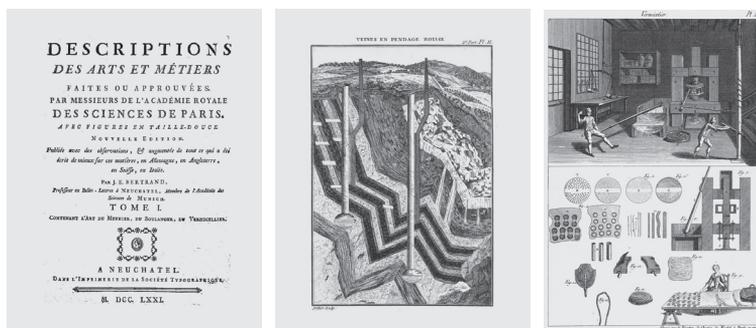


Figura 19. *Descriptions...* Nouvelle edition A Neuchâtel: de l'imprimerie de la Société typographique; à Paris: chez Calixte Volland 1798 (1.ª ed. 1771-1783).

11. Juan López de Peñalver, *Descripción de las máquinas de más utilidad que hay en el Real Gabinete de ellas*, 1798. Puede ser considerada como la primera edición de una obra técnica española en la que además se recoge el proyecto ilustrado de modernizar nuestra industria. Las estampas —grabadas con buril, agua fuerte y aguada— están realizadas por el ya

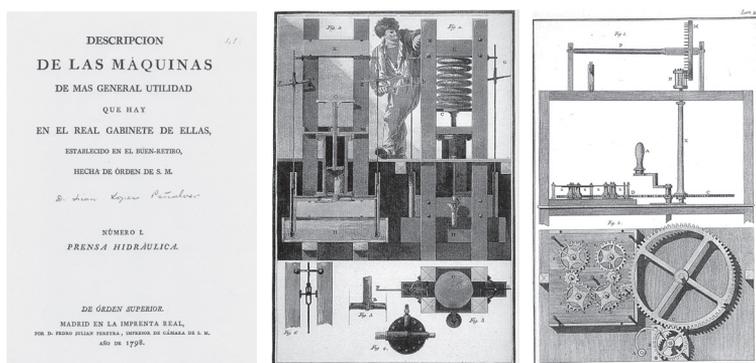


Figura 20. Juan López de Peñalver, *Descripción...*, Madrid, Imprenta Real por D. Pedro Julián Pereira, 1798. Estampas de Sureda y Mariani.

nombrado Bartolomé Sureda y por Vicente Mariani y Todolí, grabador pensionado en París por la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando en 1789. En las ilustraciones elaboradas a la aguada e iluminadas después, como se explica en el propio libro, se muestra a pie de lámina la frase *Sureda lo dibuxó y gravó*, o bien *Sureda lo dib y gra*, lo cual nos indica que él fue el único artífice de la plancha. Sin embargo, si analizamos las estampas realizadas por Mariani, realizadas a buril, la indicación que aparece es *Mariani sculp* o *Mariani sc* que, como ya vimos anteriormente, significa que él únicamente grabó la lámina y no fue el artífice del dibujo original.

12. *Semanario de Agricultura y Artes dirigido a los párrocos*. Este periódico español, que pretendía ser a la vez una revista científica y una enciclopedia popular, fue creado en 1797 a petición del Primer Secretario de Estado Manuel Godoy con la intención de contribuir al fomento de la agricultura y la industria. Debido a la abundancia de ilustraciones que contenía, el uso del aguafuerte llevaba consigo un importante costo adicional de imagen y de prensa; sin embargo, y a petición expresa de Godoy, se realizó el semanario mediante la citada técnica en la Imprenta de Villalpando de Madrid (Larriba 2005).

