



El Artista
ISSN: 1794-8614
elartista@ugto.mx
Universidad de Guanajuato
México

¿Qué tan no tóxico es el grabado no tóxico?

Hernández-Chavarría, Francisco; Libby Hernández, Eduardo

¿Qué tan no tóxico es el grabado no tóxico?

El Artista, núm. 14, 2017

Universidad de Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87451466005>

¿Qué tan no tóxico es el grabado no tóxico?

How non-toxic is non-toxic etching?

Francisco Hernández-Chavarría
franciscohernandezch@gmail.com

Escuela de Artes Plásticas, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Eduardo Libby Hernández eduardolibby@gmail.com
Escuela de Química, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Resumen: El mundo del grabado cambió en los años noventa con una serie de redescubrimientos, que comenzaron con el grabado electrolítico, seguido por las aplicaciones de los mordentes salinos. Esas metodologías han relegado el uso del ácido nítrico del taller de grabado, junto con otra sustancia potencialmente tóxica, que incluye resina de colofonia, asfalto y muchos solventes del petróleo. El sueño del grabador moderno es una técnica segura y libre de cualquier sustancia tóxica. Sin embargo, siempre, en cualquier lugar hay riesgos para nuestra salud y habiendo evitado las sustancias tóxicas en el grabado, se podría argumentar que la electrólisis también produce gases peligrosos. Entonces, surge la pregunta: ¿Qué tan seguro es el grabado electrolítico? En este contexto, el principal temor es el hidrógeno liberado durante el grabado electrolítico cuando se utiliza sal de mesa como un electrolito universal. Este gas es altamente inflamable, sin embargo, su riesgo asociado depende de su concentración en un entorno cerrado, tal como un taller. Por este motivo, el objetivo de este trabajo fue la cuantificación de la cantidad de hidrógeno generado durante 15 minutos de electrólisis, utilizando placas de aluminio de 5x8 cm, este metal fue seleccionado para los experimentos porque es el más reactivo de entre los otros metales utilizados en grabado. La cantidad media de hidrógeno producida en 12 experimentos fue de 120 ml. Bajo las condiciones experimentales evaluadas, para obtener una concentración peligrosa de hidrógeno en un recinto herméticamente cerrado, de 4x4x4 metros, sería necesario consumir un kilogramo de aluminio, equivalente a 84 grabados en láminas de 240x150x1,6mm, cuyo peso promedio disminuyera 12g después del proceso. Afortunadamente, la acumulación de hidrógeno en todo caso se puede evitar fácilmente con una ventana abierta o, mejor aún con dos ventanas en lados opuestos del taller. En conclusión, el grabado electrolítico usando sal de mesa es un método seguro para grabar aluminio y cualquier otro metal, como cobre, hierro, zinc y acero.

Palabras clave: Grabado en metal, grabado no tóxico, electrólisis, sal de mesa, basura electrónica.

Abstract: The world of printmaking changed in the 1990s with a series of rediscoveries that started with electrolytic etching, followed by the applications of mordents. These methodologies have relegated the use of nitric acid from the printmaking workshop, together with other potentially toxic substances, that include colophony resin, asphalt and petroleum-derived solvents. The dream of the modern printmaker is a technique that is safe and free of any toxic substances; however, as always, in any place, there are risks for our health, and having avoided toxic substances from the etching, it could be argued that electrolysis also produces dangerous gases. Then, the question arises: How safe is electrolytic etching? In this context, the main fear is the hydrogen gas liberated during electrolytic etching when table salt is used as a universal electrolyte. This gas is highly flammable. Nevertheless, its associated risk depends on its concentration in an enclosed environment, such as a workshop. For this reason, the aim of this paper was quantification of the amount of hydrogen generated during 15 minutes period of electrolysis, using aluminum plates of 5x8 cm, this metal was selected for the experiments because is the most reactive from the other metals used in printmaking. The average

El Artista, núm. 14, 2017

Universidad de Guanajuato, México

Publicación: 15 Diciembre 2017

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87451466005>

amount of hydrogen produced in 12 experiments was 120ml. Under the experimental conditions evaluated, to get a hazardous concentration of hydrogen in a hermetically sealed enclosure, of 4x4x4 meters, it would be necessary to etch out one kilogram of aluminum, equivalent to 84 etchings in plates of 240x150x1,6mm, whose average weight decreased 12g after the process. Fortunately, the accumulation of hydrogen in a standard workshop can be easily avoided with an open window or better with two open opposing windows. In conclusion the electrolytic etching using table salt is a safe method to etching aluminum and any other metal, such as copper, iron, zinc, and steel.

