

EL GRABADO AL AGUAFUERTE CON SALES CORROSIVAS: EL LEGADO DE LOS CLÁSICOS*

Eva Figueras Ferrer**
Universidad de Barcelona

RESUMEN

El desarrollo industrial y tecnológico del siglo xx ha conllevado un notable incremento y transformación de los lenguajes artísticos, que también ha afectado al grabado, ampliando los recursos de los grabadores de una forma impensable en generaciones anteriores. Recientemente, sin embargo, han aflorado interrogantes y reflexiones acerca de la sostenibilidad de los procedimientos y materiales que se utilizan y se han valorado sus implicaciones en la salud del artista y en el medio ambiente. Algunos de los nuevos métodos y materiales de grabado de bajo riesgo no son tan nuevos, sino que son mejoras y actualizaciones de antiguos métodos utilizados por los grabadores clásicos: la incorporación de mordientes salinos en sustitución de los ácidos en el grabado al aguafuerte ya eran utilizados por los grabadores de los siglos XVI y XVII, y las formulaciones de los mismos las encontramos en los tratados de Benvenuto Cellini, de Abraham Bosse o de Manuel de Rueda, entre otros.

PALABRAS CLAVE: mordiente salino, seguridad, arte sostenible.

ABSTRACT

«Intaglio Etching Using Corrosive Salt Bath Solutions: A Legacy From The Classics». The industrial and technological development of the 20th Century brought with it a notable increase and transformation of artistic languages, which also affected etching, by expanding engravers' resources in an unthinkable way in previous generations. Recently, however, questions and reflections have surfaced about the sustainability of the processes and materials used, and their implications on the artist's health and on the environment have been evaluated. Some of the new low-risk engraving methods and materials are not so new, but they are improvements and updates of ancient methods used by ancient engravers: the incorporation of saline mordants to substitute the acids that were used by engravers in etching in the 16th and 17th Centuries, and the formulations of the same that we find in the treaties of Benvenuto Cellini, Abraham Boose or Manuel de Rueda, among others.

KEY WORDS: saline etching bath solution, safe non-toxic, sustainable art.



La historia del grabado, su desarrollo y su evolución ha estado siempre íntimamente ligada al avance del desarrollo técnico e industrial. Con estas innovaciones y a lo largo de los años cada nuevo procedimiento ideado contribuía a incrementar la lista de químicos y materiales tóxicos y nocivos utilizados por los profesionales del mundo del grabado.

El relativo interés que existía por minimizar los efectos de estos productos en la salud de los profesionales sólo permitía la opción de usar equipamientos y medios de protección en ocasiones poco eficaces, ya que el único modo de conseguir unos resultados técnicos satisfactorios era por medio de técnicas en muchos casos muy nocivas. Sin embargo, en estos últimos años, han aflorado los temas relativos a la seguridad y la salud de los profesionales así como la preocupación por preservar el medio ambiente. En las últimas décadas el mundo de la industria de las artes gráficas ha venido desarrollando sustitutos viables a las técnicas de grabado tradicionales forzados por las legislaciones que en materia de seguridad laboral han sido promulgadas. Indirectamente este hecho ha venido a cuestionar, en cierto modo, las técnicas tradicionales de grabado que se siguen utilizando de manera mayoritaria por artistas y escuelas de arte.

A este respecto hemos de empezar puntualizando que realmente los nuevos métodos de grabado de bajo riesgo, que han sido bautizados en sus países de origen como «no tóxicos», recibieron este nombre que se les asignó oficialmente por las autoridades en materia de legislación («AP Non-Toxic») en su nacimiento a mediados de la década de los noventa. Sin embargo, las palabras «grabado no tóxico» representan más un concepto general de declaración de intenciones que una descripción real. Hemos de recordar que nada puede ser considerado «no tóxico» ya que la toxicidad es un término relativo y los materiales utilizados en estas técnicas tampoco son «no tóxicos». Así, a pesar de que en los países anglosajones la denominación extendida es la de «Non-Toxic Intaglio» o «Non-Toxic Printmaking», la terminología apropiada para hablar de estos productos y métodos es la de «grabado de bajo riesgo».

Algunos de estos nuevos métodos y materiales de grabado de bajo riesgo no son tan nuevos, sino que son mejoras y actualizaciones de antiguos métodos, como los métodos electrolíticos y galvanográficos, que se desarrollaron y patentaron en el siglo XIX, y utilizados conjuntamente con la fotografía en algunos procesos fotomecánicos de esta época. La incorporación de mordientes salinos en sustitución de los ácidos en el grabado al aguafuerte tampoco son una novedad, ya que los grabadores de los siglos XVI y XVII ya los utilizan en sus aguafuertes, y las formulaciones de los mismos las encontramos en los tratados de Benvenuto Cellini, de Abraham Bosse o de Manuel de Rueda, entre otros.

* Fecha recepción: 23.09.2009. Fecha referees: 21.01.2011. Fecha aceptación: 20.02.2011.

** E-mail: efigueras@ub.edu.

EL GRABADO AL AGUAFUERTE CON SALES CORROSIVAS: EL LEGADO DE LOS CLÁSICOS

La historia del grabado y su evolución ha estado siempre íntimamente interrelacionada con su desarrollo técnico e industrial. Las sucesivas innovaciones y procedimientos ideados han contribuido a incrementar tanto el repertorio de capacidades expresivas como la lista de químicos y materiales tóxicos y nocivos utilizados por los profesionales del mundo del grabado.

