

**Programa de la Reunión Conjunta de Modelación Matemática y Optimización de la Red de Matemáticas y Desarrollo del CONACyT**

**Dentro del Marco de la XXVII Escuela Nacional de Optimización y Análisis Numérico**

**Agosto 27 al 31 de 2018, en la Universidad Autónoma de Aguascalientes**

<b>Hora</b>	<b>Lunes 27</b>	<b>Martes 28</b>	<b>Miércoles 29</b>	<b>Jueves 30</b>	<b>Viernes 31</b>
9:00 – 10:00	Inauguración (Aula Magna)	<b>Pedro González-Casanova</b>	<b>Gilberto Calvillo</b>		
10:00 – 11:00	Conferencia "Diego Bricio" (Auditorio)	<b>Oliver Shutze</b> ----- <b>Angélica Salazar</b>	<b>Gerardo Hernández</b> ----- <b>María Luisa Sandoval</b>		
11:00 – 11:30	Receso	Receso	Receso	Receso	Receso
11:30 – 12:30	<b>CP1 (Qin Sheng)</b> (Auditorio)	<b>CP2 (Héctor Juárez)</b> (Auditorio)	<b>CP3 (Vadim Azhmyako)</b> (Auditorio)	<b>CP4(Jorge E. Macias)</b> (Aula Isoptica)	<b>CP5(Eduardo Jallath)</b> (Auditorio)
12:30 – 13:30	<b>Salvador Botello</b>	<b>José Luis Morales</b>	<b>Daniel Hernandez</b>		
13:30 – 14:30	<b>Irma García Calvillo</b> ----- <b>David Muñoz Negron</b>	<b>Marcos Capistrán</b> ----- <b>Miguel A. Uh</b>	<b>Francisco Domínguez</b> ----- <b>Julián Sagredo</b>		
14:30 – 16:30	COMIDA	COMIDA	Tarde Libre	COMIDA	COMIDA
16:30 – 17:30	<b>MESA REDONDA SOBRE SUPERCOMPUTO</b> <b>Salvador Botello (CIMAT)</b> <b>Julián Sagredo (UAM)</b> <b>Jaime Klapp (ABACUS)</b> <b>José Luís Gordillo (UNAM)</b>	<b>Efren Mesura</b> -----	Tarde Libre		
17:30- 18:30		<b>Caleb Andrade</b> <b>Jonathan Montalvo</b> ----- <b>Victoria Chávez</b>			
18:30 – 20:30			Asamblea General de la SMCCA (Hotel Sede)		<b>Asamblea de clausura</b> (Auditorio)
21:00 – 22:00	Información General elecciones Consejos de la SMCCA (Hotel Sede)				

**Lunes 27 de agosto**

**1. Salvador Botello Rionda**, *Aplicaciones de los métodos numéricos a la solución de problemas de ingeniería*

botello@cimat.mx, CIMAT Guanajuato.

**1 hora.**

**Resumen:** Se presentan una serie de problemas, los cuales se resuelven utilizando técnicas numéricas que permiten obtener soluciones óptimas en algún sentido. Los problemas son estudios sobre monumentos históricos, optimización de formas en estructuras, problemas de figuración de piezas mecánicas, modelado de cápsides virales, modelados de celdas de combustible, soluciones a la ecuación de electromagnetismo. Se presentan también algunos nuevos paradigmas para la optimización de estructuras de barras utilizando CAD paramétrico. Se presentan resultados haciendo uso de computo paralelo. Se presenta una librería para soluciones de sistemas de ecuaciones con estructura. Se presentan resultados preliminares para el modelado numérico utilizando una nueva formulación de Calculo Exterior Discreto, Dicha técnica numérica permite obtener soluciones al menos similares a las que se obtienen con la técnica de elementos finitos.

**2. Irma García Calvillo, Yajaira Cardona Valdés** (Universidad Autónoma de Coahuila) **Joaquín Pacheco, Lara Velasco** (Universidad de Burgos, España). *Modelo biobjetivo para la transportación de pacientes a hospitales.*

irma.garcia@uadec.edu.mx

**½ hora**

**Resumen:** Se estudia la problemática de mejorar las rutas de transporte de pacientes a centros hospitalarios. La transportación se realiza en vehículos compartidos y se tratan los llamados traslados puerta a puerta. El problema se puede modelar como un DARP que es un problema de ruteo de vehículos tipo Dial-a-Ride, donde se busca minimizar los costos de transporte y al mismo tiempo los inconvenientes de los usuarios. Al tratar con personas con movilidad reducida o que acuden a un hospital a recibir algún tratamiento, se pretende que el viaje sea lo más corto posible. Se plantea un modelo con dos objetivos y se presenta un caso de estudio de una ciudad del norte de México que necesita trasladar pacientes a una ciudad vecina a recibir tratamientos especializados. Se mostrará la problemática que se presenta y los resultados al aplicar modelos matemáticos para mejorar los procedimientos de transportación.

