

---

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura:**

Imaginería Óptica Computacional

**Modalidad:**

(posgrado, educación permanente o ambas)

**Posgrado**

**Educación permanente**

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:**

Dra. Julia Alonso, Prof. Adjunto (Gr. 3, DT), Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, UdelaR.  
(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:**

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

**Otros docentes de la Facultad:**

Dr. Ariel Fernández, Prof. Adjunto (Gr. 3, DT), Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, UdelaR..  
Dr. Ing. Federico Lecumberry (Gr. 4, DT), Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, UdelaR.  
(título, nombre, grado, instituto)

**Docentes fuera de Facultad: --**

(título, nombre, cargo, institución, país)

<sup>1</sup> Se adjunta CVuy de Julia Alonso.

Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado:**

Maestría o Doctorado en: Ingeniería Física, Ingeniería Eléctrica, Física.

**Instituto o unidad:**

Instituto de Física

**Departamento o área:**

---

**Horas Presenciales: 80hs**

(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos: 12**

[Exclusivamente para curso de posgrado]

(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo:**

El curso está orientado a estudiantes de posgrado en: Ingeniería y Física.

**Cupos:**

No tiene cupos.

(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 planteado pretende acercar al estudiante a temas de investigación y métodos actuales utilizados dentro de la Imagenaría Óptica Avanzada. La Imagenaría Óptica Computacional (*Computational Optical Imaging*) constituye un campo de investigación interdisciplinario de rápida evolución, donde el diseño de sistemas ópticos para la adquisición de imágenes y los algoritmos de procesamiento de imágenes convergen para jugar un rol integral en la reconstrucción de imágenes con nuevas características de interés. El curso pretende un enfoque teórico-práctico, por lo cual se espera que los estudiantes adquieran los conocimientos y habilidades necesarias para la realización y defensa de un proyecto final vinculado con los métodos estudiados.

---

### Conocimientos previos exigidos:

Grado en Ingeniería o en Física.

### Conocimientos previos recomendados:

Conocimientos en Óptica y Procesamiento de Imágenes.

---

### Metodología de enseñanza:

(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

Descripción de la metodología:

Se dictarán 2 clases semanales de 2 horas cada una. Dichas instancias se utilizarán para presentar los temas del curso y discutir aspectos teórico-prácticos relevantes. Está previsto dar 15 semanas de clase. Durante estas semanas los estudiantes deberán realizar 5 entregables que serán corregidos y evaluados. Además de los horarios de clase, se dedicará una hora semanal en la cual el docente estará disponible para recibir a los estudiantes del curso en caso de que tengan dudas o necesiten apoyo en alguna de las tareas a realizar. Las últimas semanas del curso se propondrán proyectos finales para los estudiantes. Estos proyectos, serán de mayor dificultad y alcance que los entregables del curso, y el estudiante deberá presentar y defender dicho trabajo como evaluación final luego de transcurridos aproximadamente 20 días corridos desde la última clase dictada.

[Obligatorio]

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico-práctico): 60hs (2 clases semanales, de 2hs de duración)
- Horas de clase (laboratorio): --
- Horas de consulta: 15hs
- Horas de evaluación: 5hs
  - Subtotal de horas presenciales: 80hs

- Horas de estudio: 30hs
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 40hs (5 entregables prácticos, que insumen 8hs de dedicación aproximadamente).
- Horas proyecto final/monografía: 30hs
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 180hs

---

**Forma de evaluación:**

El curso tendrá 5 entregables que serán corregidos y evaluados. En las últimas semanas de clase, se propondrán diferentes proyectos finales a los estudiantes, los cuales deben ser presentados y defendidos por parte de los estudiantes a los 20 días aproximadamente de finalizadas las clases del curso. La nota final del curso será un promedio entre: el promedio de la nota de los entregables y la nota del proyecto final.

La unidad curricular no tiene examen.

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de posgrado, si corresponde]

---

**Temario:**

**1. Introducción**

Evolución histórica. De la cámara pinhole a la Imaginería Óptica Computacional.

