

Propuesta de Curso PEDECIBA - UDELAR 2026

Título del curso: Aplicaciones de la Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) para el estudio en ciencias de los materiales.

Coordinadores:

Dra. Ana Laura Reyes Ábalos, Unidad de Microscopía Electrónica de Barrido. Facultad de Ciencias, UDELAR.

Dr. Juan Claudio Benech, Laboratorio de Señalización Celular y Nanobiología, responsable de la plataforma de AFM - IIBCE.

Docentes invitados tentativos:

Dra. Lorena Betancor, ORT - Grupo de Tecnología de Proteínas betancor@ort.edu.uy

Dr. Pablo Cabral, Facultad de Ciencias - CIN pcabral@cin.edu.uy

Dr. Ricardo Faccio, DETEMA, Facultad de Química rfaccio@fq.edu.uy

Prof. Carlomagno González, UTEC Rivera (LIG) - Laboratorio de Ingeniería y Ciencias de los Materiales carlomagno.gonzalez@utec.edu.uy

Dra. Maia Mambrú, Facultad de Química - Semiconductores maiamombru@gmail.com

Dr. Eduardo Méndez, Facultad de Ciencias - Laboratorio de Biomateriales emendez@fcien.edu.uy

Dr. Mauricio Musso, Facultad de Química - Fisicoquímica de superficie mauromusso13@gmail.com

Dra. Carola Romy, Facultad de Arquitectura - Cerámicos, revoques, mampostería romaycarola@gmail.com

Dr. Gustavo Sánchez, Facultad de Ingeniería - Departamento Ingeniería de Materiales y Minas gsanchez@fing.edu.uy

Colaboradores:

Lihuén Villarreal, Técnico operador del AFM del IIBCE.

Resumen de la propuesta:

El curso tiene como objetivo principal capacitar a estudiantes de posgrado y grado en la utilización y aplicaciones de tres técnicas fundamentales para el estudio de materiales: la Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), la Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) y la Microscopía Raman con AFM (MR-AFM). Se abordarán los fundamentos físicos, métodos de preparación de muestras, adquisición e interpretación de imágenes y análisis cuantitativo en distintas clases de materiales, incluyendo metales, cerámicos, polímeros, biomateriales y nanomateriales. La formación será teórico-práctica, con fuerte énfasis en el desarrollo de habilidades experimentales y análisis crítico de resultados.

Justificación:

La caracterización avanzada de materiales es clave para su desarrollo tecnológico y aplicación en múltiples campos científicos y técnicos. SEM, AFM y MR son herramientas esenciales en el diagnóstico, análisis estructural, morfológico y superficial. Formar recursos humanos capacitados para el diseño de abordajes experimentales que incorporen estas técnicas potenciará la investigación en ciencias de los materiales dentro de PEDECIBA-UDELAR. Esto contribuirá a fortalecer iniciativas de investigación interdisciplinarias entre la Facultad de Ciencias, la Facultad de Química, el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) y otras unidades.

Objetivos específicos:

- Comprender los principios técnicos y operativos de SEM, AFM, y MR (Todos los docentes implicados)
- Aplicar las técnicas a problemas concretos en ciencias de los materiales.
- Interpretar imágenes y datos obtenidos a través de las tres herramientas.
- Integrar resultados experimentales con estos métodos de caracterización.

Metodología:

- Clases teóricas presenciales para fundamentos y ejemplos (puede ser modalidad híbrida).
- Sesiones prácticas en laboratorio para manejo y observación de SEM y AFM.
- Análisis y discusión de datos experimentales.
- Tareas y trabajos en grupo centrados en casos reales.
- Evaluación basada en informes y presentaciones.

Carga horaria y modalidad:

- Modalidad: presencial (teóricos-prácticos)
- Duración: dos semanas, con 40 horas totales de clases teóricas-prácticas.
- Cupo: 10 estudiantes de posgrado y grado de PEDECIBA y UDELAR.

Vinculación con programas e instituciones:

El curso se ofrece dentro del marco del programa PEDECIBA (Área Biología, Química, Geología, Ciencias de los Materiales) en colaboración con la Facultad de Ciencias, Facultad de Química de la Universidad de la República y el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE). Se articulará con laboratorios equipados con SEM-EDS, AFM y MR-AFM para garantizar una formación integral.

Programa tentativo:

Unidad 1: Introducción a la Microscopía en Ciencias de los Materiales

- Importancia de la caracterización, panorama general de técnicas SEM, AFM, MR
- Contexto en ciencia de los materiales, visión interdisciplinaria.
- Duración: 4 horas (teóricos)

Unidad 2: Fundamentos y Principios Físicos de MEB

- Componentes del SEM, interacción electrón-muestra, tipos de señales (electrones secundarios, retrodispersados), formación de imagen, preparación de muestras.
- Configuración técnica, límites de resolución, modos de operación.
- Espectroscopía EDS acoplada a MEB, medición de parámetros morfológicos (área, perímetro, circularidad, solidez y densidad), análisis de datos.
- Uso de software para análisis de imágenes.
- Duración: 3 horas (teóricas) y 4 horas (práctico).