**3. David Muñoz Negrón,** *Simulación de evento discreto: Herramientas, retos y aplicaciones.*

[davidm@itam.mx](mailto:davidm@itam.mx), Departamento de Ingeniería Industrial y Operaciones, Instituto Tecnológico Autónomo de México.

**½ hora**

**Resumen:** En esta conferencia se presenta una visión general de los retos y aplicaciones de la simulación estocástica de evento discreto. Luego de una introducción al concepto de simulación de evento discreto y de las herramientas que han facilitado su aplicación, se presenta un caso desarrollado en VBA usando la librería del presentador, y otro caso de aplicación reciente usando el simulador SIMIO. Posteriormente se discuten nuevas aplicaciones y los principales retos que enfrentan estas aplicaciones, incluyendo la integración con herramientas para el diagnóstico y monitoreo de sistemas de producción, la elaboración de pronósticos en cadenas de suministro y el diseño de procesos industriales para el procesamiento y refinación de materiales.

### **Martes 28 de agosto**

**4. Pedro González-Casanova,** *Las ecuaciones de Navier-Stokes: regularidad y turbulencia*

casanovapg@gmail.com Instituto de Matemáticas, UNAM, CU.

**1 hora.**

**Resumen:** Las ecuaciones de Navier Stokes rigen la dinámica de un fluido. En su sentido mas amplio, es decir incluido el caso de ausencia de viscosidad (ecuaciones de Euler), sirven para modelar los mas diversos fenómenos de la naturaleza. Desde la dinámica de los océanos, hasta problemas meteorológicos, pasando por el cambio climático hasta la dinámica de plasmas característicos en la astrofísica. Desde el punto de vista aplicado, los modelos basados en el computo científico han logrado enormes avances para abordar estos problemas. Sorprendentemente y desde el punto de vista continuo, pese a que la regularidad de las soluciones de estas ecuaciones, en 2D, fue demostrada por Leray en su tesis doctoral de 1933!, la regularidad de las soluciones en 3D es desconocida. En esta plática, queremos reflexionar sobre algunos elementos que indican porqué la regularidad global de las soluciones en tres dimensiones es tan difícil y en que sentido la respuesta a está pregunta, no resuelta, se ha relacionado con el concepto de turbulencia. Si el tiempo nos lo permite, hablaremos brevemente sobre el papel del computo científico en este campo de conocimiento.

**5. Oliver Schutze.** *Continuation Methods for the Numerical Treatment of Multi- and Many Objective Optimization Problems.*

[schuetze@cs.cinvestav.mx](mailto:schuetze@cs.cinvestav.mx), CIVESTAV-IPN.

**½ hora.**

**Resumen:** In many applications the problem arises that several objectives have to be optimized concurrently leading to multi-objective optimization problems (MOPs). As a general example, two common goals in product design are certainly to maximize the quality of the product and to minimize its cost. Since these two goals are typically contradicting, it comes as no surprise that the solution set – the so-called Pareto set – of a MOP does in general not consist of one single solution but rather of an entire set of solutions. More precisely, the Pareto set of a continuous MOP typically forms at least locally a  $(k-1)$ -dimensional manifold, where  $k$  is the number of objectives involved in the problem. In this talk, we will address continuation methods that make use of the geometric property of the Pareto set. Given an

initial solution of a MOP, continuation methods perform a movement along the solution set and are thus the most effective local solvers for such problems. First, we will address the treatment of problems with few objectives (say,  $k$  from 2 to 4), and will afterwards propose possible strategies to cope with so-called many objective optimization problems (i.e., MOPs where  $k$  is larger than 4). The applicability and usefulness of all methods will be demonstrated on benchmark problems as well as on two applications from industrial laundry design and injection molding.