**2. Imaginería Óptica Computacional con modelos de Óptica Geométrica.**

Consideraciones básicas sobre la formación de imágenes. Conceptos de apertura, profundidad de campo, campo de visión, exposición y resolución.

**3. Elementos para el Procesamiento Digital de Imágenes.**

Filtros espaciales y filtros en el dominio frecuencial. Transformada de Fourier 2D. Discretización de la imagen: muestreo, sensores y ruido.

**4. Imaginería Óptica Computacional con Multiplexado Espacial.**

Visión estéreo. Disparidad y mapas de profundidad. Fotografía Integral de Lippmann. Imaginería Integral (Integral Imaging). Cámaras plenópticas. Lightfield Imaging. Re-enfoque digital.

**5 Imaginería Computacional Codificada.**

Respuesta en intensidad de un sistema lineal invariante: PSF en intensidad y Función de Transferencia de Modulación (MTF). Deblurring y Problemas inversos en imaginería, regularización. Apertura Codificada.

**6. Imaginería Óptica Computacional con Multiplexado Temporal.**

Captura multi-foco. PSF variable en profundidad (DV-PSF). Reconstrucción todo en foco y reconstrucción de diferentes puntos de vista de la escena 3D. Mapa de profundidad por foco (DFF) y por desenfoco (DFD). Comparación con profundidad por disparidad.

**7. Reconstrucción de imágenes a partir de proyecciones.**

Imaginería tomográfica, Integrales de línea, Transformada de Radon, Teorema de Fourier del corte de proyección (Fourier slice theorem), Retropropagación filtrada (Filtered backpropagation).

**8. Imaginería Óptica Computacional con modelos de Óptica Ondulatoria**

Consideraciones fundamentales sobre óptica ondulatoria. Propagación de ondas, frecuencia espacial. PSF coherente.

**9. Principios de Holografía Digital.**

Difracción numérica. Convolución de Huygens, Transformada de Fresnel y método del espectro angular.

**10. Óptica Adaptativa.**

Propagación con aberraciones. Representaciones del frente de onda: series de Zernike. Sensado del frente de onda y correcciones adaptativas.

**11. Ingeniería de la pupila y la iluminación.**

Codificación del frente de ondas (Wavefront Coding). Codificación en espacio, tiempo y angular. Iluminación estructurada.

**12. Microscopía Óptica Computacional**

Microscopía Óptica Computacional de Fluorescencia. Microscopía de Hoja de Luz (LSFM). Microscopía de Luz Estructurada (SLM) y superresolución. Microscopía Holográfica Digital (DHM).

---

**Bibliografía:**

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

Iizuka, K. (2019). **Engineering Optics**. 4th edition. Springer. ISBN 978-3-319-69250-0

Bertero, M. & Boccacci, P. (1998). **Introduction to Inverse Problems in Imaging**. 1st edition. CRC Press ISBN 978-0750304351

Brady, D. J. (2009). **Optical imaging and spectroscopy**. 1st edition. John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-04823-8

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

Gonzalez, R. C. E.. & Woods, S. L. (2018). **Digital Image Processing using MATLAB**. 4th edition. Pearson. ISBN 9780133356724

Kim, M., K. (2011) **Digital Holographic Microscopy: Principles, Techniques and Applications**. 1st edition. Springer. ISBN 978-1-4419-7792-2

Voelz, D. (2011). **Computational Fourier Optics: a Matlab tutorial**. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE).

Kak, C., Stanley, M. (1999). **Principles of Computerized Tomographic Imaging**. Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). ISBN 0-87942-198-3

Tyson, R. (2011) **Principles of Adaptive Optics**, 3rd edition. CRC Press. ISBN 978-1439808580

Se espera a su vez que los estudiantes tomen contacto con artículos relevantes en la literatura que serán aportados en clase.

---

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:** El curso comienza en el segundo semestre de 2021 (se fijará una reunión inicial la primer semana del segundo semestre para fijar el horario de clase con los estudiantes)

**Horario y Salón:** A determinar.

**Arancel:**

No corresponde

[Si la modalidad no corresponde indique "no corresponde". Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

---