

Procesamiento de Imágenes y Bioseñales I

Prof. Dr. Steffen Härtel / Dr. Jorge Jara

www.scian.cl / www.cimt.cl / www.cmm.cl

Laboratory of Scientific Image Analysis (SCIAN-Lab)
Centro de Informática Medica y Telemedicina (CIMT)
Biomedical Neuroscience Institute (BNI)
Innovación @ Instituto de Ciencias Biomédicas (ICBM)
Cento de Modelamiento Matemático (CMM)
Facultad de Medicina, Universidad de Chile
Red de Salud Digital de las Universidades del Estado (RSDUE)



FACULTAD DE
MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



Joaquín Torres García 1874-1949



Shira Barzilay 1983



Richard Feynman 1918-1988)

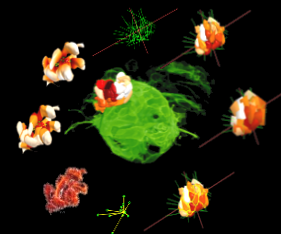
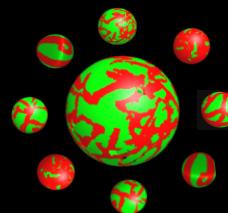


René Descartes (1596-1650)

Maria Goeppert-Mayer 1906-1972



Mats Gustafson 2006 - 2011



E Betzig



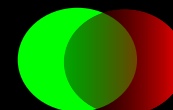
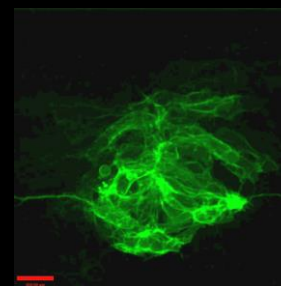
S Hell



W Moerner



Ernst Abbe 1840- 2005



RED
HOSPITAL CLINICO
UNIVERSIDAD DE CHILE

MIT
Massachusetts
Institute of
Technology



HTN
HOCHSCHULE HEILBRONN
TECHNIK WIRTSCHAFT INFORMATIK



ICBM
INSTITUTO
DE CIENCIAS
BIOMÉDICAS

SCIAN
Laboratory for
Scientific Image Analysis

REDECA
EQUIPOS CIENTÍFICOS AVANZADOS

CIMT
CENTRO DE
INFORMÁTICA MÉDICA
Y TELEMEDICINA

CENS
CENTRO NACIONAL EN SISTEMAS
DE INFORMACIÓN DE SALUD

BNI
CHILE

Basic Science

Scientific Platforms

Human Capital Formation &
Research in Medical Informatics

Institutes

FONDECYT
ANID

FONDEF
ANID

DAAD / RSDUE

ICBM / CMM



SCIAN-Lab Members

PIs



PostDocs / Young Academics



PhD - students



Master - students



Undergraduate



Research – Assistants



Technicians



Biophysics / Computer Science

Biology / Computer Sc / Electric Engineer / Mathematics

Computer Sc / Electric Engineer / Biochemistry

Medical Technology / Electric Engineer / Medical Informatics

Computer Science / Biology

Medicine / Computer Sc / Electrical Engineer / Biology

Biotechnology / Lab-technician / Administration



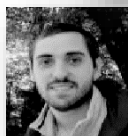
- Prof Dr Steffen Härtel, Biofísico, Dr. rer. nat. Director SCIAN-Lab

- Malcolm Moreno, Administrador REDECA-BNI-SCIAN-Lab



- Prof Dr Mauricio Cerda, Ing. Civil en Computación PI SCIAN-Lab

- Dra Karina Palma, PostDoc REDECA/SCIAN/LEO-Lab



- Prof Dr Victor Castañeda, Ing. Civil Eléctrico, PI SCIAN-Lab / DTM

- Dra Carmen Lemus, Bióloga, PostDoc SCIAN/LEO



- Dr(c) Dante Castagnini, SCIAN-Lab(*), Bioquímico



- Dr Jorge Jara, Ing. Civil en Informática, PostDoc SCIAN-Lab

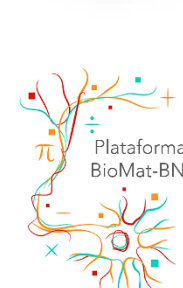
- Dra María Fernanda Eyssautier, Radiologa, HCUCH



- MSc Constanza Vásquez, Ing. Biomédica, Computación



- MSc Roberto Rojas, Ing. Civil Eléctrico, Ingeniería Eléctrica Ahora ISATEC



Este equipo humano avanzado conforma actualmente BioMat-LEO/SCIAN/BNI.

