



## CURSO DE POSTGRADO

*Procesamiento de Imágenes y Bioseñales I*

Nombre Curso

SEMESTRE

2

AÑO

2022

PROF. ENCARGADO

Steffen Härtel Gründler  
Jorge Jara

21.323.545-1  
13.818.120-0

Nombre Completo

RUT

*Laboratorio de Procesamiento de Imágenes Científicas SCIAN-Lab, Programa de Biología Integrativa, Instituto de Neurociencias Biomédicas (BNI), ICBM, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, [www.scian.cl](http://www.scian.cl) | [www.bni.cl](http://www.bni.cl) | [www.cimt.cl](http://www.cimt.cl)*

UNIDAD ACADÉMICA

TELÉFONO

+56 9 9885 1801  
+56 9 9313 9431

E-MAIL

[shartel@uchile.cl](mailto:shartel@uchile.cl); [jjaraw@uchile.cl](mailto:jjaraw@uchile.cl)

TIPO DE CURSO

Avanzado

(Básico, Avanzado, Complementario, Seminarios Bibliográficos, Formación General)

CLASES	23:20 HRS.
SEMINARIOS	03:20 HRS.
PRUEBAS	02:00HRS.
TRABAJOS	13:20 HRS.

Nº HORAS PRESENCIALES	42
Nº HORAS NO PRESENCIALES	80
Nº HORAS TOTALES	120

CRÉDITOS

4

(1 Crédito Equivale a 30 Horas Semestrales)

CUPO ALUMNOS

2

(Nº mínimo)

25

(Nº máximo)

PRE-REQUISITOS

*Cursos del Primer Semestre del Magister en Informática Médica; o conocimientos a nivel de pregrado en biología, microscopía de fluorescencia, matemática aplicada, y/o computación.*

INICIO

Ver Calendario de Actividades

TÉRMINO

Ver Calendario de Actividades

DÍA/HORARIO  
POR SESIÓN Ver Calendario de Actividades

DÍA / HORARIO  
POR SESIÓN Ver Calendario de Actividades

LUGAR

SCIAN-Lab, Facultad de Medicina Campus Norte, U. de Chile, Av. Independencia 1027, Block A, Piso 2, Santiago, comuna de Independencia; [www.scian.cl](http://www.scian.cl); ZOOM

### METODOLOGÍA

Clases presenciales  
Prácticos de microscopía y procesamiento de imágenes  
Seminarios dentro del marco de los prácticos

(Clases, Seminarios, Prácticos)

### EVALUACIÓN (INDICAR % DE CADA EVALUACIÓN)

Ejercicios Prácticos (25%)  
Seminarios Prácticos (25%)  
Examen Final (50%)

### PROFESORES PARTICIPANTES (INDICAR UNIDADES ACADÉMICAS)

#### ICBM | Facultad de Medicina, U-Chile & Instituto de Neurociencia Biomédica (BNI)

Dr. Steffen Härtel, Director SCIAN-Lab, Programa de Biología Integrativa (PBI), Instituto de Ciencias Biomédicas (ICBM), BNI [shartel@uchile.cl](mailto:shartel@uchile.cl)

Dr. Mauricio Cerda, SCIAN-Lab, PBI [mcerda@med.uchile.cl](mailto:mcerda@med.uchile.cl)

Dr. Jorge Jara, BNI-BioMat & SCIAN-Lab, PBI [jjaraw@uchile.cl](mailto:jjaraw@uchile.cl)

Dra. Carmen Lemus, SCIAN/LEO-Lab, BNI [voyalemus@yahoo.com](mailto:voyalemus@yahoo.com)

Dra. Karina Palma, SCIAN/LEO-Lab, BNI [kpalmag@u.uchile.cl](mailto:kpalmag@u.uchile.cl)

MSc. Constanza Vásquez, SCIAN-Lab, PBI [covasquezv@inf.udec.cl](mailto:covasquezv@inf.udec.cl)

Bq. Dante Castagnini, SCIAN-Lab, PBI [drcastagnini@uc.cl](mailto:drcastagnini@uc.cl)

#### Hospital Clínico Universidad de Chile, HCUCH, U-Chile

Dr. Camilo Sotomayor, HCUCH, [camilosotomayor@uchile.cl](mailto:camilosotomayor@uchile.cl)

Dr. Gonzalo Peireira, HCUCH [gpereira@uchile.cl](mailto:gpereira@uchile.cl)

#### Centro de Modelamiento Matemático, CMM, FCFM, U-Chile

Dr. Axel Osses, CMM [axosses@dim.uchile.cl](mailto:axosses@dim.uchile.cl)