**6. Angelica Salazar.** *Secuenciación de operaciones con restricciones de recuperación de recursos.*

[Maria.salazaragl@uanl.edu.mx](mailto:Maria.salazaragl@uanl.edu.mx), UANL

**½ hora.**

**Resumen:** En esta charla se describe un problema de secuenciación de operaciones con restricciones de recuperación de recursos. En este problema, además de las restricciones clásicas del *Flexible JobShop Scheduling Problem* (FJSP, por sus siglas en inglés), se considera que algunas de las operaciones requieren la existencia de ciertos recursos para poder ser procesadas. Los recursos están disponibles en lotes y se requiere un tiempo de recuperación entre cada lote. El objetivo es programar las operaciones de forma tal que el tiempo de terminación (makespan) se minimice. Se propone una formulación matemática y una metaheurística basada en una búsqueda de vecindarios variables. Se muestran resultados computacionales sobre un gran conjunto de instancias, las cuales han sido adaptadas de la literatura.

**7. L. Héctor Juárez,** *La optimización en algunos problemas inversos y de control.*

hect@xanum.uam.mx, UAM-I, CDMX.

**1 hora (Plenaria)**

**Resumen:** En esta charla se dará un panorama del estudio de los problemas inversos y control en algunos problemas de medio continuo modelados con ecuaciones diferenciales parciales y en uno discreto de flujo en redes. En todos los casos la optimización es una herramienta clave para la solución de los problemas mencionados. Se mostrará que la optimización cuadrática sigue siendo una herramienta importante para resolver problemas subdeterminados que aparecen en las áreas mencionadas anteriormente, sobre todo en problemas de gran escala, aunque un tema de interés es explorar otros enfoques de programación.

**8. José Luis Morales.** *Programación no lineal: Aplicaciones y métodos.*

jlmp.morales@gmail.com, Departamento de Química. CINVESTAV-IPN

**1 hora.**

**Resumen.** La programación no lineal es un campo en constante expansión en el que las aplicaciones juegan un papel fundamental para crear métodos nuevos. En algunos casos el problema original es efectivamente un problema de optimización mientras que en otros se trata de un sub-problema que debe resolverse decenas o cientos de veces. En esta plática presentaremos un panorama general de las metodologías predominantes. Discutiremos brevemente sus alcances y limitaciones en el terreno de la teoría y la práctica. En la segunda

parte de la charla nos concentraremos en discutir las herramientas computacionales que convierten a la programación no lineal en un auxiliar muy importante en la resolución de problemas prácticos. Terminaremos describiendo avances recientes y preguntas abiertas.

**9. Marcos A. Capistrán**, *Análisis Bayesiano de la ecuación de Poisson en 1D usando elemento finito.*

marcos@cimat.mx , CIMAT Guanajuato.

**½ hora**

**Resumen:** Esta charla es un tutorial sobre la solución de un problema inverso usando el paradigma bayesiano y elemento finito. Usaremos un problema de valores a la frontera para la ecuación de Poisson en 1D porque es un ejemplo sintético donde conocemos la solución de los problemas directo e inverso

**10. Miguel Ángel Uh Zapata**, *Simulación eficiente de flujos tridimensionales usando el método SOR Óptimo.*

angeluh@cimat.mx, CIMAT Mérida.

**½ hora**

**Resumen:** Muchos esfuerzos se han hecho para desarrollar modelos numéricos para la simulación de flujos de agua; sin embargo, pocos de ellos se pueden aplicar con éxito a flujos con número de Reynolds altos, con superficie libre, no-hidrostáticos y con dominios tridimensionales irregulares. Así, el desarrollo de nuevos modelos son esenciales, pero estos deben de incluir todos los requisitos anteriores para poder ser usados en aplicaciones reales. Sin embargo, algunos de los principales problemas en el desarrollo de tales modelos son la complejidad de la discretización, pero sobre todo los grandes gastos computacionales que se requieren al momento de simularlos. En esta presentación, se expone un modelo nuevo, completamente no-hidrostático que simula flujos tridimensionales de superficie libre utilizando un método de volumen finito no estructurado para las ecuaciones de Navier-Stokes. Como consecuencia del método numérico, varios problemas de tipo Poisson se necesitan resolver en cada paso de tiempo. La discretización da como resultado un sistema lineal de coeficientes variables no simétricos que se resuelve utilizando el algoritmo llamado SOR (por la siglas en inglés: Successive Over-Relaxation). En este método, la especificación del parámetro óptimo de relajación es esencial para lograr la eficiencia del método. En esta plática se presentan algunas ideas para aproximar este parámetro y se usan varios casos de prueba para validar la eficiencia computacional del modelo. Los resultados indican que el código mejora significativamente el tiempo de ejecución de la simulación si se usa el parámetro de relajación correcto. Los resultados numéricos también muestran que el método SOR puede alcanzar tasas de convergencia muy rápidas y el tiempo de simulación puede lograr un orden similar al requerido para un método típico como el del Bi-CGSTAB (por las siglas en inglés: Bi-Conjugate Gradient Stabilized).

