



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"

"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

**ES COPIA**  
OSCAR GUILLERMO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

SAN LUIS, - 5 FEB. 2018

**VISTO:**

El Expediente EXP-USL: 14717/2017 mediante el cual se solicita la protocolización del Curso de Posgrado: **MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO Y MICROANÁLISIS CON SONDA DE ELECTRONES**; y

**CONSIDERANDO:**

Que el Curso de Posgrado se dictará en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales del 26 de febrero al 9 de marzo de 2018, con un crédito horario de 45 horas presenciales y bajo la coordinación del Dr. Eloy Sebastián **SÁNCHEZ**.

Que la Comisión Asesora de Investigación de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales recomienda aprobar el curso de referencia.

Que el Consejo de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis en su reunión del 12 de diciembre de 2017, analizó la propuesta y observa que el programa del curso, bibliografía, metodología de evaluación y docentes a cargo, constituyen una propuesta de formación de posgrado de calidad en su campo específico de estudio.

Que, por lo expuesto, el Consejo de Posgrado aprueba la propuesta como Curso de Posgrado, según lo establecido en Ordenanza CS N° 35/16.

Que corresponde su protocolización.

Por ello y en uso de sus atribuciones

**EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS**

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1º.-** Protocolizar el dictado del Curso de Posgrado: **MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO Y MICROANÁLISIS CON SONDA DE ELECTRONES**, en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales desde el día 26 de febrero al día 9 de marzo de 2018, con un crédito horario de 45 horas presenciales.

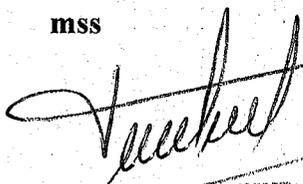
**ARTÍCULO 2º.-** Protocolizar el cuerpo docente constituido por: el Responsable Dra. María del Rosario **TORRES DELUIGI** (DNI N° 14.542.985) ,Colaboradores: Dr. Eloy Sebastián **SÁNCHEZ** (DNI N° 28.540.042) y Biólogo Esteban María **CRESPO** (DNI N° 17.000.284) todos de la Universidad Nacional de San Luis.

**ARTÍCULO 3º.-** Aprobar el programa del Curso de referencia, de acuerdo al **ANEXO** de la presente disposición.-

**ARTÍCULO 4º.-** Comuníquese, insértese en el Libro de Resoluciones, publíquese en el Digesto Electrónico de la UNSL y archívese.-

**RESOLUCIÓN R N° 20**

mss

  
Dra. Alicia Mercedes **PRINZISTA**  
Adj. Secretaría de Posgrado  
UNSL.

  
Dr. Félix D. Nieto Quintas  
Rector  
UNSL.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2017 - AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"

"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

**ES COPIA**  
OSCAR GUILLERMO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

## ANEXO

### IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

UNIDAD ACADÉMICA RESPONSABLE: Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales

DENOMINACIÓN DEL CURSO: MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO Y MICROANÁLISIS CON SONDA DE ELECTRONES

CATEGORIZACIÓN: Capacitación.

FECHA DE DICTADO DEL CURSO: del 26 de febrero al 9 de marzo de 2018

MODALIDAD DE DICTADO: Presencial

CRÉDITO HORARIO TOTAL: 45 horas (25 hs. teóricas y 20 hs. de prácticas de laboratorio)

COORDINADOR: Dr. Eloy Sebastián SÁNCHEZ (DNI N° 28.540.042)

### EQUIPO DOCENTE

RESPONSABLE: Dra. María del Rosario TORRES DELUIGI

COLABORADORES: Dr. Eloy Sebastián SÁNCHEZ y Biólogo Esteban María CRESPO

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### FUNDAMENTACIÓN:

El fundamento del dictado de este Curso es satisfacer la demanda de usuarios frecuentes del LABMEM (Laboratorio de Microscopía Electrónica y Microanálisis) de la UNSL. En consecuencia, este Curso pretende contribuir a la formación de recursos humanos capacitados para entender el mecanismo de funcionamiento, y también para interpretar satisfactoriamente los resultados que se obtienen con equipos de tecnologías complejas, como es el caso de un Microscopio Electrónico de Barrido (SEM: *Scanning Electron Microscopy*) que tiene acoplados dos espectrómetros de rayos x. Para lo cual, durante el desarrollo del Curso se brindaran los conocimientos teóricos básicos indispensables de la técnica, poniendo especial énfasis en explicar las condiciones experimentales que optimizan los análisis y se analizarán los resultados de diferentes mediciones.

De este modo, se busca lograr un mejor aprovechamiento de las inversiones que permitieron adquirir equipos de estas características a distintas instituciones estatales de nuestro país, y también poder brindar una adecuada respuesta a los requerimientos de los sectores científico y productivo que utilizan estas técnicas en sus labores de investigación.

