

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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

ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<p>Presentación: La amplia área de Análisis de Datos se divide en técnicas lineales y técnicas que traten de extraer propiedades no-lineales (deterministas) de datos empíricas, los cuales pueden ser de carácter uni-valuado, bi-valuado o multi-valuado. En este curso se trata de dar un panorama sobre este campo, discutiendo al menos uno(s) de la(s) técnica(s) más prominentes de cada categoría, tocando así fundamentos de la teoría de sistemas dinámicos, teoría de información y estadística aplicada. Se discute en cada caso los fundamentos matemáticos, se presenta los algoritmos y se hace un especial énfasis en las limitaciones de cada método, discutiendo detalladamente en que manera se manifiestan posibles fallas. Se discute pruebas estadísticas para verificar significancias y el tamaño de efecto. Cada parte teórica va acompañada con prácticas, tal que o el estudiante tiene que implementar los algoritmos en un código para realizar experimentos numéricos o se usa paquetes de software aprobados que son shareware como el paquete "TISEAN", desarrollado por investigadores del Instituto Max Planck para la Física de Sistemas Complejos en Dresden, Alemania. Temas que sean objeto de estudio son: teoría de Fourier (y la transformada de Fourier), Sincronización de Fase, algoritmos de predicción no-lineal, estimación del coeficiente de Lyapunov y de la dimensión de correlación a partir de una serie de tiempo, el llamado "Detrended Fluctuation Análisis" (DFA) y sus variantes (magnitud DFA, mutlifractal DFA), información mutua, interdependencia no-lineal y finalmente técnicas multivariantes analizando matrices de correlación (o sincronización) introduciendo a la teoría de graficas y/o la teoría de matrices aleatorias. Algunos de estos temas se ofrecen de manera opcional debido a las intereses y necesidades de los estudiantes. Como bibliografía se usa exclusivamente textos escritos en inglés (libros de texto y publicaciones a nivel internacional)</p>
<p>Propósito: Comprenda, utilice y aplique de manera precisa, los fundamentos matemáticos, los algoritmos numéricos, sus respectivas limitaciones y pruebas de validez de resultados, mediante un panorama del amplio campo de técnicas de análisis de datos, utilizando los métodos más novedosos, programas de cálculo y paquetes de software para realizar experimentos numéricos y coleccionar sus propias experiencias al finalizar el semestre, con el fin de que genere conciencia sobre las posibles fallas en las estimaciones numéricas con actitud crítica y autocrítica.</p>
<p>Competencias que contribuyen al perfil de egreso.</p>
<p>Competencias genéricas:</p>
<p>CG3 Capacidad crítica y autocrítica. CG6 Capacidad para la investigación.</p>

CG10 Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
CG14 Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
CG21 Capacidad de expresión y comunicación.

Competencias específicas:

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.

CE2. Formula problemas en lenguaje matemático y contribuye a la construcción de modelos matemáticos, mediante la aplicación de teorías, fórmulas y principios matemáticos, con el fin de facilitar su análisis y solución en los sectores públicos, privados o sociales con rigor metodológico, precisión y certeza.

CE3. Utiliza y diseña programas o sistemas de computación mediante el uso de equipo especializado, para el procesamiento de información, cálculo numérico y simulación de procesos que permitan dar soluciones innovadoras a problemas planteados con objetividad y responsabilidad.

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 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 Introducción.	1.1 Sistemas dinámicos, sistemas estocásticos 1.2 Proceso de medición 1.3 Estacionaridad
II Teoría de Fourier.	2.1 Serie de Fourier como un ejemplo de un sistema de funciones ortogonales completos 2.2 Transformada de Fourier 2.3 Propiedades de la transformada de Fourier 2.4 Teorema de Convolución y Teorema de Correlación. 2.5 "Aliasing" y "Windowing" 2.6 Algoritmo de la transformada rápida de Fourier
III Técnicas basadas en la reconstrucción del espacio fase.	3.6 El llamado "embedding" 3.7 Algoritmo no-lineal de predicción 3.8 Coeficiente de Lyapunov 3.9 Dimensión de Correlación 3.10 Datos Sustitutos, ¿qué es ruido?
IV Sincronización de Fase.	4.3 Concepto de la fase

