

De la alquimia al grabado metálico sin ácido: II. Una guía simple para el grabado electroquímico

From alchemy to the metal engrave
without acid: II. A simple guide for electrochemical
etching

*Por: Francisco Hernández-Chavarría, Olger Arias y Alberto Murillo
Investigadores Universidad de Costa Rica*

... entró en el cuarto en el momento en que Melquíades rompió por distracción un frasco de bicloruro de mercurio. -Es el olor del demonio-dijo ella (...) Siempre didáctico hizo una sabia exposición sobre las virtudes diabólicas del cinabrio (...) Aquel olor mordiente quedaría para siempre en su memoria...

Cien años de soledad, Gabriel García Márquez

Resumen

Los procesos electroquímicos eliminan el uso de ácidos fuertes en el laboratorio de experimentación del grabador. Este método está categorizado entre los métodos no tóxicos de grabado en metal y se basa en la capacidad de algunos iones para ionizar y remover átomos metálicos. En este artículo se describen los mordentes para grabar placas de cobre, hierro, cinc y aluminio. El primer metal es grabado con cloruro férrico (Fe Cl_3) y los otros con sulfato de cobre salino (CuSO_4 and NaCl); estas sustancias químicas son baratas y no representa riesgo para la salud.

Palabras claves: Intaglio, grabado en metal, grabado no tóxico, grabado sin ácido, electroquímica.

Abstract

The electrochemistry process eliminates strong acids from printmaker artist's laboratories. This method is based in the capacity of some ions to ionize and to remove atoms from metals and is categorized between the non-toxic methods of engraving metal plates. This article describes the mordents to etching copper, iron, zinc, and aluminum plates. The first metal was engraved with Ferric chloride (Fe Cl_3) and the others with saline-copper sulfur (CuSO_4 and NaCl); these chemical substances are cheaper and do not represent a health hazard.

Key words: intaglio, metal engraving, non-toxic engraving, engraving without acid, electrochemical

En este artículo brindamos una visión sobre los métodos de grabado no tóxico empleando la electroquímica para grabar las placas metálicas. Esto es, aprovechar el propio potencial electroquímico de los distintos metales, para lograr el grabado; para ello se emplean sales de metales que sustituyen a los ácidos fuertes en los procesos tradicionales. Describimos brevemente los principios químicos involucrados en el proceso, para que sea más fácil su comprensión y que el artículo pueda ser una guía simple para aquellos artistas que deseen incursionar en estos métodos de grabado más seguros y amigables con nuestro entorno.

Introducción

Posiblemente el taller del grabador tradicional era recordado por los terribles olores de reactivos cáusticos y obviamente nocivos, que emanaban de él. Pero, hoy, la toma de conciencia sobre el riesgo para la salud y la contaminación ambiental, que representan los métodos tradicionales de grabado en metal utilizando ácidos fuertes, y que estuvieron en boga durante gran parte del siglo xx, como el nítrico, para erosionar las planchas de cobre, ha surgido una nueva corriente de artistas, a los que Keith Howard llama el grabador contemporáneo¹.

Este grupo de grabadores ha puesto en práctica una serie de métodos amigables y saludables, denominados como técnicas de grabado sin

¹Keith H. (2003) *The Contemporary Printmaker. Intaglio-Type & Acrylic Resist Etching*. New York. Write-Cross Press. 2003 p 25.

ácido o grabado no tóxico, entre las que figura el grabado electrolítico o anódico, del que previamente describimos los métodos e implementos necesarios para iniciar el trabajo en esa nueva corriente. Otro de esos métodos novedosos, es el grabado electroquímico, en el cual se emplea el propio potencial electroquímico de los distintos elementos; esto significa, que los elementos más reactivos desplazan a los menos reactivos, así, es posible grabar una plancha de un metal, utilizando como mordente una sal de otro elemento más reactivo, sin recurrir al uso de ácidos fuertes. En este artículo exponemos los lineamientos generales del proceso, así como las sustancias y procedimientos más simples recomendados para iniciar el trabajo en esta metodología de grabado más segura y amigable con el ambiente. Como preámbulo, describimos sucintamente los conceptos químicos involucrados en la reacción, para que la descripción del método y sus principios sean más comprensibles.

