

## PROGRAMA DE CURSO

### Coloquio: Procesos aleatorios aplicados a la física y otras ciencias

#### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Física				
Nombre del curso	FI5033 Coloquio: Procesos aleatorios aplicados a la física y otras ciencias				
Nombre del curso en inglés	Random processes applied to physics and other sciences				
Código		Créditos	3		
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares		Trabajo personal
Carácter del curso	Obligatorio			Electivo pregrado Electivo postgrado	X
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilidades y Estadística MA 2001</li> <li>• Métodos Matemáticos de la Física FI2002</li> <li>• Métodos Numéricos para Ciencias e Ingeniería FI3104</li> <li>• Mecánica Clásica FI3001</li> </ul>				

#### B. Propósito del curso:

Los procesos aleatorios (o estocásticos) son fundamentales en física y otras ciencias porque permiten modelar y entender la variabilidad y el comportamiento azaroso exhibido por diversos sistemas dinámicos (simples y complejos). En física, explican fenómenos como la difusión y son cruciales en la termodinámica y la mecánica estadística. En biología, ayudan a comprender la deriva genética y la dinámica de tejidos. Además, mecanismos basados en azar regulan la aparición de redes complejas de interacción en diversos ámbitos, permitiéndonos comprender fenómenos epidémicos, económicos, ecológicos y sociales, entre muchos otros. En este curso se estudiarán sistemas donde las fluctuaciones inducidas por ruidos son relevantes, de forma que la descripción determinista no es suficiente para caracterizar la dinámica completa de los sistemas. Se introducirán herramientas matemáticas y numéricas que permitirán un análisis detallado de diversos procesos aleatorios, con aplicaciones transdisciplinarias.

#### C. Resultados de aprendizaje:

##### Resultados de aprendizaje

Al finalizar el curso, la/el estudiante demuestra que:

1. Domina las nociones básicas de procesos estocásticos y es capaz de derivar ecuaciones para la dinámica espacio temporal de sistemas aleatorios.
2. Es capaz de aplicar métodos analíticos y numéricos para la resolución de sistemas de reacción-difusión y la construcción de redes complejas.
3. Comprende la aplicabilidad de los procesos aleatorios a la física y otras ciencias.

**D. Unidades temáticas:**

Número	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	Conceptos básicos y difusión	1
Contenidos	Indicador de logro	Referencias
1.1 Motivación y fundamentos 1.1.1 Variable aleatoria 1.1.2 Distribución de probabilidad 1.1.3 Momentos 1.1.4 Correlaciones 1.2 Difusión 1.2.1 Distribución de probabilidad 1.2.2 Ecuación maestra (EM) 1.2.3 Solución de la EM 1.4 Caminatas al azar generalizadas 1.5 La ecuación de Langevin 1.6 Ecuación de Fokker-Planck	La/El estudiante:  1. Domina los conceptos básicos de procesos estocásticos y es capaz de aplicarlos a procesos difusivos 2. Es capaz de modelar un proceso estocástico utilizando las aproximaciones de Langevin y de Fokker-Planck.	[1] Caps. 1 y 2 [2] Caps. 1 y 2

Número	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	Sistemas de reacción-difusión	1.5
Contenidos	Indicador de logro	Referencias
2.1 Procesos de exclusión 2.2 Proceso de nacimiento 2.2 Proceso de muerte 2.3 Proceso de inmigración 2.4 Proceso de coagulación 2.5 Proceso de fragmentación 2.7 Aplicaciones 2.7.1 Biología de tejidos 2.7.2 Producción de entropía	La/El estudiante:  1. Es capaz de derivar la ecuación maestra para un proceso de reacción-difusión general. 2. Es capaz de resolver analíticamente sistemas que combinen distintos tipos de reacciones.	[2] Caps. 4,5,6

Número	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	Métodos numéricos	0.5
Contenidos	Indicador de logro	Referencias
3.1 Diferencia finitas 3.2 Métodos exactos 3.2.1 Gillespie 3.3 Aplicaciones	La/El estudiante:  1. Comprende las diferencias entre los métodos d de diferencias finitas y de Gillespie para la solución numérica de sistemas de reacción difusión. 2 comprende las ventajas y desventajas de cada método. 3. Es capaz de aplicar el método de Gillespie para simular un proceso de reacción difusión en la grilla.	[4] Secciones 2 y 3.

Número	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	Redes complejas	1
Contenidos	Indicador de logro	Referencias
4.1 Motivación 4.2 Definiciones elementales 4.2.1 Matriz de adyacencia 4.2.2 Distribución de grados 4.2.3 Coeficiente de agrupación 4.2.4 Medidas de centralidad 4.3 Redes complejas 4.3.1 Erdős-Rényi 4.3.2 Barabasi-Albert 4.3.3 Watts-Strogatz 4.4 Aplicaciones	La/El estudiante:  1. Domina los conceptos básicos de redes complejas. 2. Es capaz de implementar numéricamente un proceso basado en reglas (estocásticas) para la generación de una red compleja.	[3] Secciones 1-5.

Número	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	Tópicos actuales y aplicaciones	1
Contenidos	Indicador de logro	Referencias
4.1 Revisión bibliográfica sobre tópicos de investigación actuales que involucran fenómenos inducidos por ruido, con aplicaciones en física y otras ciencias.	<p>La/El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es capaz de abordar un tema de investigación novedoso y comprender la literatura correspondiente.</li> <li>2. Demuestra una comprensión del tema de tal manera que lo puede presentar y explicar de manera efectiva a tus pares.</li> </ol>	Artículos científicos específicos a cada tema de investigación.

#### D. Estrategias de enseñanza:

La metodología de trabajo es activa – participativa, donde la/el estudiante, mediante la participación en clases, tareas y presentaciones en clases, puede familiarizarse con nuevas metodologías teóricas y numéricas para la resolución de problemas que involucren procesos aleatorios.

#### E. Estrategias de evaluación:

El curso contempla dos instancias de evaluación de proceso.

- Evaluaciones parciales: 2 tareas correspondientes al 40% de la nota final.
- Presentación de proyecto de investigación, correspondiente la 60% de la nota final.

#### F. Recursos bibliográficos:

- (1) Van Kampen, N. G. (1992). *Stochastic processes in physics and chemistry* (Vol. 1). Elsevier.
- (2) Krapivsky, P. L., Redner, S., & Ben-Naim, E. (2010). *A kinetic view of statistical physics*. Cambridge University Press.
- (3) Pósfai, M., & Barabási, A. L. (2016). *Network science*. Cambridge, UK:: Cambridge University Press. (disponible en línea: <http://networksciencebook.com/>)
- (4) Erban, R., Chapman, J., & Maini, P. (2007). A practical guide to stochastic simulations of reaction-diffusion processes. *arXiv preprint arXiv:0704.1908*.

#### G. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	
Elaborado por:	Ignacio Bordeu
Validado por:	
Revisado por:	