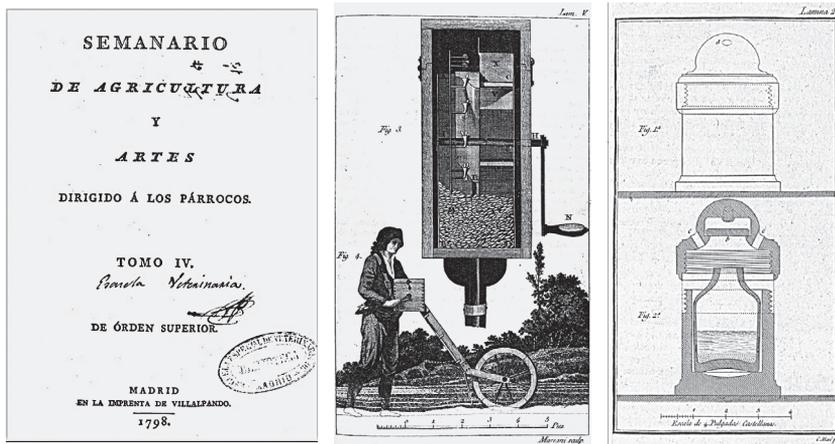


Figura 21. *Semanario de Agricultura y Artes...*, Madrid Imprenta de Villalpando (1797-1808).

13. Giuseppe Antonio Borgnis, *Traité complet de Mécanique appliquée aux arts*. Este ingeniero francés de origen italiano publicó un diccionario de mecánica y siete tratados de mecánica aplicada a las artes, agricultura y a construcciones diversas entre los años 1818 y 1823, entre los que se encuentra el que se presenta como ejemplo.

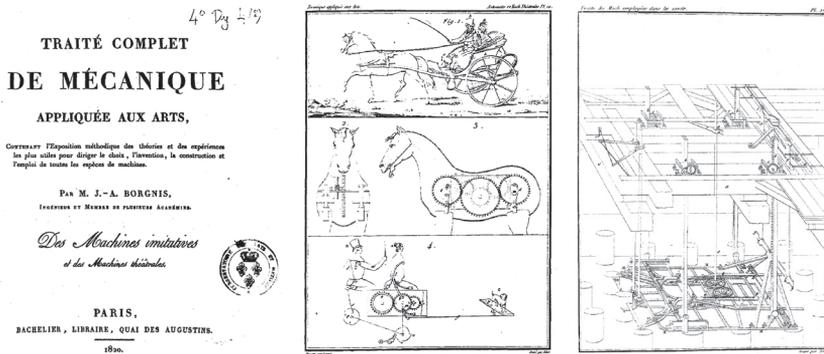


Figura 22. G. A. Borgnis, *Traité...*, Bachelier libraire, París 1820.

#### 4. SOBRE LA LITOGRAFÍA<sup>7</sup>

Mientras que el Setecientos fue un siglo eminentemente calcográfico, el siglo XIX resultó ser el siglo de la litografía. Se trataba de una técnica que presentaba métodos adecuados, rápidos y de bajo coste para multiplicar originales. Utilizada por vez primera en Munich, desde Alemania se difundió con celeridad por Inglaterra y por Francia, donde el ingeniero Charles Philibert de Lasteyrie du Saillant fundó, en París en 1816, el primer establecimiento litográfico.

En España, las primeras noticias sobre la recién estrenada técnica fueron la traducción de los escritos de Marcel de Serres «Noticia sobre la lithografía ó Arte de imprimir con moldes de piedra», presentes en la *Memoria de Agricultura y Artes*, publicada por orden de la Real Junta Nacional de Gobierno del Comercio de Cataluña, Barcelona, por Antonio Brusì, en 1815-1816. Respecto al impacto que produjo en nuestro país, tal y como nos explica Jesusa Vega (2000), la litografía revolucionó las técnicas gráficas conocidas hasta el momento, lo cual se debió principalmente a su facilidad para la repetición de originales. Tras un período de formación en Munich, los nombres de Carlos Gimbermat y Bartolomé Sureda en primer lugar, y el de José María Cardano algunos años después, figuraron entre los pioneros en la utilización de la litografía en España. La intención de

7. Los datos acerca de esta técnica se han obtenido en su mayoría de los textos de J. Zapater y J. García (1993, ed. facsimilar de la de 1878); M. Rubio (1979); C. Lidón (2005); y R. Loche (1975)