Electroquímica

El potencial electroquímico de un elemento se traduce en su avidez para capturar electrones de otro elemento con menor potencial; en química esto significa que el elemento que captura o capta electrones se reduce, en tanto, el que los dona o pierde se oxida. Recordemos que los átomos son neutros, esto es, que tienen igual número de protones y de electrones; los primeros son las partículas positivas en el núcleo y los segundos son las partículas negativas que giran alrededor de este en orbitales. Cuando un átomo pierde o gana electrones se convierte en un ion, positivo si pierde electrones, pues quedará con más protones; por el contrario, si gana electrones se convierte en un ion negativo, pues su número de electrones superará al de protones.

En nuestro sistema de grabado electroquímico, los átomos metálicos de la placa que se va a grabar, están "donando" electrones a los iones de una solución en la cual se ha sumergido la placa, y que en el argot del grabador se le denomina mordente, y por lo tanto, en lo sucesivo así denominaremos a la solución iónica de grabado. Los átomos de la placa metálica, al perder electrones se están oxidando y convirtiéndose en iones que entran en solución, pasando de la placa al mordente, esto equivale a afirmar, que el metal se está disolviendo.

En términos sencillos, podríamos decir que el mordente disuelve las áreas expuestas de la placa metálica, y eso significa, que la placa se está grabando. Todo esto ocurre, gracias a que los iones del mordente tienen un mayor potencial electroquímico que el metal de la placa; por lo tanto, esos iones roban electrones a los átomos de la placa,

oxidándolos y disolviendo el metal en esas zonas; o sea, todo ocurre por la acción electroquímica. Recapitulando, podríamos decir que el elemento con mayor fuerza electromotriz desplaza al de menor fuerza.

Para ilustrar más gráficamente la reacción química que está ocurriendo en la bandeja de trabajo, podríamos emplear el siguiente parangón: La bandeja de trabajo equivale a un teatro, en el cual, la placa metálica que se va a grabar está representada por el público que llena todos los asientos; cada persona equivale a un átomo metálico; pero, aparece un grupo de individuos, los iones del mordente, que haciendo gala de su fuerza, comienzan a sacar a las personas que están sentadas en determinadas filas, dejando sus asientos vacíos; esos espacios vacíos equivalen a los surcos en la placa de grabado.

En el grabado, usualmente se emplean placas de cobre, cinc, aluminio o hierro, por ello, es preciso contar con la respectiva solución iónica, capaz de disolver cada uno de esos metales. Algunos artistas como Keith Howard, Friedhard Kiekeben, Nick Semenoff y Cedric Green, han desarrollado sistemas electroquímicos empleando soluciones de cloruro de hierro (FeCl_3) solo o en combinación con ácido cítrico y sulfato de cobre (CuSO_4) salino, respectivamente.

El método que emplea la mezcla de cloruro de hierro y ácido cítrico ha sido denominado, mordente de Edimburgo, por su desarrollador Friedhard Kiekeben; mientras que la solución de sulfato de cobre, fue utilizada inicialmente en el denominado grabado Burdeos², que es un tipo de grabado electrolítico. El cloruro de hierro puede erosionar el metal por dos mecanismos; primero, si se adiciona agua, se liberará ácido clorhídrico que actuará sobre el metal. Sin embargo, el proceso más seguro es la acción del ión férrico (Fe^{3+}), sobre los átomos de cobre, que al arrancarles electrones les oxida disolviéndolos, mientras que el hierro reducido precipita acumulándose en el fondo de la bandeja de grabado; esta acción erosiona las líneas o áreas expuestas de la placa metálica, lo que constituye el proceso de grabado. Para evitar la interferencia que el precipitado pueda hacer sobre las líneas de grabado, es importante que la placa esté en posición vertical o en su defecto, suspendida en posición horizontal pero con el grabado apuntando hacia el fondo del recipiente; así el precipitado no se acumulará sobre las propias áreas a grabar.

