

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas.							
<b>Plan de estudios:</b> Licenciatura en Física y Matemáticas							
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Procesos estocásticos				<b>Ciclo de formación:</b> Profesional y Especializado <b>Eje general de formación:</b> Generación y aplicación del conocimiento <b>Semestre:</b> 6° al 9°			
<b>Elaborada por:</b> Dr. Raúl Salgado García				<b>Fecha de elaboración:</b> Marzo, 2021			
<b>Clave:</b>	<b>Horas teóricas</b>	<b>Horas prácticas:</b>	<b>Horas totales</b>	<b>Créditos:</b>	<b>Tipo de unidad de aprendizaje</b>	<b>Carácter de la unidad de aprendizaje:</b>	<b>Modalidad:</b>
	3	2	5	8	Optativa	Teórica-Práctica	Multimodal
<b>Programa Educativo en el que se imparte:</b> Licenciatura en Física y Matemáticas del Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas.							

### ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Presentación:</b> Se presenta un panorama de procesos estocásticos principalmente sobre las cadenas de Markov y las ecuaciones diferenciales estocásticas. Se pretende abordar estos temas sobre una base rigurosa en el sentido matemático, estableciendo definiciones y teoremas en forma precisa principalmente en la teoría de probabilidad.
<b>Propósito:</b> Distinga, diferencie y analice de manera rigurosa y precisa las bases de la teoría de probabilidad, los conceptos relacionados como variables aleatorias, vectores aleatorios y las diferentes leyes de números grandes en probabilidad, mediante el uso de herramientas para el estudio de procesos Markovianos particularmente las cadenas de Markov y las ecuaciones diferenciales estocásticas, los métodos de resolución analítica y numérica, para identificar y describir fenómenos que pueden ser modelados en forma probabilística, separándolos conceptualmente de los procesos puramente deterministas, plantear ecuaciones y encontrar soluciones asociadas a este tipo de procesos con iniciativa y creatividad.
<b>Competencias que contribuyen al perfil de egreso.</b>
<b>Competencias genéricas:</b>
CG4. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. CG8. Capacidad creativa. CG10. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. CG11. Habilidades para buscar, procesar y analizar información. CG13. Habilidad para trabajar en forma autónoma. CG16. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. CG20. Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión.
<b>Competencias específicas:</b>
CE1. Plantea y analiza problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, utilizando métodos analíticos, experimentales o numéricos, para encontrar soluciones e interpretarlas en sus contextos originales con eficiencia, funcionalidad y creatividad.

CE 4. Aplica competencias, conocimientos y habilidades en Física y Matemáticas, mediante la solución innovadora a problemas planteados en el sector público, privado o social, con la finalidad de fortalecer el desarrollo científico y tecnológico del país, con actitudes y valores que les permitan ser agentes de cambio.

CE 5. Posee conocimientos, habilidades, valores y actitudes requeridos en investigación inter y multidisciplinaria de las ciencias básicas y aplicadas, mediante el análisis, intercambio y producción de información entre grupos académicos de diferentes campos disciplinares que involucren a la física y la matemática, para contribuir científicamente en equipos de investigación con un sentido de trabajo colaborativo y profesional.

CE 7. Comunica asertivamente conceptos, objetivos, métodos y resultados del lenguaje científico, mediante la comunicación oral y escrita, para presentar propuestas y proyectos de manera eficaz, funcional y aplicable.