Gimbernat, vicedirector del Real Gabinete de Historia Natural, era la de instalar en España un taller en el que utilizar la nueva técnica como medio de reproducción científica; como resultado y con Cardano al frente de la dirección se inauguró en Madrid, en 1818, el primer establecimiento litográfico de España, creado para la gestión y el tratamiento de mapas, cartas y planos. El mismo Cardano mostró a Francisco de Goya la nueva técnica, al igual que había hecho Sureda con aquellas otras de grabado en cobre. (Bonet 1991: 73-77) Al taller madrileño le siguieron otros, como el fundado ese mismo año por el editor Antonio Brusi en Barcelona o la imprenta litográfica instalada en Tolosa en 1821.

Para hacernos una idea somera de esta técnica, acudiremos a la explicación del método que presenta el Diccionario del Dibujo y la Estampa de la Calcografía Nacional (1996):

El soporte sobre el que interviene el artista litógrafo en este procedimiento es una piedra calcárea, porosa, que tiene la capacidad de absorber tanto la grasa como el agua. Sirviéndose de un lápiz o de tinta de composición grasa, el artista efectúa un dibujo sobre la piedra una vez que su superficie ha sido convenientemente pulimentada y graneada o bruñida. La tinta o el polvo de lápiz grasos penetran en los poros de la piedra que coinciden con la zona dibujada. Si la superficie de la piedra se moja, el agua penetrará en los poros libres y será expulsada de los ocupados por la tinta debido al rechazo natural que existe entre el agua y la grasa. Por su naturaleza, el agua y la grasa se repelen, no se mezclan. Mediante un procedimiento químico conocido con el nombre de acidulación, se aplica sobre la piedra una capa de ácido nítrico mezclada con goma arábiga que permite fijar la zona dibujada y limpiar de grasa los poros de la zona libre, haciéndola más receptiva al agua. Para estampar el dibujo de la piedra basta humedecer esta y a continuación pasar un rodillo empapado en tinta grasa. La tinta solo penetrará en los poros ocupados anteriormente por el dibujo y será repelida de los poros donde esté el agua. La estampación litográfica es plana ya que la tinta se deposita en la superficie de la piedra, superficie que no ha sido rebajada en las zonas blancas ni tampoco incidida con instrumento alguno. El mismo proceso puede ser aplicado sobre otros tipos de soportes, en particular, planchas metálicas de cinc o aluminio.

El tipo de piedra a utilizar es una caliza fina la cual una vez extraída de la cantera, se talla en forma de placas rectangulares de un grueso entre 8 y 10 cm. Estas piedras retienen los cuerpos grasos y absorben el agua del mismo modo que una esponja. La superficie de la piedra ha de ser totalmente plana, y con un graneado uniforme. En cuanto al papel, el de mejor calidad es el grueso, elástico, de grano fino y que se ahueque al mojarlo (Zapater y García, 1993: 121). A su vez, la prensa empleada en la técnica litográfica está constituida por un rastrillo o cuchilla recubierta de cuero,

bajo el que discurre la piedra entintada mediante la translación un carro, o platina, en la que se ha depositado.

Con relación a los elementos identificadores de la litografía sea cual sea la variedad utilizada, atenderemos a lo explicado por Vives (2003: 113):

A diferencia de los anteriores procedimientos, no se aprecia ningún relieve en la estampa. En general el efecto es el de un dibujo. Las líneas son granuladas. La textura granulosa y porosa en los trazos y las manchas reproduce la de la superficie de la piedra calcárea... A veces se aprecian los bordes de la piedra, y si además tienen alguna rotura, aparece la señal de la estructura concoidal de la piedra —una característica exclusiva—, en el papel.

