

## Minicursos

Título: Introducción a la ecuación del calor estocástica

**David Nualart, Universidad de Kansas**

El objetivo de este curso es presentar los elementos básicos de la ecuación del calor unidimensional perturbada por un ruido blanco en espacio y tiempo. En la primera parte del curso, introduciremos la ecuación de la calor y su solución fundamental que es el núcleo gaussiano. Después definiremos el ruido blanco en espacio y tiempo y explicaremos su construcción utilizando el teorema de extensión de Kolmogorov. Veremos que la solución de la ecuación del calor con un ruido blanco aditivo es un proceso gaussiano que se expresa como una integral estocástica y calcularemos su función de covarianza. En una segunda parte del curso, estudiaremos la ecuación del calor no lineal, y para ello introduciremos la integral estocástica de procesos adaptados. Demostraremos la existencia y unicidad de soluciones y estudiaremos la regularidad de sus trayectorias. Finalmente, presentaremos algunos resultados sobre estimaciones de los momentos de la solución.

Título: Una interpretación geométrica de las matemáticas de la teoría de la información.

**James Melbourne, CIMAT**

Avances tecnológicos en comunicación y recursos de cómputo han permitido una recolección de datos sin precedentes durante años recientes, los cuales aparecen de manera natural en muchas áreas de la ciencia. Por ende, el análisis estadístico correspondiente, requiere fuertemente de un desarrollo teórico que permita manejar conjuntos de datos de dimensión extensa, con tamaños tan grandes (en ocasiones más grandes) que el tamaño de muestra. Frecuentemente, la teoría de análisis asintótico clásico falla bajo estos supuestos, y no podemos hacer predicciones útiles al usar dicha metodología.

Una teoría de análisis no-asintótico ha crecido rápidamente durante las últimas décadas para hacerle frente a las antes mencionadas problemáticas.

Afortunadamente, una amplia cantidad de objetos de dimensiones grandes poseen propiedades estructurales más fuertes de lo esperado, y el uso de una perspectiva geométrica para estudiar espacios de dimensión extensa resulta ser particularmente esclarecedor. Nuestro objetivo para este minicurso es investigar y utilizar una interfaz geométrica aplicada en el contexto de teoría de la información para entender estadísticos de alta dimensión y aprendizaje de máquina.

Título: Estadística para datos Espacio-temporales  
**Carolina Euan, CIMAT**

En la actualidad datos como temperatura, humedad, precipitación, presencia de contaminantes, entre otros, son recolectados en distintos puntos dentro de una ciudad, estado o el país completo. Estos datos presentan lo que se conoce como una componente con dependencia espacial y una componente con dependencia temporal. En este curso, presentaremos las herramientas básicas de visualización y análisis de este tipo de datos. Definiremos la función de autocovarianza y variograma. Así mismo presentaremos un modelo estadístico simple para el análisis de datos. Estos conceptos se ilustran con el análisis de datos reales en México usando el software estadístico *R*.

## Sesiones Invitadas

Título: Modelación e inferencia de eventos estresantes en la vida de las personas a través de modelos no homogéneos de Poisson multivariados

**Leticia Ramirez, CIMAT**

Desde principios de la década de 1990, la comprensión del suicidio se ha basado en la idea de que los comportamientos suicidas son el resultado de la interacción entre una vulnerabilidad básica específica y el estrés asociado a eventos adversos. Desde una perspectiva funcional, el modelo dinámico de los eventos estresantes se relaciona con la capacidad de los organismos vivos para adaptarse a entornos cambiantes. Una adaptación más lenta, ligada a una mayor vulnerabilidad, no solo afecta al individuo por más tiempo sino que puede promover la ocurrencia de más eventos estresantes.

En este trabajo proponemos un proceso de Hawkes multivariado para modelar el proceso con el que los eventos estresantes surgen en la vida de las personas. Este modelo permite capturar la característica en donde la presencia de eventos estresantes se puede modificarse al experimentar eventos en el pasado reciente.

