

Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente

Asignatura:

Escuela de Verano en Microscopía Óptica: de la Teoría a la Práctica

Modalidad:

(posgrado, educación permanente o ambas)

Posgrado

X

Educación permanente

X

Profesor de la asignatura¹:

Dra. Julia Alonso, Prof. Adjunto (Gr. 3, DT), Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, UdelaR.

Profesor Responsable Local¹:

Dra. Julia Alonso, Prof. Adjunto (Gr. 3, DT), Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, UdelaR.

Otros docentes de la Facultad:

Dr. Ariel Fernández, Prof. Adjunto (Gr. 3, DT), Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, UdelaR.

Mg. Ing. Juan Llaguno, Asistente (Gr. 2), Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, UdelaR.

Ing. Alejandro Silva, Asistente (Gr. 2), Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, UdelaR.

Ing. Roman Demczlo, Ayudante (Gr. 1), Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, UdelaR.

Docentes fuera de Facultad:

Dr. Miguel Arocena, Prof. Agregado (Gr. 4, DT), Departamento de Biología Odontológica, Facultad de Odontología, UdelaR

Dra. Jimena Hochmann, Prof. Adjunto (Gr. 3, DT), Departamento de Diagnóstico en Patología y Medicina Oral, Facultad de Odontología, UdelaR.

¹ Se adjunta CVUy Julia Alonso.

Programa(s) de posgrado: Ingeniería Física, Ingeniería Eléctrica.

Instituto o unidad: Instituto de Física

Departamento o área:

Horas Presenciales: 45hs

Nº de Créditos: 4

Público objetivo:

El curso está orientado a estudiantes de posgrado en: Ingeniería, Física, Biología, Bioquímica y Química.

Cupos:

El curso tiene un cupo máximo de 20 estudiantes

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

Objetivos:

El curso está estructurado en formato de escuela de verano, pensado para ofrecer una formación intensiva teórico-práctica a estudiantes de posgrado en las áreas de ingeniería, física, química y ciencias de la vida que puedan beneficiarse de explorar los fundamentos así como técnicas en el estado del arte en microscopía óptica.

La escuela se distingue por su fuerte componente práctica o *hands-on*, permitiendo a los participantes no solo comprender la teoría, sino también aplicar los conocimientos interactuando directamente sobre equipamiento de laboratorio en forma de kits modulares especialmente diseñados con fines educativos. Este enfoque es fundamental para el pensamiento crítico, mejorando la comprensión y el desarrollo de habilidades técnicas y la preparación de futuros profesionales e investigadores.

Dentro de los objetivos específicos de esta escuela de verano está el proporcionar una interpretación holística de técnicas de microscopía óptica más avanzadas, capacitar a los participantes en el uso de elementos ópticos de laboratorio así como fomentar la colaboración interdisciplinaria entre estudiantes de distintas áreas científicas.

Conocimientos previos exigidos:

Grado en Ingeniería, Física, Química, Bioquímica o Biología.

Conocimientos previos recomendados: Óptica (no excluyente).

Metodología de enseñanza:

Se dictará en forma intensiva de lunes a viernes durante 1 semana de clase (que se prevé sea la semana del 23 al 27 de febrero de 2026) con sesiones en la mañana (4hs cada día) y en la tarde (5hs cada día). Las instancias de cada mañana se utilizarán para presentar los temas del curso y discutir aspectos teóricos relevantes. Las instancias de cada tarde estarán dedicadas al trabajo sobre kits de laboratorio especialmente diseñados con fines educativos en los que se podrá experimentar para comprender el funcionamiento a través de la experimentos in-situ. Está previsto además que los estudiantes completen cada día cuestionarios sobre las unidades temáticas y presenten una discusión sobre los resultados obtenidos al término de cada sesión práctica de laboratorio.

