

PROGRAMA DE ESTUDIOS: SISTEMAS COMPLEJOS I

PROTOCOLO

Fechas	Mes/año
Elaboración	Marzo 26 de 2012
Aprobación	
Aplicación	

Clave		Semestre	
Nivel	Licenciatura	Maestría	X Doctorado
Ciclo	Integración	Básico	Superior
Colegio	H. y C.S.	C. y T.	C. y H. X

Plan de estudios del que forma parte: Maestría en Ciencias de la Complejidad

Propósito(s) general(es): El estudiante:

1. Reconocerá las características básicas asociadas con un sistema complejo.
2. Comprenderá y calculará la dimensión fractal de varios fractales.
3. Comprenderá y clasificará las transiciones de fase en la física.
4. Extrapolará el concepto criticalidad de la física para sistemas complejos.
5. Clasificará y programará autómatas celulares en 1 y 2 dimensiones.
6. Aplicará el teorema de Takens para el análisis de series de tiempo no lineales.

Carácter	Modalidad	Horas de estudio semestral (18 semanas)
Indispensable X	Seminario Taller	Con Docente Teóricas 6.0 Autónomas Teóricas 6.0
	Curso X Curso-taller	Prácticas
Optativa *	Laboratorio Clínica	Carga horaria semanal: 6.0 Carga horaria semestral: 96

Asignaturas Previas	Asignaturas Posteriores:
	Sistemas Complejos 2

Requerimientos para cursar la asignatura	Conocimientos de álgebra, computación y programación.
--	---

Perfil deseable del profesor:	Maestro o Doctor en Ciencias con especialidad en: Física, Matemáticas o Computación.
-------------------------------	--

Academia responsable del programa:	Diseñador (es):
Dinámica no lineal y sistemas complejos	Dr. Fernando Ramírez Alatríste M. en C. José Luis Gutiérrez Sánchez

Aquellas en las que se ofrece la posibilidad de cursar una de las asignaturas, para cubrir un requisito INDISPENSABLE será considerada INDISPENSABLE.

CONTENIDOS

- 1. Introducción a los Sistemas Complejos**
 1. No linealidad
 2. Azar y determinismo, regularidad y caos
 3. Complejidad, herramientas
 4. Sistemas fuera de equilibrio, ruptura de simetría
- 2. Fractales**
 1. Simetrías en la naturaleza
 2. Autosemejanza y estructura geométrica
 1. Ejemplos de autosemejanza en el espacio
 2. Ejemplos de autosemejanza en el tiempo
 3. Implicaciones biológicas de la autosemejanza
 4. Autosemejanza implica una relación de escalamiento
 5. Relaciones de escalamiento
 6. Invariancia de escala
 3. Conjunto de Cantor
 4. Dimensión fractal
 1. Dimensión de autosemejanza
 2. Dimensión de capacidad y conteo de cajas
 3. Dimensión de Hausdorff
 4. Dimensión topológica
 5. Dimensión de embebimiento
 5. Propiedades Estadísticas
 1. La autosemejanza implica que los momentos no existen
 2. Ejemplos
 6. Fractales aleatorios
 7. Crecimiento fractal y percolación
- 3. Criticalidad**
 1. Teoría de Landau las transiciones de fase
 1. Transiciones de fase de primer y segundo orden
 2. Rompimiento espontáneo de simetría
 2. Criticalidad en Sistemas dinámicos
 1. Función de correlación
 2. Longitud de correlación
 3. Invariancia de escala
 4. Universalidad en el punto crítico
 3. Distribuciones libre de escala
 1. Ley de Pareto
 2. Ley de Zipf
 3. Distribución log-Normal
 4. Ruido $1/f$
- 4. Autómatas celulares**
 1. Autómatas celulares en 1D
 1. El autómata celular
 2. Funciones de transición
 3. Reglas totalísticas

