

# Ciencia de datos y teoría de la complejidad para hemodinámica cerebral y enfermedades neurodegenerativas



*Área de Medicina y Biología  
Departamento de Ingeniería Informática*

*<https://biomedica.informatica.usach.cl>*



## Medicina y biología Modelamiento Fisiológico



- José Luis Jara
- Max Chacón
- Felipe Bello-Robles

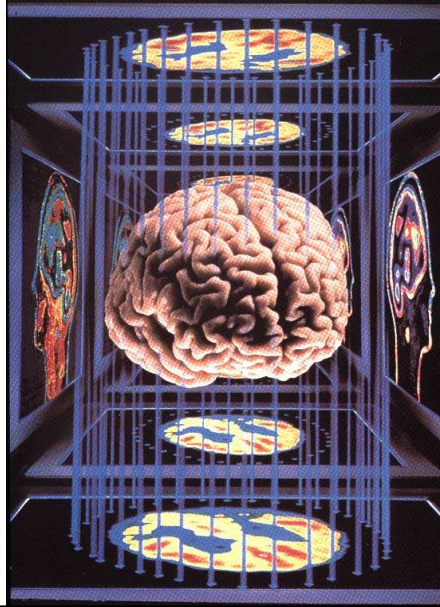
Lab: <https://biomedica.informatica.usach.cl>

Facultad de Ciencias Médicas

- Pedro Chaná
- Jean Landerretche



# Cerebro Humano



2% del peso

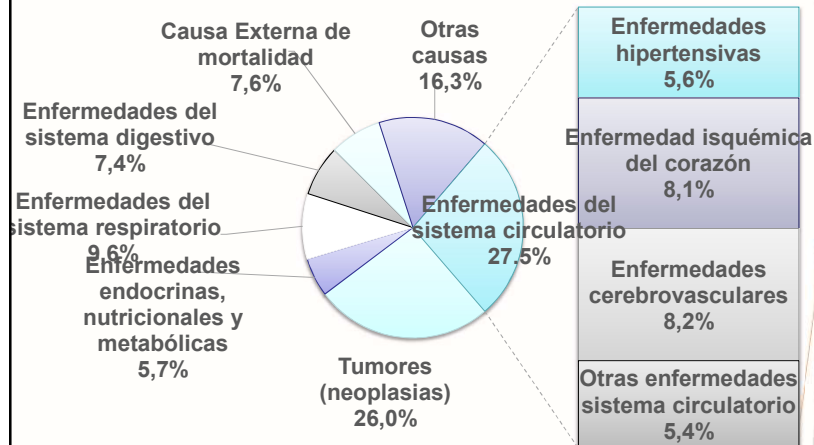
20% del O<sub>2</sub>

18% del flujo total



## Estadísticas mortalidad en Chile

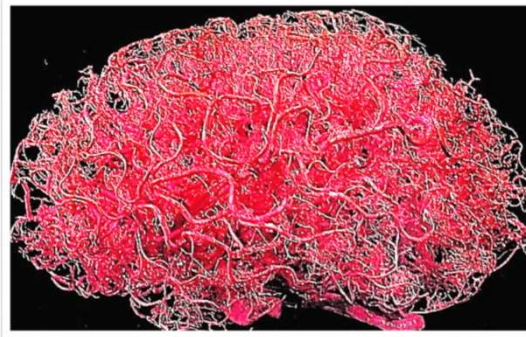
### Estadísticas Defunciones 2015



## Contexto

### Flujo sanguíneo cerebral

- ☐ Bajo → isquemia, pérdida de conciencia.
- ☐ Excesivo → daño en los vasos sanguíneos y tejido cerebral debido a hipertensión... hemorragias.... Incluso muerte.
- ☐ Autorregulación



## Contexto

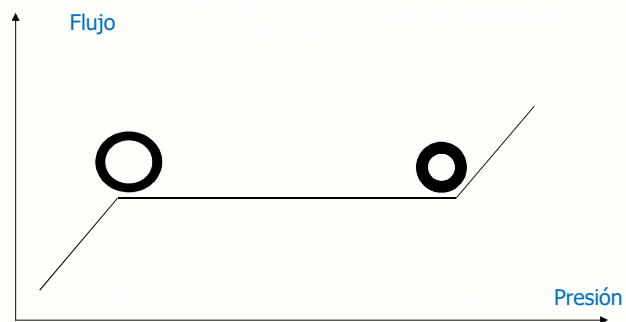
### Patologías asociadas al deterioro de la Autorregulación cerebral:

- ☐ Alzheimer
- ☐ Demencia vascular
- ☐ Traumatismo encéfalo craneano
- ☐ Hemorragias subaracnoidas
- ☐ Demencia senil
- ☐ Accidente cerebrovascular (Stroke)



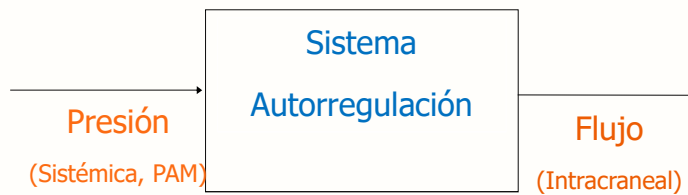
## Definición

- Autorregulación cerebral estática
  - ◆ Proceso que permite mantener constante el flujo cerebral, frente a cambios de presión sistémica



## Problema

- Modelar el sistema de autorregulación cerebral en humanos en forma dinámica



Como se obtienen mediciones dinámicas ?