Descripción de la metodología:

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 20hs
- Horas de clase (práctico): 0hs
- Horas de clase (laboratorio): 20hs
- Horas de consulta: 0hs
- Horas de evaluación: 5hs
 - Subtotal de horas presenciales: 45hs
- Horas de estudio: 15hs
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 0hs
- Horas proyecto final/monografía: 0hs
 - Total de horas de dedicación del estudiante: 60hs

Forma de evaluación:

El curso tendrá 5 trabajos de laboratorio que serán evaluados mediante la realización de cuestionarios y una presentación oral al final de cada sesión de laboratorio. La nota final será un promedio entre la nota de los cuestionarios y la nota de las presentaciones.

La unidad curricular no tiene examen.

Temario:

1. **La luz como una herramienta.** Interacción de luz con especímenes biológicos y cómo se hacen visibles (contraste). Límites físicos a la calidad de las imágenes.
2. **Naturaleza ondulatoria de la luz.** Ecuación de ondas electromagnéticas y soluciones simples. Frentes de onda, amplitud y fase. Frecuencia, longitud de onda, espectro electromagnético. Iluminadores y su espectro, filtros neutros y cromáticos.
3. **Naturaleza corpuscular de la luz.** La dualidad onda-partícula de la luz y el concepto de fotón. Propiedades físicas de la percepción visual del color. Teoría corpuscular de Einstein del efecto fotoeléctrico. Detectores CMOS y CCD, sensibilidad, ruido en la detección y eficiencia cuántica. Resolución del detector y filtros para la detección.
4. **Lentes y formación de imágenes.** Óptica de rayos. Ley de reflexión. Índice de refracción y ley de Snell. Formación de imágenes por una lente simple, imagen real y virtual, trazado de rayos. Elementos ópticos corregidos al infinito. Magnificación. Aberraciones principales en microscopía. Profundidad de campo y de foco. Diseño y especificaciones de un objetivo de microscopio.
5. **Límites físicos en la formación de imágenes.** Límites físicos a la formación de imágenes: resolución y borroneo. Interferencia y difracción de la luz. Respuesta al impulso y patrón de Airy. Teoría de Abbe de la formación de imágenes en microscopía. Apertura numérica de un sistema óptico y resolución espacial.
6. **Microscopía de fluorescencia.** Espectros moleculares y bases físicas de la fluorescencia. Fluoróforos y proteínas, bleaching y recuperación de la fluorescencia. Arreglo de filtros e iluminación. Excitación con ondas evanescentes y microscopía de fluorescencia de reflexión interna total.
7. **Microscopía de contraste de fase y de campo oscuro.** Retraso de fase introducido por un especímen transparente. Contraste de fase. Principios de microscopía de campo oscuro.
8. **Microscopía Adaptativa.** Propagación con aberraciones. Representaciones del frente de onda: series de Zernike. Sensado del frente de onda y correcciones adaptativas.
9. **Microscopía de polarización.** Polarización lineal, circular y elíptica. Polarizadores lineales. Anisotropía Óptica y Birrefringencia, láminas de retardo y compensación.
10. **Microscopía Holográfica Digital.** Introducción a microscopía cuantitativa de fase . Interferencia de la luz y principio de holografía. Captura y reconstrucción digital, reenfoque.

Bibliografía:

Murphy, D. B., Davidson, M. W. (2012). *Fundamentals of light microscopy and electronic imaging*. John Wiley & Sons. ISBN 97804716922140

Tkaczyk, T. S. (2010). *Field guide to microscopy* (Vol. 13). Society of Photo Optical. ISBN: 9780819472465

Wang, L. V., & Wu, H. I. (2012). *Biomedical optics: principles and imaging*. John Wiley & Sons. ISBN:9780471743040

Pedrotti, F. L., Pedrotti, L. M., & Pedrotti, L. S. (2017). *Introduction to optics*. Cambridge University Press. ISBN 9780131499331

Goodman, J. W. (2005). Introduction to Fourier Optics. 3rd edition. Roberts and Company Publishers .ISBN 9780974707723

Datos del curso

Fecha de inicio y finalización:

El curso de dictará entre el 23 y el 27 de febrero de 2026.

Horario y Salón: a determinar

Arancel:

Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado: No corresponde.

Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente: UI 1000 (mil unidades indexadas-).