²Respecto al grabado de burdeos o grabado voltaico, este fue patentado en 1840 por Thomas Spencer y John Wilson en Inglaterra.

Tomado de <http://www.greenart.info/galvetch/appndx2.htm>

Método del cloruro de hierro para cobre

Tradicionalmente el cobre ha sido el metal usado por excelencia en el grabado y el ácido nítrico, con todos los problemas para la salud que acarrea, ha sido la solución que se acostumbró emplear en el pasado. Por lo tanto, era importante buscar un método alternativo para lograr un grabado más inocuo y el cloruro de hierro vino a ser una respuesta apropiada; aunque su uso data del fotograbado tradicional, su empleo en grabado se popularizó a inicios de la década de 1990, siguiendo la práctica común de los ingenieros eléctricos, que lo han empleado para grabar las placas de cobre de los circuitos impresos.

Por lo tanto, en las tiendas de artículos de electrónica se vende esta sustancia; aunque, su coste es ligeramente elevado (en Costa Rica un frasco de 430 ml cuesta el equivalente a unos cinco dólares). No obstante, es relativamente fácil de preparar, artesanalmente partir de hierro, ácido clorhídrico (HCl) y peróxido de hidrógeno (H₂O₂) o agua oxigenada; el hierro empleado pueden ser limaduras extraídas con un imán de la arena de mar, el HCl utilizado es el ácido muriático empleado para remover óxido, disponible en las ferreterías y finalmente se utiliza el agua oxigenada que emplean para decoloración del cabello.

El método de grabado con cloruro de hierro resulta muy simple, pues una vez dibujado el diseño sobre la placa metálica, recubierta con el barniz para grabado y protegido su respaldo con cinta adhesiva para embalaje, solo hay que sumergirla en una solución de cloruro de hierro ligeramente acidificado con un ácido orgánico, como el cítrico o el acético. Por ejemplo, la figura 1 corresponde a un grabado de 2 cm², realizado en diez horas, empleando una solución de cloruro de hierro, preparada a partir de limaduras de hierro en ácido clorhídrico comercial (ácido muriático) y oxidada con ácido acético al 1% (vinagre de cocina).



Figura 1: Placa de cobre grabada con cloruro de hierro y ácido acético, durante diez horas. Nótese la nitidez de las líneas excavadas en la superficie metálica, que aún con mayor detalle (Fig. b) se aprecia la homogeneidad de los surcos excavados.

Método del sulfato de cobre salino

Por otra parte, el sulfato de cobre adicionado de sal de mesa (cloruro de sodio) permite grabar láminas de hierro, cinc o aluminio. El principio químico del proceso se basa en que al reaccionar la sal de mesa (cloruro de sodio, NaCl) con el sulfato de cobre (una solución de color celeste), se forma cloruro de cobre, CuCl_2 (una solución de un color verde turquesa); en realidad es esta última sustancia la que provoca la erosión de la lámina de hierro. Obviamente, entre mayor es la concentración del sulfato de cobre, más rápida será la erosión de la lámina metálica.

Consideramos que una solución al 2% es adecuada para el grabado en general y si se requiere un grabado más profundo se puede recurrir a una mayor concentración o bien, a dejarlo durante un periodo más prolongado en el mordente. Para que todo el sulfato de cobre reaccione con el cloruro de sodio, se requiere que este último alcance una concentración cercana al 12%, lo que empíricamente es fácilmente detectable, pues esa concentración se alcanza cuando la solución, que originalmente era de color celeste, se torna verde turquesa (Figura 2).