(Se puede confundir con un dibujo en sus diferentes técnicas)

#### 4.1. Algunos tipos de litografías

De entre los diversos tipos de litografías, hacemos mención de los siguientes:

*A lápiz o a la aguada.* Para que la tinta sea retenida por la piedra es necesario que esta última tenga un graneado adecuado, lo cual se consigue frotando la piedra, previamente humedecida, con arena de un calibre determinado. A partir de ese momento el artífice podrá fijar a la piedra el dibujo a reproducir aplicando la tinta directamente sobre la superficie mediante pinceles de distintos grosores —en el caso de la aguada—, o bien con una barra litográfica o un lápiz graso —ambos de cera, jabón y negro humo.

*A pluma.* A diferencia del anterior la piedra debe estar pulida, o apomazada, para que la plumilla —idéntica a la utilizada para dibujar en papel con tinta china— pueda desplazarse sin obstáculo alguno. Para preparar la piedra hay que afinar totalmente el grano mediante una piedra pómez especial —con cera y alumbre. Este procedimiento permite obtener trazos firmes y finos.

*Autografía.* En este caso no se dibuja directamente sobre la piedra sino sobre un papel autográfico transportándose posteriormente el dibujo como si se tratase de una calcomanía. El papel autográfico, que puede ser opaco o transparente, es un papel graneado y recubierto de una capa de cola destinada a recibir el calco sobre la que se delinea con tinta grasa, autográfica. Cuando el dibujo está terminado sobre el papel, el litógrafo lo humedece con una esponja al igual que la piedra que lo va a recibir y lo

coloca sobre ella; encima se dispone la maculatura<sup>8</sup> y un pliego cartón fuerte y se pasa varias veces por la prensa humedeciendo cada vez el papel. Una de la ventajas de este método es la de suprimir la inversión de la composición, pues el dibujo ejecutado al derecho se reporta al revés sobre la piedra y en el tiraje resulta de nuevo al derecho. Este procedimiento estuvo muy de moda durante el siglo XIX pues resultó ser de gran utilidad en materias científicas llevándose a cabo principalmente para la reproducción de facsímiles. (Lidón 2005: 249)

*Grabado sobre piedra o aguafuerte litográfico.* No se entiende exactamente como una litografía, pues en realidad es una emulación del grabado en hueco sobre metal. Es una técnica intermedia entre litografía y calcografía, con gran aplicación a la Geografía, Mecánica, Historia Natural, etc. En lugar de granear las piedras, en este caso se pulen finamente hasta obtener brillo. Con una esponja fina, se cubre toda la superficie con una disolución gelatinosa de goma arábiga y ácido nítrico o fosfórico debilitado con agua. Una vez seca la piedra se lava con una esponja y, posteriormente, antes de comenzar a grabar se recubre toda la superficie de la piedra con sanguina; el artífice graba entonces la piedra quedando los surcos en blanco. Para hacer las incisiones el grabador utilizaba un buril, o bien, ciertas máquinas grabadoras que permitían trazar unas líneas rigurosamente paralelas y de un espesor constante.<sup>9</sup>

### 3.2. Litografías de máquinas: tratados, atlas y álbumes

Debido a los cambios en la representación gráfica industrial sobrevenidos durante el siglo XIX se realizaron gran cantidad de publicaciones que se sirvieron de esta técnica emergente. La máquina de vapor, invento por excelencia del siglo, dio lugar a locomotoras, maquinaria de barcos, turbinas, etc., que se representaron profusamente en tratados, atlas y álbumes. En su mayoría, todas estas publicaciones se realizaban en los establecimientos litográficos de nueva creación, dando lugar a planos de excelente factura que, en muchos de los casos, se coloreaban posteriormente utilizando determinados códigos cromáticos.

---

8. Ver Loche (1975: 22) y Vives (2003: 300). Maculatura es una hoja de papel corriente que el litógrafo usa para verificar la impresión y el entintado antes del tiraje definitivo y que se coloca entre la estampa y el cordellate. Este último consiste en una tela basta de lana que protege la plancha y el papel en su paso por el cilindro superior del tórculo.