Hasta hace poco tiempo, el modo predominante de conseguir resultados técnicos satisfactorios era mediante técnicas, en muchos casos, muy nocivas. El escaso interés existente para minimizar los efectos de estos productos en la salud de los profesionales sólo incidía en el uso de equipamientos y medios de protección, en ocasiones poco eficientes. En estos últimos años, sin embargo, la preocupación por preservar el medio ambiente y proteger la seguridad y la salud de los profesionales se ha incrementado y socializado notablemente. En la industria de las artes gráficas, concretamente, se han desarrollado sustitutos viables a las técnicas tradicionales de grabado, transformaciones que han sido forzadas por la aplicación de nueva legislación en materia de seguridad laboral. Aunque indirectamente, este hecho cuestiona algunas técnicas tradicionales del grabado aún de uso mayoritario por artistas y en escuelas de arte.

Los métodos, materiales y procedimientos alternativos se han designado como «no tóxicos», ya que fue ésta la denominación oficial por parte de las autoridades en materia de legislación («AP Non-Toxic»), en el desarrollo de estas técnicas a mediados de los noventa. Debemos empezar matizando esta categórica afirmación, ya que «grabado no tóxico» denota más un concepto general de declaración de intenciones que una descripción real de los nuevos métodos de grabado de bajo riesgo. Debemos recordar que nada puede ser considerado «no tóxico» ya que la toxicidad es un término relativo y los materiales utilizados en estas técnicas tampoco son, por tanto, «no tóxicos». A pesar de que en los países anglosajones la denominación extendida es la de «Non-Toxic Intaglio» o «Non-Toxic Printmaking», la terminología apropiada para tratar de estos productos y métodos es la de «grabado de bajo riesgo».

Profundizando en la aplicación de estos «nuevos» métodos y materiales de grabado de bajo riesgo podemos descubrir, además, que no son tan nuevos ni originales, sino más bien mejoras y actualizaciones de antiguos métodos, como los procedimientos electrolíticos y galvanográficos, que se desarrollaron y patentaron en el siglo XIX, y utilizados conjuntamente con la fotografía en algunos procesos fotomecánicos de esta época¹. La incorporación de mordientes salinos en sustitución de los ácidos en el grabado al aguafuerte tampoco constituyen gran novedad, ya que los

¹ CRUJERA, Alfonso. *Manual del grabado electrolítico*. Las Palmas de Gran Canaria, 2008. pp. 17-19.

grabadores de los siglos XVI y XVII ya los utilizan en sus aguafuertes, y podemos identificar distintas formulaciones de estos mordientes en los tratados de Benvenuto Cellini, de Abraham Bosse o de Manuel de Rueda, entre otros.

Los primeros tanteos en la utilización del aguafuerte en grabado son, según André Blum², de inicios del siglo XV: «Quelquefois même des irrégularités de taille d'une épaisseur d'encre en relief laisserait même supposer de l'eau-forte aurait été pratiquée dans les premières années du XV^e. siècle, comme l'indique un manuscrit de 1431 de Jehan le Bégue à la Bibliothèque Nationale (ms. Lat. 6741), c'est-à-dire près de cent ans avant de Urs Graf, Durer, Mazzuoli de Parme, dit le Parmesan et Lucas de Leyde, considérés jusqu'alors comme les ancêtres de cette technique».

Urs Graf (Soleure 1485-Bâle 1527) es uno de los primeros en utilizar el aguafuerte y sus primeras estampas conocidas son del 1513. Dos años después Albert Dürer utilizó ya los ácidos para grabar sobre hierro.

Con independencia de estas primeras incursiones esporádicas, uno de los pioneros del aguafuerte es el pintor italiano Givolano Francesco Maria Mazzola (Parma 1503-Casal Maggiore 1540), más conocido como el Parmesano, que impulsará significativamente el grabado con ácido con su producción a partir del 1530. Uno de sus discípulos, Antonio da Trento, exporta el nuevo procedimiento a Francia, donde se incorporará entre los grabadores de la escuela de Fontainebleau y desde donde se extenderá, a partir de la segunda mitad del siglo XVI, por toda Europa.

Benvenuto Cellini³ (1500-1571), escultor y orfebre, fue contemporáneo de Parmesano y, además de grabar en Florencia y Roma, trabajó también en Fontainebleau. En su tratado de la orfebrería describe dos fórmulas de mordiente, «de cortar y de grabar». En lo que atañe al aguafuerte de grabar el autor expresa: «El aguafuerte de grabar se hace del siguiente modo: coge media onza de pez, una onza de vitriolo, media onza de alumbre de roca, media de cardenillo y seis limones; mezcla todas esas cosas, previamente bien pulverizadas, con el jugo de los limones, y haz que hierva esta mezcla durante un poco de tiempo, sin resecarse demasiado, en una vasija vidriada. Si no tienes limones utiliza vinagre fuerte que dará el mismo resultado».

Estas denominaciones antiguas se corresponden a las siguientes sustancias:

- *Pez*. Sustancia blanca y pegajosa que se obtiene de la destilación incompleta de la trementina o de maderas resinosas.
- *Vitriolo*. El autor no especifica si se trata de aceite vitriolo (ácido sulfúrico) o vitriolo azul o de cobre (sulfato de cobre hidratado). Pensamos que se trata del ácido sulfúrico, ya que en el aguafuerte de cortar especifica el «vitriolo romano», es decir, sulfato de hierro y potasio.
- *Alumbre de roca*. Sulfato de aluminio y potasio.
- *Cardenillo*. Acetato de cobre.

² BLUM, André. *Les origines du papier*. Paris: La Tournelle, 1935, p. 164.

³ CELLINI, Benvenuto. *Tratados de orfebrería, escultura y arquitectura*. Madrid: Akal, 1989, pp. 146-147.

«En cuanto al aguafuerte de cortar, se hace del siguiente modo: Coge ocho libras de alumbre de roca quemado, otro tanto de excelente salitre y cuatro libras de vitriolo romano y ponlo todo en una redoma: junto con estas cosas pondrás también un poco de aguafuerte que ya haya sido utilizada».