**11. Efrén Mesura** *Optimización desde la Inteligencia Artificial, Paradigmas y Aplicaciones*

emezura@uv.mx, Universidad Veracruzana

**½ hora**

**Resumen.** Después de una discusión inicial sobre la Inteligencia Artificial, en esta plática se presentan aquellos paradigmas derivados de ella y que han sido aplicados para resolver problemas de optimización: (1) cómputo evolutivo e (2) inteligencia colectiva. Posteriormente, se enumeran una serie de aplicaciones donde se han utilizado con éxito estas técnicas, particularmente en el área de ingeniería y medicina.

**12. Caleb Andrade.** *Problema del diamante*

caleb.andrade.sernas@gmail.com, Instituto de Matemáticas, UNAM

**½ hora.**

**Resumen:** El objetivo de este trabajo es el realizar un comparativo entre la eficacia y eficiencia de dos metaheurísticas conocidas y seis algoritmos de aproximación, aplicado a un problema de optimización combinatoria original. De manera informal, el problema del diamante consta de un diamante colocado en algún punto de la recta real y un conjunto de robots también ubicados en la recta. Cada robot  $i$  tiene una posición  $x_i$  y una capacidad de movimiento  $y_i$ . El objetivo es usar los robots para mover el diamante lo más a la derecha posible. Para que un robot pueda mover el diamante primero tiene que llegar al diamante y después desplazarlo a la derecha. Así, parte de su capacidad la consume en ir al diamante y otra parte en mover el diamante. Una solución del problema se expresa como el orden en el que se deben usar los robots, ya que es fácil ver que lo mejor es que cuando un robot se mueve, use toda su capacidad.

En la parte experimental, se analiza el desempeño de seis algoritmos de aproximación, basados en una interpretación geométrica del problema en el plano, y dos metaheurísticas: recocido simulado y algoritmos genéticos. Hasta el momento no se ha determinado la complejidad computacional del problema, se han encontrado contraejemplos que demuestran que los algoritmos de aproximación no son óptimos, sin embargo, en la práctica se obtienen buenos resultados. Se realizan experimentos con instancias aleatorias, generando las posiciones de los robots y las capacidades con distribución uniforme en los rangos  $(0;w)$  y  $(0; h)$ . Se comparan los tiempos de ejecución y los valores alcanzados de la función objetivo, así como las desviaciones con respecto a la cota superior de cada instancia. Se encontró un tipo de instancias para las cuales los algoritmos metaheurísticos tienen un desempeño pobre. Se presentan los resultados por medio de gráficos comparativos y tablas de valores, para determinar la eficiencia de los algoritmos propuestos para resolver este problema.

**13. Jonathan Montalvo Urquizo,** *Reducción de deformación, estrés y desgaste de herramientas en el proceso de fresado usando simulación con EDPs y optimización multiobjetivo.*

jmONTALVO@mocTECH.com.mx, MOCTECH

**½ hora**

**Resumen:** Se presenta un caso de acoplamiento de simulación de EDPs con algoritmos de optimización multiobjetivo para obtener mejoras respecto a varias medidas de calidad en el proceso de fresado en seco. Para las simulaciones del proceso termo-mecánico requeridas existen diversos retos, como son la remoción de material, los efectos térmicos y mecánicos, así como la modelación de flujos de calor que dependen de la posición instantánea del herramienta de corte. Por otro lado, los intereses de optimización presentan objetivos múltiples que en ocasiones son contradictorios entre ellos. En esta charla se presentarán algunos resultados usando simulación o FEM Adaptivo

mezclado con modelos metaheurísticos para mejorar una pieza en términos de precisión de corte y del desgaste obtenido en el herramental de corte.