Unidad 3: Fundamentos y Principios Físicos de AFM

- Principios físicos del AFM, componentes, interacción sonda-muestra, imagenología topográfica y medición de propiedades nanomecánicas.
- Preparación de muestras, tipos de imágenes obtenidas e interpretación, análisis de curvas de fuerza-indentación.
- Duración: 3 horas (teóricas) y 4 horas (práctico).

Unidad 4: Fundamentos y Principios Físicos de Microscopía Raman y su Acoplamiento con AFM (MR y MR-AFM)

- Principios físicos de la espectroscopía Raman y de la microscopía Raman confocal.
- Instrumentación básica, formación de imagen química, resolución espacial y espectral.
- Acoplamiento entre microscopía Raman y AFM, correlación topográfica, nanomecánica y química.
- Preparación de muestras, adquisición de datos, interpretación de espectros y mapas.
- Aplicaciones en materiales, limitaciones experimentales y fuentes de artefactos.
- Duración: 3 horas (teóricas) y 4 horas (práctico).

Unidad 5: Aplicaciones SEM, AFM, MR

1) Maia Mombrú Frutos

“La microscopía electrónica de barrido como herramienta fundamental en el desarrollo de semiconductores novedosos para aplicaciones tecnológicas”

Duración: 1.5 horas (teóricas)

2) Carola Romay

“Aplicaciones en el diagnóstico de materiales del patrimonio arquitectónico”

Duración: 1.5 horas (teóricas)

3) Lorena Betancor (Via zoom)

“Microscopía en la caracterización de biomateriales para aplicaciones biocatalíticas”

Duración: 1.5 horas (teóricas)

4) Eduardo Méndez

“Aplicaciones de la microscopía SEM a biomateriales naturales y sintéticos”

Duración: 1.5 horas (teóricas)

5) Gustavo Sánchez

“Evaluación de materiales, incluyendo micro y nanoestructurados, evaluación de procesamiento de minerales entre otros”

Duración: 1.5 horas (teóricas)

6) Carlomagno González

“Láser de bajo costo en laboratorios de investigación”

Duración: 1.5 horas (teóricas)

7) Mauricio Musso

“Herramientas de microscopía aplicadas a la investigación en catálisis heterogénea”

Duración: 1.5 horas (teóricas)

8) Pablo Cabral

“Desarrollo de nanoestructuras para imagen y terapia híbrida”

Duración: 1.5 horas (teóricas)

9) Seminario Final de Discusión Interdisciplinaria

Duración: 3 horas (teóricas)

Duración total del curso:

7 semanas.

Dos clases por semana (excepto última semana que es una clase única).

Martes y Jueves por la mañana (9:00 hs).

Inicio Martes 8 de setiembre.

Carga horaria:

Total de horas teóricas: 28 hs.

Total de horas prácticas: 12 hs.

Carga horaria total: 40 hs.

Créditos sugeridos: 5

Evaluación:

Individual. Examen final con preguntas.

Cronograma tentativo:**Unidad 1: Introducción a la Microscopía en Ciencias de los Materiales**

1. Martes 8/9 - 9:00 a 11:00 (2 hs) - Clase teórica
2. Jueves 10/9 - 9:00 a 11:00 (2 hs) - Clase teórica

Unidad 2: Fundamentos y Principios Físicos de MEB

3. Martes 15/9 - 9:00 a 12:00 (3 hs) - Clase teórica
4. Jueves 17/9 - 9:00 a 13:00 (4 hs) - Clase práctica

Unidad 3: Fundamentos y Principios Físicos de AFM

5. Martes 22/9 - 9:00 a 12:00 (3 hs) - Clase teórica
6. Jueves 24/9 - 9:00 a 13:00 (4 hs) - Clase práctica

Unidad 4: Fundamentos y Principios Físicos de MR-AFM

7. Martes 29/9 - 9:00 a 12:00 (3 hs) - Clase teórica
8. Jueves 1/10 - 9:00 a 13:00 (4 hs) - Clase práctica

Unidad 5: Aplicaciones SEM, AFM, MR

9. Martes 6/10 - 9:00 a 12:00 (3 hs) - Clase teórica
(2 docentes invitados: Maia Mombrú Frutos y Carola Romay)
10. Jueves 8/10 - 9:00 a 12:00 (3 hs) - Clase teórica
(2 docentes invitados: Lorena Betancor y Eduardo Méndez)
11. Martes 13/10 - 9:00 a 12:00 (3 hs) - Clase teórica
(2 docentes invitados: Gustavo Sánchez y Carlomagno González)
12. Jueves 15/10 - 9:00 a 12:00 (3 hs) - Clase teórica
(2 docentes invitados: Mauricio Musso y Pablo Cabral)
13. Martes 20/10 - 9:00 a 12:00 (3 hs) - Clase teórica
(Seminario Final de Discusión Interdisciplinaria)