Busca apoyar a científicos y colaboradores para desarrollar, aplicar, capacitar, y entregar acceso a servicios de metodologías cuantitativas con microscopía de avanzada, procesamiento de imágenes, diseño 3D, y manejo de datos masivos.



Universidad de Chile

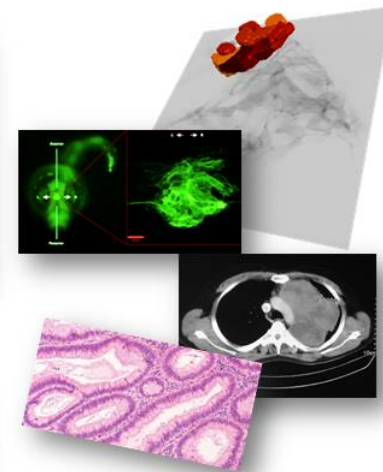
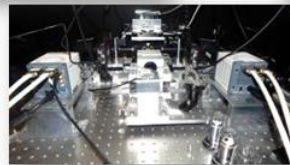
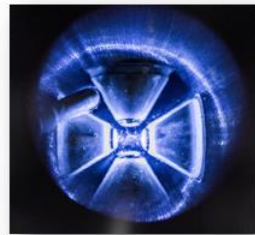
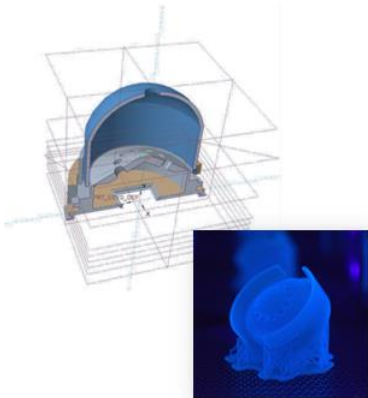


MICROSCOPIA AVANZADA

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES Y BIOSEÑALES

DISEÑO OPTOMECÁNICO

ALMACENAMIENTO MASIVO DE DATOS EN NUBE & HPC



Diseño e impresión 3D,
Diseño opto-mecánico,
Sistemas ópticos.

Microscopía de Fluorescencia
Confocal convencional, *Spinning
disk*, *4-Lens Light sheet*, Súper-
resolución, Ablación láser,
Tissue scanner, Microscopía de
expansión, Control
electrónico/óptico de hardware.

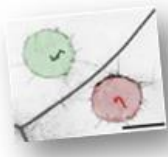
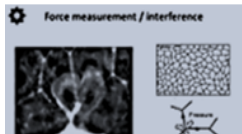
OwnCloud @
respaldo y almacenamiento de
datos con acceso de alta velocidad
(red U. de Chile/REUNA) y acceso
a HPC. Red con ancho de banda
dedicado 10Gbps.

Segmentación de estructuras 2D/3D
multicanal + tiempo, *Tracking*,
Deconvolución, Cuantificación de
morfología, topología & dinámica,
Colocalización, Clasificación.



Universidad de Chile

CIENCIA BÁSICA



INNOVACIÓN CON PROCESAMIENTO DE IMÁGENES MÉDICAS



DeepPathology
Plataforma de telepatología distribuida

IA-TRAD CHILE
Inteligencia artificial para apoyo diagnóstico y tele-radiología clínica



Spin-offs
**Fertilidad,
IA & Patología Digital,
IA & Radiología**

Colaboraciones, Proyectos asociativos a nivel local y regional (cs. básicas y aplicadas), Escuelas de verano, Cursos de postgrado, Cursos y Encuentros nacionales e internacionales, Capacitaciones (*), Modalidad de servicios (*)
Bio. del desarrollo, neurociencia, biofísica, microbiología

PROGRAMAS DE FORMACIÓN Y CENTROS



CENS TechChallenge



Programa de Magíster U. Ch./U. Heidelberg, Escuelas de verano/invierno, Diplomados, Centros (CIMT, CENS), Cursos y Encuentros internacionales
Inf. Médica, Telemedicina, Sistemas de Información en Salud

INICIATIVAS REGIONALES Y NACIONALES



Mesas de trabajo y proyectos asociativos en Adquisición, Almacenamiento, Procesamiento y Acceso a datos biomédicos
Microscopía, Inf. Médica, Telemedicina, Big Data

Y la imagen ?