**14. María Victoria Chávez Hernández**, *El método de ascenso dual y multiplicadores para estimar demanda origen-destino*

vicky.fis@gmail.com, UAM-I, CDMX

**½ hora**

**Resumen:** En la planificación de tránsito, es fundamental saber la cantidad de personas que se mueven dentro de una red así como las trayectorias que siguen. Las matrices de demanda origen-destino (O-D) son arreglos bidimensionales que indican dónde inician y dónde terminan todos los viajes que se realizan en una red durante un cierto período. Las matrices O-D cambian con la dinámica de la población, por lo cual es necesario actualizarlas constantemente para que el funcionamiento de la red tránsito sea óptimo. En este trabajo, estudiamos un modelo de Lagrangiano aumentado para actualizar matrices O-D en redes de tránsito a partir del conteo de flujo en algunos segmentos de tránsito y una matriz O-D obsoleta. Usualmente, la matriz obsoleta se obtiene a base de encuestas en los hogares; sin embargo, procesar esa información es muy costoso y tardado, por lo que se formulan modelos matemáticos que combinen información conocida con información que sea relativamente fácil de obtener. En particular, los modelos matemáticos con los que nosotros trabajamos, buscan una nueva matriz O-D que sea lo más cercana posible a una matriz obsoleta dada, de tal forma que al asignar esta nueva demanda en la red de tránsito, se reproduzcan los flujos observados sobre los segmentos de la red. Para resolver el problema, usamos la técnica de ascenso dual y método de multiplicadores (ADMM) obteniendo soluciones de alta calidad con tiempos cómputo muy pequeños (del orden de segundos) para dos redes reales: la red de tránsito de Winnipeg, Canadá, que tiene 23716 pares O-D, y la red de la Ciudad de México con más de 2 millones de pares O-D.

**Miércoles 29 de agosto**

**15. Gilberto Calvillo Vives** *Es  $P=NP$ ?*

calvillog@gmail.com, Instituto de Matemáticas - Cuernavaca, UNAM

**1 hora.**

**Resumen:** El problema de decidir la igualdad entre las clases de problema P y NP es uno de los llamados problemas del milenio. Actualmente se ha aceptado la pertenencia a la clase P como signo de problemas tratables, mientras los que no están en P como difíciles. Candidatos naturales a no estar en P son los problemas llamados NP-completos. Sin embargo nadie ha podido demostrar que haya un problema NP-completo que no pueda ser resuelto con un algoritmo polinomial. Encontrar una cota inferior superpolinomial en el número de operaciones necesarias para resolver un problema NP-completo demostraría que  $P \neq NP$ . Por el contrario, encontrar un algoritmo polinomial para un problema NP completo demostraría que  $P=NP$ .

Actualmente la mayor parte de los investigadores creen que  $P \neq NP$ . Pero el problema esta abierto y su solución es acreedora a un millón de dólares.

En la plática haremos algunas reflexiones acerca de este problema y en general del tema de complejidad computacional.

**16. Gerardo Hernández Dueñas, *Un problema inverso para las ecuaciones de aguas someras.***

hernandez@im.unam.mx, Instituto de Matemáticas – Juriquilla, UNAM

**½ hora**

**Resumen:** En esta charla formularemos un problema inverso para flujos de aguas someras. En particular, estimaremos la topografía del fondo en un canal a partir de mediciones de velocidad en distintos puntos y en distintos tiempos. Se presentará el problema de minimización restringida por una Ecuación Diferencial Parcial. Explicaremos el esquema numérico tipo Roe que utilizamos para el problema directo así como el adjunto. Este es trabajo en colaboración con Miguel Ángel Moreles y Pedro Gonzalez-Casanova.

**17. María Luisa Sandoval, *Método de Galerkin discontinuo para ecuaciones hiperbólicas.***

mlss@xanum.uam.mx, UAM-I, CDMX

**½ hora**

**Resumen:** El método de Galerkin discontinuo (GD) es un esquema numérico que ayuda a aproximar la solución de ecuaciones y de sistemas de ecuaciones diferenciales, en particular de tipo hiperbólicos. Esta técnica consiste en proyectar la solución buscada sobre un espacio de dimensión finita, cuya base está formada por funciones discontinuas que generalmente son polinomios a trozos. Esto es, tiene la ventaja de permitir diferentes grados de libertad en cada elemento y de capturar las ondas de choque y de rarefacción que aparecen frecuentemente en la solución de ecuaciones hiperbólicas, así como posibles soluciones con discontinuidades o gradientes pronunciados (declives muy marcados). Para ello, GD toma varias ideas desarrolladas en el método de Volumen Finito (VF), emplea los flujos numéricos o solvers de Riemann para tratar las interfaces de los elementos y los limitadores de pendientes para disminuir las oscilaciones espurias que aparecen en zonas no diferenciables de la solución. Además utiliza esquemas de integración numérica que satisfagan la propiedad de disminuir la variación total, es decir que sean TVD.