#### Departamento de Tecnología Médica (DETEM), Facultad de Medicina, U-Chile

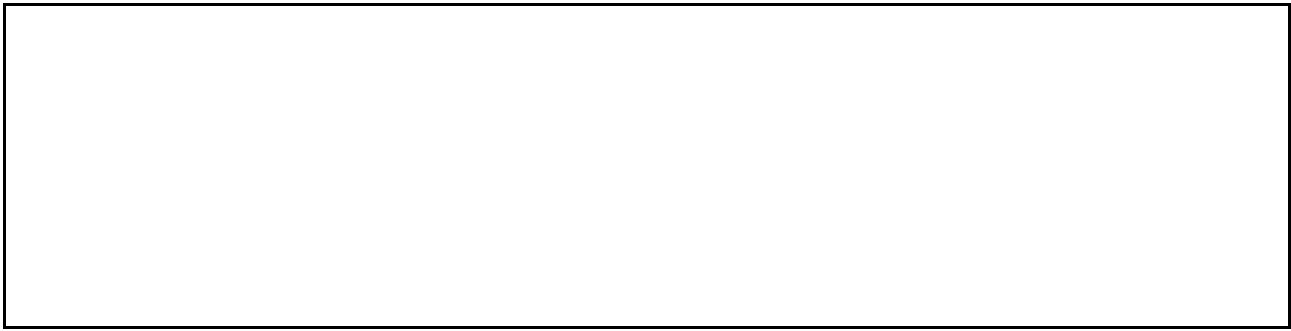
Dr. Víctor Castañeda, DETEM [vcastaneda@med.uchile.cl](mailto:vcastaneda@med.uchile.cl)

Dr. Enzo Aguilar, DETEM [eaquilar@uchile.cl](mailto:eaquilar@uchile.cl)

#### Pontificia Universidad Católica de Chile

Dr. Vicente Parot, Profesor Asistente, Instituto de Ingeniería Biológica y Médica, [vparot@uc.cl](mailto:vparot@uc.cl)

Dra. Fernanda Gárate, Unidad de Microscopía Avanzada [fgarate@bio.puc.cl](mailto:fgarate@bio.puc.cl)



**DESCRIPCIÓN**

*Este curso avanzado de postgrado es obligatorio para alumnos del Magister en Informática Médica que eligen el área de Diagnóstico y Tratamiento Computarizado.*

## OBJETIVOS / COMPETENCIAS

### Unidad 1: Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas

Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas, y la física de los procesos de observación en microscopía, y la digitalización de información.

### Unidad 2: Conceptos de microscopía óptica masiva y super-resolution

Comprender los fundamentos teóricos y aplicaciones de técnicas de microscopía óptica masiva y de súper-resolución.

### Unidad 3: Teoría de señales e imágenes

Objetivos: Comprender conceptos fundamentales de la teoría de señales y sus aplicaciones para la adquisición de señales biomédicas.

### Unidad 4: Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales

Comprender el modelo digital imágenes *raster* en color y escala de grises como representación discreta de una señal en dos o más dimensiones. Describir los conceptos de histograma de intensidad, rango dinámico, y problemas de saturación/*clipping* y *offset*. Aplicar filtros clásicos (umbral, ajuste de histograma, pasa-altos/pasa-bajos, binarios, etc.) y/o basados en convolución discreta para restaurar, mejorar y/o segmentar imágenes digitales. Combinar filtros para la segmentación de regiones de interés definidas por sus bordes y/o su interior en imágenes digitales 2D/3D de microscopía óptica y técnicas afines.

## CONTENIDOS / TEMAS

Unidad 1: Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas.

Unidad 2: Conceptos de microscopía óptica masiva y super-resolution

Unidad 3: Teoría de señales e imágenes

Unidad 4: Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- *Principles of Fluorescence Spectroscopy*, Lakowicz, Joseph R. (Springer) 2006.
- *Feature Extraction and Image Processing*, Nixon & Aguado (Elsevier) 2002.
- *Digital Image Processing*, R. Gonzalez and R. Woods (Prentice Hall), 3rd Ed, 2008.
- *Quantitative Imaging in Cell Biology*. Waters & Wittman (Eds.). 2014.
- *Fluorescence Microscopy: From Principles to Biological Applications, Second Edition*. Print ISBN:9783527338375 © 2017 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Ulrich Kubitscheck.

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- *Fluorescent proteins: a cell biologist's user guide*. Erik Lee. Trends in Cell Biology, 19(11): 649–655. 2009.
- *Computational Methods for Analysis of Dynamic Events in Cell Migration*. Víctor Castañeda et al. Current Molecular Medicine, 14(2): 291-307.
- *Seeing is believing? A beginners' guide to practical pitfalls in image acquisition*. Alison J. North. The Journal of Cell Biology, 172(1):9-18, January 2, 2006.
- *The Good, the Bad and the Ugly*. Helen Pearson. Nature 447:138-140, 09 May 2007.