## Mediciones

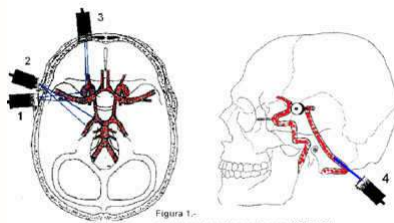
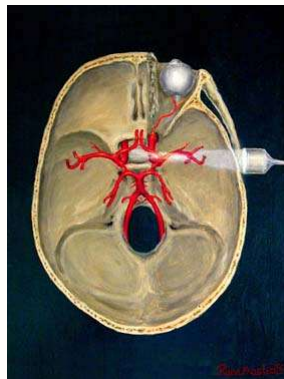


Figura 1.-  
1 Ventana transtemporal para ACM y ACA  
2 Ventana transtemporal inyectando ACP  
3 Ventana orbitaria para oftálmica y ACI  
4 ventana suboccipital para vertebrales y basilar

## Autorregulación Dinámica

Velocidad de Flujo  
Instantánea  $v(t)$

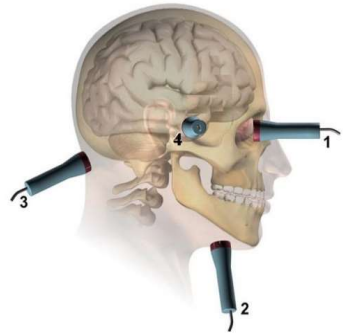
Doppler  
Transcraneal

Relación  
Presión-V\_flujo  
(Intracraneal)

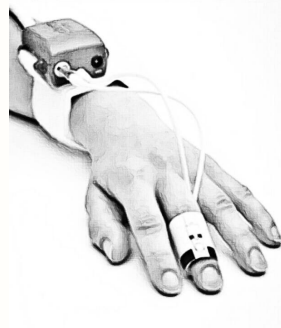


## Medición de la Autorregulación Dinámica

Flujo



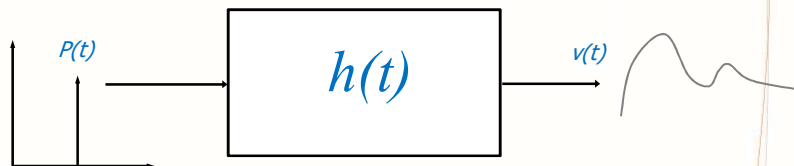
Presión



## Modelo

- Ingresar función impulso

*Obtener función de transferencia  $h(t)$*



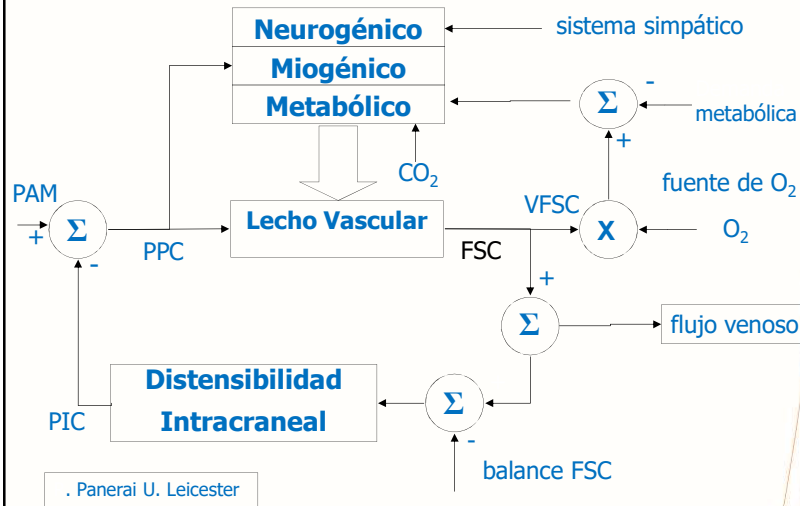
**No es posible generar impulsos de presión**