9. J. Zapater *et al.* (1993: 72) y M. Riat (s.a.: 112).



*l'économie rurale, domestique et industrielle, d'après les dessins faits dans diverses parties de l'Europe.* Extensa colección de maquinaria agrícola litografiada —en el incipiente establecimiento inaugurado en 1816 por su autor—, sobre la piedra caliza de grano fino que se encontraba en el bosque de la comuna francesa de Montmorency y que utilizó con éxito en sus litografías.

José A. Rebolledo, *Construcción general*. Texto y atlas con 35 litografías impreso en Madrid en 1876.

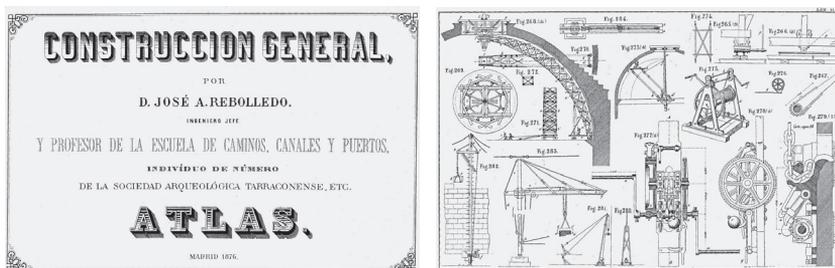


Figura 25. J. Rebolledo, *Construcción general*, Atlas, Imprenta y Fundición de J. Antonio García, Madrid, 1876.

*Atlas de máquinas y calderas de triple expansión de 9.400 caballos indicados con tiro natural y 13.700 con tiro forzado del Crucero Vizcaya.* El ‘Vizcaya’ fue uno de los barcos construidos por la empresa Astilleros del Nervión para la Armada Española hundido en la batalla naval de Santiago de Cuba en 1898. Este álbum es uno de los muchos que se realizaron en las

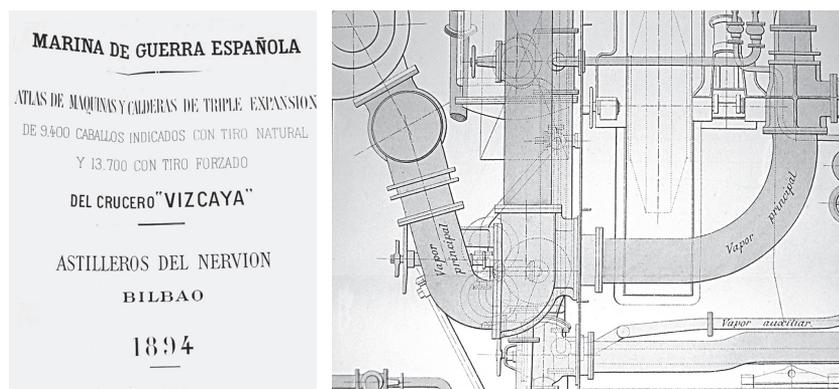


Figura 26. *Atlas de máquinas...* Astilleros del Nervión, Bilbao. Imp. L. Curtier. 1894. 2v.

últimas décadas del siglo XIX con una descripción completa de los cruceros y de las máquinas que los componían. Se trata de ejemplares encuadernados de planos de grandes dimensiones, litografiados y coloreados posteriormente, entre los que se encuentran tanto los de Astilleros del Nervión como los elaborados por la empresa barcelonesa La Maquinista Terrestre y Marítima, o los de la sevillana Portilla, White y Cía.

*Charles Vigreux, Art de l'ingénieur. Projet de locomotives, applications de la partie didactique: études d'une locomotive compound à grande vitesse, à voie normale (1m, 44) et d'une locomotive-tender pour travaux publics ou chemins de fer d'intérêt local à voie de 1 mètre, en collaboration avec M. Ch. Milandre, ingénieur civil.* Atlas encuadernado, con planos litografiados de excelente factura y de grandes dimensiones que describen exhaustivamente las locomotoras a vapor, con dibujos de conjunto y de despiece acotados con profusión.

