

# Informe de la reunión de Modelos Matemáticos en EDPs: Control, Análisis y Métodos Numéricos.

(Sesión Especial del Congreso Nacional de la SMM 2018)

## Red de matemáticas y Desarrollo del CONACyT

**Lugar y fecha.** Villahermosa, Tabasco, teniendo como sede a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco del 21 al 26 de octubre de 2018. Sesión Especial de la Red de matemáticas y desarrollo del CONACyT, en el contexto del 51 Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana.

**Objetivos.** Las ecuaciones diferenciales parciales son la base natural para formular modelos matemáticos de una gran diversidad de fenómenos de las ciencias aplicadas e ingeniería. En este contexto, el objetivo del taller es el de reunir especialistas interesados en modelos formulados mediante Ecuaciones Diferenciales Parciales. Se presentarán investigaciones en problemas directos, inversos y de control, tanto desde el punto de vista teórico como aplicado. Esperamos un intenso intercambio de ideas en esta temática que involucre la discusión de nuevos modelos, métodos numéricos, y teoría de EDP.

**Organizadores.** La reunión conjunta fue organizada por los doctores: Pedro González Casanova (IMATE-CU) y Miguel Ángel Moreles (CIMAT).

**Participantes.** Los participantes al evento fueron de varias instituciones del país, entre las que se encuentran la UNAM, UAM, CIMAT, UJAT, así como la US- España. El número de asistentes rebasó nuestras expectativas contando con una presencia de alrededor de 30 asistentes en cada conferencia.

### Programa.

El programa completo y los resúmenes se anexan al final de este documento, pero también se puede consultar en la página: <http://www.smm.org.mx/congreso/horarios/sesiones>

**Conclusión** Los resultados de la reunión fueron muy satisfactorios tanto en el logro de los objetivos como en la asistencia al evento. El taller comenzó con una plática panorámica

impartida por el Dr, Enrique Fernandez Cara, reconocido especialista internacional en teoría de control, titulada Aspectos numéricos del control de EDPs. Así mismo, el espectro de temas que se abordó fue muy amplio abarcando desde problemas abstractos tales como Estimaciones de Schauder por métodos de compacidad, Control de ecuaciones acopladas, Controlabilidad uniforme de una ecuación de transporte-difusión, pasando por la formulación y análisis de nuevos métodos numéricos, hasta el planteamiento de problemas aplicados como son la Modelación Numérica de Inundaciones en Tabasco o Estimación de demanda en redes de transporte público. El evento se caracterizó por una importante interacción entre los especialistas así como por la participación de alumnos de licenciatura y posgrado que se vieron beneficiados para la definición de sus temas de tesis y para su formación.

Hora de inicio	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
08:30-9:00					
09:00-09:30				2093	2015
09:30-10:00				2093	2087
10:00-10:30				2062	1959
10:30-11:00				2019	1986
11:00-11:30					
11:30-12:00				1934	1927
12:00-12:30				2023	2021
12:30-13:00					
13:00-13:30					
13:30-14:00					
14:00-14:30					
14:30-16:30					
16:30-17:00					
17:00-17:30					
17:30-18:00					
18:00-18:30					
18:30-19:00					
19:00-19:30					
19:30-20:00					

#Plática	Título	Ponente	Resumen
1927	Estimaciones de Schauder por métodos de compacidad	Isidro Munive Lima	<a href="#">Ver resumen</a>
1934	Modelación Numérica de Inundaciones en Tabasco	Justino Alavez Ramírez	<a href="#">Ver resumen</a>
1959	Control de ecuaciones acopladas: gran reto	Maria de la Luz de Teresa de Oteyza	<a href="#">Ver resumen</a>
1986	Las Elípticas son Hiperbólicas	Miguel Ángel Moreles Vázquez	<a href="#">Ver resumen</a>
2015	Estimación de demanda en redes de transporte público mediante modelos de optimización cuadrática	Lorenzo Héctor Juárez Valencia	<a href="#">Ver resumen</a>
2019	Regularidad en el borde de la frontera libre en el problema de una fase.	Hector Andres Chang Lara	<a href="#">Ver resumen</a>
2021	Controlabilidad uniforme de una ecuación de transporte-difusión	Francisco Marcos López García	<a href="#">Ver resumen</a>
2023	Algunos aspectos sobre el ajuste de campos vectoriales	Jorge López López	<a href="#">Ver resumen</a>
2062	Métodos sin malla para problemas de control nulo de la ecuación de Stokes con fuentes locales.	Pedro González- Casanova Henríquez	<a href="#">Ver resumen</a>
2087	Agua y Papel: moderación, análisis y simulación	Antonio Capella Kort	<a href="#">Ver resumen</a>
2093	Aspectos numéricos del control de EDPs	Enrique Fernández Cara	<a href="#">Ver resumen</a>

