

De la hojalata y otras historias de

Jorge Uruchurtu Chavarín

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
Centro de Investigaciones en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, UAEM
Jose. M. Malo Tamayo
Instituto de Investigaciones Eléctricas IIE

La historia de la *hojalata* - desde su invención a su producción industrial - comienza con Napoleón, a quien le preocupaba el problema de alimentar a sus tropas, de manera que se trasladaran de manera eficiente sobre grandes distancias y en buenas condiciones para el combate, lo que se traducía en tácticas de choque que le permitían ganar batallas. En 1795 ofreció un premio de 1,200 francos a quien desarrollara un método para mantener comida en buen estado, durante períodos largos de tiempo. El ganador fue Nicolás Appert de la ciudad de París, quien descubrió que cuando la comida era hervida en botellas de vidrio e inmediatamente cerrada, se mantenía en buen estado por muchos meses. Esto condujo a ensayar otros procedimientos, entre ellos un método patentado por un inglés, Peter Durand, consistente en almacenar comida en contenedores de hierro recubiertos con una película delgada de estaño. Fue entonces cuando se inició la utilización de estaño para preservar comida, aun cuando el arte de recubrir hierro con estaño había sido practicado a gran escala en Bohemia, Alemania, en el siglo XIII, donde el hierro estañado fue usado para propósitos decorativos y para fabricar armamento. Debido al alto precio del estaño, comúnmente se utiliza la cantidad mínima con el propósito de obtener el mayor provecho de su resistencia a la corrosión. La principal aplicación de este metal se da en la hoja de lata (hojalata), que es una delgada hoja de acero cubierta con una fina película delgada de estaño con fines protectores. La hojalata es un excelente ejemplo de la combinación adecuada de metales, ya que presenta la resistencia y rigidez del acero, aunada a una apariencia atractiva, resistencia a la corrosión y una buena soldabilidad. En contraste, es interesante hacer notar que el acero puro se corroe fácilmente, mientras que el estaño puro es demasiado suave y costoso.

Junto con la hojalata, el *hierro* es, obviamente, un material que ha jugado un papel clave en el desarrollo de la humanidad. Cuando un mineral conteniendo óxidos de hierro es calentado con carbón, se produce hierro metálico. Para su producción en tiempos remotos, el mineral era calentado median-

te la quema de *carbón vegetal*, lo que llevó en ciertas regiones del planeta a la tala indiscriminada, como sucedió en parte de Europa y en particular en Gran Bretaña. Además, la demanda de carbón competía con el requerimiento de madera para la construcción de barcos, casas y edificios. Lo anterior se acentuó con la invención de la máquina de vapor, que mejoró los procesos de manufactura y abrió nuevas posibilidades de producción, dando lugar a tecnologías novedosas que llevaron a la Revolución Industrial.

Como antecedente de la Revolución Industrial, podemos mencionar el desarrollo logrado en la producción de hierro por Abraham Darby, quien de joven había sido aprendiz de fundidor y manejado una fundidora de bronce en Bristol, Inglaterra. En 1708 alquiló un horno, de 160 años de uso, en Coalbrookdale. Un año más tarde, tuvo éxito al extraer hierro usando carbón de coque (*carbón mineral*), inaugurando así lo que llegaría a ser un emporio de la fundición de hierro. A su muerte, su esfuerzo fue continuado por sus socios, así como por su hijo y su nieto. Las mejoras y ahorros en los costos de producción introducidos por el descubrimiento de Darby, marcaron el punto de partida para la manufactura de hierro a escala industrial y, eventualmente, para el desarrollo de la industria del hierro a nivel mundial. Sin embargo, hoy en día se cree que la sustitución del *carbón vegetal* por *carbón mineral* en los procesos de fundición, es la causa de la mayor corrosión observada en estructuras posteriores a las que desarrolló Darby, comparadas con las fabricadas antes de su época. Esto puede deberse al hecho de que el hierro reducido con *carbón vegetal* contiene *menos azufre* que el acero moderno, relacionado con la ausencia de compuestos de azufre del aire en los días que antecederon al uso del *carbón mineral* como combustible, ya que a menudo son las condiciones iniciales de exposición las que determinan la vida de un metal manufacturado. El azufre presente en el carbón mineral y durante la combustión de éste, se libera a la atmósfera en forma de bióxido de azufre, contaminante común en atmósferas urbanas. Éste se transforma y regresa en forma de ácido sulfúrico en las gotas de lluvia, siendo muy agresivo para algunos metales, como el hierro. Cualquiera que sea el caso, el hierro antiguo se ha mantenido en una condición sorprendentemente buena por muchos siglos. El pilar de Dehli, en la India, es uno de los ejemplos que ha despertado mayor intere-



Figura 1. Puente de Ironbridge sobre el río Severn, Gran Bretaña.

rés, aunque otros como el primer puente de hierro colado de Ironbridge cerca de Coalbrookdale, Inglaterra (ver figura 1), también pueden ser citados.