	<p>4.4 Fase y Amplitud instantánea (señal analítica), Transformada de Hilbert, Algoritmo usando el teorema de convolución</p> <p>4.5 Sincronización de fases instantáneas y las fases de Fourier</p> <p>4.6 Límites de aplicación, fallas numéricas y precauciones</p> <p>4.7 Nueva propuesta generada en la UAEM</p>
V Detrended Fluctuation Analysis (DFA).	<p>5.1 Coeficiente de Hurst, DFA, espectro de potencias y la función de auto-correlación</p> <p>5.2 Magnitud DFA</p> <p>5.3 Multifractal DFA</p> <p>5.4 Nueva propuesta generada en la UAEM</p>
VI Matriz de Correlación genuina.	<p>6.1 Correlaciones aleatorias, correlaciones genuinas</p> <p>6.2 Matriz SAC</p> <p>6.3 Valores y vectores propios</p> <p>6.4 Patrón estacionario y su interpretación en el contexto de sistemas dinámicos</p> <p>6.5 <i>Aplicaciones a electroencefalogramas</i></p> <p>6.6 Nexos entre electroencefalogramas y resonancia magnética funcional</p>
VII Teoría de matrices aleatorias y el análisis de series de tiempo (opcional).	<p>7.1 Introducción histórica</p> <p>7.2 Caos, Caos Cuántico y el GOE</p> <p>7.3 Ensamble de Wishart y el GOE</p> <p>7.4 Power mapping</p> <p>7.5 Aplicaciones a series de tiempo financieros</p>
VIII Teoría de gráficas (opcional).	<p>8.1 Definiciones básicas</p> <p>8.2 Medidas de la teoría de graficas</p> <p>8.3 Aplicaciones</p>

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)			
Aprendizaje basado en problemas	(X)	Nemotecnia	()
Estudios de caso	(X)	Análisis de textos	(X)
Trabajo colaborativo	(X)	Seminarios	(X)
Plenaria	()	Debate	(X)
Ensayo	()	Taller	()
Mapas conceptuales	()	Ponencia científica	()
Diseño de proyectos	()	Elaboración de síntesis	()
Mapa mental	()	Monografía	()
Práctica reflexiva	()	Reporte de lectura	(X)
Trípticos	()	Exposición oral	(X)
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			

Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del profesorado	(X)	Experimentación (prácticas)	(X)
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	()	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	()
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"> Prácticas Presentaciones orales Participación en clase Examen final 	<p>25%</p> <p>25%</p> <p>25%</p> <p>25%</p>
Nota: Algunos de los instrumentos de evaluación que se pueden considerar son: Rúbricas, escalas de cotejo, escala estimativa, entre otros.	
Total	100%

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:

- P. Bloomfield, Fourier Analysis of Time Series, John Wiley & Sons, 2000
- E.O. Brigham, The Fast Fourier Transform, Prentice Hall 1974
- H. Kantz, T. Schreiber, Nonlinear Time Series Analysis, Cambridge University Press, 2004
- Numerical Recipes, The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 1997

Complementarias:

- M.G. Rosenblum et al., PRL 76, 1996
- M.Chavez et al. J. Neurosci. Meth. 154 (2006)
- A.E. Hramov et al. PRE 71 (2005)
- Y Ashkenazy et al. PRL 86, 2001, Y Ashkenazy et al. Physica A 323 (2003)
- J.W. Kantelhardt et al. Physica A 295, (2001), J.W. Kantelhardt et al. Physica A 316 (2002)
- M.F. Müller et al. PRE 71 (2005), M.F. Müller et al. PRE 74 (2006)

- M.F. Müller et al. J. Clin. Neurophysiol. 28 (2011)
- A.O. Marín García et al. Neural Networks 46 (2013)
- M.F. Müller et al. Brain Connectivity 4, (2014)
- P.V. Olguín-Rodríguez Brain Connectivity 8 (2018)
- T. Guhr, B. Kälber, JPhysA 36 (2003)
- Laloux et al. PRL 83 (1999), Plerou et al. PRL 83 (1999), Plerou et al. PRE 65 (2002)
- Watts Strogatz, Nature 393 (1998), A.L. Barabasi R. Albert Science 286 (1999)