Estas denominaciones antiguas se corresponden a las siguientes sustancias:

- *Alumbre de roca*. Sulfato de aluminio y potasio
- *Salitre*. Nitrato potásico.
- *Vitriolo romano*. Sulfato doble de hierro y cobre.

Este aguafuerte de los orfebres no se utilizaba para grabar sino para disolver metales como el mercurio, el cobre, el estaño, la plata, etc. En 1771, Delormois⁴ recomienda sustituir este aguafuerte por Espíritu de Nitra, es decir, ácido nítrico.

En el siglo XVII un considerable número de artistas incorporan la técnica del aguafuerte como lenguaje artístico, como Anthony Van Dyck, Jacques Callot, Hercules Seghers, Rembrandt y José de Ribera. Hemos heredado, de Rembrandt, el ácido holandés, compuesto de ácido clorhídrico (denominado ácido muriático o espíritu de sal en la antigüedad), clorato de potasa y sal común, mezclado con agua. El elevado nivel de toxicidad⁵ de este compuesto lo convierte en un producto del todo desaconsejable para su uso actual.

Abraham Bosse⁶, un discípulo de Callot, publica el año 1645 uno de los primeros tratados calcográficos. En este tratado se detalla la técnica que Bosse aprendió de su maestro Callot quien, a su vez, había aprendido a grabar al aguafuerte en Italia. Cita explícitamente el barniz de los *Luthiers* que utilizaba Callot —cuya base no es la cera sino el aceite de linaza—, más duro que el negro y resistente a la *échope*, una herramienta con la que Bosse obtuvo unos efectos muy semejantes al buril. Desconocemos si el aguafuerte que propone Bosse fue desarrollado por el propio autor, si lo aprendió de Callot —del que no se conoce ningún manual⁷— o

⁴ DELORMOIS, Mr. *Arte de hacer las Indianas de Inglaterra...* Madrid: Imp. Real de la Gazeta, 1771, pp. 55-56.

⁵ ROSSOL, M. *The artist's complete Health and Safety Guide*. Canada: Allworth Press, 2001, p. 212; VV.AA. *Making Art safely*. EEUU: John Wiley & Sons, Inc., 1996, p. 219.

⁶ BOSSE, A. *Traité des manières de graver en taille douce sur l'airin. Par le moyen des eaues fortes et des vernix durs et mols*. Paris: Gutenberg Reprint, 1979 (1645), p. 11.

⁷ BÉGUIN, André. *Dictionnaire technique de l'estampe*. Bruxelles: Béguin, 1977, p. 352. Béguin cita una fórmula de mordiente de Callot, compuesta por «Vert-de-gris (40 gr), vinaigre fort (80 gr), sel ammoniac (40 gr), sel marine (40 gr), alun (10 gr), eau (160 gr)». Béguin no especifica la fuente bibliográfica de donde procede esta información, probablemente de un tratado de grabado anterior, pero como hemos comentado, Callot no dejó ningún manual y no podemos asegurar que se trate del mordiente utilizado por el grabador. La rareza en dicha composición reside en la proporción de vert de gris (acetato de cobre) —es muy baja con relación a las sales de su misma composición y comparado con otras fórmulas antiguas—, y en la presencia del agua, ya que se utilizaba el vinagre o los limones en la disolución.



si la composición ya era íntegramente de origen italiano. Se enumeran, en la siguiente tabla, los ingredientes y las cantidades de la fórmula que propone Bosse.

TABLA 1. COMPOSICIÓN DEL AGUAFUERTE DE ABRAHAM BOSSE	
COMPUESTO	CANTIDAD
Vinaigre	trois pintes*
Sel ammoniac**	six onces***
Sel commun	six onces
Verdet****	quatre onces

* 1 pinta= 0'568 litros. (Gran Bretaña), 0'425 litros. (Estados Unidos).

** Sel ammoniac= sal amoníaca= cloruro de amoníaco.

*** once = 28'7 gramos.

**** Verdet= acetato de cobre.

Uno de los primeros manuales escritos en castellano, que reseña diversas fórmulas de Bosse, es la obra *Instrucción para gravar en cobre y perfeccionarse en el gravado al buril, al agua fuerte y al humo* de Manuel de Rueda⁸ del año 1761. La composición del mordiente se enumera en la siguiente tabla y para elaborarlo se introducen los componentes en un puchero de cerámica —no de metal, ya que el mordiente lo altera—, y se hace hervir al fuego. Se hace difícil cuantificar el período, ya que en el texto se precisa este lapso de tiempo como el correspondiente a «tres hervores».

TABLA 2. COMPOSICIÓN DEL AGUAFUERTE DE MANUEL DE RUEDA	
COMPUESTO	CANTIDAD
Vinagre	tres quartillos*
Sal amoniac	tres onzas
Sal común	tres onzas
Cardenillo o verdete	dos onzas

* 1 quartillo= 0'5 litros.

⁸ RUEDA, Manuel de. *Instrucción para gravar en cobre y perfeccionarse en el gravado à buril, al agua fuerte, y al humo con el nuevo methodo de gravar las planchas para estampar en colores, à imitación de la Pintura*. Madrid: Joachin Ibarra, 1761, pp. 68-71.

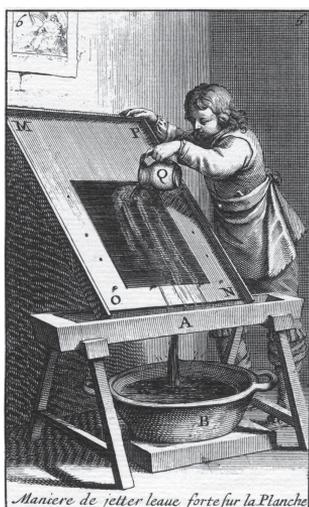


Figura 1. A. BOSSE. *Traité des manières de graver en taille douce sur l'airin. Par le moyen des eaues fortes et des vernix durs et mols.* Paris: Gutenberg Reprint, 1979 (1645).
Aguafuerte. Demostración del aguafuerte à couler.