La medicina está evolucionando desde "**ver el cuerpo**" hacia "**comprender, predecir y guiar**" la salud mediante **imágenes digitales & IA**.

Ayer: Ver - Imágenes como herramienta de visualización

- Descubrir la anatomía y localizar enfermedades.
- Radiografía, microscopía, ultrasonido y tomografía...
- **Diagnóstico basado en la interpretación del especialista.**

Hoy: Medir - Imágenes como fuente de datos cuantitativos

- Patología digital y radiología digital.
- Inteligencia Artificial para detección, segmentación y clasificación...
- Biomarcadores de imagen (Radiomics, Pathomics).
- **Apoyo a decisiones clínicas y medicina de precisión.**

Mañana: Predecir y Guiar - Imágenes como gemelos digitales del paciente

- Integración con genómica, historia clínica y datos ómicos.
- Modelos predictivos para riesgo, respuesta terapéutica y pronóstico ...
- Cirugía y terapias guiadas por imágenes en tiempo real.
- **IA generativa, agentes inteligentes y medicina personalizada.**



Y la imagen ?

Imágenes Digitales e IA: Transformando la atención del cáncer

Prevención:

- Estratificación del riesgo mediante imágenes y datos clínicos.
- Identificación de poblaciones de alto riesgo para programas de tamizaje.

Detección y Diagnóstico:

- Detección precoz con mamografía, TC, RM, PET y endoscopía.
- Patología digital (WSI) para diagnóstico remoto y segunda opinión.
- Detección, segmentación, clasificación y cuantificación de biomarcadores.

Tratamiento y Seguimiento:

- Selección de terapias mediante biomarcadores (radiomics y pathomics).
- Integración de imágenes, genómica y datos clínicos para medicina de precisión.
- Monitoreo de la respuesta terapéutica y detección temprana de recaídas.

Equidad y Acceso:

- Telepatología y teleradiología para reducir brechas geográficas.
- IA como apoyo a especialistas en regiones con escasez de expertos.
- Estandarización diagnóstica y reducción de la variabilidad entre observadores.
- Plataformas digitales que facilitan el acceso a diagnósticos oncológicos de alta calidad.



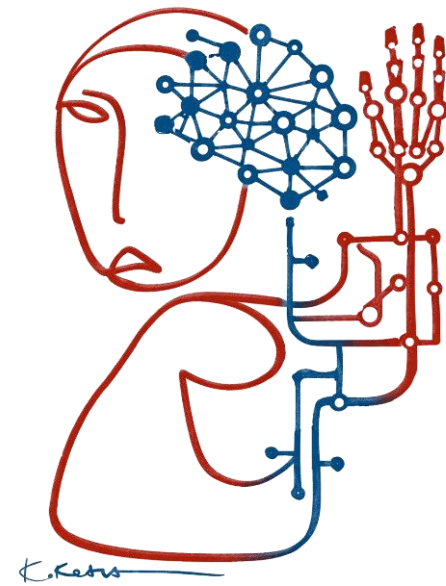
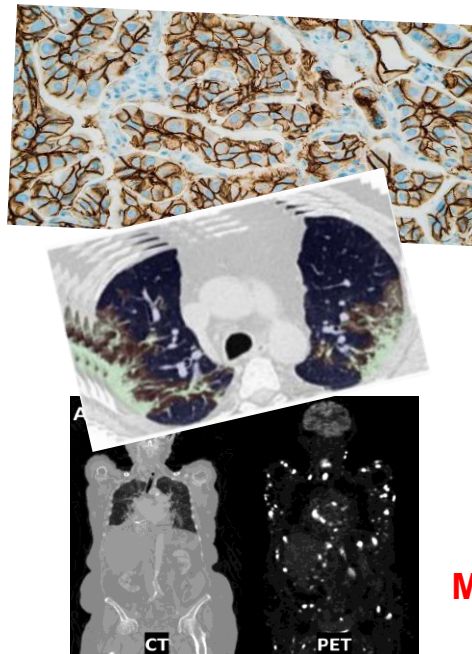


Observadores Humanos

Interpretan imágenes de forma **holística, semántica y contextual.**

Análisis semántico: *"esto corresponde a una glándula tumoral infiltrante compatible con un adenocarcinoma"*

Integrando experiencia previa, conocimiento clínico, contexto del paciente y señales visuales complejas, muchas veces de manera implícita.