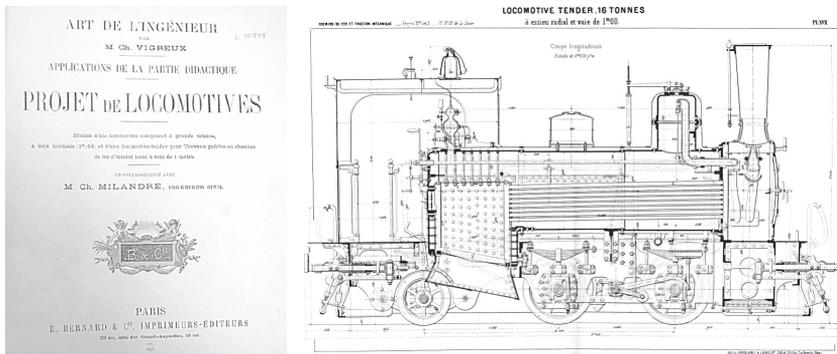


Figura 27. Ch.Vigreux, *Art de l'ingénieur*, Paris, E. Bernard & Cie, 1898.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

Es necesario afirmar que el conjunto de las técnicas de grabado y litografía jugaron un papel fundamental en la divulgación de la tecnología; los adelantos industriales siempre han estado ligados, en cada etapa o período histórico, a la representación gráfica y al auxilio de dichas técnicas artísticas. Las máquinas bélicas, las hidráulicas y multitud de artilugios e ingenios de toda condición que culminaron con la máquina de vapor en el siglo XIX; todos ellos han sido cuidadosamente dibujados y reproducidos contribuyendo a la difusión de los saberes. Las técnicas de representación, acompañaron en todo momento el cambio gradual de la tríada preindustrial agua-madera-caballo al trinomio carbón-hierro-vapor.

Por todo ello, se considera relevante el conocer e intentar identificar los procesos mediante los cuales se obtuvieron dichas imágenes pues al pensar en su análisis iconográfico, aquel que requiere un conocimiento previo de las fuentes y una familiaridad con temas y conceptos específicos, se debe acudir a la tradición cultural y al conocimiento científico del dibujo de máquinas; y es entonces, tras la atenta observación del grado de codificación geométrica alcanzado y de las convenciones formales presentes en la representación, cuando se podrá afirmar con total seguridad que se trata de la representación técnica de una máquina de una determinada época. Si al conocimiento de lo anteriormente expuesto se agrega la capacidad de reconocer la técnica utilizada, si es un manuscrito o una estampa, se obtendrá una visión más global y precisa de aquello que estamos analizando. En este sentido, para la identificación certera de cualquier estampa parece necesario establecer contacto directo con la obra original. Resulta imprescindible ‘mirar’ y ‘tocar’ el papel para percibir las líneas entintadas en relieve —las que, curiosamente, se corresponden con las incisiones abiertas al grabar en hueco—, las hendidas en el papel —las que resultan del relieve del taco— o aquellas otras niveladas con la superficie del soporte propias de los dibujos litografiados.

La forma óptima de contemplar una estampa, también un dibujo, es la de acercarse a ella del mismo modo como lo hace quien mira un libro. Pero la aproximación, en este caso, debe ser incluso mayor, ya que solo el detalle ampliado de una zona de la estampa permitirá descubrir las claves del proceso de su elaboración. Por este motivo el estudioso de la estampa o del dibujo, el encargado de su catalogación o el coleccionista se sirven de un instrumento auxiliar, el cuentahilos, lupa montada en una estructura de metal o plástico y cuyo nombre deriva de su uso en la industria textil, donde se empleaba para contar los hilos de un tejido (Blas, 1996: ‘cuentahilos’).

En suma, todo resulta entrelazado en una visión integral de la máquina dibujada: el nivel de desarrollo tecnológico en el mundo industrial, el nivel de desarrollo gráfico dentro de la Representación (geometría, codificación...) y, por último, las técnicas artísticas emergentes en cada época que han ido adquiriendo el valor añadido de participar en la divulgación científica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLAS BENITO, Javier (coord.), 1996, *Diccionario del dibujo y la estampa: vocabulario y tesoro sobre las artes del dibujo, grabado, litografía y serigrafía*. Madrid, RABASF, Calcografía Nacional.
- BLAS BENITO, Javier y José Manuel MATILLA RODRÍGUEZ, 1998, «La terminología de arte gráfico en la normativa española», *Museo, Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España*, 3 (1998), pp. 171-184.