Si comparamos los dos compuestos, y considerando que prácticamente coincide la cantidad de vinagre en las dos fórmulas, constatamos que la concentración de sales y de verdete es exactamente el doble en la propuesta de Bosse que en la de Rueda.

Hemos reelaborado y experimentado con las dos fórmulas, la de Bosse y la de Rueda. Pudimos constatar los semejantes efectos de las dos fórmulas, aunque con intensidades muy diferentes: la de Bosse corroe de forma mucho más rápida que la segunda, cuyos efectos son más lentos pero de gran nitidez.

¿Cómo explicamos una diferencia tan grande de concentración en este lapso de poco más de cien años? Puede que se trate de un error en la traducción pero, a mi entender, esta circunstancia se explica exclusivamente por la forma en que el mordiente se aplica a la plancha.

Abraham Bosse⁹ explica detalladamente la forma de aplicar el aguafuerte: no sumerge la plancha en una cubeta llena de mordiente —como se hace actualmente—, sino que coloca la plancha verticalmente encima de una pila, un caballete y un recipiente y le aplica el aguafuerte por encima, con la ayuda de un bote de gres o barro cocido (fig. 1). El aguafuerte va a parar a un cubo situado en la parte inferior, de forma que el grabador va recogiendo mordiente del cubo y lo derrama sobre

⁹ BOSSE, A. *Traité des manières de graver en taille douce sur l'airin. Par le moyen des eaues fortes et des vernix durs et mols.* Paris: Gutenberg Reprint, 1979 (1645), p. 30 y s.



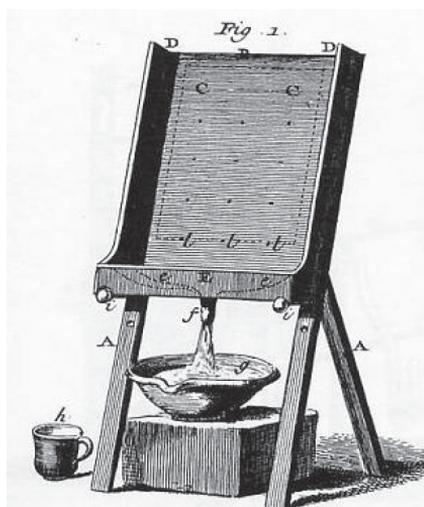


Figura 2. R. BENARCI. *Gravure. Manière de faire mordre à l'eau forte.* (1771). Aguafuerte. Representación de mordida plana. Ilustración del apartado *Gravure*, vol 9, pl. v de la *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts, et des métiers*.

la plancha. Es un procedimiento lento. El autor propone comprobar el grado de corrosión a la media hora de aplicación, y tapar con una mezcla de aceite y grasa las zonas más suaves de la composición y, a continuación, continuar con el proceso de mordiente de la plancha, y así sucesivamente hasta obtener los diferentes tonos de grises deseados.

En la obra *El Museo Pictórico y Escala Óptica*, de Antonio Palomino de Castro y Velasco¹⁰, se simplifica el mecanismo del tratadista francés y propone colocar una madera para sostener la plancha en posición vertical directamente en el cubo del aguafuerte (fig. 2).

François Courboin¹¹ denomina este aguafuerte de Bosse «eau forte à couler» porque «il fallait la faire couler sans relâche sur le cuivre maintenu dans un plan incliné: ce dispositif est nécessaire pour entraîner les sels qui se forment à la surface du cuivre et qui arrêteraient l'action du mordant».

Manuel de Rueda¹² describe el procedimiento de sumergir la plancha en una cubeta que contiene el baño corrosivo: «se coge una caja de conveniente mag-

¹⁰ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, ANTONIO. *El Museo Pictórico y Escala Óptica*. Madrid: Aguilar, 1988 (5 ed.) (Madrid: Juan García Infaçon, 1724), tomo II.

¹¹ COURBOIN, FRANÇOIS. *L'estampe Française*. Paris-Bruxelles: G. van Oest, 1914, p. 34.

¹² Ch. N. Cochin en la segunda reedición de tratado de Bosse describe el procedimiento de Le Clerc y, seguramente, es de esta publicación de donde lo transcribe Rueda.



Figura 3. A. BOSSE. *Traité des manières de graver en taille douce sur l'airin. Par le moyen des eaux fortes et des vernix durs et mols.* Paris: Gutenberg Reprint, 1979 (1645), Reedición de Ch.N. Cochin del 1745, Plancha 9. Demostración del aguafuerte aplicado en cubeta.

nitid, cuyas tablas (bien delgadas) tengan en los costados tres, ò quatro pulgadas de altura, ajustandoles bien, y pintando la caja à el oleo por dentro, u fuera, para contener el agua fuerte sin embeberla»¹³. Se produce un movimiento de balanceo de la cubeta, para evitar que las sales obturen los surcos que están al descubierto, un problema que no tenía Bosse, ya que el mordiente se derramaba continuamente sobre un plano vertical. Tenía que ser, sin embargo, un mordiente más concentrado, ya que su acción sobre el metal era intermitente. Si la plancha se sumerge en una cubeta, en cambio, el contacto del mordiente con el cobre es constante y actúa con mayor intensidad (fig 3).