## CONTENIDOS

Bloques:	Temas:
I. Probabilidad.	1.1 Espacios probabilísticos. Álgebra de eventos. Espacio medible, medida de probabilidad, independencia. Lemas de Borel-Cantelli. 1.2 Variables aleatorias. Función de distribución. Tipos de variables aleatorias. Integral Riemann-Stieltjes. Esperanza. Distribuciones. 1.3 Vectores aleatorios. Distribución conjunta, densidad conjunta. Marginales, independencia, distribución condicional. Esperanza, matriz de covarianza, coeficiente de correlación. 1.4 Transformaciones de una variable aleatoria. Transformaciones de un vector aleatorio. 1.5 Sucesiones de variables aleatorias. Convergencia puntual, convergencia casi-segura, convergencia en probabilidad, convergencia en media y media cuadrática, convergencia en distribución. Relaciones entre tipos de convergencia. 1.6 Funciones generadoras. Generadora de probabilidad, generadora de momentos, función característica. 1.7 Teoremas Límite. Algunas desigualdades. Leyes fuerte y débil de números grandes. Teorema de Límite Central.
II. Cadenas de Markov.	2.1 Definición de proceso estocástico. Propiedad de Markov. Cadenas de Markov. Ecuación de Chapman-Kolmogorov. Ejemplos. 2.2 Recurrencia. Comunicación y periodo. Primeras visitas. Recurrencia y transitoriedad. Tiempo medio de recurrencia. Número de visitas. Teorema ergódico para cadenas de Markov. 2.3 Evolución de las distribuciones. Distribuciones estacionarias. Distribuciones límite. Cadenas regulares. Cadenas reversibles 2.4 Entropía, tasa de entropía y tasa de producción de entropía. 2.5 Procesos de Markov a tiempo continuo.

III. Ecuaciones diferenciales estocásticas.	3.1 Movimiento Browniano y el proceso de Wiener. 3.2 Ecuaciones diferenciales estocásticas. Interpretación de Itô y de Stratonovich. Cálculo estocástico. 3.3 Proceso de Ornstein-Uhlenbeck y su solución exacta. 3.4 Métodos de solución numérica. Método de Milstein. Método de Heun. 3.5 Ecuación de Fokker-Plank.
---------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)			
Aprendizaje basado en problemas	(X)	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	(X)	Análisis de textos	( )
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	( )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( )	Reporte de lectura	( )
Tripticos	( )	Exposición oral	(X)
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del profesorado	(X)	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	(X)
Lectura comentada	( )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	( )
Estudio de Casos	(X)	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	(X)	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	(X)	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	(X)	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	(X)
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios sugeridos	Porcentaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exámenes parciales</li> <li>Examen final</li> <li>Participación en clase</li> <li>Tareas</li> </ul>	<p>40%</p> <p>40%</p> <p>10%</p> <p>10%</p>
Nota: Algunos de los instrumentos de evaluación que se pueden considerar son: Rúbricas, escalas de cotejo, escala estimativa, entre otros.	
<b>Total</b>	<b>100%</b>

### PERFIL DEL PROFESORADO

Preferentemente con nivel Doctorado en Física, Matemáticas o área afín a la disciplina de la unidad de aprendizaje, que asegure un dominio integral de los saberes en su campo, es deseable que cuente con experiencia docente y en la generación y aplicación del conocimiento como ejercicio de su profesión.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

- Park, K. I., & Park. (2018). Fundamentals of Probability and Stochastic Processes with Applications to Communications. Springer International Publishing.
- Brémaud, P. (2020). Probability Theory and Stochastic Processes. Springer.
- Rincón, L. (2007). Curso intermedio de probabilidad. UNAM, Facultad de Ciencias.
- Rincón, L. (2014). Introducción a los procesos estocásticos. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias.
- Øksendal, B. (2003). Stochastic differential equations. In Stochastic differential equations (pp. 65-84). Springer, Berlin, Heidelberg.

#### Complementarias:

- Oksendal, B. (2013). Stochastic differential equations: an introduction with applications. Springer Science & Business Media.
- Behrends, E. (2000). Introduction to Markov chains (Vol. 228). Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg.
- Levin, D. A., & Peres, Y. (2017). Markov chains and mixing times (Vol. 107). American Mathematical Soc..

#### Web:

Páginas de consulta y búsqueda de información.

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Stochastic\\_process](https://en.wikipedia.org/wiki/Stochastic_process)
- <https://www.britannica.com/science/stochastic-process>
- [https://web.ma.utexas.edu/users/gordanz/notes/introduction\\_to\\_stochastic\\_processes.pdf](https://web.ma.utexas.edu/users/gordanz/notes/introduction_to_stochastic_processes.pdf)