## Resúmenes:

### Estimaciones de Schauder por métodos de compacidad

Autor: Isidro Munive Lima

Coautor(es): A. Banerjee & N. Garofalo

Las estimaciones de Schauder son una herramienta crucial en la teoría de regularidad de EDPs de segundo orden. En esta plática daremos un método nuevo para establecer dichas estimaciones. Este método puede ser adaptado exitosamente a EDPs en grupos de Carnot. Las herramientas clásicas para establecer las estimaciones de Schauder no pueden ser implementadas en grupos de Carnot dado que la geometría de dichos grupos es muy complicada.

### Modelación Numérica de Inundaciones en Tabasco

Autor: Justino Alavez Ramírez

El propósito de la plática es mostrar resultados de simulación numérica de inundaciones que han ocurrido en algunas regiones del estado de Tabasco, en particular, la que se presentó en 2007 en la ciudad de Villahermosa, así como resultados de la escorrentía superficial con escenarios de inundación en la cuenca del río Cuxcuchapa, que se localiza entre los municipios de Cárdenas, Cunduacán y Comalcalco. Referencias 1. González-Aguirre, J.C., Vázquez-Cendón, M.E., Alavez-Ramírez, J. (2016). Simulación numérica de inundaciones en Villahermosa México usando el código Iber. Ingeniería del Agua, 20(4), pp. 201-2016. 2. Ojeda-Arellanos, A.V. (2016). Simulación bidimensional de la escorrentía superficial en la cuenca del río Cuxcuchapa. Tesis. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 3. González-Aguirre, J.C. (2013). Simulación Numérica de Inundaciones en Villahermosa. Master Thesis. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 4. Alavez-Ramírez, J., López-López, J., Hernández-López, J.I. y De-la-Fuente-Vicente, D. (2013). Modelación Matemática y Computacional de una Inundación de Villahermosa Tabasco México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 5. De-la-Fuente-Vicente, D. (2012). Determinación de la Batimetría y su Efecto en la Modelación del Flujo de una Sección del Río Grijalva. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

### Control de ecuaciones acopladas: gran reto

Autor: Maria de la Luz de Teresa de Oteyza

En esta conferencia presentaremos algunas temáticas de control que llevan a controlar varias ecuaciones acopladas. Hablaremos de los retos y dificultades que surgen al considerar estos temas y veremos ejemplos en el caso de ecuaciones parabólicas.

### Las Elípticas son Hiperbólicas

Autor: Miguel Ángel Moreles Vázquez

En la charla recordamos como formular las ecuaciones elípticas de segundo orden como un Sistema de Friedrichs. Introducimos el método de Galerkin Discontinuo (DG) para la solución de estos sistemas hiperbólicos. Mostramos la relación de DG orden cero con el método de Volumen Finito y el método de Calculo Exterior Discreto (DEC). Ilustramos la paralelización a nivel GPU del método DG.

### Estimación de demanda en redes de transporte público mediante modelos de optimización cuadrática

Autor: Lorenzo Héctor Juárez Valencia

Coautor(es): María Victoria Chávez

Las redes de transporte público forman parte de los problemas de flujo en redes y se simulan mediante modelos de asignación de tránsito. La estimación y actualización de la demanda es una red de este tipo es un aspecto muy importante para la modelación de las mismas. El problema matemático subyacente es un problema inverso con infinidad de soluciones e inestable a perturbaciones. Se regulariza el problema mediante penalización de las restricciones en un programa de optimización de mínimos cuadrados que se complementa con multiplicadores de Lagrange, dando origen a un método de Lagrangiano aumentado, el cual puede incorporar diferentes tipos de información de la red. El método junto con la reducción de la dimensión del problema es capaz de simular redes de gran tamaño como la red metropolitana del Valle de México.