Para planchas de gran formato Rueda¹⁴ propone construir en su perímetro una pared de cera para contener el mordiente o, si se prefiere, con la ayuda de un papel grueso doblado, se construye una pared que se impermeabiliza con una mez-

¹³ RUEDA, Manuel de. *Instrucción para gravar en cobre y perfeccionarse en el gravado à buril, al agua fuerte, y al humo con el nuevo methodo de gravar las planchas para estampar en colores, à imitación de la Pintura.* Madrid: Joachin Ibarra, 1761, p. 71.

¹⁴ *Ibíd.*, pp. 145-151.

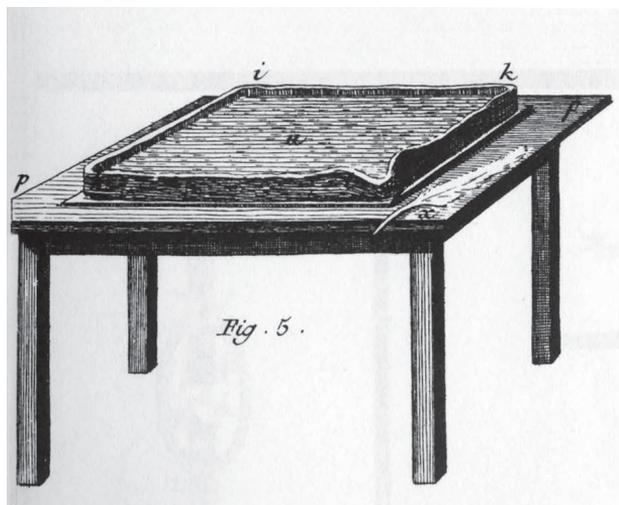


Figura 4. R. BENARD. *Gravure. Manière de faire mordre à l'eau forte.* (1771). Aguafuerte. Representación de mordida plana. Ilustración del apartado *Gravure*, vol 9, pl. v de la *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts, et des métiers*.

cla de trementina de Venecia, aceite y cera (fig. 4). Este método de la cera no constituye ninguna novedad y ya lo describía Benvenuto Cellini¹⁵ en su tratado de la orfebrería en pleno Renacimiento italiano.

Bosse ya citaba la confección de una cubeta para contener la plancha con cera en el apartado que trata del grabado con barniz «mol», es decir, el negro que conocemos actualmente. El aguafuerte también cambia ya que cita el «eau forte de départ» o de los afinadores, compuesto de vitriolo, de salitre y algunas veces de alumbre de roca destilados conjuntamente. Este aguafuerte es el que Cellini denominaba «agua fuerte de cortar» en su tratado de orfebrería.

Bosse recomienda el primer aguafuerte, ya que es útil para las dos clases de barniz: el duro y el «mol» o negro actual. Charles Nicolas Cochin, en la reedición del manual del año 1745, confirma la opinión de Bosse en el sentido de utilizar el aguafuerte «à couler» pero invoca, por primera vez, más allá de criterios de eficacia, motivos de salud: «...Elle est bien plus excellente que celle des Affineurs: elle n'est point si sujette à faire éclater le vernis ni a plusieurs accidents, par exemple *d'être perjudiciale à la vûe et à la santé*, comme celle de départ...»¹⁶.

¹⁵ CELLINI, Benvenuto. *Tratados de orfebrería, escultura y arquitectura*. Madrid: Akal, 1989, p. 147.

¹⁶ BOSSE, A. *De la manière de graver à l'eau forte et au burin. Et de la gravure en manière noire. Revûe, corrigée & augmentée du double par Ch. N. Cochin*. Paris: Ch.A.Jombert, 1745, p. 93.

El aguafuerte «à couler» de Bosse es, sin duda, menos tóxico que el de los afinadores. Entre sus componentes, el vinagre y la sal común son de uso doméstico y cotidiano sin riesgos de toxicidad. El acetato de cobre es soluble, económico y si se hidroliza libera ácido acético; están ausentes, por tanto, los efectos destructores de los ácidos minerales fuertes. Se utiliza, generalmente, como fungicida agrícola. El cloruro amónico es un elemento más peligroso. Según el Dr. Daniel Sainz (profesor del Departamento de química inorgánica de la Universidad de Barcelona), «hay que tener en cuenta que puede sublimar en estado sólido a elevada temperatura y causar irritación ya que se descompone dando HCL (tóxico por inhalación y corrosivo) y amoníaco (tóxico por inhalación, corrosivo, inflamable y muy tóxico para los organismos acuáticos), pero esto no sucede en disolución. Es decir, hay que tener la precaución de no calentar el cloruro de amonio en estado sólido»¹⁷. Además, el acetato de cobre se descompone a unos 240°C dando ácido acético y CuO (óxido de cobre II), que es nocivo. En resumen, según del profesor Sainz, «si los productos se calientan una vez hecha la disolución y no superan los 240°C, los únicos productos que se podrían liberar son agua y ácido acético, delante de los cuales sería necesario preservarse trabajando bajo una campana o con una mascareta, gafas, guantes y una buena ventilación».

Para evitar tener que calentar los productos en su formulación, se sustituye el vinagre por ácido acético concentrado a 3 grados¹⁸, o por el ácido piroleñoso¹⁹. De esta forma las sales pueden disolverse en frío, lo que evita la ebullición de los productos²⁰, y consecuentemente, el desprendimiento de los gases tóxicos del cloruro amónico y el CuO del acetato de cobre.

Hemos experimentado dos variantes de la composición de Bosse, esto es, con vinagre y con ácido acético. Podemos afirmar que ambos mordientes, una vez compuestos, no desprenden gases tóxicos. Destaca, en cambio, un olor desagradable en los dos casos, que hacen aconsejable la utilización de una cubeta tapada para corroer las planchas. Señalar también que estos mordientes corroen con profundidad y con nitidez el cobre, el zinc y el aluminio, ajustando la concentración a las características de cada uno de los metales.