Keywords: Etching, non-toxic etching, electrolysis, table salt, E-waste.

Para terminar esta rápida historia, añadiré que un tal Hans Pfaal, de Rotterdam, ascendiendo en un globo lleno de un gas extraído del ázoe, treinta y siete veces más ligero que el hidrógeno,

alcanzó la Luna después de un viaje aéreo de diecinueve días. Aquel viaje, lo mismo que las precedentes tentativas, era simplemente imaginario, y fue obra de un escritor popular de América, de un ingenio extraño y contemplativo, de Edgard Poe.

De la Tierra a la luna.

Julio Verne

El mundo del grabado cambió en la década de 1990; antes de esa época el ácido nítrico chorreaba de las placas de cobre sacadas de una cubeta, a veces con las manos desnudas, según la prisa; pues independientemente del riesgo para la salud, “el ácido”, como coloquialmente se le llamaba, era usado sin mayores cuidados prácticamente en todos los talleres de grabado del mundo. Pero ese era solo uno de los tantos problemas de toxicidad y peligrosidad asociado al grabado; ya que con la misma indiferencia se manejaba la resina de colofonia, el asfalto y una pléyade de solventes derivados del petróleo, empleados hasta para lavarse las manos. Afortunadamente, todo comenzó a cambiar con una serie de redescubrimientos en el grabado, iniciados con la electrólisis y luego con los mordentes salinos; así comenzó la revolución mundial del grabado no tóxico en la década de 1990 y hoy, cada día gana nuevos adeptos; lo que equivale a ir relegando el “ácido” a unos pocos talleres de grabadores que se resisten al cambio y dan la espalda a la conciencia ecológica, manifiesta en artistas más apegados a las normas de bioseguridad, con una clara decisión de ir proscribiendo cualquier sustancia que represente un riesgo para la salud o para el ambiente. En este escenario, el término “grabado no tóxico”, se ha convertido en el leitmotiv del grabado moderno.

Pero para algunos artistas más radicales en torno a la no toxicidad, surgen las interrogantes, de qué tan seguro es el grabado no tóxico, pues el sueño es que fuese cero tóxico, libre de todo riesgo, puro e inmaculado... Pero, en la realidad, en nuestra vida cotidiana, siempre hay riesgos, siempre nos enfrentamos a situaciones que pueden acarrear accidentes y aún en nuestra casa, manipulamos sustancias que potencialmente pueden ser dañinas; por lo tanto, nuestra seguridad depende de nuestro cuidado para controlar y prevenir los posibles accidentes. Para ilustrar

esa peligrosidad doméstica, tornemos nuestra atención a la cocina, que en cierta forma es un laboratorio; allí se manejan situaciones peligrosas a diario, se manipulan objetos y sustancias calientes, se provocan reacciones químicas que emiten vapores, algunos pueden ser dañinos; por ejemplo, la grasa animal, como la de la carne, al quemarse produce residuos potencialmente peligrosos; también, aderezamos las comidas con sal de mesa (NaCl), un producto químico que es importante en la revolución no tóxica del grabado; pero si indagamos en las hojas de seguridad industrial para su manipulación, encontramos que es necesario utilizar equipo especial, como guantes impermeables y anteojos protectores, además de contar con sistemas de prevención para controlar posibles derrames, pues al contacto con el agua puede contaminar fuentes hídricas... Entonces, cabe la pregunta, ¿qué tan riesgoso es entrar en la cocina? o ¿qué tan peligroso es sazonar la comida con sal?... Todo depende del contexto y las concentraciones de las sustancias que se manipulen. El salero sobre la mesa no representa riesgo, pero si nos estamos refiriendo a unas cuantas toneladas de NaCl, entonces si son obligatorios esos cuidados extremos. Todo es relativo a algo de su contexto y es donde nuestra atención y cuidados se deben manifestar, nuestra inteligencia.