**- ¿ El sistema es lineal ?**

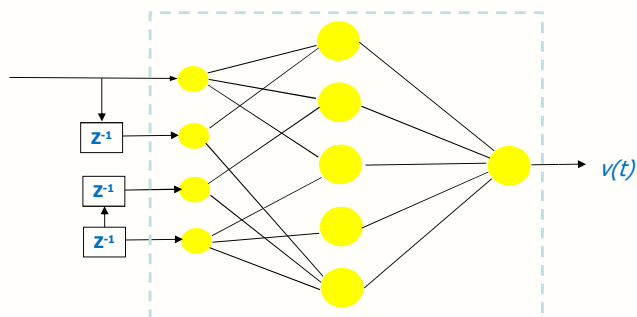


## Modelo complejo

- De los estudios biológicos



## Hipótesis SVM

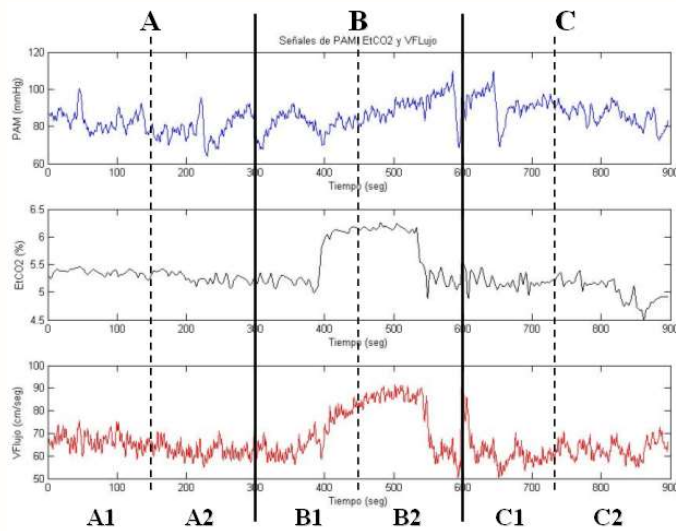


- RN o SVM aprende relación presión-velocidad de flujo por sujeto
- Se producen cambios en la entrada y se evalúa la respuesta del sujeto

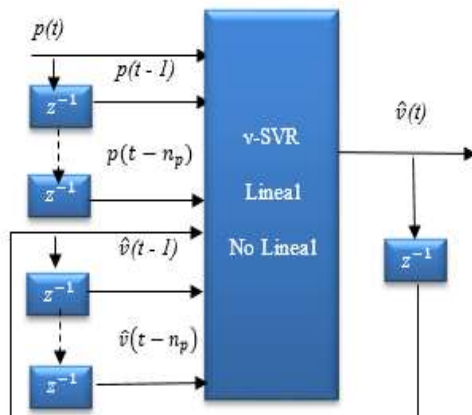




## Señales



## Modelos de aprendizaje (caja negra)





## Nuevos Métodos

- **Redes Neuronales Profundas** (interpretación de capas escondidas)
- **Modelos con interpretación fisiológica** (Felipe Bello)
- **Análisis en el plano Complejidad-entropía** (Chacón-Jara-Medina)

Clasificación de señales biológicas según su complejidad

**Teoría:** en envejecimiento y la patología tornan los sistemas biológicos mas simples.

(sistemas complejos)

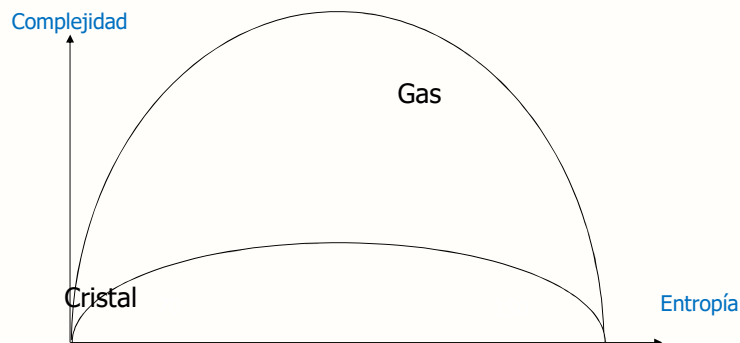
- Análisis de las respuestas evocadas de la retina para el estudio de la enfermedad de **Alzheimer** (Dr. neurociencias)



## Nuevos Métodos

YouTube DIINF:

“Teoría de la complejidad en sistemas biológicos”



Analogía entre estructuras de la materia y señales:

- **Cristal = Señal periódica**
- **Gas = Señal de ruido**



## Propuestas de Memorias y Tesis

### Ingeniería Civil y/o Magister

- Análisis de la autorregulación de flujo sanguíneo cerebral de sujetos sanos y traumatismo encéfalo-craneano usando redes neuronales profundas.
- Aplicación de agrupamientos de respuestas evocadas de la retina para diferenciar la enfermedad de Alzheimer. (Neurociencias)

### Ingeniería Ejecución o Ingeniería Civil

- Análisis de la variabilidad del intervalo R-R mediante complejidad, para el análisis de parkinsonismos. (Ej: Parkison y Atrofia multisistémica)



## PREGUNTAS