## CALENDARIO DE ACTIVIDADES

(A continuación señalar: descripción de la actividad, fechas, horas presenciales y no presenciales, y profesores a cargo)

SESIÓN / FECHA / UBICACIÓN	HO RA S P R E S E N C I A L E S	HO R A S N O P R E S E N C I A L E S	UNIDAD & OBJETIVO	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	PROFESOR
Sesión 1 Martes 16-ago 18:00 h	3:20	6	<p><b>Unidad 1-1/4:</b></p> <p><b>Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas I</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de diferentes imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Principios físicos de microscopía NMR, rayos X, tomografía computarizada, ultrasonido, medicina nuclear</li> <li>○ Sensores (cámaras, gamma probes, fotomultiplicadores, electrodo, micrófono)</li> <li>○ Tomografía Computarizada (CT)</li> <li>○ Resonancia Magnética (MRI)</li> <li>○ Tomografía por emisión de positrones (PET)</li> <li>○ Tomografía Computarizada por Emisión de Fotones Individuales (SPECT)</li> <li>○ Ultrasonido</li> </ul>	A. Osses / S. Härtel
Sesión 2 Jueves 18-ago 18:00 h	3:20	6	<p><b>Unidad 1-2/4:</b></p> <p><b>Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas II</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de diferentes imágenes biológicas y biomédicas, la teoría de las señales y física de los procesos de observación en microscopía, y de la digitalización de la información.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Principios físicos de microscopía óptica, atomic force microscopy (AFM)</li> <li>○ La física de los procesos de observación en microscopía</li> <li>○ <i>Optical transfer function</i> (OTF)</li> <li>○ Restauración de imágenes usando deconvolución (OTF inversa)</li> <li>○ Microscopía <i>in vivo</i></li> <li>○ Digitalización de la información en escalas de grises o colores</li> <li>○ Muestreo (<i>Sampling</i>), Teorema de Nyquist-Shannon</li> </ul>	S. Härtel
Sesión 3 Jueves 25-ago 18:00 h	3:20	6	<p><b>Unidad 1-3/4:</b></p> <p><b>Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas III</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales y análisis de estructuras en imágenes digitales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adquisición de imágenes 2D/3D a través de microscopía confocal de fluorescencia</li> <li>○ Análisis de estructuras en imágenes digitales</li> </ul> <p><b>Tema prepasso:</b> Fundamentos de la Fluorescencia, Microscopía Confocal, Deconvolución</p>	S. Härtel / J. Jara

<p>Sesión 4 Jueves 01-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p><b>Unidad 1-4/4:</b> <b>Adquisición de imágenes biológicas y biomédicas IV</b> Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales y deconvolución de imágenes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Microscopía de fluorescencia (práctico)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adquisición de imágenes 2D/3D mediante microscopía confocal de fluorescencia</li> <li>○ Deconvolución de imágenes con Huygens Software (<a href="http://www.svi.nl">www.svi.nl</a>)</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Tema prepasso:</b> Fundamentos de la Fluorescencia, Microscopía Confocal, Deconvolución</p>	<p>S. Härtel / J. Jara</p>
<p>Sesión 5 Martes 06-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p><b>Unidad 2-1/2:</b> <b>Conceptos de microscopía óptica masiva y super-resolution I</b> Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales y deconvolución de imágenes.</p>	<p>Resolución, localización y colocalización en sistemas limitados por difracción óptica</p>	<p>S. Härtel / V. Castañeda</p>
<p>Sesión 6 Miércoles 14-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p><b>Unidad 2-2/2:</b> <b>Conceptos de microscopía óptica masiva y super-resolution II</b> Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales y deconvolución de imágenes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ STED, SIM/ISM, STORM, PALM, SOFI</li> <li>○ Cálculo de cumulantes</li> <li>○ Representación interactiva gráfica conectada a modelos estadísticos</li> </ul>	<p>S. Härtel / V. Parot</p>
<p>Sesión 7 Miércoles 21-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p><b>Unidad 3-1/3:</b> <b>Métodos y técnicas de segmentación de imágenes I</b> Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sistemas lineales, señales y convolución.</li> <li>○ Análisis en dominio de frecuencia: Fourier 2D/3D, Wavelets y otras representaciones.</li> </ul>	<p>V. Castañeda</p>
<p>Sesión 8 Miércoles 28-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p><b>Unidad 3-2/3:</b> <b>Teoría de señales e imágenes II</b> Objetivo: Comprender los fundamentos teóricos de la adquisición de imágenes biológicas y biomédicas y la teoría de las señales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Muestreo y discretización: Teorema de Nyquist-Shannon.</li> <li>○ Funciones de Transferencia y ejemplos de filtrado.</li> </ul>	<p>V. Castañeda</p>