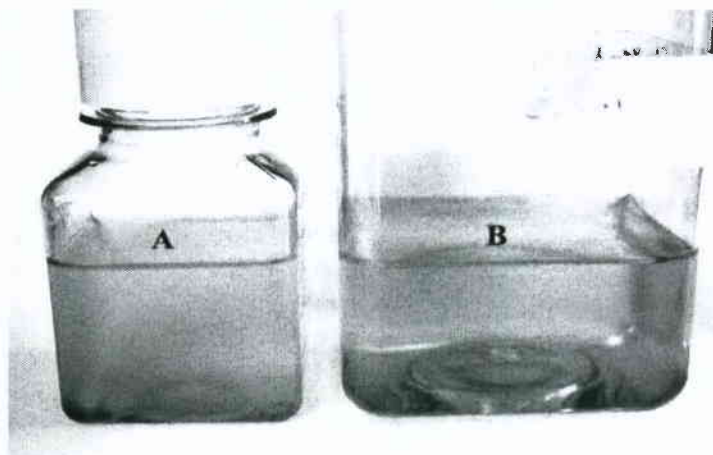


Figura 2: A. Se muestra el color verde de la solución de sulfato salino; mientras la figura B muestra el color original de la solución de sulfato de cobre al 5%.

En la descripción de estos métodos se hace referencia a la necesidad de emplear tanques de reacción grandes y lo suficientemente profundos para colocar las láminas verticales, además, se menciona la necesidad un sistema de agitación constante para remover las sales de metal formado y evitar que se depositen sobre los propios surcos grabados. Estos requisitos indirectamente encarecen el sistema. Sin embargo, en nuestra experiencia con láminas de hierro y aluminio, esos cuidados no son necesarios y es factible emplear como bandeja de grabado cualquier recipiente de plástico de fondo plano, de un tamaño ligeramente mayor que el de la placa que se desea grabar; nosotros empleamos las cajas plásticas diseñadas para horno de microondas, o en su defecto pueden emplearse cajas de cartón recubiertas con una bolsa plástica.

Más aún, colocamos la placa horizontal, con una cantidad de sulfato salino suficiente para que la placa quede sumergida por lo menos un centímetro. Los grabados de la figura 3 fueron realizados en láminas de hierro, con periodos de grabado inicial de 4 horas para producir surcos profundos; en el caso del grabado de la figura 3b, luego del grabado inicial para marcar las líneas, se sometió la placa a periodos menores de una hora para crear las erosiones que brindarían las tonalidades propias del aguainta.

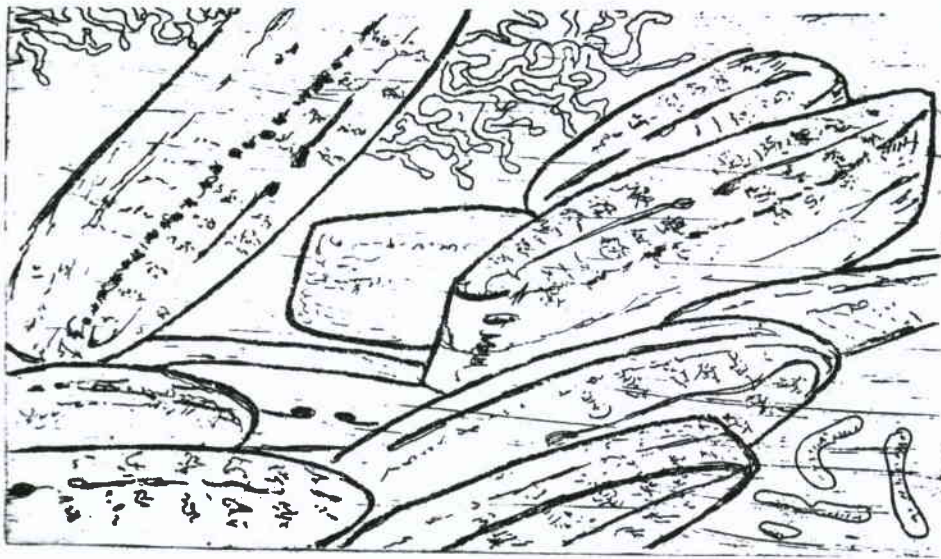


Figura 3A. "Endolíticos" Aguafuerte, en hierro de uno de los autores (FHC) empleando como mordente sulfato salino.