¡La sal facilitó el grabado electrolítico!

raemos a colación el tema de la sal, pues un aporte importante en electrólisis, es el empleo de sal como electrolito universal para grabar cobre, hierro, aluminio, cinc e incluso acero inoxidable. Este sistema se contrapone al esquema estándar de utilizar como electrolito una solución de una sal del metal a grabar; esto es, sulfato de cobre para cobre, sulfato de aluminio para aluminio y así sucesivamente según el metal a grabar. Lo que resulta caro y en algunos casos se dificulta la obtención de determinadas sales; mientras que la sal de mesa es barata y fácil de conseguir. Más aún, en nuestro esquema propuesto se utiliza una solución de sal al 25%, que es fácil de preparar, ya que la sal se puede comprar en paquetes de 500g y hay refrescos en recipientes desechables de dos litros, entonces solo hay que vaciar el paquete de sal en un recipiente de dos litros y llenarlo con agua y tenemos una solución de NaCl al 25% [1], sin balanza ni frascos volumétricos.

El miedo a la sal

El tipo de electrólisis propuesto, con una solución de sal como electrolito (NaCl), conduce a la descomposición del agua (H₂O), esto es que se produce una hidrólisis, que origina los iones: H⁺ y OH⁻; en tanto la sal se descompone en Na⁺ y Cl⁻. El metal de la placa se ioniza [2], esto es, que los átomos que lo constituyen toman electrones de la corriente eléctrica y se convierten en iones negativos que se solubilizan, lo que significa que abandonan la matriz de la placa de metal y pasan a la solución, lo que equivale a grabar el metal, o sea, la salida de esos iones

deja surcos u hondonadas en la lámina, otrora lisa. Esos iones metálicos solubilizados se combinan con los iones OH y forman hidróxidos, que enturbian la solución y eventualmente sedimentan; por ejemplo, si el grabado era en una placa de aluminio, el sedimento contiene hidróxido de aluminio, como el componente que ingerimos en muchos antiácidos estomacales. De paso, durante la electrólisis el pH de la solución cambia; pues inicialmente el pH es cercano a 7, o sea neutro, como el agua; pero al final de la electrólisis se eleva aproximadamente a 9, o sea se torna alcalino, lo cual no es problema, pues es un pH semejante al del jabón líquido con el que nos lavamos las manos. Además, los hidróxidos son estables y no requieren cuidados especiales para su desecho; incluso, se puede pasar esa solución turbia por un filtro para café, que retendrá los hidróxidos y podrá volver a utilizar la solución filtrada, que retorna a su claridad original y el proceso lo puede seguir haciendo cuantas veces lo desee; así solo tiene que desechar los filtros con los hidróxidos, que hasta puede enterrar en su jardín. El cloro, otro riesgo, posiblemente queda incluido en los sedimentos, pues no se detecta con las pruebas cualitativas de decoloración de cintas de papel reactivo, en otras palabras, cualitativamente no se detectan vapores de cloro.

Sin embargo, el mayor problema potencial que muchos imaginan, es la producción de hidrógeno, el cual burbujea activamente en la lámina de grabado. En efecto, se trata de un gas inflamable y explosivo, y en la memoria colectiva, las imágenes del dirigible Hindenburg envuelto en llamas, a principios del siglo XX, siguen presentes y alimentan el terror, especialmente al ver burbujear ese gas de nuestra placa de grabado y pensar que nuestro taller se llenará de hidrógeno explosivo. Pero otra vez, todo depende de las condiciones y la concentración... el dirigible incendiado contenía unos 300 000 m³ de hidrógeno. Entonces, surge la pregunta. ¿Cuánto hidrógeno se produce en la electrólisis? Eso es, precisamente, lo que aclaramos a continuación.

Evaluando la liberación de hidrógeno en el grabado

Se preparó un sistema de grabado electrolítico en pequeño formato, con un dispositivo para capturar el hidrógeno liberado. El sistema consistió en una bandeja preparada a partir de un envase tetrabrik, y se le colocó una lámina de aluminio de 5 x 8 cm, en la cual se realizó un grabado, empleando cera líquida para pisos como barniz protector [3]; en el extremo opuesto se colocó una lámina de papel aluminio, del empleado en la cocina, como lámina receptora. Ambas fueron conectadas a los electrodos positivo y negativo, respectivamente de una fuente de poder de un ordenador de escritorio; esto es, se conectó un cable naranja a la placa de grabado, este suministra 3.3 voltios y un amperaje efectivo de al menos 8 amperios; en la placa receptora se conectó uno de los cables negros, que corresponden al neutro [4]. El recipiente se llenó con una solución de sal al 25% y sobre la placa de grabado se colocó una trampa para atrapar el hidrógeno generado. La trampa consistió de una caja de vidrio que también se llena con la solución de sal (Fig. 1). Durante la electrólisis las

burbujas de hidrógeno producidas desplazan el líquido de la trampa. Por lo tanto, al final del proceso, el hidrógeno aparece como un espacio gaseoso en la trampa, a la cual se le hace una marca para evaluar el volumen de líquido desplazado, tal como se muestra en la figura 2. Posteriormente, la trampa se llena con agua hasta la marca y se mide ese volumen, que equivale al gas producido (Fig. 3).