<p>Sesión 9 Viernes 30-sep 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p><b>Unidad 3-3/3:</b> <b>Teoría de señales e imágenes III</b> <b>Objetivo:</b> Comprender los fundamentos teóricos señales electrofisiológicas, oscilatorias en el dominio del tiempo y frecuencia. Algoritmos de refocalización. Laplacianos y análisis del problema inverso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Señales electrofisiológicas</li> <li>○ Generación de señales electrofisiológicas.</li> <li>○ Propiedades de las señales.</li> <li>○ Adquisición de señales electrofisiológicas. Potencial de campo local y EEG.</li> <li>○ Análisis de señales oscilatorias en el dominio del tiempo y frecuencia. Amplitud y fase.</li> <li>○ EEG multicanal: señal e información en función del espacio. Algoritmos de refocalización. Laplacianos y análisis del problema inverso.</li> </ul>	<p>E. Aguilar / A. Osses</p>
<p>Sesión 10 Lunes 03-oct 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p><b>Unidad 4-1/3:</b> <b>Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales I</b> <b>Objetivo:</b> Comprender el modelo digital imágenes <i>raster</i> en color y escala de grises como representación discreta de una señal en dos o más dimensiones. Describe los conceptos de histograma de intensidad, rango dinámico, y problemas de saturación/<i>clipping</i> y <i>offset</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modelos de imagen digital <i>raster</i> 2D/3D y multicanal: escala de grises, colores (espacios y tablas de color), opacidad. Compresión y visualización.</li> <li>○ Rango dinámico. Histogramas de intensidad y su ecualización. Ajustes de brillo y contraste.</li> </ul>	<p>J. Jara</p>
<p>Sesión 11 Miércoles 05-oct 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p><b>Unidad 4-2/3:</b> <b>Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales II</b> <b>Objetivo:</b> Aplicar filtros clásicos (umbral, ajuste de histograma, pasa-altos/pasa-bajos, binarios, etc.) y/o basados en convolución discreta para restaurar, mejorar y/o segmentar imágenes digitales. Combina filtros para la segmentación de regiones de interés definidas por sus bordes y/o su interior en imágenes digitales 2D/3D de microscopía óptica y técnicas afines.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Filtros pasa-altos y pasa-bajos.</li> <li>○ Filtros de umbral y de imágenes binarias (<i>region growing</i>, filtros morfológicos, operaciones binarias, etc.).</li> <li>○ Detección de formas mediante ajuste de plantillas (<i>template matching</i>).</li> <li>○ Filtros basados en convolución discreta (Gauss, Laplace, Sobel, etc.)</li> </ul> <p><b>Práctico.</b></p>	<p>J. Jara</p>

<p>Sesión 12 Miércoles 12-oct 18:00 h</p>	<p>3:20</p>	<p>6</p>	<p><b>Unidad 4-3/3:</b> <b>Representación, filtrado y segmentación de imágenes digitales III</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Aplicar filtros de umbral, de ajuste de histograma, pasa-altos, pasa-bajos, binarios, y otros basados en convolución discreta para restaurar, mejorar y/o segmentar imágenes digitales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modelos de regiones de interés (ROIs) 2D/3D discretos, de contorno e interior/exterior.</li> <li>○ Conceptos de métodos variacionales y ecuaciones diferenciales para optimización de modelos deformables/contornos activos implícitos y paramétricos; funcional de Mumford-Shah.</li> <li>○ Modelos de clasificación entrenables para segmentación.</li> </ul> <p><b>Práctico.</b></p>	<p>J. Jara</p>
<p>Sesión 13 Viernes 14-oct 18:00 h</p>	<p>2</p>	<p>7</p>	<p><b>Unidades 1-4</b></p>	<p>Examen</p>	<p>TODOS</p>





**PROFESORES PARTICIPANTES (HORAS)**

Docente	Clases	Prácticos	Seminarios	Total
Steffen Härtel <a href="mailto:shartel@uchile.cl">shartel@uchile.cl</a>				
Víctor Castañeda <a href="mailto:vcastaneda@med.uchile.cl">vcastaneda@med.uchile.cl</a>				
Axel Osses <a href="mailto:axosses@dim.uchile.cl">axosses@dim.uchile.cl</a>				
Vicente Parot <a href="mailto:vparot@uc.cl">vparot@uc.cl</a>				
Jorge Jara <a href="mailto:jjaraw@gmail.com">jjaraw@gmail.com</a>				
Enzo Aguilar <a href="mailto:eaguilarvidal@gmail.com">eaguilarvidal@gmail.com</a>				
Total curso				42h:00min