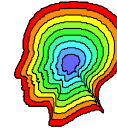




FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS  
Santa Fe 3100 2000 Rosario



DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMEDICAS  
Posgrado Acreditado por la CONEAU Res. 529/99 y 240/08

## 2.36. TEORÍA DE COMPLEJIDAD PARA LAS CIENCIAS BIOMÉDICAS

Carga horaria: 30 horas.

Examen: Resolución escrita de un problema.

Prerequisitos: Poseer conocimientos básicos de álgebra y calculo.

Tipo de curso: teórico

Director: Dr. Dante Chialvo

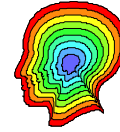
### Objetivos

Este curso esta dedicado a la discusión de recientes avances en el área de sistemas dinámicos no-lineales y de qué modo son aplicados a la resolución de problemas en biología y medicina. El surgimiento de esta disciplina en la última década ha permitido que seamos testigos y participes de un nuevo paradigma que permite ver orden, patrones y predictibilidad donde antes era solo desorden, conducta errática, e impredecibilidad. El descubrimiento de que sistemas absolutamente determinísticos pueden ser impredecibles bajo condiciones de fuerte no-linealidad es uno de esos avances. El otro es la apreciación (aunque por ahora solo intuitiva) de que sistemas no-lineales compuestos por muchos elementos (sociedades, hormigueros, bandadas, y otros tantos de lo que llamamos sistemas complejos) producen soluciones emergentes" muy robustas y complicadas, pero similares. Estas similitudes hacen posible que resultados de estudios en sociedades de insectos puedan brindar ideas aplicables a los sistemas económicos o al tráfico en redes de computadoras u otros sistemas complejos.

Cuatro conceptos importantes a desarrollar: 1) Concepto de sistema dinámico no-lineal y caos determinístico. La discusión se confinará a los resultados de M. Feigenbaum (que produjeron la explosión de interés en los 80) referentes a universalidad de caos en mapas de ecuación diferenciales no-lineales. Al concluir este capítulo, la relevancia de "ser no-lineal" debería quedar clara a todos participantes. 2) Principios y fundamentos. Se discutirá cómo se cuantifica el caos como asimismo las serias limitaciones de la estadística lineal actual. Existe una serie de métodos, (ver texto). Se expondrán algunas de las estrategias, tomando un trabajo reciente como ejemplo. Se espera que con este método los participantes puedan desarrollar su propio olfato de qué herramienta debería usar en un problema futuro. 3) Baja/alta dimensionalidad de los sistemas y auto-organización. Un conocimiento profundo del sistema bajo estudio implica el poder escribir las ecuaciones de movimiento. La cantidad de grados de libertad determinan la "dimensionalidad" del problema. Por ejemplo si necesitásemos escribir las ecuaciones de movimiento de una bicicleta necesitaremos 4 grados de libertad. (uno por cada rueda, uno por el manubrio y la horquilla, y uno mas por el mecanismo pedal-corona-piñón). Cuantos necesitaríamos para describir la dinámica del sistema hematopoyético? O cuantos necesitaron Hodgkin and Huxley para describir la excitabilidad en la membrana del axón de calamar? Existen fenómenos o dinámicas o conductas que puede existir sólo si hay pocos grados de libertad o sólo si hay muchos? Este tipo de preguntas a discutir introducirán la idea de auto-organización. (propiedad que caracteriza a ciertos sistemas (no-lineales) naturales en donde la interacción mutua de sus muchos grados de libertad genera y mantiene la dinámica del todo). Al final de esta discusión debería entenderse no sólo por qué una bicicleta con 4 grados de libertad tiene un repertorio pre-determinado limitado de "piruetas" (dinámicas) sino también por qué millones de hormigas se auto-organizan para encontrar la senda de vuelta al hormiguero. 4) Criticalidad auto-organizada ("self-organized criticality" o SOC). La naturaleza esta poblada de sistemas con muchos grados de libertad, cada uno de ellos no-lineal aceptando energía del medio ambiente y la liberan o disipan siguiendo leyes que hemos empezado a ver repetidas en muchos sistemas disímiles. Algo así como que existiese una ley común a través de toda la naturaleza. Este paradigma fue descrito por Per Bak en un artículo que ha suscitado tanto interés que es el mas citado en física en los últimos diez años. En esta sección se discutirá a) que es SOC? b) como se manifiesta en sistemas del mundo real? c) ejemplos concretos extraídos de la biología evolutiva, de la fisiología cardiovascular y de la neurociencia



**FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS**  
Santa Fe 3100      2000 Rosario



**DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMEDICAS**  
*Posgrado Acreditado por la CONEAU Res. 529/99 y 240/08*

---

### ***Bibliografía***

Textos de consulta para los tópicos avanzados:

Chaos and Fractals New Frontiers of Science (Zeitgen, Jurgens, and Saupe.) 1995.

How Nature works. The Science of Self-Organized Criticality. Per Bak, Springer 1996.

Sitios de Internet:

Se recomienda navegar la web a partir de alguno de estos sitios:

Hernan Solarí Nonlinear Sites: (Física de la UBA) <http://www.dfuba.ar/~hernanlnonlinsites.html>

Octavio Miramontes webpage (material en español):

<http://scifunam.ifisicacu.unam.mx/mir/biol.html>