

Sistema de Bajo Costo para la Enseñanza y los Estudios Metalográficos en Campo

Dulce V. Melo y José A. Aragón

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Departamento de Materiales,
Avda. San Pablo N°180, Col. Reynosa Tamaulipas, 02200 México, D. F.-México
(e-mail: alja@correo.azc.uam.mx)

Resumen

Se ha desarrollado un sistema de bajo costo para la enseñanza y los estudios metalográficos en campo. Se estableció primero que el sistema podría obtenerse por la adaptación de varios componentes comerciales baratos o el diseño y construcción de las partes. Su objetivo era su uso en la observación, edición y almacenamiento digital de imágenes de muestras en el sitio de su preparación. El sistema consta de dos partes: un microscopio y computadora portátil. Se comprobó su utilidad en la enseñanza y, por sus características, facilitará el trabajo en campo. Su costo es de 80 dólares, más el de un ordenador portátil, un valor muy bajo si se le compara con el precio de microscopios de óptica fina.

Palabras clave: metalografía, estudios en campo, enseñanza de metalografía, microscopios ópticos

Low Cost System for Teaching and on Field Metallographic Studies

Abstract

A low cost system for teaching and on field metallographic studies has been developed. It was first established that the system could be obtained by the adaptation of several cheap commercial components or by designing and constructing its parts. Its objective was its use in the observation, edition and digital storage of samples images in the site of preparation. The system consists of two parts: a microscope and portable computer. Its utility in education was verified and by its characteristics, it will facilitate on field work. Its cost is 80 dollars, plus the cost of portable computer, a very low value when compared with the cost of fine optic microscopes.

Keywords: metallography, on field studies, teaching of metallography, optic microscopes

INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de las técnicas de desbaste y pulido de muestras para estudios metalográficos, se utilizan implementos para corroborar el avance de las preparaciones: éstos son una lupa de 8 aumentos y un microscopio óptico operable a 100 aumentos (Kehl, 1963; Dillinger, 2002). Es común además que el operador observe repetidas veces a simple vista (Dillinger, 2002), la superficie en preparación.

El seguimiento del avance de la etapa de desbaste burdo, se realiza a menudo con la lupa y en el sitio donde se preparan las probetas. Se usa el microscopio durante el desbaste fino y el pulido: este instrumento se ubica en una zona aislada y a varios metros de la sala donde se efectúa el desbaste y pulido, porque se evita así su contaminación con los detritos producidos durante estas operaciones (Kehl, 1963). Entonces, el operador debe desplazarse repetidas veces desde la sala de preparación hacia la de microscopios y viceversa. Lo cual cansa y distrae al operador.

La observación a simple vista de la superficie en preparación, se efectúa inclinando ligeramente la probeta hacia una fuente de luz cercana, para que, por reflexiones, se compruebe la desaparición progresiva de las imperfecciones y el logro de una superficie uniforme. Pero, el estudiante no distingue fácilmente las diversas reflexiones de la luz y/o no las asocia adecuadamente con el grado de avance de la preparación. Entonces, para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje de éstas técnicas y que el operador asocie los estados superficiales consecutivos de las muestras, con aspectos más relevantes de la preparación – como la forma de sujetar, apoyar, presionar y mover las probetas, sobre las lijas o paños con abrasivos –, es importante eliminar o reducir el uso de la lupa, los viajes del alumno entre las salas de preparación y microscopios, y la imprecisa evaluación visual del avance de la preparación.

Una solución posible a todo esto sería el tener un microscopio en la zona de la preparación de muestras, y retirarlo de ahí al concluir esta actividad. Pero, esto no es recomendable si el microscopio es pesado, de óptica fina y, por tanto, de alto precio - este es el caso de los microscopios que se emplean en el área de Ciencia de Materiales del Depto. de Materiales de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Azcapotzalco, de México: son Olympus PMG3 y el costo de cada uno supera los 100 mil pesos - porque puede dañarse y/o descalibrarse. Lo que conllevaría gastos adicionales por su mantenimiento o deterioro definitivo.

Convendría que la solución considerase también la observación, captura y almacenamiento digital de imágenes, para que el alumno pueda crear una serie de fotografías que muestre el avance de la preparación de sus probetas, la portaría en un disco compacto y elegiría después las fotografías representativas que incluiría en el reporte de su trabajo.

Por otro lado, cuando se requiere de estudios metalográficos en campo, es necesaria la toma de réplicas y/o fotografías (Lemay et al., 1995) que serán después analizadas y/o procesadas en el laboratorio. Suele usarse también un microscopio portátil con una cámara integrada. Para facilitar y optimizar el trabajo en campo es necesario reducir los costos de los insumos e instrumentos actualmente empleados, la cantidad de los insumos y/o el tiempo de trabajo.