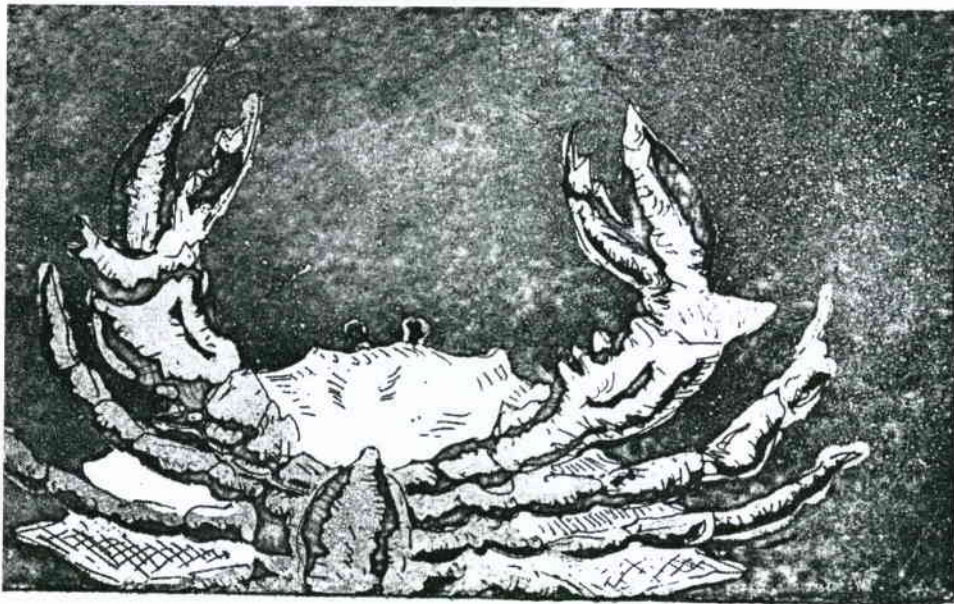
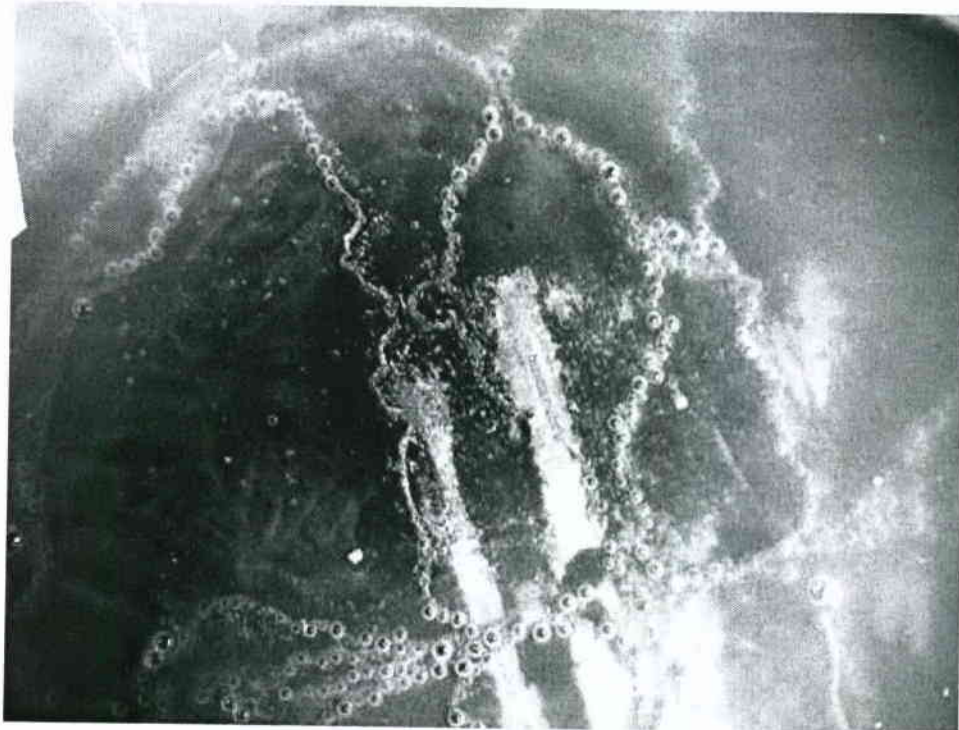


