

CURSO BÁSICO DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

CURSO DE POSTGRADO PROFESOR RESPONSABLE: Dr Alberto Riveros

COORDINADOR: Dr. Fidel Roig

COLABORADORES: Ing Jorge Vílchez, Dra Ariana Zoppi, Dra Verónica Brunetti, Lic. Sebastián E. García, Ing. Julieta Arco, Tco. J. Federico Gonzalez y MSc. Ma. Silvina Lassa

CREDITO HORARIO: 80 Hs MODALIDAD: Curso intensivo

FECHA: 20 a 31 de julio de 2015

PROGRAMA

- ✓ Microscopio electrónico de barrido. Introducción a la microscopía electrónica de barrido. Instrumentos y diferentes técnicas: SEM, STEM y TEM. Microscopio electrónico de barrido de alto vacío (SEM), de bajo vacío (LV-SEM) y ambiental (ESEM). Características. Óptica electrónica: Fuente de electrones (filamento de W, de LaB₆ y de emisión de campo, FEG: cañón Schottky y cátodo frío). Lentes electromagnéticas: propiedades, aberraciones. Resolución y profundidad de campo. Magnificación.
- ✓ Interacción de electrones con la materia. Dispersiones elásticas e inelásticas. Rango de penetración y distribución espacial de los electrones del haz primario. Relación entre el volumen de interacción y los parámetros energía incidente, número atómico de la muestra y geometría. Electrones secundarios, retrodifundidos y Auger. Rayos X característicos y del continuo. Rango y resolución espacial de las diferentes señales emergentes.
- ✓ Detectores de electrones. Detector de electrones secundarios: Detector Everhart-Thornley (ET). Detector de electrones retrodispersados: Detector de estado sólido de Si SDD.
- ✓ Formación e interpretación de imágenes. Contraste de electrones secundarios (SE). de electrones retrodifundidos (BSE) y de corriente de espécimen (SC). Contraste por difracción de electrones retrodifundidos (BESD). Interpretación del contraste topográfico por analogía con muestras rugosas iluminadas con luz. Efectos de penetración del haz de electrones en las imágenes. Otros tipos de contraste y su aplicación a la ciencia de materiales.
- ✓ Procesamiento y análisis de imágenes digitales. Filtros, umbral, amplificación no lineal, supresión del nivel de negro, etc. Transformada de Fourier y su aplicación al análisis de imágenes.
- ✓ Preparación de muestras conductoras, no conductoras, biológicas, poliméricas, hidratadas. Métodos de deshidratación, fijación y cubiertas conductoras. Daño de las muestras durante la preparación, observación o análisis.
- ✓ Análisis de elementos: Análisis cualitativo. Sustracción de fondo. Intensidad de la línea característica. Análisis semicuantitativo. Análisis cuantitativo. Efectos de matriz. Corrección ZAF. Función distribución de ionizaciones $\phi(\rho z)$. Análisis de muestras extensas (pulidas y rugosas), delgadas y partículas o inclusiones. Análisis sin estándares.
- ✓ Estrategias de medición. Errores (estadísticos, instrumentales, preparación de muestras, etc). Mínimo límite de detección. Elección de condiciones de excitación, parámetros instrumentales y patrones. Estrategias de medición para diferentes tipos de muestras. Homogeneidad de la muestra. Contaminación por carbono. Daños por radiación. Espesor y tipo de metalizado.
- ✓ **Trabajos Prácticos y cronograma de los mismos:** Uso de PC con software específico, donde los participantes adquirirán una formación mínima en simulación Monte Carlo, y uso de un microscopio de barrido en un programa de simulación. Práctica de preparación de las muestras (1^{er} y 2^{do} día de la primera semana). Practicas en el microscopio SEM: adquisición

de imágenes en diferentes condiciones. Caracterización de las mismas (3^{er} y 4^{to} día de la primera semana).

- ✓ Práctica de procesamiento de imágenes (5^{to} día de la primera semana y 1^{er} día de la segunda semana).
- ✓ Utilización de espectros de distintas muestras patrones medidos en un espectrómetro EDS de un SEM, (2^{do} día de la segunda semana).
- ✓ Caracterización cualitativa de una muestra cualquiera, (3^{er} día de la segunda semana).
- ✓ Procesamiento de estos espectros, límite de detección mínima. Influencia de las condiciones experimentales en el análisis cuantitativo, (4^{to} día de la segunda semana).
- ✓ **Evaluación.** Podrán presentarse a la evaluación todos los alumnos que hayan presentado el informe de los trabajos prácticos. Cada alumno deberá resolver un examen individual en su casa para el cual tendrá una semana de plazo para entregarlo.

Bibliografía

- * The Atomic Nucleus, R. Evans, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. 1955.
- * Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis. D. Newbury, D. Joy, P. Echlin, C. Flori, J. Glodstein. 3^o Edición. Springer, 2003.
- * Electron Microscopy, J. Bazzola, L. Russell, Jones & Bartlett Publishers; 2 Sub edition, 1998.
- * Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM, R. Egerton, Springer, 2005.
- * Handbook of X-Ray Spectrometry, Practical Spectroscopy Series, Van Grieken, R. E. Y Markowicz, A.A., Vol. 14, Dekker. 1993.
- * Electron probe microanalysis and scanning electron microscopy in geology. S. Reed. Cambridge University Press, 1996.
- * Principles of Analytical Electron Microscopy. D. C Joy, Jr. A. D. Romig. and J. I. Goldstein, Plenum Press. New York and London. 1989.
- * Scanning Electron Microscopy – Physics and Image formation and microanalysis, Reimer L. Springer Series in Optical Sciences. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1985.
- * Measuring surface topography with scanning electron microscopy. II. Analysis of three estimators of surface roughness in second-dimension and third-dimension. Bonetto RD Ladaga JL, and Ponz E. Microscopy and Microanalysis, 12, Issue 02, pp 178-186, 2006.
- * Characterisation of Texture in Scanning Electron Microscope Images. J. Ladaga, and R. Bonetto. Advances in Imaging and Electron Physics. Academic Press. Edited by Peter W. Hawkes, 120, pp 136-189, 2002.
- * Dimensional Measurements. In The use of the Scanning Electron Microscope. Lane, G.S., Eds.: Hearle, J.W.S., Sparrow, J.T. & Cross, P.M, pp. 219-238. Pergamon Press. (1972)