En la charla se describen los procesos de Hawkes y el método de inferencia propuesto, basado en métodos estadísticos-computacionales.

Título: Mezclas de Gompertz con covariables para modelar la pandemia

**Graciela González Farías, CIMAT Monterrey**

Título: Modelos estadísticos: una reflexión sobre su concepción, ventajas y usos  
**Eloísa Díaz-Francés, CIMAT**

En esta plática se pretende clarificar lo que se entiende por un “modelo estadístico” en el análisis de datos, pues la palabra modelo evoca diferentes significados, especialmente en la era actual, la llamada “Era de la información” o de la “Ciencia de Datos”. Se suele entender que el atributo estadístico del modelo se debe a que se recurre de alguna manera a datos registrados. En ese sentido, un algoritmo computacional automatizado sería un *modelo estadístico* porque, en efecto, se le inyectan datos para obtener una salida. No obstante, para fines de esta plática, lo estadístico se refiere a una descripción matemática explícita para la variación observada en un juego de datos. Con ello, se puede cuantificar de manera informativa la incertidumbre en las inferencias así como comprender mejor la estructura del fenómeno aleatorio de interés.

Para llegar al mejor modelo estadístico que describa bien el comportamiento aleatorio y la estructura del fenómeno de interés, posiblemente haya que realizar varias propuestas y elegir la más acertada de ellas. Para ilustrar estas ideas, se aplicarán a un ejemplo práctico sencillo, con miras a exhibir las ventajas y consecuencias de la elección cuidadosa de un modelo estadístico razonable.

Con lo anterior, se pretende concluir que para que un analista de datos sea bueno modelando debería estar bien familiarizado con ambos extremos del espectro abarcado entre un algoritmo computacional sofisticado y un planteamiento fino que incluya modelos de probabilidad. Así podrá aprovechar lo mejor de los dos mundos en la proporción conveniente para la

Título: Breve introducción a juegos diferenciales.

**Daniel Hernández, CIMAT**

La interacción de un grupo finito de jugadores puede modelarse desde diferentes perspectivas, las cuales incluyen la colaboración para alcanzar objetivos definidos, estructura de información disponible, efectos secundarios en la dinámica individual, así como una calibración adecuada de los efectos sistémicos. En esta charla se abordará, a través de ejemplos, diferentes tipos de juegos, los cuales dan lugar a una variedad de valores y estrategias óptimas para cada jugador. Se pondrá especial énfasis en la utilidad de esta teoría para reguladores de mercados financieros.

Título: Modelos de física estadística y sus métricas intrínsecas  
**Sarahí Hernández, Technion Israel Institute of Technology**

Procesos estocásticos definidos sobre gráficas nos permiten estudiar la estructura espacial de modelos de física estadística. En esta charla presentaremos dos de estos modelos: la percolación de primer pasaje y el proceso de entrelazamientos aleatorios. Los definiremos como espacios métricos (aleatorios) con métricas intrínsecas asociadas. Una pregunta natural es: ¿cuál es el comportamiento macroscópico de estas métricas? Más específicamente, si tomamos el límite correcto sobre estas métricas, ¿podemos comparar el límite con alguna norma en  $\mathbb{R}^d$ ? Como es característico de los modelos discretos, el planteamiento de estas preguntas es sencillo pero su resolución es un reto para la investigación en probabilidad. Presentaremos algunos resultados recientes y muchos problemas abiertos.

Título: Inferencia con sistemas dinámicos y su aplicación a COVID-19  
**Marcos Capistrán, CIMAT**

En esta charla hablaremos sobre cómo pueden combinarse y complementarse dos enfoques de modelación aparentemente ajenos: inferencia y sistemas dinámicos. Usaremos modelos de COVID-19 para discutir lo que nos ofrece esta estrategia combinada de modelación que llamamos problemas inversos.