El aguafuerte «à couler» de Bosse prevaleció en la mayoría de manuales de grabado hasta bien entrado el siglo XIX, cuando fue desplazado por los compuestos

¹⁷ Informe sobre la toxicidad de la fórmula de A. Bosse emitido por la *Oficina de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (OSSMA)* de la Universidad de Barcelona, enero 2004. Asesoramiento por parte del Dr. Daniel Sainz, profesor del Departamento de Química Inorgánica. Ver también VV.AA. *Making Art safely*. EEUU: John Wiley & Sons, Inc., 1996, p. 191.

¹⁸ El ácido acético puro o concentrado al 50% es muy corrosivo para los tejidos y puede causar quemaduras cutáneas. En concentraciones no corrosivas, no es tóxico. Sus sales y ésteres se denominan acetatos.

¹⁹ Fracción acuosa de color amarillo o rojo, obtenida por la destilación destructiva de la madera. Contiene esencialmente metanol, acetona, ácido acético, así como otras sustancias más complejas en pequeña proporción.

²⁰ PERROT, A.M. *Nouveau manuel complet du graveur ou traité de l'art de la gravure en tout genre*. Paris: Facsímil Inter-Livres, 1988 (Paris: Encyclopédie Roret, 1830), p. 37, nota 1.



basados en ácido nítrico (el antiguo ácido azótico o espíritu de nitr) y ácido clorhídrico (ácido muriático o espíritu de sal) que conocemos actualmente. Con la excepción del mordiente holandés, podemos confirmar que en los antiguos talleres de grabado se utilizaban mordientes menos tóxicos que los actuales.

El primer tratado español que utiliza la denominación ácido nítrico comercial para grabar al aguafuerte es *Instrucción para el pueblo. Cien tratados sobre los conocimientos más indispensables*, de Basilio Sebastián Castellano de Losada²¹, fechado el año 1851. Este manual es el resultado de traducir y fusionar diferentes textos, la mayoría de origen francés.

Es curioso constatar la convivencia de los antiguos mordientes y la de los nuevos ácidos en la mayoría de los tratados teóricos del siglo XIX y del XX. En el año 1830, en el volumen dedicado al grabado de la *Encyclopédie Roret* A.M. Perrot²² describe, por ejemplo, una fórmula alemana en la que se mezclan antiguas fórmulas con ácidos comerciales: «On fait fondre dans l'acide nitrique tout le cuivre que le liquide peut dissoudre, et, d'un côté, on prépare une solution saturée de sel ammoniac dans un bon vinaigre. On mélange alors 3 parties en volume de la solution cuivrique avec 1 partie, aussi en volume, de solution ammoniacale, ce qui produit une liqueur verdâtre...». Bastante curiosa es también ésta: «Para las planchas de acero: Yodo en escamas (50 gr), yoduro potásico (125 gr), agua (1 lt), sulfato de cobre (125 gr), sal amoniaco (184 gr), vinagre destilado (3 lt), nitrato de plata (1.8 gr), alcohol (200 gr), ácido nítrico (100 gr), agua destilada (1.500 gr), alcohol (100 gr) y ácido nítrico (100 gr)»²³. El yodo y el yoduro potásico como mordientes del acero reaparecen citados en el diccionario de André Béguin²⁴, un siglo más tarde.

Béguin atribuye a Schwarz et Boehme una composición para el cobre no tóxica: «Présente l'avantage d'attaquer en profondeur, de mordre sans provoquer des bulles à la surface de métal et de ne pas être toxique»²⁵. Es la que sigue: ácido clorhídrico (10 partes), agua (70 partes), mezclado con clorato de potasa (2 partes) y agua (20 partes). La no-toxicidad de la fórmula queda en entredicho si tenemos en cuenta el ácido clorhídrico de la formulación.

En algunos manuales del siglo XX, las antiguas fórmulas de Bosse se citan como una curiosidad²⁶, y proponen las composiciones que conocemos actualmen-

²¹ CASTELLANOS DE LOSADA, Basilio Sebastián. *Instrucción para el pueblo. Cien tratados sobre los conocimientos más indispensables*. Madrid: Establecimiento Tipográfico de Mellado, 1851, tomo II, tratados 51 al 100.

²² PERROT, A.M. *Nouveau manuel complet du graveur ou traité de l'art de la gravure en tout genre*. Paris: Facsimil Inter-Livres, 1988 (Paris: Encyclopédie Roret, 1830), p. 37.

²³ CAMPS ARMET, C. *Diccionario Industrial (Artes y oficios de Europa y América)*. Barcelona: A. Elías y comp. 1887, p. 827.

²⁴ BÉGUIN, André. *Dictionnaire technique de l'estampe*. Bruxelles: Béguin, 1977, p. 358.

²⁵ BÉGUIN, André. *Dictionnaire technique de l'estampe*. Bruxelles: Béguin, 1977, p. 355.

²⁶ MELIS MARINI, Felice. *El aguafuerte y demás procedimientos de grabado sobre metal*. Barcelona: E. Meseguer, 1973 (Milano: 1916), p. 21.

te, basadas en ácidos. Aunque en el año 1916, Melis-Marini²⁷ advierte de los riesgos de los «gases venenosos» que desprende el nítrico y diseña, como medida preventiva, un artilugio para morder la plancha al ácido evitando el contacto humano, en el siglo XX no se percibe gran preocupación, en los manuales y tratados de grabado, por los riesgos y las precauciones que se han de tomar en el momento de manipular y grabar con ácidos, así como tampoco no se explicita el tratamiento adecuado de los residuos tóxicos de dichos ácidos: su neutralización y recogida selectiva de los mismos.

No es hasta finales del siglo XX cuando aflora la preocupación por la toxicidad para la salud humana y para el medio ambiente, de los materiales utilizados en grabado y cuando se proponen fórmulas de mordientes alternativos a los ácidos.