#### OBJETIVOS:

Al finalizar el Curso, se espera que los alumnos sean capaces de:

Cpde RESOLUCIÓN R N° 20

  
Raúl D. Nieto Quiroz  
Rector  
UNSL

  
Ana María Fernández  
A.C. Secretaria de Posgrado  
UNSL



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2017 - AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"

"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

**ES COPIA**  
OSCAR GUILLERMO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

### *Aspectos Experimentales*

- Decidir cómo se deberían preparar las muestras para ser analizadas con SEM de acuerdo análisis que se desea realizar.
- Interpretar de manera satisfactoria las micrografías obtenidas con un SEM.
- Analizar correctamente los espectros medidos con los espectrómetros de rayos x que funcionan integrados al SEM del LABMEM.
- Especificar los parámetros experimentales para realizar un microanálisis con los espectrómetros dispersivos en energía (EDS) y en longitudes de onda (WDS).

### CONTENIDOS MÍNIMOS:

Microscopía Electrónica de Barrido.

Microanálisis con sonda de electrones.

### PROGRAMA DETALLADO:

#### *Aspectos Teóricos*

Módulo 1: Interacción de los electrones con la materia: Trayectoria de los electrones en un amuestra. Perdida continua de energía. Volumen de interacción. Simulaciones de trayectoria de electrones por método de Monte Carlo. Influencia de la energía del haz sobre el volumen de interacción. Medición del volumen de interacción- Rango de los electrones.

Módulo 2: Generación de electrones. Filamentos de tungsteno, de hexaboruro de lantano, 'field emission gun'. Lentes electrónicas. Parámetros de la columna: Aperturas, astigmatismo, profundidad de campo. Formación de imágenes. Sistemas de vacío.

Módulo 3: Electrones secundarios. Electrones retrodispersados.

Módulo 4: 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.

Módulo 5: Rayos X: Emisión del continuo. Radiación característica. Absorción de rayos X.

Módulo 6: Análisis Cuantitativo: Corrección ZAF. Calculo de la intensidad generada. Factor de corrección ZAF.

Módulo 7: Detección de los rayos X. Parámetros de los espectrómetros dispersivos en energía (EDS) y los espectrómetros dispersivos en longitud de onda (WDS): razón de conteo, tiempo muerto, voltaje acelerador, geometría detector-muestra, ángulo 'take-off', picos de escape, picos suma.

Módulo 8: Condiciones experimentales: Errores estadísticos e instrumentales. Precisión final en un análisis. Mínimo límite de detección. Homogeneidad de la muestra. Recubrimiento de la muestra. Contaminación por el carbono. Selección de patrones. Elección del voltaje acelerador.

### *Aspectos Experimentales*

Los alumnos ejecutarán diversas experiencias prácticas en el LABMEM interaccionando de

Cpde RESOLUCIÓN R N° 20

Dr. Alejandro D. ...  
Rector  
U.N.S.L.

Dr. Alicia ...  
Rectora  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2017 - AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"

"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

**ES COPIA**  
OSCAR GUILLERMO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

manera directa con los diferentes equipos de este laboratorio, las mismas consistirán en la ejecución de los siguientes módulos experimentales:

Modulo Experimental 1: Montaje y preparación de muestras para ser observadas con el SEM. Procesos de metalizado con oro y carbono. Procesamiento de muestras biológicas.

Modulo Experimental 2: Interpretación de imágenes de electrones secundarios, de electrones retrodispersados y de rayos X.

Modulo Experimental 3: Análisis cualitativos con el espectrómetro EDS para identificar los elementos pertenecientes a la muestra.

Modulo Experimental 4: Análisis semi-cuantitativos con el espectrómetro EDS.

Modulo Experimental 5: Análisis cuantitativos con el espectrómetro EDS.

Modulo Experimental 6: Análisis cuantitativos con el espectrómetro WDS.

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Para aprobar el Curso los alumnos deberán:

- a) Asistir al menos al 80% del total de las clases.
- b) Aprobar la Evaluación Final Escrita, la cual consistirá en responder un cuestionario escrito al finalizar las clases del curso. Los alumnos tendrán un plazo máximo de una semana para entregar sus respuestas de manera individual y escrita. Para aprobar este cuestionario se deberá responder correctamente como mínimo el 70% de las preguntas.
- c) Durante el transcurso de las clases teóricas y prácticas se llevará a cabo una evaluación permanente de los alumnos, la cual consistirá en la formulación oral de preguntas referidas a los contenidos desarrollados previamente. De este modo se pretende evaluar de manera continua el grado de comprensión e interés del alumnado en los temas del curso.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- 1) "Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis", Joseph Goldstein, Dale E. Newbury, David C. Joy, Charles E. Lyman, Patrick Echlin, Eric Lifshin, Linda Sawyer, J.R. Michael. Third Edition. Springer (2003).
- 2) "Scanning electron microscopy, x-ray microanalysis, and analytical electron Microscopy. A Laboratory Workbook", C. E. Lyman, D. E. Newbury, J. I. Goldstein, D. B. Williams, A. D. Romig Jr., J. T. Armstrong, P. Echlin, C. Fiori, D. C. Joy, E. Lifshin, K. Peters. Plenum press, New York and London (1990).
- 3) "Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis. A text for biologists, materials scientists and geologists", J. I. Goldstein, D. E. Newbury, P. Echlin, D. C. Joy, A. D. Romig Jr., C. E. Lyman, C. Fiori and E. Lifshin. Second edition, Plenum press, New York and London (1994).
- 4) "Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology", S.J.B. Reed. Cambridge University Press, Great Britain, (2005).