Las técnicas de preparación de muestras son de importancia primaria para la metalografía – para el logro posterior del revelado y la descripción de las microestructuras de los metales, y la asociación posterior de sus rasgos con las propiedades de los mismos - como lo constata el número considerable de trabajos publicados al respecto, se citan sólo como ejemplos los trabajos de Helgesen et al (2005) y Chaijaruwanich et al (2007). Se presenta en este artículo el trabajo realizado para la obtención de un sistema de bajo costo que facilita la enseñanza de las técnicas de preparación de muestras metalográficas y el análisis metalográfico en campo.

METODOLOGÍA

Se revisaron las actividades que realizan los alumnos durante el aprendizaje de las técnicas de preparación de muestras metalográficas y del especialista en estudios metalográficos en campo, y se destacó que debería corregir o satisfacer el sistema por desarrollar (véase la introducción)

Se proyectó después que el sistema requerido podría obtenerse mediante la adaptación de varios componentes comerciales o el diseño y construcción de una, varias o todas sus partes. La segunda opción se seguiría solamente en caso de no tener éxito con la primera.

El sistema por desarrollar con adaptaciones debería ser compacto y tener componentes similares a los empleados actualmente, pero de tamaño pequeño, de costo bajo, interconectados y con un accesorio para la observación, captura y almacenamiento digital de imágenes.

Entonces, la observación de las superficies en preparación podría realizarse con un microscopio portátil comercial; una cámara de video con la función macro, que permita observar imágenes de objetos muy cercanos, aproximadamente a 1 cm de la lente de la cámara, o un dispositivo simple de observación como, por ejemplo, una cámara web. Se procedió a indagar las características y precios de este tipo de instrumentos y dispositivos con algunos proveedores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró el microscopio portátil MIC–D de Olympus, con un precio aproximado de \$13,500 en marzo de 2005. Con este instrumento se observan muestras con luz reflejada y transmitida. Se vende con el software para la observación, captura y almacenamiento digital de imágenes en una computadora, conectada con un cable USB al microscopio.

Se consiguió un MIC–D y se realizaron pruebas. Se comprobó que con este instrumento es factible la observación de cuerpos opacos, pero deben tener desniveles profundos o ser rugosos. En caso contrario, se observarán oscuros. Entonces se descartó.

Se encontraron también las videocámaras Handycam, DCR–DVD101 y DCR–DVD102: ambas con la función “macro”, acercamientos óptico y digital, congelamiento de la imagen y la grabación directa de video o imágenes en un mini – disco compacto; sus precios aproximados eran respectivamente \$11,500 y \$13,600, en mayo del 2005, en México.

Se descartó el uso de una cámara web porque no tiene la función “macro”.

Luego, la solución parecía ser el emplear una de las cámaras de video. Pero, no sería bajo el costo del sistema pretendido porque se tendría el gasto adicional de una computadora portátil (CP), en la que se visualizarían juntas y amplia-das las imágenes para su análisis y selección.

Se continuó entonces con la búsqueda de otros instrumentos o aparatos. Se localizó entonces un microscopio portátil de muy bajo costo que se vende en los Estados Unidos de Norteamérica: el Digital Blue QX5 Computer Microscope, con precio aproximado de 80 dólares. Magnifica 10, 60 y 200 veces los objetos. Se suministra con el Software para la observación, edición y almacenamiento de imágenes, con una resolución de 640 X 480 pixeles, en una CP. El cual es compatible con Windows 98 y sus versiones posteriores. Su bajo costo se debe a que se comercializa como un “juguete”.

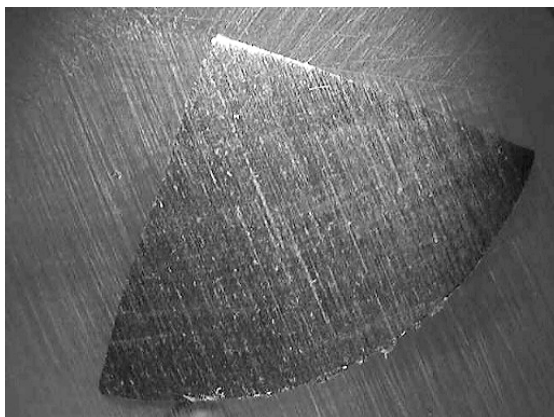
No fue posible establecer de la información que circula sobre este producto, si el diseño y construcción de su sistema de iluminación permitiría observar superficies metálicas desbastadas o tenían que ser por fuerza superficies con irregularidades profundas, para lograr observarlas con nitidez. Se adquirió entonces uno para realizar pruebas.