El grabado de la figura 4, corresponde a una lámina de aluminio de 5 x 8 cm, con un peso aproximado de 7g, sometida a electrólisis durante 15 minutos, con el dispositivo descrito anteriormente. La lámina grabada tuvo una pérdida de peso de 0,631 g, y en la trampa de gases hubo un desplazamiento del líquido de 120 ml, que corresponde al hidrógeno atrapado. Este dato corresponde a una de 12 pruebas realizadas, que condujeron a valores equivalentes. De estos datos deducimos que por cada gramo de aluminio grabado, se producen aproximadamente 350 ml de hidrógeno (aproximadamente un tercio de litro) y para seguir analizando temores con el dirigible Hindenburg en mente, es importante acotar que un metro cúbico es equivalente a 1000 litros, o sea que ese dirigible contenía unos 300 millones de litros de hidrógeno.

Pero volvamos a nuestro taller de grabado, con un sistema de electrólisis desprendiendo hidrógeno; para que este gas represente un problema explosivo debe alcanzar una concentración del 4%; esta concentración se conseguiría en un recinto cerrado de 4x4x4 metros (64 m³), haciendo un grabado en aluminio, que produzca unos 350 litros de hidrógeno, lo que equivaldría en nuestro sistema de electrólisis, a consumir un kilo de aluminio; un dato adicional, para ilustrar estos valores, es que una placa de aluminio de 240 x 160 mm, con un grosor de 1,58 mm, tiene un peso de 132 g; si se grabara bajo la misma intensidad de las placas empleadas en este experimento, su pérdida de peso sería de aproximadamente 12g, por lo tanto, para producir esos 350 litros de hidrógeno, se tendrían que grabar unas 84 láminas, en forma continua y con el taller herméticamente cerrado; o bien, que en un caso hipotético, si contáramos con una placa de 2kg y que al final del grabado pesara solo 1Kg; entonces, bajo esas condiciones en nuestro hipotético taller de 64 m³ y herméticamente cerrado, sí estaríamos en problemas.

La solución está en la ventana

Retornémos a nuestro hipotético taller de 64 m³, donde una placa de aluminio de dos kilos se grabó hasta reducirla a un kilo, liberando 350 litros de hidrógeno... de paso es importante acotar, que ese hipotético taller debería estar herméticamente cerrado para que la acumulación de gas alcanzara concentraciones peligrosas.

Ahora volvamos a la química real, según la teoría general de los gases, cualquier gas se esparce ocupando todo el volumen disponible, mezclándose con los otros gases presentes; en el taller hipotético, el hidrógeno producido se mezclaría en la atmósfera y su presión relativa iría aumentando hasta alcanzar la concentración peligrosa; pero todo el riesgo se minimiza, abriendo una ventana para que haya un intercambio

de gases, el hidrógeno escaparía hacia el exterior, el aire entraría y no habría acumulación de gases peligrosos.

Nuevamente, todo depende de las concentraciones de sustancias y de las condiciones ambientales; entonces, en el taller, basta con tener una ventana abierta o mejor aún dos, en paredes opuestas, para que una simple corriente de aire diluya en la atmósfera el hidrógeno generado durante el grabado electrolítico y la imagen apocalíptica del dirigible en llamas, solo sea una fantasía en la mente de algún grabador temeroso; pues bajo las condiciones usuales de un taller bien ventilado, el grabado electrolítico con sal de mesa como electrolito universal, para grabar cualquier metal, es seguro.

Conclusión

Como en el epígrafe de este texto, a veces la fantasía alimenta esperanzas y hasta temores infundados, especialmente cuando el lego cree deducir principios científicos a partir de observaciones aisladas o simplemente al leer textos publicados, asumiendo que todo lo publicado es santa verdad y así como la imaginación de Verne concibió un gas 37 veces más ligero que el hidrógeno, la sola mención de hidrógeno en el taller de grabado

despierta el temor, especialmente si lo vemos burbujear en nuestra placas; es entonces cuando el análisis científico debe llamar a la calma, lo que ha sido nuestro objetivo en este trabajo.