Métodos Computacionales Cuantitativos

Interpretan imágenes como **datos numéricos de alta dimensionalidad.**

Análisis sintáctico o morfológico: *„hay una estructura redonda de 50 μm de diámetro con un núcleo irregular.,,*

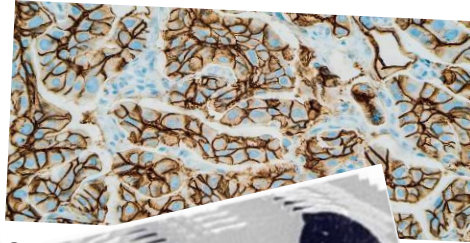
... extrayendo patrones estadísticos y geométricos explícitos, reproducibles y medibles, sin comprensión semántica intrínseca.

Microscopía Óptica

Interacción luz/fotones – materia:

Intensidad I , Color λ (RGB),
Absorción, Dispersión, Fluorescencia,
Difracción $I(x,y,z,\lambda,t)$. $R \sim 250 \mu\text{m}$.

Imagen refleja propiedades ópticas del objeto.

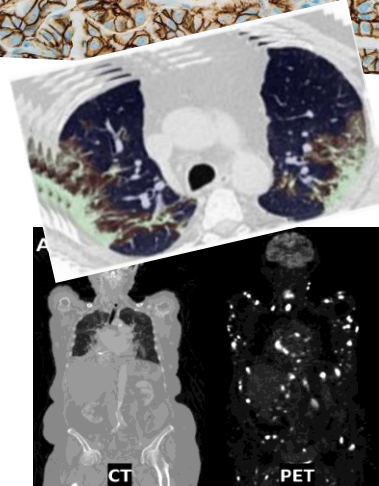


Tomografía Computarizada (CT)

Interacción rayos X/fotones – materia:

Dispersión, Efecto Fotoeléctrico, Atenuación μ de rayos X con materia $\mu(x,y,z,E)$. $R \sim 0.5 - 1 \text{ mm}$.

Imagen refleja propiedades de atenuación de rayos X relativa al agua. Se mide en Unidades Hounsfield (HU).

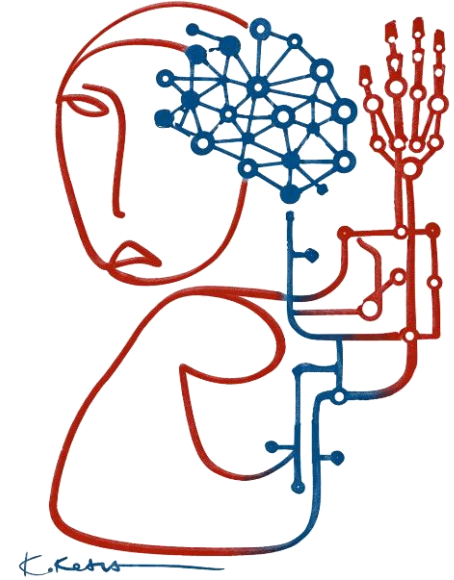


Tomografía por Emisión de Positrones (PET)

Radiación interna/fotones de un radiofármaco.

Biodistribución del radiofármaco, Metabolismo celular, Flujo sanguíneo, Cinética del trazador, Vida media del radioisótopo. Se miden fotones gamma $A(x,y,z,t)$. $R \sim 4 - 6 \text{ mm}$.

Imagen refleja concentración del trazador.

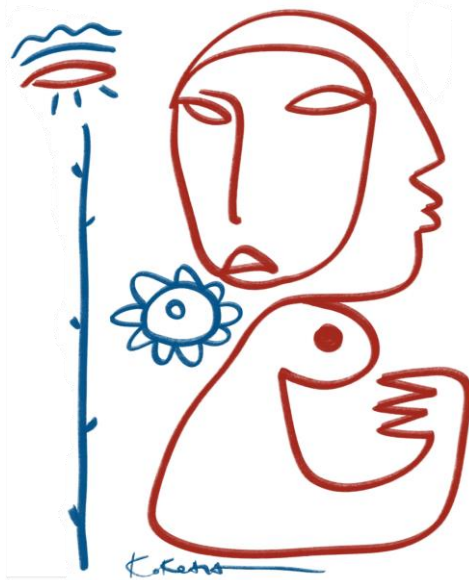


Métodos Computacionales Cuantitativos

Interpretan imágenes como **datos numéricos de alta dimensionalidad**.

... extrayendo patrones estadísticos y geométricos explícitos, reproducibles y medibles, sin comprensión semántica intrínseca.