La demanda de hierro para la construcción de barcos, ferrocarriles y máquinas de vapor, como la de James Watt, aceleraron la fabricación y utilización del hierro en Inglaterra y otros países. En aquel entonces, las calderas de las máquinas de vapor sufrían frecuentemente de corrosión en sus paredes. Los trabajadores de Inglaterra y de otros países de Europa tenían, como parte esencial de su alimentación, el consumo de papas: los operarios de las máquinas solían introducir las calderas para cocerlas, como lo haríamos hoy en día con una olla exprés. Alguna vez, por olvido, se dejaron las papas en su interior, descubriéndose que los depósitos causados por la corrosión en las paredes internas

de las calderas eran mucho menores y más fáciles de remover. Este tipo de experiencias dio pauta al desarrollo de *aditivos inhibidores* de la corrosión, hoy utilizados en sinnúmero de procesos industriales. Sin embargo, es conveniente resaltar que, a la fecha, muchas veces tales aditivos se siguen utilizando empíricamente, sin un buen entendimiento de cómo funcionan.

Dada la necesidad de utilizar materiales más seguros y resistentes que pudieran soportar mayores cargas tanto en edificios y fábricas, como en los puentes para los ferrocarriles de vapor y en los ferrocarriles mismos, el uso del hierro se hizo extensivo. Las primeras máquinas de vapor presentaban agrietamientos o fallas por fragilidad en los hoyos de los remaches, lo que acarrea un riesgo evidente. Estos componentes eran trabajados en frío

durante las operaciones de remachado, y el análisis del depósito blancuzco impregnado en estas áreas mostraba que un compuesto alcalino, el hidróxido de sodio, era el principal componente. Por lo tanto, el debilitamiento ocasionado en el material por la presencia del compuesto alcalino se denominó *fragilización alcalina*. Las fisuras que puede ocasionar este fenómeno son numerosas y muy finas y se pueden hacer evidentes mediante la aplicación de líquidos penetrantes. Mientras que los esfuerzos mecánicos afectan a los materiales mediante fatiga o tensión, la corrosión da lugar a una disolución característica que ocasiona un desgaste en el material. Es importante remarcar que la acción simultánea de esfuerzos mecánicos y corrosión produce resultados desastrosos. En la actualidad, este problema se evita minimizando la generación de

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS:
edacmor@ibt.unam.mx



metales



hidrógeno en el medio acuoso, mediante el uso de neutralizantes como el ferrosilicato, evitando con esto que el hidrógeno atómico penetre la red cristalina del metal.

Revisar la historia del desarrollo de los metales y su procesamiento nos permite apreciar la gran labor de observación, experimentación y desarrollo tecnológico que, a lo largo de muchos años, ha permitido a la humanidad mejorar la fabricación de muchos de los materiales en los que sustentamos nuestra vida cotidiana.

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar:
www.acmor.org.mx

Con el objetivo de estimular y promover las actividades de investigación, así como la posibilidad de detectar talentos en las áreas de ciencias y humanidades entre los estudiantes de nivel medio y medio superior, el Centro Universitario Anglo Mexicano, S. C. y la Academia de Ciencias de Morelos, A. C. convocan a los estudiantes de enseñanza media (secundaria) y media superior (preparatoria/bachillerato) a participar en el

XXII Congreso de Investigación CUAM-ACMor



Jueves 12 y viernes 13 de mayo de 2011
de las 9:00 a las 14:00 horas
Sede: CUAM-Morelos

Luna 44 esquina con Sol, Colonia Jardines de Cuernavaca

Fecha límite para inscripción: **18 de Marzo de 2011**

Fecha límite para recepción de carteles: **4 de Mayo de 2011**

Es el congreso de mayor tradición en el Estado y pionero a nivel nacional



El jurado está formado por investigadores de alto nivel, varios de ellos miembros de la ACMor. **Este evento es clasificatorio para las Expociencias Nacionales y Expociencias internacionales, así como otros eventos Internacionales de Milset**



Los ganadores tendrán derecho a una **beca**, otorgada por la Academia Mexicana de Ciencias, para un **"Verano de la Investigación"**

Informes

Lic. Alma Ayala
Presidenta del Comité Organizador
almaayal@gmail.com
aayala@hicuam.cuam.edu.mx
(777) 316 2339

Lic. Nora de la Vega
noravega24@hotmail.com
nvega@hicuam.cuam.edu.mx
(777) 315 6888 y 316 2389

M. en B. Alma Caro
Secretaria Ejecutiva de la ACMor
almadcaro@yahoo.com.mx
Celular (777) 155 7221 Tel. (777) 311 0888

Consulta la convocatoria en: www.cuam.edu.mx www.acmor.org.mx



Este evento cuenta con el co-patrocinio del CCyTEM, a través de un proyecto del Fondo Mixto CONACYT- Gobierno del Estado de Morelos