Algunas de ellas ya eran conocidas, como el uso del cloruro férrico. Otras son formulaciones nuevas, pero que están basadas en componentes que se utilizaban antiguamente, como son los sulfatos y las sales. Puede afirmarse, por tanto, que la investigación de nuevos materiales y procedimientos²⁸ supone, en definitiva, un renacimiento de los compuestos primigenios del grabado. Y dentro de esta línea, el estudio de los manuales antiguos nos aportan soluciones alternativas a algunas prácticas poco saludables que practicamos en la actualidad.

El *Bourdeaux Etch*, propuesto por Cedric Green²⁹, por ejemplo, es una solución concentrada de sulfato de cobre, y corroe las planchas de zinc sin producir gases venenosos. Una fórmula similar para grabar zinc y aluminio es la de Nik Semenoff³⁰, basada en sulfato de cobre, sal y bisulfato de sodio. Como podemos comprobar, estos compuestos y otros que se han propuesto recientemente no difieren excesivamente de los de Abraham Bosse.

Un mordiente nuevo con el que hemos trabajado y analizado es el persulfato de sodio o denominado también Sodio Peroxodisulfato ($\text{Na}_2\text{O}_8\text{S}_2$), que disuelto en agua constituye un mordiente transparente que no desprende gases y que es apto para morder el cobre y el zinc. No obstante, al igual que la mayoría de los mordientes, es necesario tomar medidas de seguridad en su manipulación. Según informe emitido por la Oficina de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (OSSMA) de la Universidad de Barcelona, el persulfato de sodio está catalogado como nocivo, a diferencia del ácido nítrico, que es corrosivo. Se recomienda adquirirlo disuelto y evitar tener que manipularlo en forma de polvo, ya que su inhalación «puede irritar los ojos y las vías respiratorias» y, en este estado, puede llegar a ser explosivo, por lo

²⁷ MELIS MARINI, Felice. *El aguafuerte y demás procedimientos de grabado sobre metal*. Barcelona: E. Meseguer, 1973 (Milano: 1916), pp. 41-42.

²⁸ FIGUERAS FERRER, Eva (editora). *El grabado no tóxico: Nuevos procedimientos y materiales*. Barcelona: Publicaciones y Ediciones de la UB, 2004.

²⁹ GREEN, Cedric. *Green Prints. A Handbook on some new methods for safe intaglio etching and metal plate printmaking*. Sheffield: Ecotech Design, 2002.

³⁰ SEMENOFF, Nik y BADER, L.W. «Intaglio Etching of aluminium and zinc using an improved mordant». A: *Leonardo*. 1988, vol. 31.



cual «debe de resguardarse en un armario protegido y aislado de los productos inflamables y compuestos orgánicos». De manipularse en polvo, es conveniente trabajar «bajo una campana de extracción localizada o en un espacio ventilado, y protegerse con guantes, gafas y una mascarilla adecuados». Aunque el persulfato de sodio no es una sustancia nociva para la vida subacuática como lo es el ácido nítrico, su presencia puede perjudicar los acuíferos y el suelo, por lo que es aconsejable gestionar el producto como residuo especial y retirarlo a través de un gestor autorizado por la Junta de Residuos.

OSSMA³¹ concluye el informe aconsejando el persulfato de sodio ya que, desde el punto de vista de la seguridad, la salud y el medio ambiente, es más recomendable su uso en lugar del ácido nítrico para el grabado de planchas de zinc y de cobre, salvaguardando las medidas preventivas y de gestión de los residuos citadas anteriormente.

En este paradigma del grabado ecológico, el mordiente por excelencia es el percloruro de hierro. Aunque deben tomarse ciertas medidas de seguridad durante su preparación y manipulación (guantes, gafas y mascarilla protectora), la mayoría de los investigadores coinciden en que es un mordiente de una toxicidad mucho menor que el ácido nítrico o el clorhídrico³² y, por tanto, constituye un buen sustituto. Friedhard Kiekeben³³ ha estudiado detenidamente las diferentes composiciones de percloruro de hierro adaptando su concentración para los diferentes metales (zinc, cobre, aluminio, acero...) y variando la composición según se utilice con cubeta o tanque vertical. Según Kiekeben, este mordiente es de desgaste muy lento, y puede utilizarse durante varios meses si se utiliza en un tanque vertical para evitar su evaporación.

El tanque vertical, propuesto por el canadiense Keith Howard³⁴, es, como su denominación indica, un tanque para morder las planchas verticalmente con percloruro de hierro. Las ventajas de este procedimiento son diversas:

1. Las sales no se depositan en las incisiones de la plancha.
2. La superficie de contacto entre el exterior y el mordiente se reduce considerablemente en comparación a la cubeta, evitando, de esta manera su evaporación.
3. El sistema de ventilación incorporado en el tanque, similar al que se utiliza en los acuarios, provoca turbulencias circulares del mordiente de forma que se reactiva y la plancha se corroe de forma homogénea.

³¹ Oficina de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (OSSMA). Informe sobre la peligrosidad del Persulfato de Sodio para utilizarlo como sustituto del ácido nítrico en el taller de grabado. Noviembre, 2003.

³² HOSKINS, Stephen. «The chemistry of ferric chloride». A: *Printmaking Today*. 1995, vol. 4, núm. 2.

³³ KIEKEBEN, Friedhard. «The Edinburgh Etch: A breakthrough in non-toxic mordants». A: *Printmaking Today*. 1997, vol. 6, núm. 3.

³⁴ HOWARD, Keith. *Non-Toxic intaglio printmaking*. Canadá: 1998, pp. 30-32.