## Regularidad en el borde de la frontera libre en el problema de una fase.

Autor: Hector Andres Chang Lara

Coautor(es): Ovidiu Savin

Consideramos el problema de Bernoulli de una fase en un dominio  $\Omega$  y mostramos que la interfase es  $C^{1,1/2}$  regular alrededor de la frontera de  $\Omega$ . Logramos esto a partir del método de blow-up/compacidad para el cual la linealización de la frontera libre recupera el problema de Signorini en el límite.

## Controlabilidad uniforme de una ecuación de transporte-difusión

Autor: Francisco Marcos López García

Coautor(es): Alberto Mercado Saucedo, Universidad Federico Santa Maria, Chile.

Usando técnicas del análisis armónico y complejo, construimos una familia bi-ortogonal para mostrar la controlabilidad uniforme a cero de una ecuación de transporte-difusión.

## Algunos aspectos sobre el ajuste de campos vectoriales

Autor: Jorge López López

Dado un campo vectorial  $u_0$ , se considera el problema de ajustarlo de tal manera que el ajustado, digamos  $u$ , sea solenoidal, cumpla ciertas condiciones de frontera y esté lo menos alejado posible de  $u_0$ . Sobre este problema se tratará: 1)Un modelo y sus limitantes, 2)Un método de gradiente conjugado preconditionado para aproximar su solución, 3)Una aplicación y 4)Otros trabajos y perspectivas.

## Métodos sin malla para problemas de control nulo de la ecuación de Stokes con fuentes locales.

Autor: Pedro González-Casanova Henríquez

Coautor(es): Louis David Breton & Cristhian Montoya

Los métodos sin malla y en particular, las técnicas de funciones de base radial, RBF, constituyen hoy un conjunto de métodos sumamente efectivos para la solución de EDPs. En esta plática, introducimos métodos locales y globales de funciones de base radial con divergencia cero para para la solución de problemas de Stokes estacionarios y evolutivos. Demostramos que a diferencia de las técnicas globales, los métodos locales, son capaces de resolver problemas con grandes volúmenes de datos de forma eficiente. Las técnicas anteriores, son posteriormente utilizadas para formular algoritmos radiales que permiten resolver problemas de control nulo para la ecuación de Stokes con un número reducido de controles locales. Hasta donde tenemos conocimiento, los problemas de control para la ecuación de Stokes no han sido tratados en la literatura mediante métodos de funciones de base radial. Los resultados numéricos de los algoritmos radiales son comparados con resultados obtenidos mediante métodos clásicos de elemento finito, demostrando la efectividad de las técnicas sin malla. Concluimos esta plática con algunos problemas abiertos y perspectivas.

## Agua y Papel: moderación, análisis y simulación

Autor: Antonio Capella Kort

En esta charla describiremos un modelo para una gota de agua que moja una hoja de papel. Este modelo consta de dos ecuaciones diferenciales parciales, una de transporte y otra de tipo elíptica con un acoplamiento no estándar. Este problema da a lugar a varias preguntas naturales: Por el lado teórico se presentará un resultado sobre la existencia de soluciones para tiempos cortos, en tanto que desde el punto de vista aplicado, se presenta un algoritmo eficiente, basado en las técnicas Bayesianas, para un problema inverso asociado consistente en recuperar los coeficientes de Darcy del medio y la presión capilar.

## Aspectos numéricos del control de EDPs

Autor: Enrique Fernández Cara

En esta conferencia presentaremos algunos resultados relacionados con el análisis numérico de problemas de control óptimo y de controlabilidad de EDPs, algunas aplicaciones de los mismos y varias cuestiones abiertas. Para mostrar los logros y dificultades más importantes, usaremos en primer lugar la EDP del calor 1D como ejemplo ilustrativo. Después, trataremos de abarcar situaciones más complejas (y más interesantes desde todos los puntos de vista), correspondientes a problemas con origen en Física, Biología, Ingeniería, etc.