Debemos considerar que siempre vamos a encontrar riesgos en nuestra vida diaria, tal vez no exista una situación o una sustancia totalmente segura, y hasta tomar más agua de la recomendada nos puede conducir a una intoxicación hídrica. Entonces, nuestro sentido común, las buenas prácticas y el cuidado, nos conduzcan por la buena senda, minimizando riesgos y disfrutando nuestra vida, lo que incluye el grabado electrolítico, aún empleando una solución de sal de mesa al 25% como electrolito. Pues estamos ante un proceso práctico, simple y económico, que permite grabar en cobre, cinc, aluminio, hierro y acero inoxidable, y si agregamos que podemos usar la fuente de poder de una PC desechada y que incluso el metal de su carcasa puede ser grabado, le adjuntamos un valor agregado a nuestro trabajo colaborando con la solución al problema de la basura electrónica [5].

Para terminar, recalamos que desde el punto de vista de la seguridad, no hay mayor problema en cuanto a la liberación de hidrógeno en el grabado electrolítico, pues su concentración es baja y si en el taller hay una ventilación adecuada, el riesgo se minimiza; por esa razón decimos, que basta una ventana abierta para que el grabado electrolítico con sal sea totalmente seguro.

Agradecimiento

Agradecemos el apoyo e insistencia de Alfonso Crujera y Bob Perkin, para que nos abocáramos a realizar los experimentos descritos en

este manuscrito. También agradecemos la colaboración del personal del Laboratorio de Química General de la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica y por supuesto, el apoyo de la Escuela de Artes Plásticas de la Universidad de Costa Rica.

Leyenda de figuras

Figura 1. Sistema de grabado electrolítico, con trampa para capturar gases en el electrodo positivo.

Figura 2. Trampa de gases, luego del proceso de grabado.

Francisco Hernández-Chavarría

Nació en 1952 y por más de 30 años fue profesor de la Universidad de Costa Rica en Microbiología y Microscopia Electrónica, publicó más de 200 artículos científicos, con un énfasis principal en epidemiología y ultraestructura de agentes infecciosos. Actualmente ha publicado más de 20 artículos en revistas especializadas en Artes Plásticas, enfocadas principalmente en la simplificación y seguridad del grabado en metal.

Se jubiló en el 2006 y continuó su labor académica como profesor *ad honorem* en la Facultad de Microbiología e investigador en el Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMic), para finalmente concentrarse exclusivamente en la Cátedra de Grabado, de la Escuela de Artes Plásticas, de la cual se graduó como licenciado en setiembre de 2014 y actualmente funge como profesor *ad honorem*.

Eduardo Libby

Licenciado en Química, Universidad de Costa Rica, 1986, Ph.D. Indiana University, 1991. Profesor e investigador en química inorgánica, con experiencia en tecnología de pinturas y ciencia de materiales. Además es fotógrafo de naturaleza, viajes y arquitectura con 8 exhibiciones individuales y numerosas imágenes en libros y revistas.



Notas

- [1] Hernández-Chavarría F. 2014. Un mordente, un electrolito y grabado en cualquier metal. *El Artista* 11: 181-188
- [2] La ionización de los átomos de la placa metálica, en las líneas del diseño dibujadas sobre el barniz protector, conduce a una corrosión controlada que erosiona esas líneas y para nuestros propósitos, equivale a grabar ese diseño, pues los trazos se convierten en surcos.
- [3] Hernández-Chavarría F. (2014). Opciones fáciles, simples y seguras para preparar barniz para huecograbado. *Grabado y Edición*, IX (41) 58-#63.
- [4] Hernández-Chavarría F, Carvajal JP. (2014). Etching with E-waste. *Printmaking Today* 23 (2): 28.
- [5] Bajo el concepto de basura o chatarra electrónica (E-waste, en inglés) se consigna todo material eléctrico o electrónico desechado, que incluye equipos electrodomésticos, de laboratorio, juguetes y hasta las computadoras personales, cuyas fuentes de poder podemos usar en grabado. El problema es que en el mundo se desechan anualmente millones de toneladas de este tipo de materiales.