Cpde RESOLUCIÓN R N° 20

*[Handwritten signature]*  
Rector  
UNSL

*[Handwritten signature]*  
A.C. Secretario de Posgrado  
UNSL



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"

"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

**ES COPIA**  
OSCAR GUILLERMO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

- 5) "Microanálisis Cuantitativo. Principios básicos y situaciones experimentales", J.A. Riveros de la Vega. Universidad de Barcelona, Barcelona (1994).
- 6) "Scanning Microscopy for Nanotechnology: Techniques and Applications", edited by edited by Weilie Zhou and Zhong Lin Wang. Springer. Nueva York (2006).
- 7) "Fixation for Electron Microscopy", M. A. Hayat. Academic Pres Inc. London (1981).
- 8) "Handbook of Sample Preparation for Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis", P. Echlin. Cambridge Analytical Microscopy, Great Britain (2009).

### CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

#### DESTINATARIOS Y REQUISITOS DE INSCRIPCIÓN:

Egresados con título de grado universitario de 4 años o más en Ciencias Básicas y Naturales afines a la temática del Curso: Físicos, Químicos, Biólogos y Geólogos y en disciplinas afines a la temática del curso.

CUPO: mínimo 2 y máximo 12 alumnos.

#### PROCESO DE ADMISIÓN:

Se dará prioridad a quienes estén desarrollando un doctorado donde los contenidos dictados en el curso le resulten aplicables a su tesis.

#### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Cada módulo (Teórico y Experimental) tendrá una duración de 3 (tres) y/o 4 (cuatro) horas de clase. Los Módulos Teóricos (MT) se dictarán en el *Laboratorio 5* (2° Piso del Bloque II) de la Universidad Nacional de San Luis. Los Módulos Experimentales (ME) se desarrollarán en el Laboratorio de Microscopía Electrónica y Microanálisis (LABMEM) situado en la Planta baja del Bloque I de la UNSL. El desarrollo del Curso se llevará a cabo durante dos semanas, desde el 26 de febrero hasta el 9 de marzo de 2018, de acuerdo al siguiente cronograma en el cual se detalla la distribución horaria de los MT y ME:

		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1 <sup>er</sup> Semana (26/02 al 2/03)	8 h a 10 h	MT1	MT2	MT3	MT4	ME1
	15 h a 18 h					MT5
2 <sup>da</sup> Semana (5/03 al 9/03)	8 h a 10 h	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6
	15 h a 18 h	MT6	MT7	MT8		

LUGAR DE DICTADO: Laboratorio de Microscopía Electrónica y Microanálisis (LABMEM) de la UNSL, y Laboratorio 5 situado en el 2° Piso del Bloque II de la UNSL.

Cpde RESOLUCIÓN R n° 20

*Felix D. Nieto Quintas*  
Dr. Félix D. Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

*Alcira Marcela PRINTESTA*  
A.C. Secretaria de Posgrado  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"

"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

**ES COPIA**  
OSCAR GUILLERMO SEGURA  
Director de Despacho  
UNSL

FECHA PREVISTA PARA ELEVAR LA NÓMINA DE ALUMNOS: 16 de abril de 2018.

### FINANCIAMIENTO DEL CURSO

#### COSTOS:

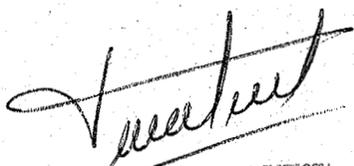
Para estimar el costo de este Curso se ha considerado el tiempo de uso del microscopio electrónico de barrido y de los espectrómetros de rayos X pertenecientes al Laboratorio de Microscopia Electrónica y Microanálisis. Además se deben tener en cuenta los costos de los insumos y materiales que se utilizarán en el desarrollo de las clases experimentales (nitrógeno líquido, elementos para fijar y metalizar las muestras). Para ello se han empleado los aranceles correspondientes a esos servicios, pero con el costo más bajo vigente en el LABMEM y que corresponde a usuarios pertenecientes a la UNSL. Se estima usar el equipamiento durante al menos 15 horas, lo que corresponde a un costo de \$ 6.000 (seis mil pesos).

FUENTES DE FINANCIAMIENTO: Autofinanciado con aranceles.

ARANCEL GENERAL: \$ 1000 (pesos mil)

BECA AL ALUMNO DE LA UNSL: A los alumnos de posgrado de la UNSL se les otorgará un beneficio equivalente al 50 % del Arancel General, de modo que en este caso el Arancel será de \$ 500 (pesos quinientos)

Cpde RESOLUCIÓN R N° 20  
mss

  
Dra. Alicia Mercedes PRINTISTA  
A.C. Secretaria de Posgrado  
UNSL

  
Dr. Félix D. Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.