

## **CURSO AVANZADO DE MICROANÁLISIS CON SONDA DE ELECTRONES**

### **CURSO DE POSTGRADO NO ESTRUCTURADO**

**Profesor Responsable:** Dr. Alberto Riveros

**Colaboradores:** Dr. Fernando Colombo, Dr. Sebastián Verdecchia, Dra. Alina Guerreschi, Ing. Jorge Vilchez y Dr. Manuel Demartis.

**Fecha:** Del 23 al 27/09/2019

**Crédito Horario:** 40 Hs

**Modalidad:** Curso intensivo

### **PROGRAMA**

**Cañón de electrones.** Fuente de electrones (filamento de W, de B<sub>6</sub>La 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:** Interacción de electrones con la materia. Dispersiones elásticas e inelásticas. Simulación Monte Carlo. 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.

**Interacción de fotones con la materia:** Interacción de fotones con la materia. Dispersión elástica, Compton y efecto fotoeléctrico. Producción de fluorescencia y producción Auger.

**Sistemas de detección.** Detectores de electrones. Detector de electrones secundarios: Detector Everhart-Thornley (ET). Detector de electrones retrodispersados: Detector de estado sólido de Si dopado con Litio -Si(Li). Contadores Proporcionales. Resolución. Tiempo muerto. Eficiencia. Espectrómetros EDS y WDS.

**Análisis cuantitativo:** 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.

**Generalidades sobre preparación de muestras.** 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. Selección de zonas a analizar.

**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. Corrección del análisis por la elección del patrón estándar.

**Aplicaciones especiales de análisis con microsonda de electrones.** Análisis de elementos livianos. Datación química de minerales que contienen U-Th-Pb. Análisis de vidrios.

**Trabajos Prácticos:** Preparación de muestra (pulido y metalizado). Análisis en el SEM de la muestra: Contraste químico. Cuantificación. Mapas y perfiles composicionales. Análisis de la

muestra en EPMA: Contraste químico. Cuantificación. Mapas y perfiles composicionales. Análisis y tratamiento de datos. Cálculo de fórmula estructural en minerales. Identificación de minerales por su composición usando bases de datos.

**Evaluación:** La evaluación se llevará a cabo a través de exámenes individuales que cada alumno llevará a su casa y entregará a los 15 días de terminado el curso

### **Bibliografía**

- \* The Atomic Nucleus, R. Evans, McGraw-Hill Book Company, Inc. 1955.
- \* Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. D. Newbury, D. Joy, P. Echlin, C. Flori, J. Glodstein. 3<sup>o</sup> 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.
- \* Characterization 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)
- Raudsepp, M. (1995) Recent advances in the electron-probe micro-analysis of minerals for the light elements. The Canadian Mineralogist, 33: 203-218.