El microscopio se conectó a una computadora portátil (CP) y se observaron muy bien las superficies de varias muestras metálicas desbastadas. Posteriormente, se empleó en la enseñanza de las técnicas de preparación de muestras durante el curso de Metalografía, que se imparte a los alumnos de cuarto trimestre de las Licenciaturas de Ingeniería Metalúrgica, Mecánica y Física en la Universidad Autónoma Metropolitana–Azcapotzalco de México.

En la figura 1, se presenta el sistema completo: el microscopio puede usarse lejos de la computadora portátil, si se emplea un cable largo de interconexión USB, o quedar cerca como se ilustra, pero debe cubrirse el teclado con una membrana flexible, para retardar su contaminación.



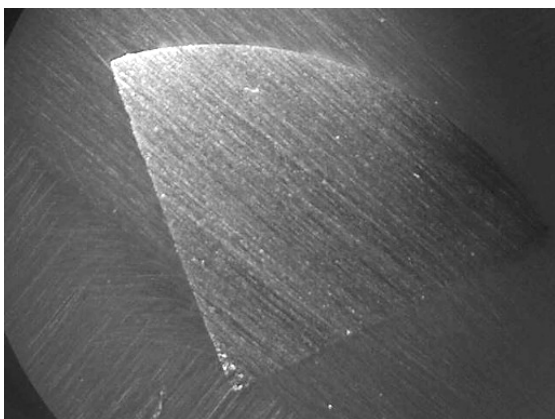
Fig. 1: Sistema para la mejor enseñanza de las técnicas de preparación metalográfica y el análisis metalográfico en campo.



Papel abrasivo N° 120



Papel abrasivo N° 240



Papel abrasivo N° 400

2.2 mm



Papel abrasivo N° 600

Fig. 2: Serie de fotografías que muestra el avance del desbaste de una muestra de aluminio de la serie 6000.

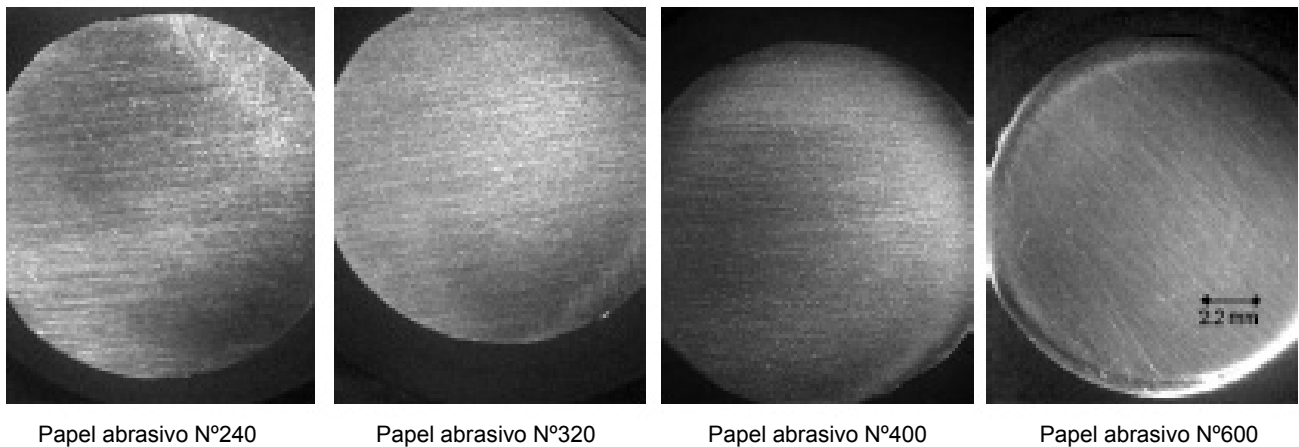


Fig. 3: Serie de fotografías que muestra el avance del desbaste de la superficie de una muestra de cobre electrolítico