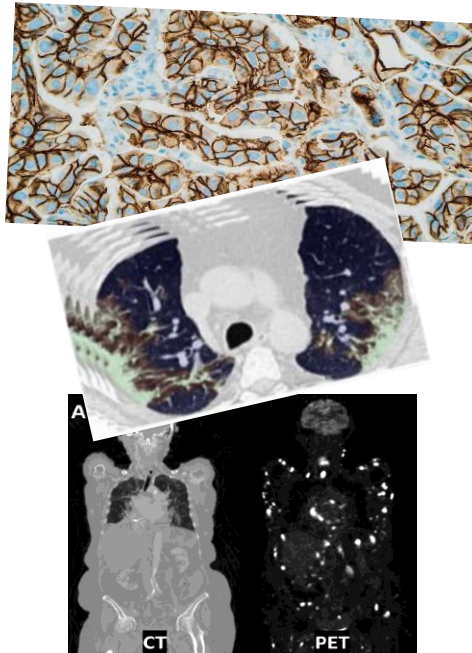
Shira Barzilay "KOTETIT"



Observadores Humanos

Interpretan imágenes de forma **holística, semántica y contextual**.

... integrando experiencia previa, conocimiento clínico, contexto del paciente y señales visuales complejas, muchas veces de manera implícita.



Microscopía óptica – HER2 cáncer mama

Se evalúan sobreexpresión del receptor HER2/neu en células tumorales & patrón de tinción de membrana.
Criterios diagnósticos: 0,+,++,+++
Carcinoma ductal infiltrante de mama, HER2 positivo (+++)

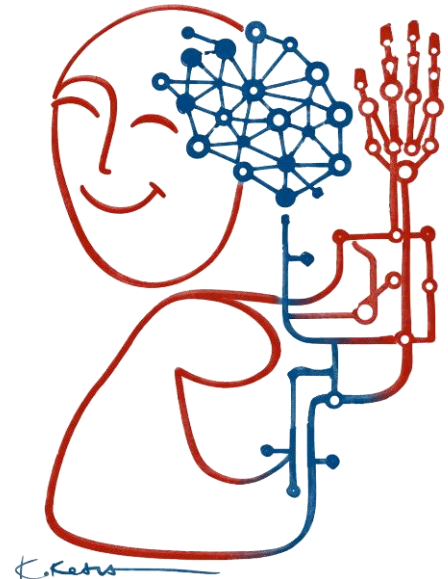
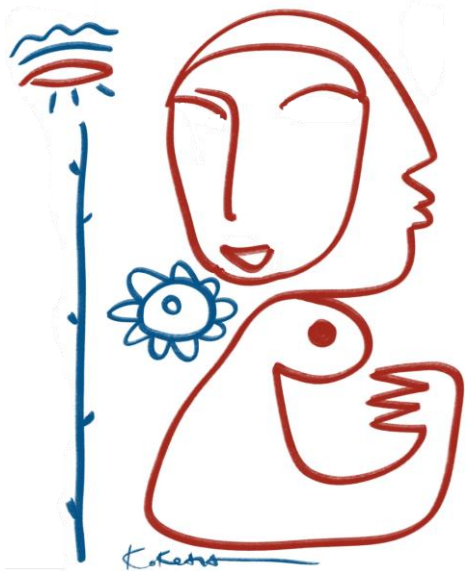
CT – COVID-19

Se evalúan **opacidades en vidrio esmerilado** bilaterales, distribución **periférica y basal**, consolidaciones parcheadas, engrosamiento septal ("crazy paving").
Neumonía viral compatible con COVID-19

CT – Cáncer metastásico (RECIST 1.1)

Se evalúan **lesiones medibles** tumor primario y metástasis, cambios en tamaño en el tiempo, medición del **diámetro mayor**, hasta **5 lesiones diana** (máx 2 por órgano).
Enfermedad metastásica hepática con progresión radiológica según RECIST 1.1

RECIST: Response Evaluation Criteria In Solid Tumors



Métodos IA / Deep Learning

Interpreta imagen como una jerarquía de representaciones aprendidas automáticamente.

Capas tempranas → bordes, contrastes, texturas simples

Capas intermedias → formas, patrones tisulares, estructuras

Capas profundas → firmas complejas asociadas a resultados clínicos

La interpretación no es semántica, sino funcional y estadística.

Observadores Humanos

Interpreta imagen como una representación semántica con significado clínico.

Métodos Computacionales Cuantitativos

Interpreta imagen como un conjunto explícito de mediciones definidas a priori.