Figura 3B. "Estudio de cáncer". Aguatinta en hierro de uno de los autores (FHC), empleando como mordente sulfato salino.

Intervención de objetos utilitarios mediante electroquímica

El método tal como fue descrito permite intervenir las superficies de objetos metálicos; por ejemplo y a manera de ilustración de su efectividad, mostramos la intervención de un comal de aluminio, el cual fue tratado de la misma manera que una placa de grabado; esto es, se cubrió con el barniz para grabado, se dibujó el diseño y se sumergió en sulfato de cobre salino al 15%.

Inicialmente se hizo el grabado de las líneas del dibujo, equivalente a un agua fuerte; luego se erosionaron superficies mayores, para aumentar el contraste en esas áreas. Por tratarse de una pieza grande (diámetro de 35 cm) se recurrió a una tina plástica como bandeja de reacción y la pieza se colocó horizontalmente. En la figura 4a se observa parte del proceso, donde las líneas del dibujo se recubren de un floculo de color rojizo que corresponde al cobre metálico que se acumula; sin embargo, no altera significativamente el proceso de grabado. La figura 4b muestra el proceso concluido.



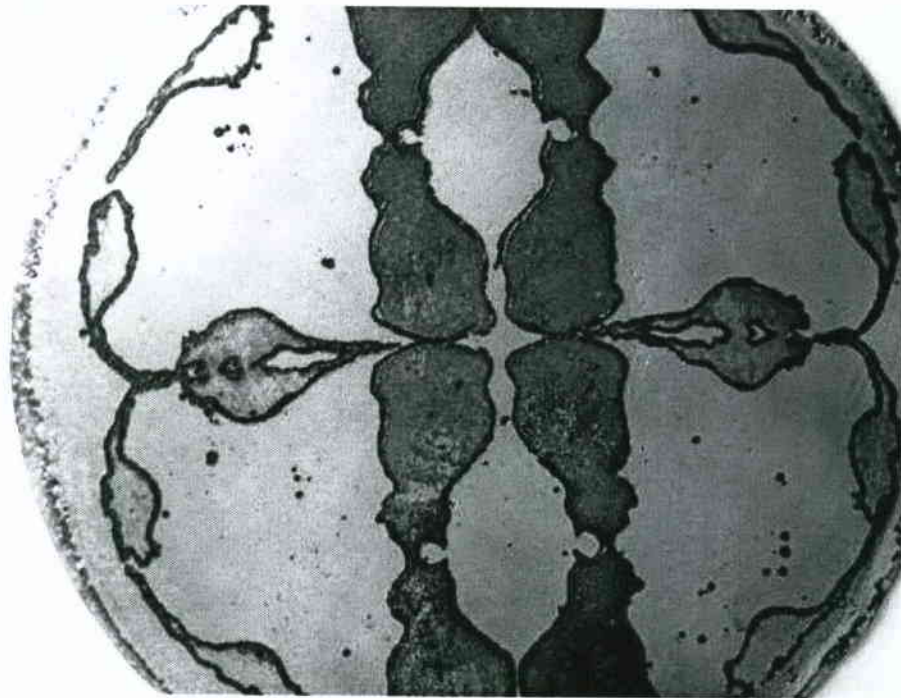


Figura 4. Utensilio de aluminio intervenido: A. Proceso de grabado, se observa la acumulación de cobre metálico en las líneas del grabado. B. Pieza finalizada, se aprecian áreas erosionadas, equivalentes a un proceso para aguainta.