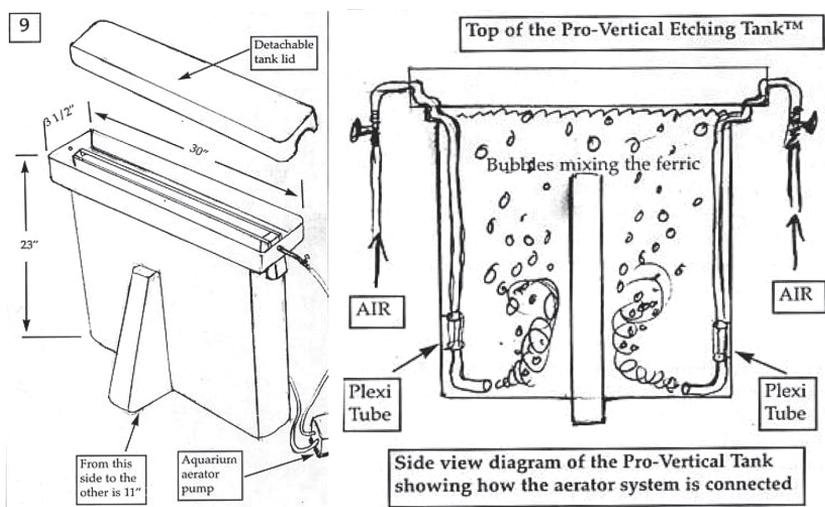


Figura 5. K. HOWARD. *The Contemporary Printmaking, Intaglio-Type & acrylic Resist Etching*. New York: Write-Cross Press. 2003. Esquemas de tanque vertical.

4. Igual que en una cubeta, se pueden grabar diversas planchas de forma simultánea, con la ventaja que el tanque ocupa menos espacio y la localización de las diferentes planchas está más controlada —ya que el percloruro es de un color marrón muy oscuro y no permite observar dónde están ubicadas las planchas en el interior de la cubeta.

El tanque vertical (fig. 5) es una evolución del aguafuerte «à couler» de Bosse, que hemos descrito anteriormente.

Otra temática de actualidad es la eliminación de los mordientes cuando ya están gastados. Se han propuesto diferentes alternativas, desde su neutralización y reutilización en otros procedimientos, a las gestiones con el servicio de recogida de productos ecotóxicos. Debe señalarse que no existe una solución clara. La recogida selectiva es muy costosa e implica disponer de un espacio para almacenar el producto a eliminar, aunque es desaconsejable almacenar residuos en grandes cantidades. La recogida especializada, en centros educativos donde se generan bastantes residuos de mordientes, aunque costosa, es la principal opción de futuro si deseamos mantener una actitud de respeto hacia nuestro entorno ambiental.

Paralelamente a la sustitución de los componentes en los mordientes se produce, también, una evolución técnica del grabado. Las primeras tentativas de aguafuerte servían para esbozar el dibujo sobre la plancha, para facilitar el trabajo posterior al buril. La antigua servidumbre del aguafuerte al buril —algunos casos excepcionales como Rembrandt o Callot— se disipa a medida que el grabado a la talla dulce o buril casi deja de practicarse. En el s. XIX y, de forma plena, en el XX, el aguafuerte es el protagonista: se trata de un procedimiento rápido y fácil de apren-





Figura 6. R. BENARD. *Taller de Grabado* (1771). Aguafuerte. Representación de un taller de grabado del siglo XVIII. Ilustración del apartado *Gravure*, vol 9, pl. 1 de la *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts, et des métiers*.

der, que no exige la destreza de la práctica del buril. Esta consolidación de las técnicas indirectas (interviene el mordiente en la incisión) y la creciente proliferación de los nuevos métodos basados en ellas, explica el incremento de las fórmulas de mordientes. La química comercial proporciona gradualmente productos más elaborados, evitando, de esta forma, la necesidad de disponer de diversos productos para obtener un compuesto. La eficacia de estos productos y la comodidad en su aplicación nos han llevado a las fórmulas que utilizamos en nuestros talleres basadas, la mayoría, en el ácido nítrico y el clorhídrico. Quizás hemos sido insensibles a las posibles consecuencias del uso y abuso de estos productos. Los gases que se desprenden, la escasa o nula ventilación de los talleres, la poca protección personal —guantes, mascarilla, etc.— son factores que no ayudan a evitar los posibles problemas de salud que pueden originar, y por descontado, la poca preocupación en el momento de eliminarlos, atendiendo a su grado de contaminación medioambiental³⁵.

En estos últimos años se ha demostrado que podemos grabar con productos químicos menos peligrosos. Esta tendencia, como hemos afirmado, significa una recuperación de materiales y procedimientos del pasado ya que, además de los mordientes —basados en sales y sulfatos—, también atañe a otros productos y procedimientos, como son, por ejemplo, limpiar la plancha entintada con aceite y jabón,

³⁵ Para más información: FIGUERAS FERRER, Eva y PÉREZ MORALES, Isabel. *La manipulación segura de los productos químicos en grabado*, Barcelona: Publicaciones y Ediciones de la UB, 2008.

desengrasarla con sal y vinagre³⁶, o con blanco de España mezclado con agua, entre otras.

Hemos iniciado un siglo esperanzador, en el que se está estableciendo una conciencia ecológica en la práctica del grabado y, lo que es más importante, se mantienen y aumentan los recursos expresivos. No olvidemos que cualquier manifestación artística está al servicio de la expresión y la creatividad. Nuestro deber, como investigadores, docentes y artistas, es trabajar para proporcionar una práctica más sostenible para el futuro del Arte y socializar estos conocimientos y prácticas, ya que el respeto al medio ambiente y a la salud (individual y colectiva) está en función de que sean amplios colectivos los que lo utilicen.



³⁶ COCHET, Gustavo. *El grabado*. Buenos Aires: Poseidón, 1974, p. 189.