



MATERIA: ANÁLISIS DE REDES COMPLEJAS: TEORÍA Y APLICACIÓN

DATOS GENERALES

Descripción:	Se presenta el concepto de red así como algunos fundamentos de la teoría de grafos y la mecánica estadística de redes complejas, las teorías fundamentales en la que se sustenta el estudio de redes. Se analiza como los conceptos de la física se han usado para estudiar sistemas de redes sociales, económicas, de proteínas, de caminos, citas, etc. El curso concluye aprendiendo a usar algunas APIs (Application programming interface) de redes sociales como Twitter, Facebook e Instagram para analizar redes desde los temas que le interesen al participante y así construir un pequeño proyecto de investigación.
S e r i a c i ó n y Correlación:	Subsecuentes no obligatorias: Probabilidad, programación
	Consecuentes: Optativas.
Objetivo:	Analizar redes a través de los métodos de la mecánica estadística. Presentar una gran cantidad de datos a través de las técnicas de visualización de redes. Identificar los actores esenciales en una red de datos. Interactuar con las APIs de las redes sociales.
Objetivos específicos:	<ol style="list-style-type: none">1. Caracterizar una red compleja2. Entender la clasificación de redes, como porejemplo red libre de escala3. Crear un pequeño proyecto de investigación con el uso de redes4. Aplicar los métodos de la física estadística a problemas interdisciplinarios5. Interactuar con las APIs de una aplicación web6. Desarrollar o aprender a usar un paquete de visualización de redes.



Horas totales del curso:	(90) horas presenciales + (70) horas de autoestudio=160 horas totales
Créditos:	10 créditos

REVISIONES Y ACTUALIZACIONES:

Líneas de investigación:	Física Estadística y Complejidad Física Aplicada Física Matemática Estado Sólido
Autores o Revisores:	Dr. César Alejandro Báez
Fecha de actualización por academia:	1 de julio de 2022
Síntesis de la revisión y/o actualización:	

PERFIL DESEABLE DEL DOCENTE:

Disciplina profesional:	Doctorado en Ciencias
Experiencia docente:	Experiencia profesional docente mínima de dos años

ÍNDICE TEMÁTICO:

TEMA:	SUBTEMA
Introducción (1 a 2 clases)	<ul style="list-style-type: none">• Redes y sistemas complejos• Orígenes: Caracterización de redes masivas• Características de la ciencia de redes• Impacto social
Teoría de grafos (2 a 3 semanas)	<ul style="list-style-type: none">• Los puentes de Königsberg• Redes y grafos• Grados de los nodos, grado promedio y distribución de grados• Matriz de adyacencia• Redes observadas• Redes con peso• Redes bipartitas• Caminos y distancia en redes• Conectividad• Coeficiente de agrupamiento



Redes aleatorias (2 semanas)	<ul style="list-style-type: none">• Modelo de las redes aleatorias• Número de enlaces• Distribución de grados• Las redes reales no son Poissonianas• Las redes reales son supercríticas• Propiedad del mundo pequeño• Coeficiente de agrupamiento
Redes libres de escala (2 semanas)	<ul style="list-style-type: none">• Leyes de potencia y redes libres de escala• Centros clave (hubs) de las redes• El significado de la invarianza de escala• Universalidad• El papel del exponente de la distribución de grados• Generando redes con distribuciones arbitrarias de grados
El modelo Albert-Barabási (2semanas)	<ul style="list-style-type: none">• Crecimiento y conectividad preferencial• Dinámica de los grados• Distribución de grados• Ausencia de crecimiento o conectividad preferencial• Midiendo la conectividad preferencial• Diámetro y coeficiente de agrupamiento
Resiliencia de redes (2 semanas)	<ul style="list-style-type: none">• Teoría de la percolación• Estabilidad de las redes libres de escala• Tolerancia a los ataques• Fallos en cascada• Modelando los fallos en cascada• Construyendo la estabilidad



<p>Temas opcionales (2 semanas, pero se puede optar por uno u otro tema e incluso no impartirse si no hay tiempo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunidades • Fenómenos de contagio 	<p>Comunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agrupamiento jerárquico • Modularidad • Traslape en comunidades • Pruebas de comunidad • Caracterización de comunidades <p>Fenómenos de contagio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelado de epidemias • Redes de epidemias • Redes de contacto • Más allá de la distribución de grados • Inmunización • Predicción de epidemias
<p>Proyecto (2 semanas, distribuidas durante la duración del curso)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bombardeo de ideas • Propuestas de soluciones • Presentaciones