Conclusión

El método electroquímico facilita el trabajo del grabador al eliminar el manejo de sustancias nocivas, como el ácido nítrico. A la vez, con una batería de dos soluciones, una de cloruro férrico y otra de sulfato salino es factible trabajar con una variedad relativamente amplia de metales; el primero permite hacer grabados en cobre, que para los grabadores en general representa el metal por excelencia para este trabajo; en tanto, la segunda sustancia permite el grabado en hierro, cinc y aluminio. Estos últimos son metales menos costosos y en algunos casos hasta se puede reciclar desechos convirtiéndolos en un medio de expresión artística. Una de estas aplicaciones puede ser la reutilización de las cajas de computadoras, que están construidas en hierro y su recambio tecnológico las convierte en una fuente cada vez más importante de desechos, que usualmente se destinan a botaderos ya que no se reciclan con facilidad; por lo tanto, el grabador puede utilizar estos desechos como fuente de metal para sus planchas.

El grabado electroquímico tiene la ventaja sobre el grabado electrolítico, de no requerir la compra de una fuente de poder ni el suministro de energía eléctrica, lo que le hace un método más simple; sin embargo, a

diferencia del primero, si requiere de un suministro constante de reactivos, pues los mordentes se agotan, ya que los iones metálicos de las sales empleadas se reducen precipitando, lo cual acaba con la capacidad erosiva de la solución. En el caso del cloruro férrico, se puede recuperar la solución agotada adicionando ácido clorhídrico y oxidando de nuevo el hierro disuelto con agua oxigenada. El exceso de cobre disuelto en la solución se puede retirar colocando una varilla de hierro dentro de la solución, que por diferencia voltaica hace que se le adhiera el cobre, extrayéndolo de la solución.

A la vez, las soluciones del mordente a medida que se agotan requieren de periodos más largos para su acción, lo cual obliga al artista a ensayar diferentes tiempos, hasta que llegue a conocer y dominar su sistema de grabado. No obstante estos inconvenientes, el grabado electroquímico sigue siendo un método simple, económico y seguro para la salud del artista y de su entorno.

Esperamos que esta guía le permita incursionar en esta corriente de grabado no tóxico y que además, le permita ensayar con otros metales como el hierro o el aluminio, que como mencionamos previamente, en muchos casos se pueden utilizar desechos industriales.

Bibliografía

- Buckland-Wright J. (1973) *Etching and engraving, Techniques and the modern trend*. Dover Publications, Inc. New York pp. 240.
- Frown TL, LeMay H, Bursten BE (2008). *Chemistry: The central Science*. Prentice Hill Ed. New York pp 991.
- Green F. Green Print (2008)
<http://www.greenart.info/galvetch/contfram.htm>
- Keith H. (1998). *The Contemporary Printmaker. Intaglio-Type & Acrylic Resist Etching*. Write-Cross Press. New York. pp 256.
- Kiekeben F. (1998). *The Edinburgh Etch: A Breakthrough in Non-toxic Mordants*.
http://www.polymetaal.nl/bequin/mape/edinburgh_etch.htm
- Morris David & MacCallum, Marlene. (2003). *Copper Plate Photogravure: Demystifying the Process*. Focal Press of Elsevier Science, Burlington, MA. USA pp. 218.
- Semenoff N, Bader LW. (1998). Intaglio Etching on Aluminum and Zinc Using an Improved Mordant. *Leonardo*;31: 133-138.
- Semenoff N. (2003) *Using a Safer Mordant Intaglio Etching on Aluminum and Zinc*.<http://homepage.usask.ca/~nis715/salt.html>
- Stephen H, Pearce R. (1998). *The chemistry of ferric chloride*. In *Printworks Magazine. The information resource for printmakers*.
<http://www.artmondo.net/printworks/articles/ferric/htm>