En esta charla se presentará el método de GD junto con los temas mencionados en el párrafo anterior para aproximar la solución de ecuaciones de convección, de Burgers, de aguas someras, etc.

Bibliografía

[1] Bernardo Cockburn y Chi-Wang Shu. *Runge–Kutta Discontinuous Galerkin Methods for Convection-Dominated Problems*. Journal of Scientific Computing, Volume 16, [Issue 3](#), pp 173–261, 2001.

[2] Abdul A Khan y Wencong Lai. *Modeling shallow water flows using the discontinuous Galerkin method*. CRC Press, 2014.

[3] Robert MM Mattheij, Sjoerd W Rienstra, and Jan HM ten Thije Boonkkamp. *Partial differential equations: modeling, analysis, computation*. SIAM, 2005.

**18. Daniel Hernández. *Problemas de optimización en espacios de dimensión infinita y EDPs.***

dher@cimat.mx, CIMAT Guanajuato.



**1 hora.**

**Resumen:** A partir de la representación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales (EDP's) a través de procesos estocásticos, se motivará el estudio de ciertas relaciones entre la solución de problemas de optimización en dimensión infinita y EDPs no lineales. Se presentarán varios ejemplos en los que se fundamenta esta idea, haciendo énfasis en la relación entre la estructura de la dinámica y la forma de la solución.

**19. Francisco Domínguez Mota**, *Modelación de flujo subterráneo en suelos empleando diferencias finitas generalizadas.*

dmota@umich.mx, UMSNH Morelia.

**½ hora**

**Resumen:** En esta plática se presentan algunos avances de la modelación de flujo de agua en suelos parcialmente saturados con zonas de estratificación. Para ello, discretizamos la ecuación de Richards empleando diferencias finitas generalizadas, y combinamos éstas con volúmenes en zonas de alto gradiente del frente de infiltración. Adicionalmente, se propone una estrategia adaptativa para la selección del paso del tiempo, lo que permite evitar oscilaciones en la solución y describir de manera adecuada el flujo en el frente. Se muestran también resultados preliminares para la zona de Manantiales en el municipio de Morelia.

**20. Julián T. Becerra Sagredo**, *Nuevas aplicaciones comerciales de la dinámica de fluidos computacional*

juliansagredo@gmail.com, UAM-I, CDMX.

**½ hora**

**Resumen.** Se explican, usando ecuaciones modelo, las ecuaciones de transporte de fluidos, desde los modelos más simples, hasta los que incluyen transporte de energía y turbulencia. En seguida se propone un método numérico semi-lagrangiano para su solución numérica, implementado para tarjetas de video (GPUs) que cuentan con miles de procesadores. Se presentan una serie de simulaciones que ilustran las diversas aplicaciones del código: el flujo de vorticidad, el motor Stirling, el flujo en arterias y un simulador de fluidos en medios porosos para PEMEX y CFE.

**Otros participantes (por parte de la temática de Modelación) al evento.**

1. José Luís Gordillo Ruíz, [jlgr@c3.unam.mx](mailto:jlgr@c3.unam.mx) Participa en mesa redonda.

2. Francisco Javier Martínez Defería, [fjmartinezdeferia@gmail.com](mailto:fjmartinezdeferia@gmail.com) Participa con una conferencia.
3. Claudia Nezahualcoyotl Bautista, [netzahualcoyotl.86@gmail.com](mailto:netzahualcoyotl.86@gmail.com) Participa con un poster.
4. Judtih Yareli Sánchez Lozada, [yaree95sl@gmail.com](mailto:yaree95sl@gmail.com) Participa con un poster.
5. Jorge Zavaleta Sánchez, [jorzs30@hotmail.com](mailto:jorzs30@hotmail.com) Asistente
6. Cesar Alberto Rosales [cesar.ros.alc@gmail.com](mailto:cesar.ros.alc@gmail.com) Asistente
7. Nanci Pintor Lázaro, [nanci.pintor@cimat.mx](mailto:nanci.pintor@cimat.mx) Asistente
8. Ariana Gaona Arias, [ariana.gaona@cimat.mx](mailto:ariana.gaona@cimat.mx) Asistente

#### **Otros participantes (por parte de la temática de Optimización) al evento**

- 1.- Jonás Velasco Álvarez, Participa con un poster
- 2.- Marcela Quiroz, Participa con un poster
- 3.- Vincet Boyer, Participa con un poster
- 4.- Jorge Raún Pérez Gallardo