BIBLIOGRAFIA

Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Network Science de Albert-László Barabási y Márton Pósfai, Cambridge University Press; 1era edición (Agosto 2016) 2. Networks de Mark Newman, Oxford University Press; 2da edición (Septiembre 2018)
Enlaces digitales:	http://networksciencebook.com/
Complementaria:	<ul style="list-style-type: none"> • Albert, R., and A-L Barabási. "Statistical Mechanics of Complex Networks." <i>Reviews of Modern Physics</i> 74 (2002): 47-97 • Watts, D. J., and S. H. Strogatz. "Collective Dynamics of 'Small-world' Networks." <i>Nature</i> 393 (1998): 440-2 • Watts, D. J., P. S. Dodds, et al. "Identity and Search in Social Networks." <i>Science</i> 296 (2002): 1302-5 • Albert, R., H. Jeong, et al. "Error and Attack Tolerance of Complex Networks." <i>Nature</i> 406 (2000): 378-482. • Vázquez, A. "Growing Network with Local Rules: Preferential Attachment, Clustering Hierarchy, and Degree Correlations." <i>Physical Review E</i> 67 (2003): 056104.



PLANEACIÓN EDUCACIONAL:

Competencias generales:	<ol style="list-style-type: none">1. Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión.2. Capacidad de investigación.3. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.4. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.5. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.6. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.7. Describir y explicar fenómenos naturales, sociales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, teorías y principios físicos.8. Adquirir hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
Competencias específicas:	<ol style="list-style-type: none">1. Plantear, analizar, y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos numéricos, analíticos o experimentales.2. Aplicar el conocimiento teórico de la física a la realización e interpretación de experimentos y datos de libre acceso.3. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos de la física estadística.4. Construir y desarrollar argumentaciones validas, identificando hipótesis y conclusiones.5. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información a través del cálculo numérico.6. Describir y explicar fenómenos naturales, sociales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, teorías y principios físicos.7. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades específicas.8. Buscar, interpretar y utilizar literatura científica.9. Aplicar el conocimiento teórico de la física a la realización e interpretación de experimentos.



CONTRIBUCIÓN AL PERFIL DE EGRESO:

CONOCIMIENTO:	HABILIDADES:	VALORES:
<p>Tener una comprensión profunda de los conceptos, métodos y principios fundamentales de la mecánica estadística.</p> <p>Conocer y saber aplicar las técnicas de programación y la estadística.</p> <p>Las metodologías básicas para la indagación y el descubrimiento en procesos de investigación.</p>	<p>. Análisis de redes</p> <p>Visualización de datos</p> <p>Capacidad de construir una historia a partir de una cantidad enorme de información</p> <p>Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.</p> <p>Adquirir habilidades sobre los procesos de aprendizaje y autorregularlos para desarrollar la capacidad de aprender por sí mismo.</p>	<p>Tener hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.</p> <p>Actuar con responsabilidad, honradez y ética profesional manifestando conciencia social de solidaridad y justicia.</p> <p>Mostrar tolerancia en su entorno social, aceptando la diversidad cultural, étnica y humana.</p> <p>Desarrollar un mayor interés por aquellos problemas cuya solución sea de beneficio social y el medio ambiente</p>



ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS:

Estrategias de enseñanza:	Estrategias de aprendizaje:
<ul style="list-style-type: none">• El docente explicará la teoría y presentará ejemplos en las clases presenciales o virtuales.• El docente presentará los procedimientos y métodos típicos para análisis de redes.• Motivará a los estudiantes para trabajar de manera individual y en equipo.• Proyecto de trabajo individual o grupal• Discusión de preguntas y problemas en clase.	<ul style="list-style-type: none">• El alumno asistirá al menos a un 80% de las clases principales o virtuales impartidas.• El estudiante trabajará en forma individual o por equipo en la comprensión de conceptos y la resolución de problemas.• El estudiante contestará preguntas o resolverá problemas para exponer en clase y discutir con sus compañeros.• El estudiante creará una red con los temas de la clase• Asistirá a asesorías para resolver dudas sobre la teoría o sobre la solución de problemas.

PROPUESTA DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

Criterio de evaluación:	Porcentaje:
Exámenes parciales Tareas Exposiciones Participación en clase Asistencia Proyecto	A consideración del docente