- BONET CORREA, Antonio, 1991, «Origen de la litografía en España», *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, 73 (1991), pp. 73-77.
- CABO DE LA SIERRA, Gonzalo, 1981, *Grabados, litografías y serigrafías, técnicas y procedimientos*. Valladolid, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Valladolid/Esti-Arte.
- CARRETE PARRONDO, Juan, 2004, «Breve historia del arte de la estampa, siglos XV al XVIII», en *Estampas de la Real Academia Española. Colección Rodríguez Moñino-Brey*. Madrid, Fundación Cultural Mapfre Vida, pp. 12-23.
- CARRETE PARRONDO, Juan, Fernando CHECA CREMADES y Valeriano BOZAL FERNÁNDEZ, 1987, *Summa Artis. Historia General del Arte. El Grabado en España (siglos XV-XVIII)*, vol. 31. Madrid, Espasa-Calpe.
- CHAMBERLAIN, Walter, 1988, *Manual de grabado en madera y técnicas afines*. Madrid, Hermann Blume.
- GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio, 1996, «Los técnicos y el arte. Betancourt, Sureda, Goya». En I. González Tascón, dir., *Betancourt, los inicios de la Ingeniería Moderna en Europa* (Catálogo de la exposición), Madrid, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- LARRAYA, Tomás G., 1979, *Xilografía: historia y técnicas del grabado en madera*. Barcelona, Sucesor de E. Meseguer.
- LARRIBA, Elisabel, 2005, «L'art au service de la divulgation scientifique: le rôle des gravures dans le 'Semanario de Agricultura y Artes dirigido a los Párrocos' (1797-1808)», *El Argonauta Español*, 2 (2005) Disponible en red.
- LE BOT, Marc, 1979, *Pintura y maquinismo*. Madrid, Cátedra.
- LIDÓN, Concepción, 2005, *La litografía industrial en el Norte de España de 1800 a 1950. Aspectos históricos, estéticos y técnicos*. Gijón, Trea.
- LOCHE, Renée, 1975, *La litografía*. Barcelona, R. Torres.
- RIAT, Martín, s. a., *Técnicas gráficas. Una introducción a las técnicas de impresión y su historia*. Ed. electrónica: [www.riat-serra.org](http://www.riat-serra.org).
- RUBIO MARTÍNEZ, Mariano, 1979, *Ayer y hoy del grabado y sistemas de estampación: conceptos fundamentales, historia y técnicas*. Tarragona, Tarraco.
- RUEDA, Manuel de, 1991, *Instrucción para gravar en cobre*. Granada, Universidad. Ed. facsimilar de la de 1761.
- TEACH GNUDI, Martha, 1974, «The cover design. Agostino Ramelli and Ambroise Bachot», *Technology and culture*, xv, 4 (1974), pp. 614-625.
- VEGA GONZÁLEZ, Jesusa, 2000, «Bartolomé Sureda y las técnicas gráficas», en I. Tuda, E. Corrales y J. Sierra, eds., *Bartolomé Sureda (1769-1851), arte e industria en la Ilustración tardía*. Madrid, Museo Municipal, pp.171-196.
- VERIN, Hélène, 2004, «Los Teatros de Máquinas desde 1570 a 1630», en *Los orígenes de la ciencia moderna: actas año XI-XII*, [Seminario 'Orotava' de Historia de la Ciencia]. Canarias, Consejería de Educación, Cultura y Deportes/Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa, pp. 309-328.
- VIVES PIQUÉ, Rosa, 2003, *Guía para la identificación de grabados*. Madrid, Arco Libros.
- ZAPATER Y JAREÑO, Justo y José GARCÍA ALCARAZ, *Manual de litografía*. Madrid, Clan/Cairel, 1993 (Ed. facsimilar de la de 1878).