4. Condiciones de frontera
5. Algunos autómatas elementales
6. Autómatas celulares que conservan su número
7. Flujo vehicular
8. Clasificación de Wolfram de los autómatas celulares elementales
9. Parámetro de Langton
10. Computación Universal
2. Autómatas celulares en 2D: El juego de la vida de Conway
 1. Formas de vida
 2. Osciladores
 3. Deslizadores
3. Aplicaciones
 1. Modelo de segregación de Schelling
 2. Dilema del prisionero
 3. Depredador-presa
 4. Crecimiento de colonias de bacterias
 5. Difusión
 6. Espín de Ising
 7. La pila de arena
 8. Modelo del fuego en el bosque
4. Auto-organización hacia la zona crítica
 1. Terremotos
 2. Pila de arena
- 5. Series de tiempo No lineales**
 1. Teorema de Takens
 2. Reconstrucción del atractor
 3. Falsos primeros vecinos
 4. El tiempo de retraso
 5. Información mutua promedio
 6. Gráficas de recurrencia

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

Sesiones tipo cátedra donde se desarrolle matemáticamente los temas. El uso de la computadora es fundamental para estos cursos, por lo que se proponen sesiones prácticas en el laboratorio de cómputo, con el profesor como facilitador, guiando los temas con ejemplos prácticos y ejercicios para complementar el tema.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE CERTIFICACIÓN

CRITERIO	PUNTOS
Tareas (conceptuales y prácticas)	20
Evaluaciones parciales (conceptuales y prácticas)	80
Total	100

BIBLIOGRAFÍA

1. Abraham, Neal B., A. M. Albano, A. Passamante, P. E. Rapp y R. Gilmore (Editores) (1992): Complexity and Chaos: Proceedings of the Second Bryn Mawr Workshop on Measures on Complexity and Chaos. Bryn Mawr, Pennsylvania, 13-15 de agosto; Singapur, World Scientific.
2. Anderson Phillip W., (1994): "Physics: The Opening to Complexity". National Academy of Science Proceedings of the Colloquium on Physics: The Opening of Complexity, 27-28 de junio de 1994, Irvine.
3. Auyang, S.Y. (1998): Foundations of Complex System Theories: In Economics, Evolutionary Biology, and Statistical Physics. Cambridge, Cambridge University Press
4. Badii, Remo y Antonio Politi (1997): Complexity: Hierarchical Structures and Scaling in Physics. Nueva York, Cambridge University Press.
5. Bak, Per (1996): How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality. Nueva York, Copernicus.
6. Bak, Per y M. Paczuski (1995): Complexity, Contingency, and Criticality en Proceedings of the National Academy of Science 92: 6689-6696.
7. Barnsley Michael F. (1988): Fractals Everywhere. Boston, Academic Press.
8. Bossomaier, Terry R. J. y David G. Green (Eds.), (1999): Complex Systems. Cambridge, Cambridge University Press
9. Claudius Gros, "Complex and Adaptive Dynamical Systems", Springer-Verlag, 2008.
10. Coveney, P. y Roger Highfield, (1992): "The Arrow of Time: A Voyage Through Science to Solve Time's Greatest Mystery". Nueva York, Fawcett Books.
11. Coveney, P. y Roger Highfield (1996). Frontiers of Complexity : The Search for Order in a Chaotic World. Nueva York, Fawcett Books.
12. Falconer, Kenneth J. (1990): Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications. Chichester, John Wiley
13. Goodwin, Brian (1994): "How the Leopard Changed its Spots. The evolution of complexity", Nueva York, Touchstone.
14. Holger Kantz and Thomas Schreiber, Nonlinear Time Series Analysis, Cambridge University Press, 2004.
15. Kaufman, Stuart, (1994): "At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity.", Oxford, Oxford University Press.
16. Larry S. Liebowitch, Fractals and Chaos: Simplified for life Sciences, Oxford University Press, 1998.
17. Lewin, Roger (2000): "Complexity: Life at the Edge of Chaos.", Chicago, University of Chicago Press.
18. Nicolis, Grégoire e Ilya Prigogine (1989): "Exploring Complexity: An Introduction.", Nueva York, W. H. Freeman & Co.
19. Nino Boccardi (1994), "Modeling Complex Systems", Springer-Verlag.

20. Prigogine, Ilya e Isabelle Stengers (1989): "Order Out of Chaos: Man's New Dialogue With Nature." Nueva York, Bantam Doubleday.
21. Stewart, Ian (1998): Life's Other Secret: The New Mathematics of the Living World. Nueva York, John Wiley.
22. Waldrop, M. Mitchell (1992): Complexity: the Emerging Science at the Edge of Order and Chaos. Nueva York, Touchstone Books.