

Título del curso: **Introducción a los sistemas complejos en biología y medicina:**

Profesor: **Dr. Dante Chialvo**

Duración: 60 horas.

Objetivo: El objetivo de este curso es introducir nociones de complejidad en la biología y la medicina. Clases y seminarios durante ocho semanas se dedicaran a entender cómo estudiar problemas dinámicos en ciencias biológicas y médicas desde el punto de vista de la teoría de complejidad. El curso implica dos clases semanales de tres horas cada una durante 10 semanas. Estas clases cubrirán aspectos teóricos, prácticos, algunos laboratorios de computación y la discusión de diferentes artículos bibliográficos. Se impartirán 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. Los métodos de análisis dinámico serán discutidos con relación a aquellos resultados más importantes. Los asistentes aprenderán la bases de la teoría de los sistemas complejos, las contribuciones que la dinámica no lineales hace a nuestra comprensión actual de los problemas más complejos de la naturaleza, desde la macro-evolución a la “econofísica”, desde la dinámica de las epidemias a la organización en gran escala de las redes del cerebro.

Programa

Unidad 1: Uniformidad versus no-uniformidad en la naturaleza.

Conceptos generales de cuales son los problemas no resueltos en biología pasibles de ser estudiados con estas herramientas.

Unidad 2: Dinámica lineal y no lineal en biología y medicina. Baja Dimensión

- Análisis dinámico de arritmias cardiacas. Oscilador de Poincare y reseteo de fase en osciladores no lineales biológicos.
- Muerte súbita por fibrilacion ventricular. Modelos matemáticos de ondas espirales en sistemas excitables.

Unidad 3: Sistemas Complejos versus Sistemas Complicados. Alta Dimensión

- Problemas en sistemas con muchos grados de libertad.
- Ejemplos. Organización de hormigueros, bandadas, hordas.

Unidad 4: Concepto y ejemplos de Propiedades Emergentes.

Unidad 5: Criticalidad auto-organizada (CAO)

- La pila de arena de Per Bak

- Que es y que no es CAO
- Cerebro Critico. Redes Neuronales.

Unidad 6: Sistemas evolutivos.

- Darwin
- Darwin in Silico, modelos formales de macro evolución. Co-evolución, experimentos recientes. Kaneko.

Unidad 7: Medidas de complejidad.

- Complejidad Neural de Edelman. Aplicaciones.

Unidad 8: Redes complejas como esqueleto de sistemas complejos.

- Resultados recientes en redes libres de escala. Sole y evolución de redes

Unidad 9: Como modelar sistemas adaptativos complejos.

- Que , Como y Porque modelar en biología y medicina?

Los autores que se cubrirán incluyen Glass y Mackey, Bak, Holland, Axelrod, Kauffman, Simon, Jensen, Kelso, Sole Kaneko y otros. El programa detallado del curso será finalizado solamente después que el curso comience, basado en la formación previa y el interés de los estudiantes inscriptos. Los asistentes serán motivados y entrenados a utilizar programas de computadora para simular y analizar algunos modelos simples de juguete de sistemas complejos. Al final de estas ocho semanas, el asistente escribirá un reporte de investigación en alguno de los temas del curso.

Material de lectura sobre Complejidad en biología y medicina: Estos seminarios y clases exploran métodos y resultados de la literatura mas reciente. El material de lectura accesible on line en Internet es inmenso, pero si el asistente es novato en 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 and Brian Goodwin Basic Books (Harper and Collins, New York, 2001)
- “Orden y Caos en Sistemas Complejos” Ricard V. Sole and Susanna C. Manrubia, Politex, UPC, 1996 (en español).