

INTRODUCCIÓN A LA COMPLEJIDAD (CON ÉNFASIS EN NEUROCIENCIA)

Temática general: El estudio de los sistemas complejos contribuye significativamente a mejorar nuestra comprensión actual de los problemas más complejos de la naturaleza, desde la macro-evolución a la "econofísica", o desde la dinámica de las epidemias a la organización en gran escala de las redes neuronales del cerebro. El objetivo de este curso es introducir las nociones más fundamentales de complejidad aplicadas al estudio de diversos problemas dinámicos en ciencias biológicas y médicas -con énfasis en neurociencia- desde este punto de vista.

Cada día tendrá un tema central, alrededor del cual tratarán las clases. Así el primer día se dedicará a preguntarse de donde proviene tanta no-uniformidad ("complejidad") alrededor nuestro. El segundo día se centrará en describir redes complejas como el esqueleto que subyace en todos los sistemas complejos. Diversos tipos de efectos cooperativos del ruido y sistemas complejos serán discutidos en el tercer y cuarto día, enfatizando la resonancia fantasma, que explica el tipo de percepción involucrada en la percepción de los intervalos musicales. También se discutirá cual es la física de las leyes de percepción psicofísica, un problema clásico en neurociencia recientemente re-visitado por la elegante teoría de Kinouchi & Copelli. El último día, además de introducir redes neuronales clásicas, englobará lo visto durante la semana para intentar plantear la pregunta más importante: cuales son las "leyes de Newton" para los sistemas complejos?, ó dicho de otro modo, que mecanismos genéricos existen responsables de la complejidad que vemos en neurociencia (y en la naturaleza en general)?.

Las clases cubrirán aspectos teóricos y prácticos y la discusión de diferentes artículos bibliográficos, cubriendo los resultados más clásicos de la literatura actual en sistemas complejos, a fin de brindar una visión de la variedad de trabajos en esta área de constantes avances.

Material de lectura sobre Complejidad en biología y medicina: Estos seminarios exploran métodos y resultados de la literatura más reciente. El material de lectura accesible on-line en Internet es inmenso, pero si el asistente es novato en estos temas, y desea avanzar en el estudio de estos temas, sugerimos que limite su lectura inicial al material elemental en estos cuatro textos e insista, absolutamente, con sus preguntas durante las reuniones.

- "From Clocks to Chaos, the rhythms of life", Leon Glass & Michael Mackey, Princeton Univ. Press (1994).
- "How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality" Per Bak, (Copernicus, 1997).
- "Signs of Life: How Complexity Pervades Biology" Ricard V. Sole & Brian Goodwin Basic Books (Harper and Collins, New York, 2001)
- "Orden y Caos en Sistemas Complejos" Ricard V. Sole & Susanna C. Manrubia, Politex, UPC, 1996 (en español).

Miercoles 27 de Septiembre

Tema del día: Neuronas y fluctuaciones.

Profesor: Dr. Balenzuela.

- 9:30 - 10:30. Bases fundamentales del modelado matemático de una neurona. Modelos de Canales: Hodgkin-Huxley.
- 11:00 - 12:00. Modelos simplificado de dos variables: FitzHugh-Nagumo. Neuronas acopladas. Tipos de Acoplamiento: Gap Junctions y modelos sencillos de sinapsis.
- 15:00 - 16:00 Redes Neuronales Artificiales Clásicas III. (Ticona)
- 16:00 - 17:00. Efectos cooperativos no triviales de las fluctuaciones en los sistemas no-lineales. Resonancia de Coherencia.
- 17:30 - 18:30. Resonancia Estocastica Clásica en neuronas.

Jueves 28 de Septiembre

Tema del día: La física de la percepción sensorial

Profesores: Dr. Chialvo, Dr. Balenzuela, Prof. UMSA.

- 9:30 - 10:30. Resonancia Estocastica Fantasma y el problema de como el cerebro percibe los sonidos complejos. (DRC).
- 11:00 - 12:00. Resonancia Estocastica Fantasma y percepción binaural. (PB)
- 16:00 - 17:00. La física de la "psicofísica" a la *Kinouchi & Copelli*. Percepción y "Sentidos críticos" (DRC).
- 17:30 - 18:30. Redes Neuronales Artificiales Clásicas I. (Prof. UMSA)

Cena de camaradería

Viernes 29 de Septiembre

Tema del día: Complejidad = Criticalidad?

Profesores: Dr. Chialvo, Dr. Balenzuela, Prof. UMSA.

- 10:00 - 11:00. Viajando con el cerebro de Einsten (Nogales)
- 11:00 - 12:00. Osciladores de integración y disparo como modelo neuronal. (Ramirez)
- 16:00 - 17:00. Como producir complejidad? Si las leyes de la física son simples, como es que el mundo es complejo? Cuales son los posibles mecanismos por los cuales la naturaleza puede ser tan compleja? Criticalidad. (DRC)
- 17:30 - 18:30. Cerebro en estado critico?. Neural darwinismo *in silico*. Modelos de juguete. (DRC).

18:30 - 19:00. Palabras de Cierre a cargo de los organizadores