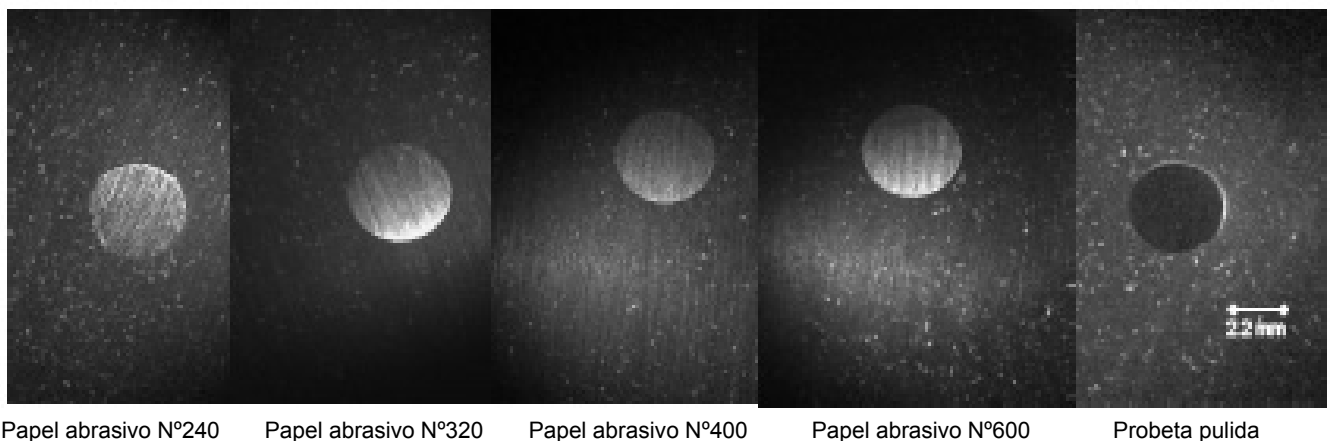


Fig. 4: Serie de fotografías que muestra el avance del desbaste y la superficie pulida de una muestra de acero 1018

El microscopio QX5 tiene el inconveniente de que su platina tiende a estar ligeramente inclinada con respecto a la dirección de incidencia de la luz y sus desplazamientos son burdos.

En la figuras 2, 3 y 4 se muestran series de fotografías que fueron obtenidas con el sistema. Estas fueron almacenadas en el disco duro del ordenador, grabadas en un CD y presentadas por los alumnos en sus reportes. Las series de fotografías muestran el avance de las preparaciones, excepto la imagen de la superficie de la muestra de Cu electrolítico, que exhibe rayas cruzadas después de ser desbastada con el papel abrasivo N° 600, figura 3.

El avance de la preparación de las muestras está correlacionado con la producción de rayas cada vez más finas, aproximadamente paralelas y apuntando hacia la misma dirección, al desbastar sus superficies con papeles abrasivos de mayor a menor granulometría, y por la desaparición paulatina y total de las rayas por el pulido posterior de las mismas con paños y polvos de abrasivos más finos. Si no ocurría esto, el alumno sabía entonces que debería repetir una de las etapas.

Se comprobó entonces la utilidad del sistema en la mejora de la enseñanza de las técnicas de preparación metalográfica de muestras. Además, su costo es de 80 dólares, más el costo de un ordenador portátil, más los gastos de envío, que es un gasto total muy bajo al compararlo con el de la adquisición de un microscopio de óptica fina y una cámara digital con los tubos que la acoplen al mismo.

La conveniencia del sistema en estudios metalográficos en campo radica no solamente en su bajo costo, sino también en su portabilidad y que pueden observarse secciones preparadas de piezas grandes: simplemente se quita su base, se sostiene con una mano y se acerca a las distintas zonas de interés.

CONCLUSIONES

1) Se logró obtener, mediante adaptaciones de aparatos comerciales, un sistema que apoya en la enseñanza de las técnicas de preparación de probetas metalográficas y facilita los estudios metalográficos en campo. 2) El sistema sirve para la observación, edición y almacenamiento digital de imágenes en el sitio de la preparación de probetas. 3) Consta de un microcopio y computadora portátiles. 4) Su costo es de 80 dólares, más el costo del ordenador portátil, más los gastos de envío, que resulta ser un gasto total muy bajo, comparado con el de la adquisición de un microscopio de óptica fina. Por lo que se logró el objetivo pretendido.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Sra. Martha Espinosa, asistente de la jefatura del Depto. de Materiales de la UAM-Azcapotzalco, sus acciones para la adquisición pronta del microscopio Digital Blue QX5.

REFERENCIAS

Chaijaruwanich, A. y otros cuatro autores; *Evolution of Pore Morphology and Distribution During The Homogenization of Direct Chill Cast Al – Mg Alloys*, Acta Materialia 55(1), 285-293 (2007).

Dillinger, L.; *Polishing, Met – Tips*, N° 13, Ideas for Metallographic Procedures, Leco Co. (2002).

Dillinger, L.; *The Art of Grinding, Met – Tips*, N° 11, Ideas for Metallographic Procedures, Leco Co. (2002).

Helgesen, T., A. Tjernaes, G. Heiberg y E. Heier; *Failure Investigation and Condition Assessment Using Field Metallography*, Engineering Failure Analysis 12(6), 974-985 (2005).

Kehl, G.L.; *Fundamentos de la Práctica Metalográfica*, 2ª edición, 3 – 27, Aguilar, Madrid, España (1963).

Lemay, I., P. Cheungand y T.L. da Silveira; *On Field Metallography Applications, Metallographic Techniques and The Characterization of Composites, Stainless Steels, and Other*, Engineering Materials, Microstructural Science, 22. ASM International, IMS (1995)